

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**DINÂMICA POPULACIONAL DO NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA,
Heterodera glycines, EM ROMARIA, MG.**

RICARDO CAMARA WERLANG

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia , da Universidade Federal
de Uberlândia , para obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG.
Junho– 2000

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**DINÂMICA POPULACIONAL DO NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA,
Heterodera glycines, EM ROMARIA, MG.**

RICARDO CAMARA WERLANG

ORIENTADORA: DR^a. MARIA AMELIA DOS SANTOS

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia - MG

Junho – 2000

**DINÂMICA POPULACIONAL DO NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA,
Heterodera glycines, EM ROMARIA, MG.**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 22/05/2000

Prof.º Dra. Maria Amelia dos Santos
Orientadora

Prof.º Dr. Fernando César Juliatti
Conselheiro

Dr. Césio Humberto de Brito
Conselheiro

Uberlândia – MG.
Junho - 2000

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS pela vida, saúde, força, seu amor e por ter me abençoado, ajudando a superar mais uma etapa da vida.

A meus pais, Lauro Antônio Werlang e Marli Camara Werlang e aos meus irmãos Rodrigo Camara Werlang e Raquel Camara Werlang pelo apoio, compreensão, carinho e oportunidade de estar em uma faculdade.

À amiga e orientadora Prof^a Dr^a Maria Amelia dos Santos pelo conhecimento técnico-didático e científico, orientação, compreensão, dedicação, profissionalismo e exemplo de competência.

Ao conselheiro Prof^o Dr. Fernando César Juliatti, pela colaboração e ensinamentos.

Ao conselheiro Dr. Césio Humberto de Brito pela dedicação, atenção, ensinamentos e amizade.

A FAPEMIG e à Universidade Federal de Uberlândia, pela possibilidade de realização deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Nematologia Agrícola da Universidade Federal de Uberlândia pelo companherismo, ajuda e amizade.

Aos colegas de turma pela amizade e convivência durante esta etapa de nossas vidas.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	07
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. Histórico do nematóide do Cisto.....	10
2.2. Danos a produção.....	11
2.3. Biologia do NCS.....	13
2.4. Controle do NCS.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Condução do ensaio no campo.....	22
3.2. Delineamento experimental.....	22
3.3. Instalação do ensaio.....	23
3.4. Semeadura.....	23
3.5. Coleta de solo.....	23
3.6. Avaliação.....	25
3.6.1. Cistos, juvenis de segundo estágio e machos de <i>Heterodera glycines</i> e outros fitonematóides no solo.....	25
3.6.2. Viabilidade dos ovos contidos nos cistos.....	26
3.7. Análises químicas e físicas das amostras de solo.....	27
3.8. Análise estatística.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÕES.....	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
7. APÊNDICE.....	56

Resumo

O nematóide do cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines*, é um dos principais fatores que limitam a produção da soja no mundo. No Brasil, dentre os problemas relacionados com o aumento de área de produção da soja, o NCS é uma das mais sérias ameaças à cultura. A facilidade de dispersão dos cistos do NCS e sua longa sobrevivência no solo tornam difícil o seu controle. O NCS encontra-se disseminado predominantemente nas regiões dos Cerrados. As informações sobre a dinâmica populacional desse nematóide disponíveis na literatura foram obtidas em outros países, com clima completamente diferente dessas regiões. Sendo assim, o presente trabalho objetivou estudar a dinâmica populacional de *Heterodera glycines*, em relação a presença ou não de cultura hospedeira ao longo da safra e na entressafra, na região de Romaria-MG, safra 96/97. O experimento foi conduzido em área com ensaio de rotação de culturas no seu terceiro ano de execução no município de Romaria-MG, de dezembro de 1996 a novembro de 1997. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, arranjados em esquema fatorial de 4x18x2, sendo quatro tratamentos (soja contínua, milho contínuo, milho-soja-milho e milho-milho-soja), dezoito épocas de coletas (doze quinzenais no período da safra e seis mensais na entressafra) e dois blocos. As amostras de solo coletadas foram encaminhadas ao laboratório de nematologia da UFU para análise nematológica, onde foram realizadas contagens de cistos, de juvenis de segundo estágio e machos de *Heterodera glycines* no

solo e determinação de fases de desenvolvimento dos ovos contidos nos cistos. Ocorreu adição de cistos de *Heterodera glycines* ao solo, na presença de soja, a partir dos 15 DAS (dias após a semeadura) com pequenos aumentos na população até aproximadamente aos 127 DAS, intensificando-os dos 127 aos 141 DAS e paralisando pouco antes da maturação fisiológica da soja. Já na presença de plantas não hospedeiras (milho), a população de cistos no solo decresceu ao longo do ciclo da cultura. Ocorreu redução na quantidade de ovos por cisto viável, na presença da soja, até aos 15 DAS, com posterior aumento até 161 DAS, decrescendo após a maturação fisiológica da soja. Já nos tratamentos com milho, ocorreu redução de ovos por cisto viável ao longo do cultivo, ocorrendo o mesmo no período da entressafra. Os juvenis de segundo estágio foram encontrados em baixos níveis no solo no início do ciclo da soja, aumentando a partir de 42 DAS apresentando maiores valores próximo a maturação fisiológica da soja. Foram observados níveis altos de juvenis de segundo estágio no solo no período da entressafra nos tratamentos com soja em função da tigueria. Já na presença do milho os níveis de juvenis no solo foram muito baixos ao longo do ciclo da cultura e na entressafra. O nematóide não entrou em dormência nas condições do presente experimento.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycines max* (L.) Merrill), é a principal oleaginosa cultivada no mundo, devido ao seu alto teor de óleo e proteínas proporciona múltiplas utilizações e a formação de um grande complexo industrial destinado ao seu processamento. No Brasil, a soja é uma das mais importantes espécies de plantas cultivadas, contribuindo em 11,06% no PIB agrícola do país. Na safra 98/99, foram cultivados 13.004.422 hectares com soja, com uma produção de 30.781.373 toneladas de grãos (Agriannual, 2000).

Vários são os problemas fitossanitários dessa cultura que, dependendo da região e do patógeno envolvido, limitam a sua produção. De acordo com o relato de várias Comissões Estaduais presentes na XX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, os organismos que afetam o sistema radicular da soja, como fungos de solo (*Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina*) e os nematóides fitoparasitos, representam grande impacto na produção de soja (Silva, 1998). Dentre os fitonematóides destaca-se em especial o nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe) (NCS) que, representa um dos principais problemas da soja no mundo. No Brasil, este nematóide foi detectado pela primeira vez na safra 91/92, em amostras de solo e raízes provenientes de Nova Ponte – MG. O NCS dispersou com rapidez, passando de uma área infestada de 10.000 ha em 91/92 para aproximadamente 2 milhões de hectares em 97/98. O maior

número de municípios com áreas infestadas ocorre no centro-oeste brasileiro, na região dos cerrados (Silva, 1999).

O NCS aumenta drasticamente suas populações no período em que a soja está no campo, devido ao seu curto ciclo de vida, que varia de 15 a 24 dias. Esse aspecto possibilita o desenvolvimento de até seis gerações do mesmo por safra. Aliada ao número de gerações, está a quantidade de ovos produzidos, sendo em média de 400 ovos por fêmea. Outro fator agravante constitui-se na presença do cisto, o qual possibilita a sobrevivência do nematóide, mesmo sob à condições desfavoráveis, por longo período. Garantindo, assim, presença de inóculo para iniciar novos ciclos em cultivos com hospedeiros susceptíveis.

As informações sobre a dinâmica populacional desse nematóide disponíveis na literatura foram obtidas em outros países, com clima completamente diferente do Brasil. Nestes países devido a presença de um período do ano com temperaturas baixas (inverno), o nematóide passa por um período de dormência, que é importante para a sua sobrevivência (Yen, Niblack, Wiebold, 1995). Entretanto o clima brasileiro é altamente favorável ao desenvolvimento do nematóide durante todo o ano. Sendo, portanto, necessário a realização de estudos epidemiológicos, para obtenção de informações no sentido de agilizar e aprimorar estratégias de controle.

Segundo Gintis, Morgan-Jones, Rodríguez-Kábana, (1983) existe uma microbiota peculiar associada com a patologia de *H. glycines*. Segundo Silva, Piza, Carneiro, (1994), devido a uma maior atividade biológica no solo em regiões tropicais, influenciada pela temperatura e umidade favoráveis, o efeito que esses organismos, antagonistas ao NCS, exercem sobre a população do mesmo tende a ser mais intenso. Este

fato parece melhorar a eficiência dos métodos de controle aqui empregados, uma vez que os mesmos se constituem basicamente em deixar a área infestada isenta de plantas hospedeiras, visando a redução da fonte de inóculo para a próxima safra.

Este trabalho objetivou estudar a dinâmica populacional do nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines*), em relação a presença ou não de cultura hospedeira ao longo da safra e na entressafra, na região de Romaria-MG na safra 96/97 e, estudo quanto a ocorrência de mecanismos especiais que possibilitem maior sobrevivência do fitonematóide no solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico do nematóide do Cisto

A soja (*Glycines max* (L.) Merrill) é uma das mais antigas plantas cultivadas no mundo. A produção mundial de soja se resume nas produções americana, brasileira, argentina e asiática. Esta última, porém, produz apenas para o mercado consumidor interno, contrariamente às três primeiras, cujo mercado externo é muito visado. A sojicultura no Brasil, desde sua introdução e cultivo comercial, evoluiu sobremaneira da média de 171.000 ha cultivados na década de 50, para ocupar algo próximo a 13.004.422 ha na safra 98/99. O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo com uma produção aproximada de 24 milhões de toneladas por ano. Os estados brasileiros, atualmente, com maior destaque na produção de soja, são MT, MS, GO e MG. Sendo que em Minas Gerais, a cultura da soja concentra-se nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Noroeste.

Vários são os problemas fitossanitários da cultura que, dependendo da região e do patógeno envolvido, limitam a sua produção. Dentre os fitonematóides destaca-se em

especial o nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe) (NCS) que, representa um dos principais problemas da soja no mundo. Nos Estados Unidos este nematóide foi constatado em 1954 e, apesar de rigorosas medidas sanitárias, espalhou-se pelas principais regiões produtoras de soja do país (Riggs *apud* Silva, 1998). Este nematóide foi detectado pela primeira vez no Brasil, na safra 91/92, em amostras de solo e raízes de soja procedentes de Nova Ponte-MG (Lima, Ferraz, Santos, 1992), Campo Verde-MT (Lordello, Lordello, Guaggio, 1992) e Chapadão do Céu-GO (Monteiro, Moraes, 1992). Posteriormente o nematóide foi encontrado em Aporé-GO, Chapadão do Sul-MS, Iraí de Minas-MG, Monte Carmelo-MG e Romaria-MG.

Atualmente a lista contém 81 municípios distribuídos nos estados brasileiros (MT, GO, MS, MG, SP, PR, RS) (Dias, Garcia, Silva, 2000). Sua área de predominância no Brasil, é a região do cerrado, onde a soja, com algumas exceções, é cultivada em monocultura (Mendes, Dickson, 1993). Segundo Silva (1999), o maior número de municípios com área infestadas ocorre no Centro-Oeste brasileiro, em regiões dos cerrados. O NCS dispersou com rapidez. Em 91/92, estimava-se a área infestada em 10.000 ha e 97/98, a área oscila em torno de 2 milhões de hectares. Entretanto, existem muitas propriedades localizadas em municípios considerados infestados onde o NCS ainda não foi detectado (Silva, *et al* 1997).

2.2. Danos a produção

O nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) é considerado o parasito mais prejudicial à soja (Noel, 1992). As perdas causadas por este patógeno, em campos altamente infestados, podem ser da ordem de 30 a 75% ou até mesmo a perda total (Agrios,

1988). Mendes (1993) observou no Brasil perdas leves, em lavouras sem sintomas, até perdas superiores à 50% em lavouras com sintomas.

O parasitismo do nematóide do cisto interfere na absorção de água e nutrientes do solo pela planta. Os sintomas se manifestam principalmente em reboleiras no campo, onde em geral as plantas se apresentam com nanismo, folhas amareladas e, às vezes, com as margens necrosadas. Acontece também perda prematura de folhas e floração reduzida com baixa produção de grãos. Em áreas infestadas pelo nematóide do cisto é possível observar, principalmente aos 45 dias após a semeadura, a presença de pontos brancos ou amarelados nas raízes, que são as fêmeas do nematóide. Essas fêmeas tem o corpo na forma de limão e são muito pequenas, menores que a cabeça de um alfinete. O nematóide do cisto não causa galhas na raiz (Silva, 1995). Segundo Huang & Barker *apud* Asmus, Andrade (1999), os sintomas de clorose e subdesenvolvimento da parte aérea da soja são, em grande parte, devido à deficiência de nitrogênio resultante da supressão da nodulação da bactéria simbiote *Bradyrhizobium japonicum*.

Além dos danos diretos à produção, pela ação primária nas raízes de soja, outros podem somar-se em decorrência do menor desenvolvimento das plantas atacadas. Segundo Alston *apud* Asmus, Andrade (1999), a arquitetura da parte aérea da soja mais abertas, proporcionada pelo ataque do NCS, permitiu que uma maior quantidade de energia fotossinteticamente ativa atingisse a superfície do solo, ocasionando um aumento da biomassa de plantas daninhas variável entre 63 e 92%. A interação da competição ocasionada pelas plantas daninhas e os danos causados pelo NCS, proporcionou maior dano à cultura.

Segundo Asmus, Andrade (1999), prever respostas das culturas a diferentes densidades populacionais de nematóides é extremamente difícil em condições de campo. Entretanto, o avanço no uso dos conceitos de manejo integrado cada vez mais exige que se tente estabelecer relações que possam ser empregadas para a previsão de danos às culturas. No entanto, os resultados experimentais obtidos até o momento no País, levam ao entendimento de que, embora não se possam fazer generalizações, o nível populacional de dano desse nematóide à cultura da soja esteja de 1 a 5 cistos viáveis por 100 cc de solo.

2.3. Biologia do NCS

O ciclo de vida de ovo a ovo do nematóide de cisto da soja varia de 15 a 24 dias (Riggs & Schmitt *apud* Sinclair, Backman, 1989), o qual possibilita o desenvolvimento de até seis gerações do nematóide por safra de soja. Aliado ao número de gerações, está a quantidade de ovos produzidos, onde no final de cada ciclo a fêmea produz em média 400 ovos, os quais darão origem aos novos nematóides que iniciarão outros ciclos. Desta maneira pode-se ter uma idéia do motivo pelo qual os nematóides aumentam drasticamente suas populações no período em que a soja está no campo.

H. glycines tem quatro estádios na fase juvenil e um estágio adulto. Do desenvolvimento do ovo resulta o juvenil de primeiro estágio, este sofre a primeira ecdise dando origem ao juvenil de segundo estágio, o qual eclode do ovo e move para fora do cisto ou da matriz gelatinosa e vai para o solo. Esta eclosão ocorre espontaneamente quando o ovo não está em diapausa (Ross *apud* Nickle, 1984), embora haja algumas evidências da ocorrência de estimuladores de eclosão (Okada *apud* Nickle, 1984; Masamure *et al.* *apud* Nickle, 1984). O juvenil de segundo estágio move-se no solo e

penetra na raiz, geralmente abaixo da zona de diferenciação. Após a penetração, o juvenil de segundo estágio migra pelo córtex, em direção ao tecido vascular e então promove o desenvolvimento das células das quais ele se alimentará. O nematóide então se torna sedentário e começa a alimentar e crescer. Passa pelos terceiro e quarto estágios de juvenil e depois torna-se adulto. O macho adulto ao emergir da cutícula do juvenil, deixa a raiz e vai para o solo onde começa a procurar por fêmeas. A medida que a fêmea vai desenvolvendo ela rompe a epiderme da raiz e expõe-se para fora da raiz. O macho se move pelo solo em direção à fêmea para fecundá-la. Os ovos fecundados se desenvolvem e são retidos dentro da fêmea. Posteriormente cerca de 1/3 dos ovos é depositado na matriz gelatinosa (Sipes *et al.*, 1992), que fica na superfície posterior do final da fêmea (Nickle, 1984). As fêmeas, no final do ciclo, após o término da produção dos ovos (2/3), morrem, transformando-se nos cistos, os quais desprendem das raízes e permanecem no solo.

A temperatura afeta o desenvolvimento do nematóide (Hamblen *et al. apud* Nickle, 1984; Ross *apud* Nickle, 1984). A maior proporção de penetração ocorre em torno de 28°C. O melhor desenvolvimento ocorre entre 28 e 31°C, e pouco ou nenhum desenvolvimento, abaixo de 15°C e acima de 33°C. O tempo requerido pelo juvenil de segundo estágio para penetrar na raiz depende do seu vigor, da posição que se encontra em relação a raiz e das condições do solo, incluindo temperatura, umidade e fatores edáficos (Wallace, 1963). Outros fatores, como a concentração de CO₂, afetam a movimentação do nematóide em direção à raiz (Bird, 1960). Segundo Gourd *et al.* (1993) os juvenis de segundo estágio de *H. glycines* penetraram mais rápido nas raízes que os juvenis de segundo estágio das espécies de *Meloidogyne* utilizadas em seu experimento. Ele pode

observar, que 17 a 40% dos nematóides inoculados encontravam-se nas raízes após 3 e 6 horas da inoculação.

Segundo Duarte *et al.* (1996), o crescimento da população do NCS é acelerado durante o período em que a soja está sendo cultivada nas áreas infestadas. Nos três primeiros meses após a semeadura da soja, o crescimento da população é discreto, em razão das temperaturas elevadas na camada superficial do solo, inadequadas para o desenvolvimento do nematóide. Ainda neste período, a pouca quantidade de raízes e o inóculo inicial baixo contribuem para isto. A partir do terceiro mês de cultivo, a população aumenta rapidamente, paralisando pouco antes da maturação fisiológica da soja.

Durante a entressafra, ocorrem algumas diferenças na dinâmica populacional do NCS, quando comparada com regiões temperadas, onde as baixas temperaturas do solo possibilitam maior sobrevivência dos ovos contidos nos cistos. Em regiões com clima tropical, como o Brasil, a temperatura do solo favorece a atividade biológica do solo. Diversas espécies de fungos têm sido relatadas parasitando ovos do NCS, contribuindo para sua redução populacional. A eclosão de juvenis durante a entressafra também é observada no Brasil, provavelmente em razão de temperaturas mais elevadas no solo (Duarte *et al.*, 1996). Estes juvenis, na ausência de plantas hospedeiras, morrem, contribuindo para a redução populacional do nematóide.

Os cistos persistem no solo com ovos viáveis em seu interior por mais de oito anos, alguns tem sobrevivido 11 anos (Inagaki, Tsutsumi *apud* Nickle, 1984). Esta habilidade para sobreviver longos períodos é devido a contração da parede do cisto e da densa camada de substâncias fenólicas depositadas na parede do cisto. A matriz gelatinosa

dentro do cisto, o envoltório do ovo e a cutícula do nematóide são proteções adicionais para o nematóide (Kondo, Ishibashi *apud* Nickle, 1984).

Em condições brasileiras, segundo Garcia *et al.* (1998a), em experimento conduzido em área naturalmente infestada, nenhum cisto viável foi recuperado do solo, após 3 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.

2.4. Controle do NCS

Segundo Dias, Garcia, Silva, (2000), a disseminação do NCS se dá, principalmente, pelo transporte de solo infestado. Isso pode ocorrer através dos equipamentos agrícolas, das sementes mal beneficiadas, que contenham partículas de solo e materiais inertes contaminados, pelo vento, pela água e até por pássaros. Para evitar a contaminação da propriedade, é importante a conscientização dos produtores sobre a importância de se fazer uma boa limpeza nos equipamentos agrícolas, após terem sido utilizados em outras áreas. O trânsito de máquinas, equipamentos e veículos tem sido o principal agente de disseminação do NCS no Brasil. O cultivo de gramíneas perenes (pastagens ou outras), numa pequena faixa de cada lado da estrada, pode retardar a introdução do patógeno nas lavouras próximas às estradas. A semeadura direta dificulta a dispersão dos cistos, em função da redução da movimentação de máquinas e, principalmente, de solo. A aquisição de sementes beneficiadas, isentas de partículas de solo, também é fundamental para se evitar a entrada do nematóide.

O nematóide de cisto da soja pode ser controlado com cultivares resistentes, que é um dos métodos mais econômicos. O controle químico é inviável economicamente além

da toxidade (Yorinori, Galerani, Garcia, 1994). Predadores ou patógenos do nematóide de cisto da soja podem ser, no futuro, uma importante tática de controle (Riggs, Schmitt *apud* Wilcox, 1987). A rotação de culturas com plantas não hospedeiras é a medida mais utilizada. Segundo Silva, (1998), o sucesso do controle do nematóide depende da integração das diversas medidas disponíveis.

Quanto ao esforço para a obtenção de cultivares de soja resistentes ao NCS no Brasil, o primeiro resultado foi o lançamento da cultivar de soja resistente à raça 3 com o nome de MG/BR-54 (Renascença) (Arantes, Kiihl, Almeida, 1997), para o estado de Minas Gerais, pela parceria Embrapa-CNPSoja, EPAMIG e iniciativa privada. Posteriormente surgiram MG/BRS-66 (Liderança), resistente a raça 3 e MT/BRS-163 (Pintado) com resistência as raças 1 e 3 (Silva, 1998). Atualmente, BRSMT Tucunaré, BRSMT Caxara, BRSMT Matrinchã e BRSMT Piraíba, resistentes às raças 1 e 3, para Mato Grosso. Na safra 1999/2000, a área cultivada com materiais resistentes está estimada em 400.000 ha. O monocultivo de materiais com uma mesma fonte de resistência tem que ser evitado, pois, isso resulta em uma grande pressão de seleção sobre a população do nematóide, que pode alterar a raça predominante e passar a parasitar esses materiais (Dias, Garcia, Silva, 2000).

A fecundação cruzada nesta espécie de nematóide é a razão da sua elevada variabilidade genética, determinando a existência de raças em uma mesma população (Riggs, Schmitt, 1988 *apud* Silva, 1998). No Brasil, a raça predominante é a 3 (Silva, 1998). Já foram encontradas as raças 1, 2, 3, 4⁺, 5, 6, 9, 10, 14 e 14⁺, em MT; 3, 4, 6, 9, 10 e 14, em MS; 3, 4, 6, 9 e 14, em GO; 6, no RS e 3, em MG, SP e PR. As raças 4⁺ e 14⁺ não ocorrem em outros países e diferem das raças 4 e 14 tradicionais, pelo fato de também

quebrarem a resistência de 'Hartwig' que é resistente a todas as 14 raças (Dias, Garcia, Silva, 2000).

A rotação de culturas permite contornar esse problema de variabilidade genética. Segundo Wrather *et al* (1992), o número de anos que uma cultura não hospedeira deve ser cultivada entre dois plantios de soja suscetível, para reduzir a população do nematóide de cisto da soja abaixo do nível de dano econômico, depende da população inicial de ovos, do tipo do solo e das condições ambientais. Entretanto, são recomendados pelo menos 2 a 3 anos de plantio com cultura não hospedeira para um ano de plantio de soja susceptível (Moore *et al.*, 1984; Wrather *et al*, 1992). A maioria das espécies cultivadas, tais como milho, sorgo, arroz, algodão, girassol, mamona, cana-de-açúcar, trigo, assim como as demais gramíneas, são resistentes (Dias, Garcia, Silva, 2000). O milho é o mais utilizado na rotação com a soja em áreas infestadas. Entretanto, a ocorrência de outros problemas fitossanitários nessa cultura, pelo aumento da área e da semeadura também no inverno e os preços baixos, são preocupantes.

Muitas espécies de plantas são relatadas como hospedeiras do NCS, destacando-se a soja (*Glycine max*), o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*), a ervilha (*Pisum sativum*) e o tremoço (*Lupinus albus*) (Dias, Garcia, Silva, 2000).

Segundo Silva *et al.* (1997), especialmente em Minas Gerais e nordeste de Mato Grosso, são necessários 2 anos de rotação para que se possa produzir economicamente soja em áreas infestadas devido as características do solo. Já em outros locais, como na região de Campo Verde-MT e em algumas propriedades de Mato Grosso do Sul e Goiás é possível a obtenção de boas produtividades de soja com apenas um ano de rotação com espécies não hospedeiras.

Segundo Dias, Garcia, Silva, (2000), a rotação de culturas, no verão, com espécies não hospedeiras é o método que vem possibilitando a produção de soja nas áreas infestadas do Brasil. De um modo geral, a substituição da soja, durante 1 ou 2 anos, por espécies não hospedeiras resulta em uma redução significativa da população do nematóide e numa conseqüente recuperação da produtividade da soja. Também na entressafra, as áreas infestadas não podem ser cultivadas com plantas hospedeiras (feijão, ervilha, tremoço, etc.), pois, as temperaturas relativamente altas do inverno brasileiro são suficientes para a multiplicação do nematóide, como tem sido observado em plantas "tiguera" de soja. Entretanto, o cultivo de espécies não hospedeiras no inverno, sucedendo a soja ou outra espécie hospedeira, não garante a redução da população do nematóide, a níveis, que permitem o cultivo de soja na safra seguinte (Garcia *et al.* 1998b).

Um dos fatores que podem potencializar ou reduzir os efeitos benéficos da rotação de culturas, exigindo rotações mais longas, observado pela equipe de nematologistas da Embrapa-Soja é o pH do solo. A interação entre a fertilidade do solo e o NCS é extremamente importante, especialmente na região dos cerrados. O efeito mais marcante é o do pH do solo, que, quando elevado, reduz a tolerância das plantas ao ataque dos nematóides (Garcia, Silva, 1997), provavelmente em decorrência da redução da disponibilidade de micronutrientes. O pH elevado também parece diminuir a atividade de inimigos naturais, especialmente fungos, responsáveis pelo parasitismo de ovos do NCS. O desequilíbrio do pH no perfil do solo, resultado de incorporações superficiais do calcário, também dificulta o aprofundamento e exploração de um maior volume de solo pelas raízes, aumentando os danos.

Segundo Dias, Garcia, Silva, (2000), tem sido observado uma menor redução da população do nematóide em solos com calagem excessiva (saturação elevada) do que em áreas com saturação de bases dentro do recomendado. Essa redução mais lenta da população do nematóide implica na necessidade de rotações mais longas nessas áreas. Os autores citam que dados preliminares obtidos, em experimento instalado em Nova Ponte-MG, estão indicando que essa maior sobrevivência do nematóide, em áreas com excesso de calcário, é devido a algum fator inibidor da eclosão, que se manifesta principalmente na entressafra.

Segundo Riggs, Hamblen (1966), a presença de plantas daninhas comuns em áreas de soja infestadas pelo NCS em Arkansas, capazes de reproduzir o nematóide, reduz a eficiência dos métodos de controle. *Cardamine parviflora* var. *arenicola*, *Geranium maculatum*, *Portulaca oleracea*, *Stellaria media*, *Lamium amplexicaule*, *Sesbania exaltata*, *Linaria canadensis*, *Penstemon digitalis* e *Verbascum thapsus*, foram relatadas pelos autores como hospedeiras de *H. glycines*.

Smart (1964), relatou dez espécies hospedeiras de *H. glycines*, pertencentes as famílias Leguminosae. (*Cassia tora*, *Trifolium procumbens*) Caryophyllaceae (*Cerastium vulgatum*, *Stellaria media*) e Scrophulariaceae (*Verbascum thapsus*, *Penstemon albertinus*, *P. glaber*, *P. grandiflorus*, *P. polyphyllus* e *P. unilateralis*).

Dias *et al.* (1995), testando 17 espécies de plantas daninhas de ocorrência comum em lavouras de soja no Brasil, não verificaram multiplicação do nematóide em nenhuma das espécies testadas. Werlang, Santos, (1999), estudando a hospedabilidade de 19 espécies de plantas daninhas da cultura da soja comuns em áreas de cerrados, também não relataram a ocorrência de nenhuma hospedeira do NCS. Carnielli (1995), observou

fêmeas nas raízes de *Commelina bengalensis* L. (Trapoeiraba), *Pisum sativum* L. (Ervilha), *Vicia villosa* Roth (Ervilhaca-peluda), *Phaseolus lunatus* L. (feijão-fava) e *Phaseolus vulgaris* L. (Feijão comum).

A presença de plantas não hospedeiras evita a multiplicação do nematóide e permite a sua redução populacional pela degradação dos cistos e ovos do nematóide por organismos do solo. A presença do milheto, especialmente na região dos cerrados, também contribui para a aceleração da diminuição do inóculo inicial, provavelmente devido ao estímulo de organismos de solo, como *Gliocadium* sp., *Stagonospora* sp., *Fusarium solani* e *F. oxysporum*, que podem degradar ovos e cistos do nematóide (Silva, Piza, Carneiro 1994; Costa *apud* Silva, 1998).

Segundo Gintis, Morgan-Jones, Rodríguez-Kábana, (1983) existe uma microbiota peculiar associada com a patologia de *H. glycines*. Acredita-se que a maneira de atuação destes fungos está baseada na decomposição enzimática e/ou na biossíntese de toxinas que afetam o nematóide. Segundo Gintis, Morgan-Jones, Rodríguez-Kábana, (1983) os resultados obtidos de seus estudos e de outros, revelam a existência nos campos de soja de certo nível ativo de controle biológico baseado fundamentalmente em efeitos dos fungos sobre *H. glycines*.

Segundo Morgan-Jones, Gintis, Rodríguez-Kábana, (1981) as interações e antagonismos em solos contendo fungos em associação com os cistos, durante várias fases de desenvolvimento e maturação são desconhecidos, como também, as condições específicas necessárias para a invasão do fungo. A degradação dos cistos no solo pelos fungos é de extrema importância para diminuição dos níveis de cistos viáveis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Condução do ensaio no campo

O experimento foi realizado no período de dezembro de 1996 a novembro de 1997, em área experimental da COPAMIL, situada no município de Romaria/MG, área esta, sabidamente contaminada por *Heterodera glycines*. O presente ensaio foi conduzido no terceiro ano do experimento de 4 anos de rotação de culturas. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura muito argilosa.

3.2. Delineamento experimental

O estudo abrangeu uma área de 1272 m², dividida em 8 parcelas de 96 m² (4 x 24 m). O delineamento utilizado, foi o de blocos casualizados, possuindo 4 tratamentos e 2 repetições. Houve área de bordadura entre as parcelas e entre blocos. Como nesta área estava sendo realizado um trabalho de rotação de culturas, os quatro manejos foram os tratamentos, sendo estes: Soja-Soja-Soja (SSS); Milho-Soja-Milho (MSM); Milho-Milho-Soja (MMS) e Milho-Milho-Milho (MMM).

3.3. Instalação do ensaio

O preparo do solo, adubação, plantio, espaçamento e tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas das culturas trabalhadas.

Foram distribuídos três pontos fixos em cada parcela nos quais foram feitas as amostragens. Estes pontos foram distribuídos da seguinte forma: o primeiro ponto (A1), foi fixado 6 metros após o início da parcela (próximo à estrada), o segundo ponto (A2) fixado 6 metros após o ponto A1 e o terceiro ponto (A3), fixado 6 metros após o ponto A2. (Figura 1).

3.4. Semeadura

A cultivar de soja utilizada foi FT-Estrela. O espaçamento entre linhas de soja foi de 0,45m e entre linhas de milho de 0,90m. Foi utilizado o sistema de semeadura direta sobre a palha. O plantio do milho e da soja foi realizado dia 02 de dezembro de 1996. A colheita foi realizada aproximadamente aos 170 dias após o plantio.

3.5. Coleta de solo

Foram realizadas 12 coletas quinzenalmente, na primeira parte do trabalho, que correspondeu ao período em que as culturas soja e milho foram cultivadas no campo (safra). Após este período foram realizadas seis coletas a cada 30 dias (entressafra).

A amostragem de solo obedeceu dois esquemas: ponto fixo e zigue-zague (Figura 1). Cada parcela possuiu três pontos distanciados 6 metros entre si e das extremidades ao longo do maior comprimento da mesma. O esquema de amostragem em ponto fixo constituiu-se na coleta de 10 amostras simples ao longo de 20 cm de

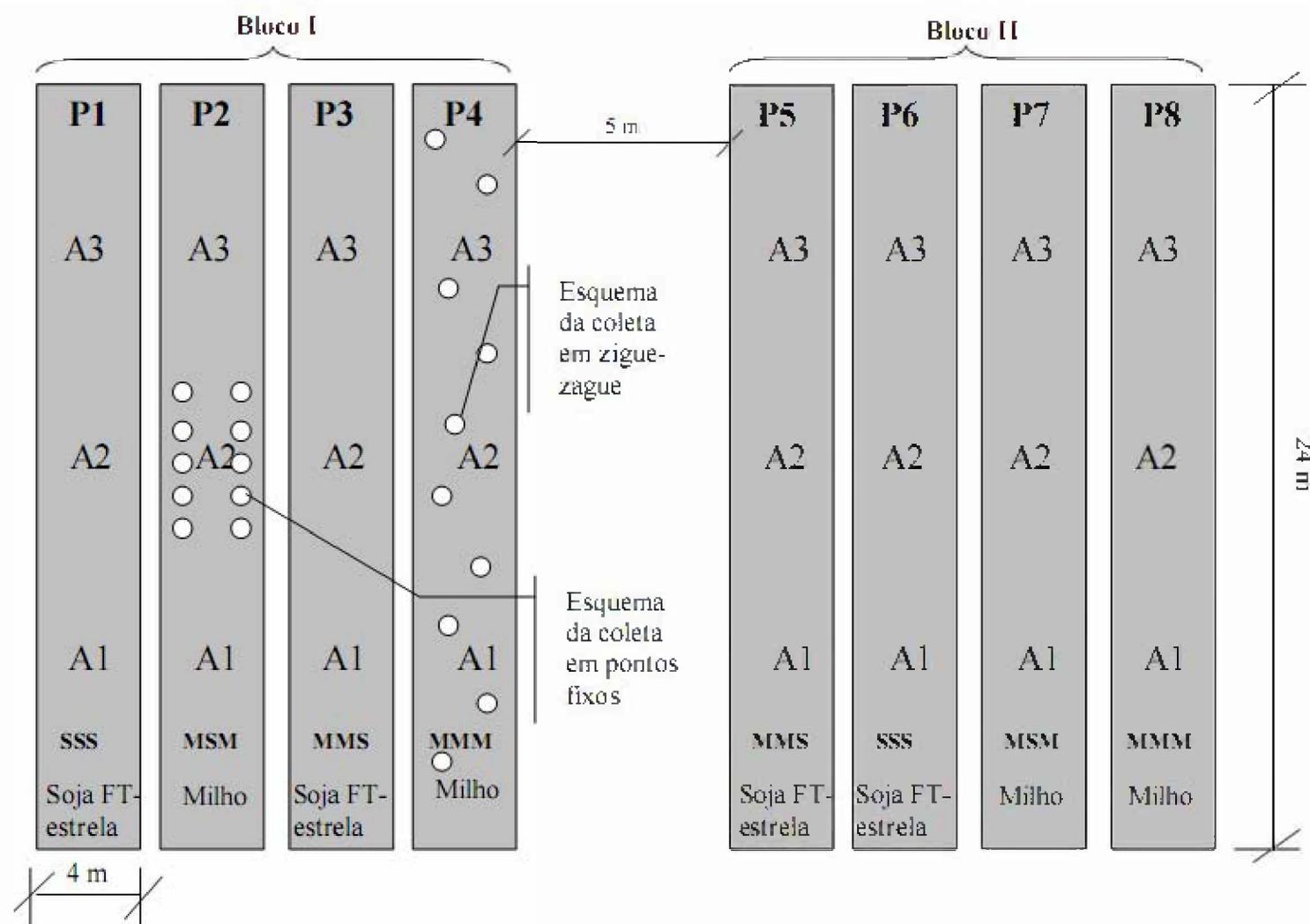


Figura 1: Diagrama de estratificação e identificação da área experimental estudada em Romaria – MG, safra 1996/1997.

profundidade, ao redor de cada ponto fixo e após obtenção de uma amostra composta de mais ou menos 1kg de solo, pela homogeneização das amostras simples. O esquema de amostragem em zigue-zague constituiu na coleta de 10 amostras simples ao longo de 20 cm de profundidade ao acaso seguindo um caminhar em zigue-zague dentro da parcela útil de toda parcela, realizando posteriormente homogeneização destas amostras simples para obtenção de uma amostra composta de mais ou menos 1kg de solo.

3.6. Avaliação

As amostras de solo obtidas dos pontos demarcados e do zigue-zague foram processadas no Laboratório de Nematologia Agrícola do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia. Foram realizadas contagens de cistos, de juvenis de segundo estágio e machos de *Heterodera glycines* no solo e estudo da viabilidade dos ovos contidos nos cistos.

Os valores para análise estatística foram as médias dos resultados das amostras coletadas no esquema de pontos fixos com a de zigue-zague, uma vez que os métodos de amostragem não diferem entre si (Santos, Cunha, Werlang, 1997).

3.6.1. Extração de cistos (Shepherd, 1970), juvenis de segundo estágio e machos de *Heterodera glycines* e outros fitonematóides no solo (Jenkins, 1964).

Uma alíquota de 150 cm³ de solo foi adicionada ao recipiente contendo 1 a 2 L de água. Os torrões foram desmanchados para liberar nematóides que podem estar presentes nos mesmos. Após homogeneização, a suspensão permaneceu em repouso por 15 segundos. Essa suspensão foi vertida em peneira de 20 mesh sobreposta às de 100 e 400

mesh. O resíduo da peneira de 100 mesh foi recolhido com auxílio de uma piseta para um béquer. Essa suspensão foi passada por um funil contendo papel de filtro, após passar toda água o papel foi levado ao microscópio estereoscópio para contagem de cistos.

O resíduo retido na peneira de 400 mesh foi recolhido com auxílio de uma piseta para um béquer. Essa suspensão resultante foi submetida à técnica da flutuação centrífuga em solução de sacarose. A suspensão foi distribuída em tubos de centrifuga, que após balanceamento, foram submetidos a uma velocidade de 650 gravidades por 5 min. Após essa centrifugação, o sobrenadante foi descartado e ao resíduo foi adicionado solução de sacarose (454g de açúcar refinado para cada litro de água). Os tubos novamente balanceados foram submetidos à mesma velocidade anterior, durante 1 min. O sobrenadante, então, foi vertido em uma peneira de 500 mesh e o resíduo desta peneira recolhido com auxílio de uma piseta com água para um béquer. A suspensão do béquer foi avaliada, determinando-se juvenis de segundo estágio e machos de *Heterodera glycines* bem como outros gêneros de fitonematóides que se fizeram presentes.

3.6.2. Viabilidade dos ovos contidos nos cistos

Dez cistos ao acaso recuperados de cada amostra foram esmagados para liberação dos ovos. A suspensão de ovos foi colocada em câmara de contagem, para determinação do número de ovos por cisto viável e da fase de seu desenvolvimento.

As fases de desenvolvimento dos ovos foram distribuídas em três categorias: OS, ovos em embriogênese sem ter ainda ocorrido a formação de juvenil; OC, ovos com juvenil formado; e FO, juvenil que eclodiu do ovo e está ainda dentro do cisto.

3.7. Análises químicas e físicas das amostras de solo

As análises químicas e físicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, com as amostras compostas, obtidas em zigue-zague ao longo da parcela, referentes a primeira coleta (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Resultado da análise textural e classificação do solo da área experimental em Romaria-MG. Safra 96/97.

Areia	Silte	Argila	Classificação textural
7 %	31 %	62 %	muito argiloso

Tabela 2: Resultados das análises químicas do solo coletado nas parcelas no experimento em Romaria-MG. Safra 96/97.

Parcela / Bloco	pH água	P mg/ dm ³	K mg/ dm ³	Al	Ca	Mg	H+Al Cmol c / dm ³	SB	t	T	V m		M. O dag/Kg
											%		
P1/B1	7.4	2.9	117	0.0	4.6	2.0	0.9	6.9	7	8	89	0	3.3
P2/B1	7.6	3.6	63	0.0	4.5	1.7	0.9	6.3	6	7	88	0	3.6
P3/B1	7.6	0.7	64	0.0	4.5	1.8	0.9	6.5	6	7	88	0	3.2
P4/B1	7.6	13.8	116	0.0	5.2	1.4	0.9	6.9	7	8	89	0	3.2
P5/B2	7.2	40.1	90	0.0	4.2	1.8	1.3	6.2	6	8	82	0	4.5
P6/B2	6.7	51.6	110	0.0	3.4	1.4	2.0	5.1	5	7	72	0	4.5
P7/B2	6.5	42.9	145	0.0	3.4	0.9	2.1	4.7	5	7	70	0	4.3
P8/B2	6.5	47.9	177	0.0	3.4	0.9	2.1	4.7	5	7	69	0	4.5

P,K= (HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025 N); Al, Ca, Mg= (KCl 1N); M.O = (Walkley- Black). SB= Soma de bases; t = CTC efetiva; T= CTC a pH 7,0; V= Sat. de bases; m= Sat. de Al.

3.8. Análise estatística

Os dados foram arranjados em esquema fatorial de 4x18x2, constituindo de quatro manejos (tratamentos), dezoito épocas de coletas e dois blocos. Para análise estatística os dados foram transformados pra $\log(x + 0,5)$ e submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Foi realizada, também, análise de regressão linear para os resultados ao longo do tempo (épocas de coleta).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 3, observa-se que os valores de total de cistos para o tratamento milho - soja - milho foi o menor, diferindo do tratamento soja contínua. Observa-se também que nos tratamentos com soja o número de total de cisto é superior ao encontrado nos tratamentos com milho. Ocorre maior número de cistos nos manejos com soja, uma vez que a cultura multiplica o nematóide e assim novos cistos são adicionados ao solo. Mesmo os níveis sendo inferiores nos tratamentos com milho, observa-se que, eles não variaram drasticamente ao longo do tempo. Isto deve-se ao fato que o cisto se constitui em estrutura de proteção destinada a garantir a fonte de inóculo por muito tempo, cerca de 6 a 10 anos.

Para a variável cistos viáveis (Tabela 4), os tratamentos com milho apresentaram níveis bem inferiores aos observados nos tratamentos com soja, diferindo estatisticamente. Semelhantemente ao observado no total de cistos, a da ausência de plantas hospedeiras resulta na redução da população do NCS. Com relação a quantidade de cistos viáveis, nota-se uma maior diferença entre os tratamentos com e sem a soja. Essa redução da população do NCS no solo, pela substituição da soja por espécies não hospedeiras, já foi relatada por outros autores (Garcia, Silva, 1997; Garcia *et al.*, 1998).

Tabela 3: Número de total de cistos de *Heterodera glycines*, para os quatro manejos estudados ao longo das coletas. Romaria-MG, safra 1996/1997.

Dias Após Semeadura	Manejos			
	SSS¹	MMS²	MSM³	MMM⁴
0	14,09	94,82	59,56	70,99
15	55,81	43,06	42,62	80,71
42	43,03	35,22	35,11	65,43
52	63,50	35,32	33,27	68,88
67	48,29	23,04	37,88	41,32
80	47,94	26,92	43,73	36,42
98	47,98	46,64	30,49	36,66
112	33,99	44,81	14,85	22,44
127	58,23	35,85	40,94	48,28
141	86,78	99,04	26,44	46,51
161	74,42	55,19	63,45	75,05
172	62,15	95,67	18,57	32,27
203	77,47	94,87	45,87	43,15
233	67,23	73,80	14,55	19,60
267	50,41	61,16	23,33	46,38
297	86,97	98,41	27,91	25,55
322	48,23	67,98	31,52	29,33
352	51,82	76,26	13,21	21,93
Média	60,21 a*	55,79 a	30,52 b	41,15 ab

CV = 17,04 %

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Soja - Soja - Soja; ² Milho - Milho - Soja; ³ Milho - Soja - Milho e ⁴ Milho - Milho - Milho

Para o manejo soja contínua pode-se notar redução na quantidade de total de cistos e de cistos viáveis do plantio aos 15 Dias Após a Semeadura (DAS) e posterior tendência para o aumento na quantidade de cistos viáveis até aos 141 DAS. Em seguida, redução das duas variáveis (Figura 2). O aumento ocorre de maneira bem sutil, quando comparado ao manejo milho - milho - soja (Figura 3). Nota-se ainda na figura 2, que no final do ciclo da cultura hospedeira (170 DAS), a quantidade de cistos é menor do que a observada no início.

Tabela 4: Número de cistos viáveis de *Heterodera glycines*, para os quatro manejos estudados ao longo das coletas. Romaria-MG, safra 1996/1997.

Dias Após Semeadura	Manejos			
	SSS ¹	MMS ²	MSM ³	MMM ⁴
0	11,81	1,39	2,54	5,53
15	2,15	1,05	1,71	9,50
42	1,86	2,85	1,60	9,18
52	4,99	2,32	3,61	9,56
67	6,73	1,20	2,00	1,82
80	9,17	3,44	2,94	0,94
98	9,68	6,86	1,00	1,43
112	9,40	19,79	0,68	0,61
127	10,07	3,67	0,54	1,20
141	37,09	53,97	1,89	3,62
161	15,52	8,70	0,14	1,79
172	25,78	61,68	1,47	1,49
203	21,34	37,27	0,82	0,61
233	22,17	40,82	0,61	0,73
267	13,18	25,52	0,62	0,37
297	35,56	60,59	1,79	2,15
322	13,55	38,20	0,54	0,54
352	21,34	40,73	1,50	1,52
Média	11,73 a*	11,10 a	1,24 b	1,94 b

CV = 67,43 %

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Soja - Soja - Soja; ² Milho - Milho - Soja; ³ Milho - Soja - Milho e ⁴ Milho - Milho - Milho

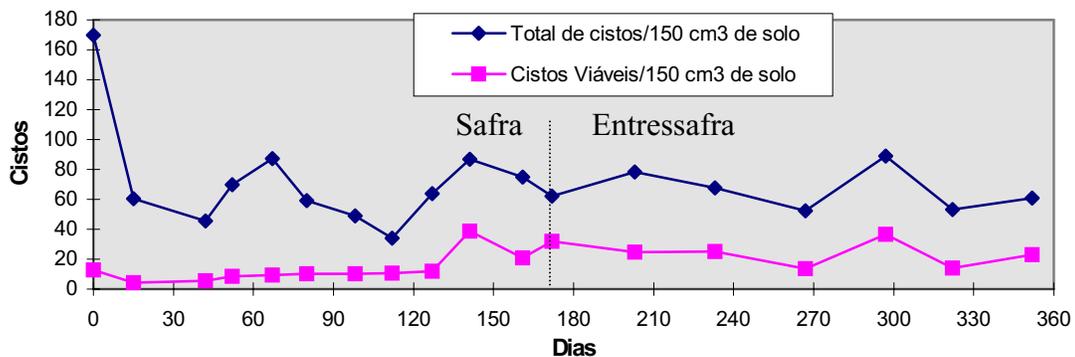


Figura 2: Total de cistos e cistos viáveis de *Heterodera glycines* no manejo monocultura de soja. Romaria-MG, safra 1996/1997.

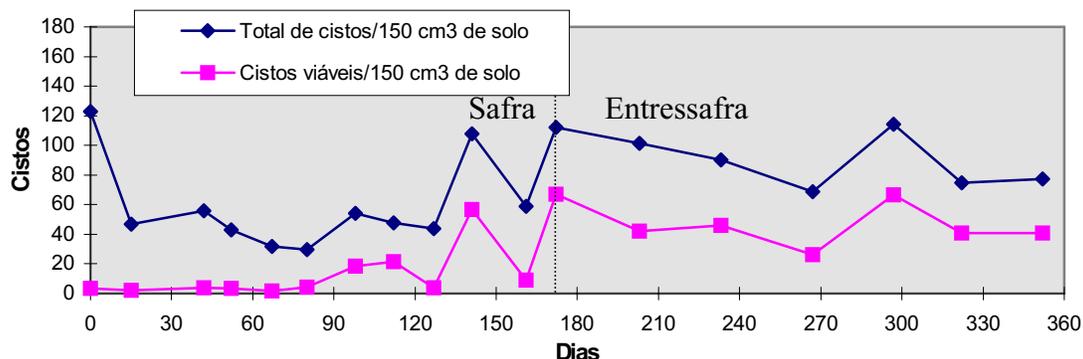


Figura 3: Total de cistos e cistos viáveis de *Heterodera glycines* no manejo milho - milho - soja. Romaria-MG, safra 1996/1997.

Para o manejo milho - milho - soja nota-se redução na quantidade de total de cistos e de cistos viáveis até os 15 DAS, um aumento dos 15 aos 42 DAS, poucas alterações dos 42 aos 80 DAS. O aumento acentuado ocorreu a partir dos 80 DAS até os 170 DAS (Figura 3). Observa-se na Figura 3, no final do ciclo da planta hospedeira, que o número de cistos viáveis é bem maior que o do início.

Para o manejo milho - soja - milho, nota-se a manutenção do nível baixo do total de cistos e de cistos viáveis (Figura 4), ao longo da safra e entressafra.

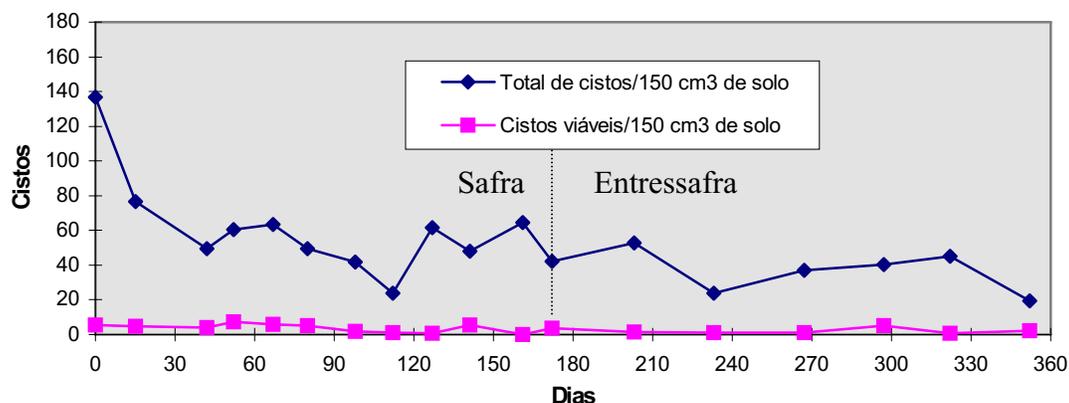


Figura 4: Total de cistos e de cistos viáveis de *Heterodera glycines* no manejo milho - soja - milho. Romaria-MG, safra 1996/1997.

Para o manejo milho contínuo nota-se a tendência da manutenção de números baixos no total de cistos e de cistos viáveis(Figura 5).

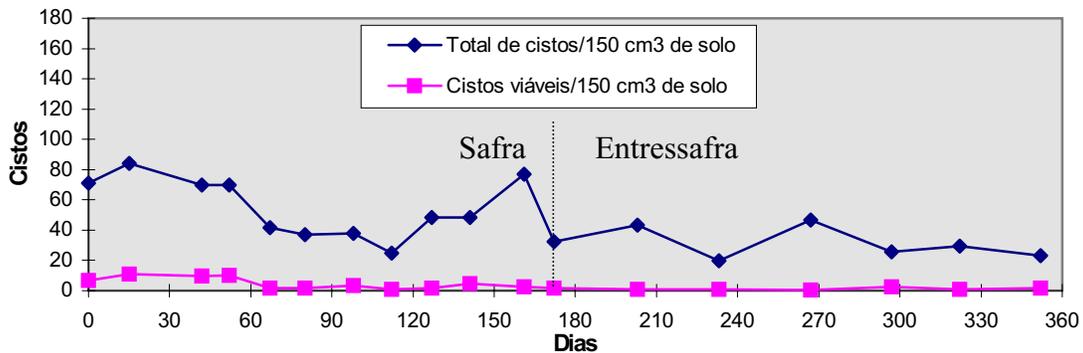


Figura 5: Total de cistos e cistos viáveis de *Heterodera glycines* no manejo milho - milho - milho. Romaria-MG, safra 1996/1997.

Comparando-se os manejos que estavam com soja no terceiro ano, o menor aumento de cistos viáveis ocorreu no manejo soja contínua. Essa situação poderia ser explicada pela ação de microrganismos do solo que desenvolveram-se ao longo dos anos e estão exercendo parasitismo de cistos e ovos. A supressão da atividade de fitopatógenos ocorre naturalmente em muitos solos. A presença contínua da soja na área por mais de três anos, pode ter possibilitado a seleção de populações de microrganismos especializados em parasitar este nematóide. Nesse experimento a supressividade pode estar iniciando, principalmente quando verifica-se que no manejo milho dois anos e soja susceptível terceiro ano os números de cistos foram maiores. Segundo Baker, Cook *apud* Weibelzahl-Fulton, Dickson, Whitty, (1996), a supressão ocorre pela presença de organismos antagonistas em resposta a populações altas do patógeno, especialmente onde ocorre presença contínua de plantas susceptíveis. Silva, Piza, Carneiro (1994), relatam que as

condições climáticas favoráveis a atividade biológica em regiões tropicais, intensificam o efeito de inimigos naturais do NCS. Aliado a esse fato, os ovos de *H. glycines* persistem no solo, agrupados no interior dos cistos durante longo período sem eclodir, aumentando as chances do encontro de hifas dos fungos com os cistos e permitindo o parasitismo de maior número de ovos por cisto.

A ocorrência de controle biológico natural em populações do NCS pode ser observado em outros estudos (Kim, Riggs *apud* Koenning *et al.*, 1995). Koenning *et al.* (1995), observaram em seus estudos sobre rotação de culturas, maiores valores da população de NCS no manejo monocultivo de soja, do que nos com culturas não hospedeiras. Entretanto, observaram-se oscilações nos resultados de dois anos, onde os valores de manejos com culturas não hospedeiras foram superiores aos da monocultura. Os autores também acreditam estar ocorrendo controle biológico no solo estudado. Segundo Gintis, Morgan-Jones, Rodríguez-Kábana, (1983) os fungos são os principais agentes de biocontrole sobre *H. glycines*.

Dos 42 aos 141 DAS (fase vegetativa à fase de formação das sementes) ocorreu um aumento contínuo, porém em pequenas proporções até os 127 DAS, em cistos viáveis do monocultivo de soja. Ocorrendo aumento acentuado dos 127 aos 141 DAS (fase de formação das sementes). Semelhantemente ao observado após os 80 DAS no manejo milho - milho - soja. Este aumento acentuado no final do ciclo da cultura, corresponde a um grupo maior de juvenis que penetraram nas raízes da soja numa mesma época. Duarte, *et al.* (1996) observaram que, o crescimento da população do NCS é acelerado durante o período em que a soja está sendo cultivada nas áreas infestadas. Nos três primeiros meses após a semeadura da soja, a pouca quantidade de raízes e o inóculo inicial baixo

contribuem para o desenvolvimento mais lento do nematóide. A partir do terceiro mês de cultivo, a população aumenta rapidamente, paralisando pouco antes da maturação fisiológica da soja.

Mitchell, Russell *apud* Fahl, (1981), trabalhando com oito cultivares de soja, observaram que aos 31, 67, 80 e 102 DAS as plantas possuíam 0,3; 3,12; 4,36 e 5,15g de raízes secas, respectivamente. Sendo assim, a pequena quantidade de raízes presentes no solo até os 31 DAS, juntamente com a pequena quantidade de inóculo (J_2 no solo), até os 42 DAS, acarretaram em uma menor penetração de J_2 na raiz da soja.

Na Tabela 5, observa-se que o número de ovos por cisto viável foi superior nos manejos com soja, e o manejo milho contínuo mesmo possuindo número inferior do ovos por cisto viável, não diferiu estatisticamente dos tratamentos com soja. Este comportamento ocorre, porque a soja possibilita a formação de novos cistos. Ao passo que nos tratamentos com milho não são acrescentados cistos novos e os cistos presentes no solo vão perdendo seu inóculo, devido a liberação de juvenis e ao ataque por microrganismos e condições físicas adversas. Os resultados observados no tratamento milho contínuo sugerem a contaminação com cistos carreados de parcelas vizinhas com soja aos 127 e 172 DAS.

Observa-se na Tabela 5, que a quantidade de ovos por cisto viável na monocultura de soja tende a diminuir até aos 42 DAS, aumentar no decorrer das coletas até aos 161 DAS e posteriormente reduziu atingindo valores próximos ao do início do experimento (final de entressafra). Já no manejo milho - milho - soja, a redução no número de ovos por cisto viável até os 15 DAS, tendência no aumento de ovos por cisto viável, até os 127 DAS e posteriormente tendência de manter alto o número de ovos por cisto viável.

Tabela 5: Número de ovos por cisto viável de *Heterodera glycines*, para os quatro manejos estudados ao longo das coletas. Romaria-MG, safra 1996/1997.

Dias Após Semeadura	Manejos			
	SSS ¹	MMS ²	MSM ³	MMM ⁴
0	66,60	5,28	70,20	94,77
15	42,71	4,72	6,16	87,21
42	4,84	31,41	5,94	69,77
52	67,80	41,14	25,58	66,89
67	66,68	84,46	3,11	45,49
80	105,48	78,16	16,79	3,55
98	60,21	108,33	7,36	5,18
112	166,41	110,87	4,49	26,45
127	158,82	243,05	5,70	168,92
141	117,82	152,76	4,22	94,03
161	186,92	146,98	3,11	70,77
172	148,85	155,81	4,98	119,57
203	180,61	204,62	9,45	74,69
233	97,98	159,40	4,86	50,98
267	171,10	212,79	6,96	7,26
297	91,22	107,84	5,32	52,83
322	155,11	212,29	7,03	2,49
352	72,15	110,03	29,30	28,97
Média	88,70 a*	84,15 a	8,04 b	37,03 a

CV = 49,49 %

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Soja - Soja - Soja; ² Milho - Milho - Soja; ³ Milho - Soja - Milho e ⁴ Milho - Milho - Milho

Observa-se que ocorre redução do número de ovos por cisto viável, até os 161 DAS e posterior aumento dos 161 aos 203 DAS. Após os 203 DAS retoma a tendência de redução da quantidade de ovos por cisto viável, no manejo milho - soja - milho (Tabela 5). O número de ovos por cisto viável teve a tendência de diminuir no monocultivo de milho (Tabela 5). Entretanto, o aumento ocorrido aos 127 DAS pode estar relacionado com cistos viáveis carregados de parcelas vizinhas ou da presença de plantas hospedeiras na parcela.

Nota-se que nas coletas seguintes, retorna-se a tendência de redução do número de ovos por cisto viável.

Possivelmente estas alterações na quantidade de ovos por cisto viável sejam devido ao carreamento de cistos de outras parcelas, uma vez que até o momento não foram encontradas plantas daninhas no Brasil que multipliquem o NCS (Dias *et al.*, 1995; Silva, 1996 e Werlang, Santos, 1999).

No início do experimento, o número de ovos por cisto viável diminuiu porque os ovos que estavam presentes dentro dos cistos remanescentes da safra anterior, estavam dando origem ao J₂ e alguns destes saíram dos cistos e foram para o solo, a procura de raízes de plantas hospedeiras, para penetrar e continuar seu ciclo de vida. Portanto, ainda não estava sendo adicionados cistos novos ao solo ou se adicionados ocorria em pequenas quantidades. Posteriormente, com a finalização dos ciclos de vida do nematóide e conseqüente realização de outros ciclos o número de ovos por cisto viável tendeu a aumentar.

Acedo, Dropkin, Luedders *apud* Valle, Dias, Ferraz, (1996), observaram fêmeas com ovos nas raízes de soja, a partir de 13 aos 15 DAS após a inoculação e após 22 DAS, ocorreu a presença de muitos ovos na matriz gelatinosa externa. Portanto no período inicial, onde ocorreu redução do número de ovos por cisto viável, na monocultura de soja, que compreendeu dos 0 aos 42 DAS (plantio ao início da fase vegetativa), possivelmente já estava ocorrendo ciclos do NCS. Brito *et al.* (1996), observaram que a melhor época para a inoculação em plantas de semeadura direta é logo após a emergência das plântulas. No manejo milho - milho - soja o número de ovos por cisto viável já aumentou dos 15 aos 42 DAS (fase vegetativa), evidenciando a realização de ciclos do NCS. A presença de

menores populações ou menos especializadas, de inimigos naturais do NCS, no manejo milho - milho - soja, permitiu observar adição de cistos novos ao solo.

A presença de maior fonte de inóculo no solo e maior quantidade de raízes, facilitou a penetração do J_2 e conseqüentemente aumentou o número de nematóides que estavam realizando seus ciclos de vida. Ao final dos ciclos, as quantidades de cistos novos adicionados ao solo foram maiores e desta forma, as quantidades de cistos viáveis e ovos por cisto viável aumentaram. A quantidade de cistos viáveis, já aumentou dos 15 aos 42 DAS (fase vegetativa) e ovos por cisto viável aumentava a partir dos 42 DAS e assim o fizeram até os 141 DAS (fase de formação das sementes) e 161 DAS (início da maturação) respectivamente para cistos viáveis e ovos por cisto viável, no manejo soja contínua. Para o manejo milho - milho - soja, cistos viáveis e ovos por cisto viável aumentaram dos 15 aos 42 DAS e assim o fizeram até os 170 DAS (colheita) e 127 DAS (final da fase de formação de vagens), respectivamente para cistos viáveis e ovos por cisto viável.

Já para juvenis de segundo estágio presentes no solo, observa-se na Tabela 6, que os tratamentos com soja apresentaram níveis superiores diferindo dos níveis dos tratamentos com milho. Quanto a distribuição dos juvenis no solo, observaram-se os maiores níveis populacionais aos 67, 112, 141, 172 e 297 DAS.

Na Figura 6 observa-se que, na soja contínua até aos 112 DAS os períodos em que há maior número de juvenis de 2º estágio no solo, corresponderam, aos períodos de maior número de cistos viáveis no solo (Figura 2). Observa-se o maior pico de juvenis no solo logo após aos 161 DAS, que pode estar relacionado a ausência de raízes de soja. Sendo assim os juvenis do nematóide que permaneceram no solo sem ter locais para penetração.

A presença de soja tigüera no início da entressafra, possibilitou níveis altos de juvenis no solo e de cistos viáveis.

Tabela 6: Juvenís de segundo estágio de *Heterodera glycines* no solo, para os quatro manejos estudados ao longo das coletas. Romaria-MG, safra 1996/1997.

Dias Após Semeadura	Manejos				Média
	SSS ¹	MMS ²	MSM ³	MMM ⁴	
172	260,25	186,83	11,29	25,32	61,60 a*
67	489,12	146,32	3,00	23,26	48,95 a
112	328,89	530,94	2,13	4,13	37,70 a
141	261,19	208,34	10,17	2,78	36,68 a
297	231,82	271,27	5,94	3,10	34,28 a
203	348,17	303,35	5,71	0,00	23,45 a
322	147,28	165,76	3,11	2,90	22,95 a
352	62,26	176,74	4,81	2,85	20,60 a
52	119,23	82,94	2,57	4,11	18,89 a
233	17,64	151,03	4,41	2,13	13,22 a
80	76,25	186,47	0,00	4,07	12,96 a
267	73,74	99,36	3,00	0,00	10,17 a
98	36,68	99,26	0,00	1,97	7,72 a
127	16,41	19,54	1,44	3,45	6,64 a
15	26,09	1,93	4,07	7,28	6,43 a
0	3,49	2,13	0,00	2,90	1,56 a
161	8,39	2,37	0,00	0,00	1,09 a
42	2,90	0,00	1,56	0,00	0,65 a
Média	61,91 A*	55,79 A	2,18 B	2,47 B	

CV=87,40%

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas pelo teste de Tukey.

¹ Soja - Soja - Soja; ² Milho - Milho - Soja; ³ Milho - Soja - Milho e ⁴ Milho - Milho - Milho

Safra | Entressaf

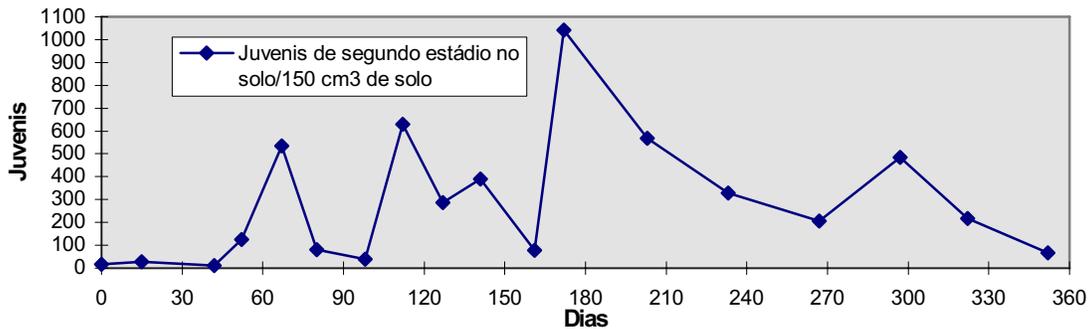


Figura 6: Juvenis de segundo estágio de *Heterodera glycines* no solo no manejo monocultura de soja. Romaria, MG, safra 1996/97.

Na figura 7 nota-se no tratamento milho - milho - soja, que pouquíssimos juvenis de segundo estágio estão presentes no solo logo no início, ocorrendo aumento a partir dos 42 DAS. Nota-se também na figura 7, a presença constante de juvenis de segundo estágio no solo durante a entressafra. Sendo portanto, a mesma tendência observada no tratamento soja contínua (Figura 6).

Na Figura 8 observa-se no tratamento milho - soja - milho, a presença de juvenis de segundo estágio no solo somente em alguns períodos e em níveis baixíssimos. Como o milho não é planta hospedeira, os juvenis liberados do cisto, não encontram a planta hospedeira acabam com sua reserva energética e morrem.

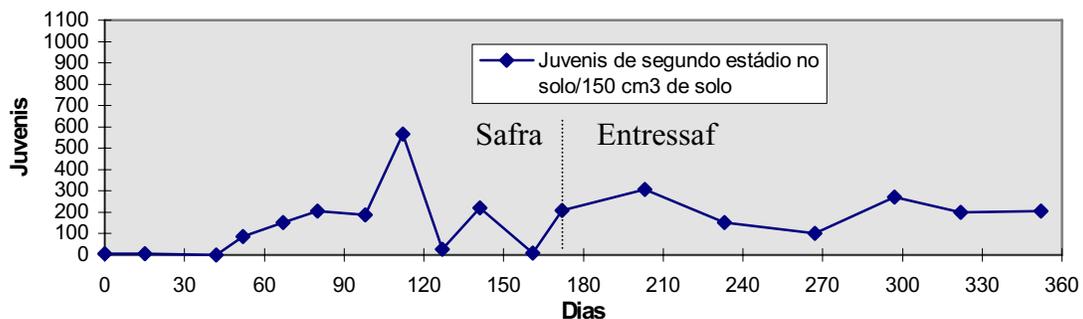


Figura 7: Juvenis de segundo estágio de *Heterodera glycines* no solo no manejo milho - milho - soja. Romaria, MG, safra 1996/97.

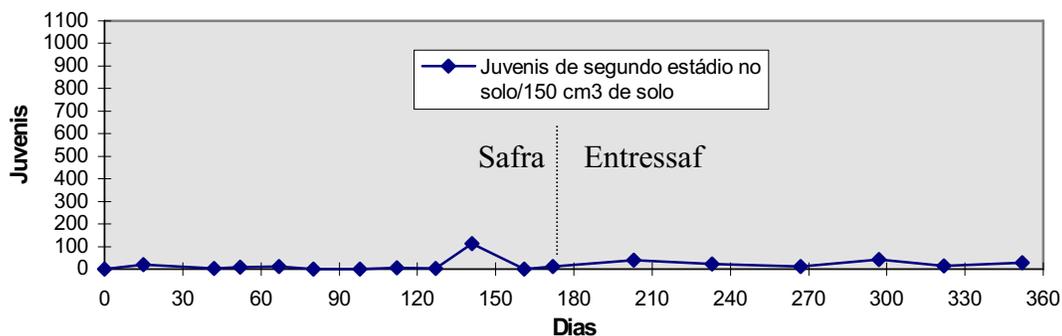


Figura 8: Juvenis de segundo estágio de *Heterodera glycines* no solo no manejo milho - soja - milho. Romaria, MG, safra 1996/97.

Observa-se na Figura 9, que a população de juvenis de 2º estágio no solo no milho contínuo é bem baixa como ocorreu no manejo com os anos alternados de milho e soja (Figura 8).

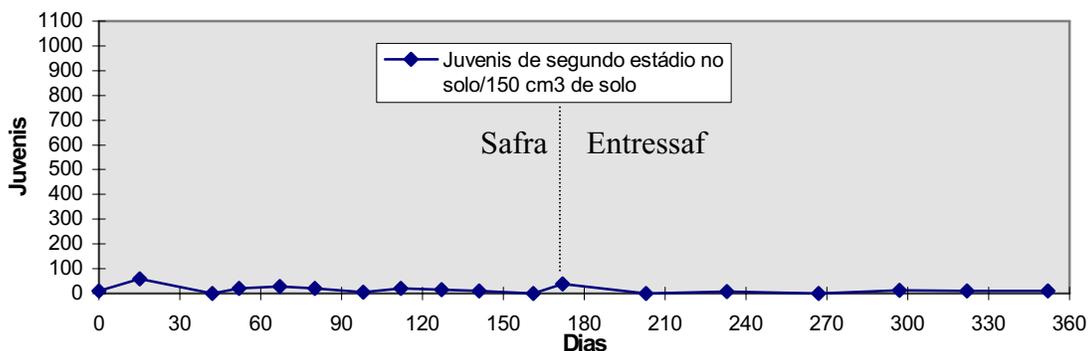


Figura 9: Juvenis de segundo estágio de *Heterodera glycines* no solo no manejo milho - milho - milho. Romaria, MG, safra 1996/97.

No início do ciclo da cultura, a fonte de inóculo foi proveniente dos ovos contidos nos cistos viáveis o que proporcionou níveis baixos de juvenis no solo e posteriormente com a finalização de ciclos do NCS, os novos cistos contribuíram como fonte de inóculo, como foi observado pelos altos níveis de juvenis no solo. Os juvenis de 2º estágio podem ser provenientes da mucilagem, a qual envolve 1/3 dos ovos produzidos pelas fêmeas aderidas às raízes, ou do desenvolvimento de ovos presentes nos cistos viáveis. Ishibashi *et*

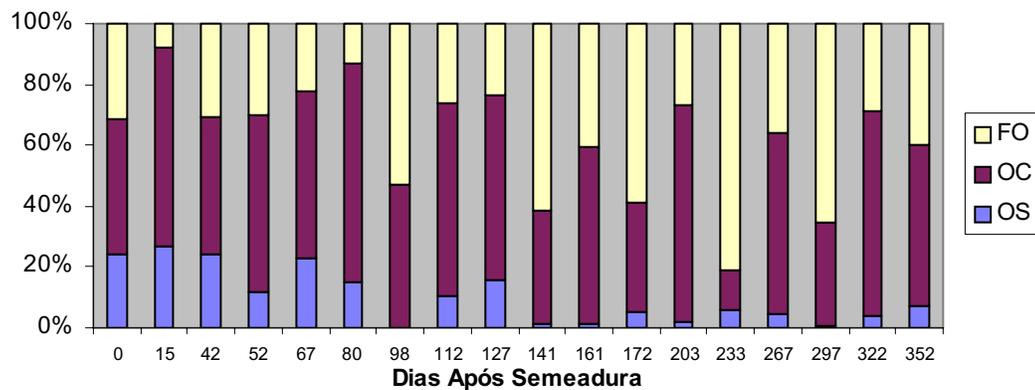
al. *apud* Yen, Niblack, Wiebold (1995), descobriram que os ovos de *H. glycines* presentes na matriz gelatinosa, possuem maior proporção de ovos em fase mais adiantada de desenvolvimento do que os ovos retidos dentro do cisto. Sugerindo que, os ovos retidos no cisto servem como inóculo para os anos seguintes e os ovos da matriz gelatinosa servem como inóculo para o ano corrente. Segundo Okada, *apud* Yen, Niblack, Wiebold (1995), o cisto contém um inibidor de eclosão, porém o inibidor só é efetivo em ovos não dormentes. Os grandes valores de J₂ presentes no solo à partir dos 42 DAS até provavelmente, logo após a colheita, foram provenientes dos ovos da matriz gelatinosa. A emergência dos J₂ de dentro dos cistos se dá principalmente durante os 12 dias iniciais, quando as plantas estão no estágio vegetativo de seu desenvolvimento (Sikora, Noel, 1996). Alston, Schmitt, (1987), observaram em seus experimentos na Carolina do Norte que a população de ovos e juvenis do NCS já aumentou no intervalo da 2^a a 6^a semana após o plantio e após este período.

Slack, Riggs, Hamblen *apud* Yen, Niblack, Wiebold, (1995), observaram pequena taxa de eclosão de juvenis em ovos coletados, no início de setembro em campos de Arkansas. Segundo Yen, Niblack, Wiebold, (1995), a dormência é importante para a sobrevivência do nematóide durante períodos frios do inverno na América do Norte. A dormência dos ovos de *H. glycines* pode ser afetada pela temperatura do solo (Alston, Schmitt *apud* Yen *et al.* 1996; Hill, Schmitt *apud* Yen *et al.* 1996) e fenologia do hospedeiro (Hill, Schmitt *apud* Yen *et al.* 1996). No entanto, existe trabalho que afirma não ocorrer efeito da fenologia do hospedeiro e nem da temperatura do solo para a dormência dos ovos contidos nos cistos (Yen, Niblack, Wiebold, 1995).

Geralmente a presença de juvenis de segundo estágio no solo é usada para medir a dormência, pela ausência de outro indicador seguro (Perry *apud* Yen, Niblack, Wiebold, 1995). Como ocorreu presença de J₂ em altos índices no solo durante a entressafra isto indica a não ocorrência de dormência, fenômeno comum em países de clima temperado. Durante a entressafra nas condições de cerrado, ocorrem temperaturas favoráveis ao desenvolvimento do nematóide e a presença de plantas remanescentes de soja. Duarte *et al.*, (1996) também observaram no Brasil a eclosão de juvenis durante a entressafra.

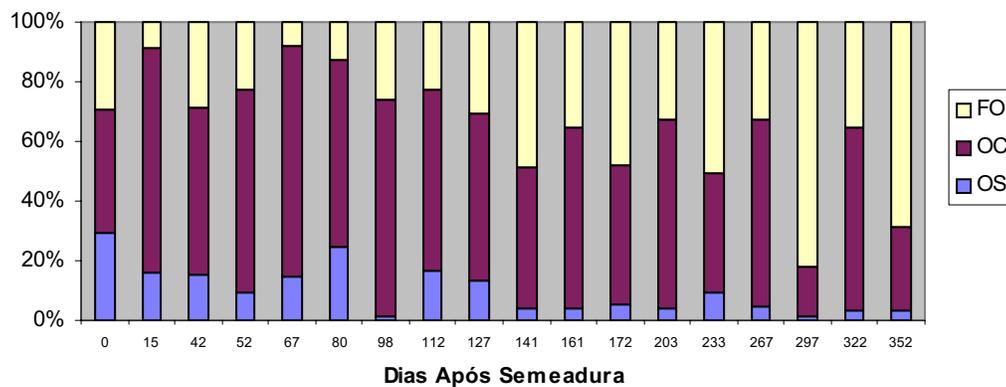
Observa-se na figura 10 referente a soja contínua, que os ovos apresentaram proporções diferenciadas quanto às fases de seu desenvolvimento. A proporção de ovos com massa única sem juvenil formado foi baixa durante todas as coletas. Pode-se observar ainda, que a partir dos 141 DAS, onde envolve o período final do desenvolvimento da cultura e o início da entressafra, a proporção dos ovos com massa única foi bem baixa, quando comparada com sua proporção nas coletas iniciais. Por outro lado, a proporção de ovos com juvenil formado foi geralmente maior em todas as coletas. A proporção de juvenis que eclodiram dos ovos e ainda estavam dentro do cisto foi maior que a de ovos com massa única e menor que a de ovos com juvenil formado. Entretanto supera este último aos 98, 141, 172, 233 e 297 DAS. Nota-se ainda na figura 10, as tendências de redução na proporção de ovos com massa única ao longo das coletas, redução na proporção de juvenis que eclodiram dos ovos e permanecem dentro do cisto, até aos 80 DAS e posterior aumento, no decorrer das coletas. A predominância da fase de desenvolvimento de ovos com juvenil formado, indica que os ovos logo que são formados se desenvolvem rapidamente até esta fase.

Observa-se na Figura 11 no tratamento milho - milho - soja, que as proporções de ovos com massa única, ovos com juvenil formado e juvenis dentro do cisto, seguem as mesmas tendências observadas na monocultura de soja (Figura 10), excetuando-se que no manejo milho - milho - soja a redução na proporção de juvenis dentro do cisto e o aumento de ovos com juvenil formado, ocorrem até aos 67 DAS. Ocorrendo posteriormente redução na proporção de ovos com juvenil formado e aumento na proporção de juvenis dentro do cisto.



OS, ovos em embriogênese sem ter ainda ocorrido a formação de juvenil; OC, ovos com juvenil formado; e FO, juvenil que eclodiu do ovo e está ainda dentro do cisto .

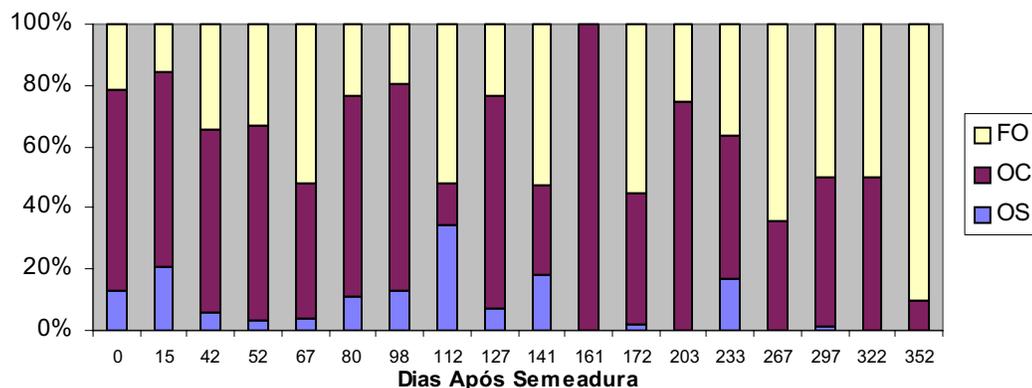
Figura 10: Proporções de desenvolvimento nos ovos por cisto viável de *Heterodera glycines* no manejo monocultura de soja. Romaria, MG, safra 1996/97.



OS, ovos em embriogênese sem ter ainda ocorrido a formação de juvenil; OC, ovos com juvenil formado; e FO, juvenil que eclodiu do ovo e está ainda dentro do cisto

Figura 11: Proporções de desenvolvimento nos ovos por cisto viável de *Heterodera glycines* no manejo milho - milho - soja. Romaria, MG, safra 1996/97.

As tendências de aumento na proporção de juvenis dentro do cisto e de redução das proporções de ovos com juvenil formado e de ovos com massa única no decorrer das coletas, podem ser visualizadas na Figura 12, no tratamento milho - soja - milho. Observe-se ainda na Figura 12, a predominância da fase de desenvolvimento de ovos com juvenil formado, indicando que os ovos permanessem nesta fase de desenvolvimento até



receberem algum estímulo para passar para a próxima fase de desenvolvimento.

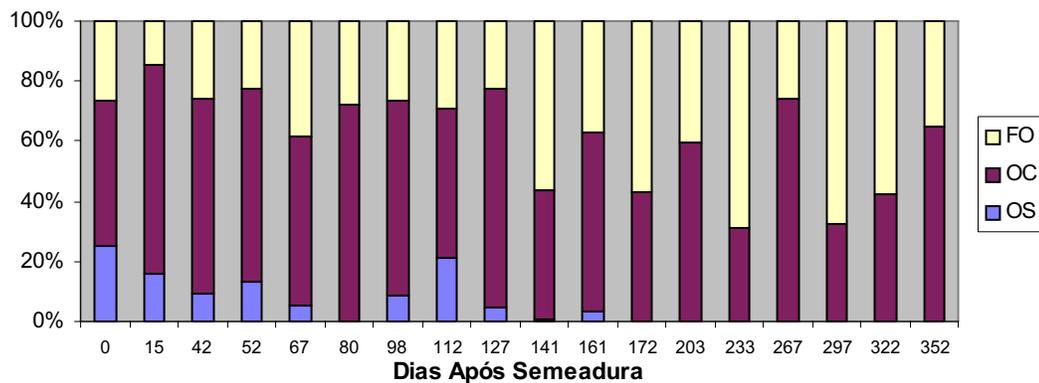
OS, ovos em embriogênese sem ter ainda ocorrido a formação de juvenil; OC, ovos com juvenil formado; e FO, juvenil que eclodiu do ovo e está ainda dentro do cisto

Figura 12: Proporções de desenvolvimento nos ovos por cisto viável de *Heterodera glycines* no manejo milho - soja - milho. Romaria, MG, safra 1996/97.

Nota-se na Figura 13 que trata do tratamento milho contínuo, a tendência de redução das proporções de ovos com massa única e ovos com juvenil formado e aumento na proporção de juvenis que eclodiram dos ovos e ainda estão dentro do cisto. Observa-se a mesma tendência de predominância da fase de ovo com juvenil formado, como na Figura

12. Nota-se ainda, que o aumento brusco da proporção de ovos com massa única dos 98 aos 127 DAS, pode estar relacionado com o pico no número de ovos por cisto viável dos neste mesmo período (Tabela 5), reforçando a possibilidade de cistos viáveis terem sido carreados de parcelas vizinhas.

A eclosão de juvenis é afetada por vários fatores, incluindo temperatura, aeração do solo e umidade (Clark, Perry *apud* Schmitt, Riggs, 1991). Os exsudados de plantas estimulam a eclosão em certas associações de hospedeiro-parasito (Ellenby *apud* Schmitt, Riggs, 1991; Tsutsumi, Sakurai *apud* Schmitt, Riggs, 1991; Winslow *apud* Schmitt, Riggs, 1991). As diferenças no desenvolvimento e estádios fisiológicos em que os ovos se encontram, afetam a eclosão (Banyer, Fisher *apud* Schmitt, Riggs, 1991; Ellenby *apud* Schmitt, Riggs, 1991). Segundo Schmitt, Riggs, (1991) a ausência de estimuladores de eclosão em condição de campo prolongam a sobrevivência dos ovos no solo.



OS, ovos em embriogênese sem ter ainda ocorrido a formação de juvenil; OC, ovos com juvenil formado; e FO, juvenil que eclodiu do ovo e está ainda dentro do cisto

Figura 13: Proporções de desenvolvimento nos ovos por cisto viável de *Heterodera glycines* no manejo milho - milho - milho. Romaria, MG, safra 1996/97.

Os tratamentos que possuíam soja demonstraram tendências semelhantes, quanto as proporções dos ovos nas fases de desenvolvimento embriogênico. A tendência de

redução da proporção de juvenis dentro do cisto e aumento da proporção de ovos com juvenil formado, aconteceu aproximadamente até aos 80 DAS. Isto possivelmente está associado à adição de cistos novos ao solo, que continham ovos que estavam em estágios iniciais de desenvolvimento. Após os 80 DAS, ocorreu tendência de aumento da proporção de juvenis dentro do cisto e redução da proporção de ovos com juvenil formado. As quantidades de ovos com massa única, reduziram ao longo das coletas. O fato de serem observadas baixas proporções de ovos com massa única ao longo das coletas, redução na proporção de ovos com juvenil formado e aumento da proporção de juvenis dentro do cisto, sugere que o desenvolvimento embriogênico ocorre rapidamente atingindo a fase de juvenil formado dentro do ovo. Esta fase está sendo mantida por um mecanismo apropriado, pois os manejos que possuíam o milho, mesmo não possuindo adição de cistos novos ao solo por algum tempo, apresentaram essa mesma tendência.

Observa-se na Tabela 1, que o solo da área experimental foi classificado como muito argiloso. A saturação por bases desse solo é alta (69 a 89%) e com pH elevado (6,5 a 7,7), conforme Tabela 2. Essas características químicas favorecem o desenvolvimento do nematóide. Quando o pH do solo está elevado, muitos micronutrientes são imobilizados no solo, reduzindo a tolerância da planta ao ataque do nematóide. Assim, mesmo uma baixa população pode causar danos severos. O pH elevado, também, parece reduzir a população dos inimigos naturais do NCS, principalmente fungos, diminuindo a degradação natural dos ovos do nematóide, no período em que a planta hospedeira não está sendo cultivada.

Garcia, Silva (1997), relatam o pH elevado agravando os danos causados pelo NCS. Devido a imobilização de micronutrientes e a redução da atividade de fungos parasitas de ovos, o que provavelmente estaria causando a maior sobrevivência do

nematóide de um ano para o outro nos solos com essas características. Dias, Garcia, Silva (2000), em dados preliminares obtidos, em experimento instalado em Nova Ponte-MG, observaram que a maior sobrevivência do nematóide, em áreas com excesso de calcário, é devido a algum fator inibidor da eclosão, que se manifesta principalmente na entressafra.

Koenning, Barker, (1995), observaram que os maiores níveis de ovos e J₂ foram obtidos em solos com alto teor de areia. Poucos nematóides foram obtidos em solos com proporções superiores à 25% de argila. Sendo assim, o solo da área experimental, teoricamente, não facilitou o desenvolvimento do NCS. No entanto, como os latossolos são, por definição, pobres em silte, e sua fração argila tende a estar floculada, parece muito provável que esta possa, funcionalmente, estar se comportando como silte e areia muito fina (Resende *apud* Resende *et al.* 1995; Lima *et al. apud* Resende *et al.* 1995). Desta forma, o solo da área do experimento, mesmo sendo muito argiloso, provavelmente comportou funcionalmente como solo de textura mais arenosa, facilitando o desenvolvimento do nematóide.

5. CONCLUSÕES

1. Houve adição de cistos de *Heterodera glycines* ao solo, na presença de soja, a partir dos 15 DAS (dias após a semeadura) com pequenos aumentos na população até aproximadamente aos 127 DAS, intensificando-os dos 127 aos 141 DAS e paralisando pouco antes da maturação fisiológica da soja. Já na presença de plantas não hospedeiras, milho, a população de cistos no solo decresceu ao longo do ciclo da cultura;
2. A quantidade de ovos por cisto viável, na presença da soja, até aos 15 DAS reduziu, com posterior aumento até 161 DAS, decrescendo após a maturação fisiológica da soja. Já nos tratamentos com milho, a redução de ovos por cisto viável ocorre ao longo de todo o cultivo, e também na entressafra;
3. Os juvenis de segundo estágio foram encontrados em baixos níveis no solo no início do ciclo da soja, aumentando a partir de 42 DAS apresentando maiores valores próximo a maturação fisiológica da soja. Ocorre níveis altos no período da entressafra nos tratamentos com soja em função da tigueria. Já na presença do milho os níveis de juvenis no solo são muito baixos ao longo do ciclo da cultura e na entressafra; e
4. Os nematóides não entraram em dormência nas condições do experimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. FNP Consultoria & Comércio. São Paulo, Argos comunicação. 546p. p.473-509, 2000.
2. AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 3. ed. London: Academic Press, 1988. 803p.
3. ALSTON, D. G., SCHIMITT, D. P. Population density and spatial pattern of *Heterodera glycines* in relation to soybean phenology. **Journal of Nematology**. vol. 19, n.3. p. 336-345. 1987.
4. ARANTES, N. E., KIIHL, R. A. S., ALMEIDA, L. A. Melhoramento genético da soja visando resistência ao nematóide de cisto (*Heterodera glycines* Ichinohe). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 20., 1997, Gramado. **Anais...** Gramado, RS: SBN, 1997. 93p. p.23.

5. ASMUS, G. L., ANDRADE, P. J. M. Níveis de Danos. In: SILVA, J. F. V. **O Nematóide do Cisto da Soja: (A Experiência Brasileira)**. Jaboticabal: SBN, 1999. 132p. p.71-81.
6. BIRD, A. F. Additional notes on the attractiveness of roots to plant parasitic nematodes. **Nematologica**, vol.5, p.217. 1960.
7. BRITO, C. H. de, SEDIYAMA, T., DIAS, W. P., FERRAZ, S., PAES, J. M. V. Tipo de muda de soja e época de inoculação para o desenvolvimento de *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952. **Nematol. Brasileira**, v.20, n.2, p.59-62, 1996.
8. CARNIELLI, A. Reação de culturas utilizadas em rotação e sucessão à soja ao nematóide *Heterodera glycines*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 2., 1995, Rio Quente, GO. **Anais...** Rio Quente, 1997. p.35.
9. DIAS, W. P. *et al.* Hospedabilidade de algumas ervas daninhas ao nematóide de cisto da soja. **Nematologia Brasileira**, v.19, p.9-14, 1995.
10. DIAS, W. P., GARCIA, A., SILVA, J. F. V. Nematóides associados à cultura da soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., 2000, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, 2000. p.59-65.
11. 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, 1996. p.414. Suplemento.
12. FAHL, J. I. Crescimento da planta. In: MIYASAKA, S., MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Seção de Divulgação do Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL. 1062p. 1981.

13. GARCIA, A., SILVA, J. F. V. Interação entre a população de *Heterodera glycines* e o pH do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 20., 1997, Gramado. **Anais...** Gramado, RS: SBN, 1997. 93p. p.60.
14. 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, 1998. **Resumos...** Maringá: SBN/UEM. 1998a. p.46.
15. 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, 1998. **Resumos...** Maringá: SBN/UEM. 1998b. p.33.
16. GINTIS, B. O., MORGAN-JONES, G., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Fungi associated with several developmental stages of *Heterodera glycines* from an Alabama soybean field soil. **Nematropica**. v.13, n.2, p.181-200, 1983.
17. GOURD, R. T., SCHMITT, D. P., BARKER, K. R. Penetration Rates by Second-stage juveniles of *Meloidogyne* spp. and *Heterodera glycines* into Soybean Roots. **Journal of Nematology**, v.25, n.1, p.38-41, 1993.
18. JENKINS, W. R. A. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant. Dis. Reporter**, v. 48, p.629, 1964.
19. KOENNING, S. R., BARKER, K. R. Soybean photosynthesis and yield as influenced by *Heterodera glycines*, soil type and irrigation. **Journal of Nematology**, v.27, n.1, p.51-62, 1995.

20. KOENNING, S. R., SCHMITT, D. P., BARKER, K. R., GUMPERTZ, M. L. Impact of crop rotation and tillage system on *Heterodera glycines* population density and soybean yield. **Plant Dis.**, v.79, p.282-286, 1995.
21. LIMA, R. D., FERRAZ, S., SANTOS, J. M. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja no Triângulo Mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992. **Resumos...** 1992. p.81.
22. LORDELLO, A. I. L., LORDELLO, R. R. A., QUAGGIO, J. A. *Heterodera* sp. reduz produção da soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992. **Resumos...** 1992. p.82.
23. MENDES, M. L. O nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe, 1952). In: ARANTES, N. E., SOUZA, P. I. M. (Ed.). **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.399-416.
24. MENDES, M. L., DICKSON, D. W. Detection of *Heterodera glycines* on soybean in Brazil. **Plant Dis.**, v.77, n.5, p.499-500, 1993.
25. MONTEIRO, A. R., MORAES, S. R. A. C. Ocorrência do nematóide da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952, prejudicando a cultura no Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992. **Resumos...** 1992.
26. MOORE, W. F. et al. **Soybean cyst nematodes**. Washington, DC, Soybean Industry Resource Committee, 1984. 23p.
27. MORGAN-JONES, G., GINTIS, B. O., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Fungal Colonisation of *Heterodera glycines* Cysts in Arkansas, Florida, Mississippi and Missouri soils. **Nematropica**, v.11, n.2, p.155-163, 1981.

28. NICKLE, W. R. **Plant and insect nematodes**. New York: Marcel Dekker INC, 1984.
29. 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.
30. RESENDE, M., CURI, N., RESENDE, S. B. de., CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. NEPUT, Viçosa, Minas Gerais. 304p. il. 1995.
31. RIGGS, R. D., HAMBLEN, M. L. Additional weed hosts of *Heterodera glycines*. **Plant Dis. Rep.**, v. 50, p.15-16, 1966.
32. SANTOS, M. A.dos, CUNHA, L. C. V. da, WERLANG, R. C. Comparação entre metodologias de amostragem de solo em experimento de campo com *Heterodera glycines*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 20., 1997, Gramado. **Anais...** Gramado, RS: SBN, 1997. 93p. p. 62.
33. SCHMITT, D. P., RIGGS, R. D. Influence of selected plant species on hatching of eggs and development of juveniles of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, v.23, n.1, p.1-6, 1991.
34. SHEPHERD, A. M. Extraction and estimation of cyst nematodes. In: SOUTHEY, J. F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. London: Her Majesty's Stationery Office, 1970. p.31-49.
35. SIKORA, E. J., NOEL, G. R. Hatch and emergence of *Heterodera glycines* in root leachate from resistant and susceptible soybean cultivars. **Journal of Nematology**, v.28, n.4, p.501-509, 1996.
36. SILVA, J. F. V. Hospedabilidade de algumas plantas invasoras ao nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- FITOPATOLOGIA, 29., 1996. Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande, MS. SBF, 1996. p. 419.
37. SILVA, J. F. V. **Nematóide de cisto da soja**. Londrina-PR: EMBRAPA-CNPSO, 1995.
38. SILVA, J. F. V. Problemas sanitários da soja no Brasil com ênfase em fitonematóides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 21., 1998, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: SBN, 1998. 85p. p.16-20.
39. SILVA, J. F. V. *et al.* Situação atual do Nematóide de Cisto da Soja (NCS) no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 20., 1997, Gramado. **Resumos...** Gramado, RS: SBN, 1997. 93p. p.20-22.
40. SILVA, J. F. V. Um histórico. In: SILVA, J. F. V. **O Nematóide do Cisto da Soja: (A Experiência Brasileira)**. Jaboticabal: SBN, 1999. 132p. p.15-23.
41. SILVA, J. F. V., PIZA, S. M. T., CARNEIRO, R. G. Fungos associados a ovos de *Heterodera glycines* no Brasil. **Nematol. Brasileira**, v.18, p.73-78, 1994.
42. SINCLAIR, J. B., BACKMAN, P. A. **Compendium of soybean diseases**. 3. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1989. p.65-67.
43. SIPES, B. S., SCHIMITT, D. P., BARKER, K. R. Fertility of three parasitic biotypes of *Heterodera glycines*. **The American Phytopathological Society**, v.82, n.10, p.999-1001, 1992.
44. SMART, G. C. Additional hosts of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, in two additional plant families. **Plant Dis. Rep.**, v. 48, p.388-390, 1964.
45. VALLE, L. A. C. do, DIAS, W. P., FERRAZ, S. Reação de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, ao nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe. **Nematologia Brasileira**, v.20, n.2, p.30-40, 1996.

46. WALLACE, H. R. **The biology of plant parasitic nematodes**. London: Edward Arnold, Ltd. 1963.
47. WEIBELZAHN-FULTON, E., DICKSON, D. W., WHITTY, E. B. Suppression of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* by *Pasteuria penetrans* in field soil. **Journal of Nematology**, v.28, n.1, p.43-49, 1996.
48. WERLANG, R. C., SANTOS, M. A. dos. Hospedabilidade de plantas daninhas da cultura da soja em áreas de cerrado ao nematóide do cisto da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina, PR: EMBRAPA Soja, 1999. 533p. p.460.
49. WILCOX, J. R. **Soybeans: improvement, production and uses**. 2. ed. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1987. p.758-773. *Agronomy*, 16.
50. WRATHER, J. A. et al. Management by cultural practices. In: RIGGS, R. D., WRATHER, J. A. (Ed.). **Biology and management of the soybean cyst nematode**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1992. p.125-131.
51. YEN, J. H., NIBLACK, T. L., KARR, A. L. WIEBOLD, W. J. Seasonal biochemical changes in eggs of *Heterodera glycines* in Missouri. **Journal of Nematology**, v.28, n.4, p.442-450, 1996.
52. YEN, J. H., NIBLACK, T. L., WIEBOLD, W. J. Dormancy of *Heterodera glycines* in Missouri. **Journal of Nematology**, v. 27, n.2, p.153-163, 1995.
53. YORINORI, J. T., GALERANI, P. R., GARCIA, A. Manejo da cultura para o controle do nematóide de cisto da soja. Londrina, PR: EMBRAPA-CNPSO, 1994. 26p. Documento, 83.

APÉNDICE

Tabela 7: Análise de variância do número total de cistos dos tratamentos estudados em área com *Heterodera glycines*. Romaria, MG. Safra 96/97.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Manejos	3	10.177	3.392	7.983	0.00026*
Épocas	17	10.351	0.608	1.433	0.14733 ^{ns}
Blocos	1	27.393	27.393	64.466	0.00001*
Manejo*Época	51	14.340	0.281	0.661	0.93919 ^{ns}
Residuo	71	30.169	0.424		
Total	143	92.432			

C. V. = 17.041 %

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de F.

^{ns} Não significativo pelo teste de F.

Tabela 8: Análise de variância do número de cistos viáveis dos tratamentos estudados em área com *Heterodera glycines*. Romaria, MG. Safra 96/97.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Manejos	3	112.789	37.596	32.272	0.00001*
Épocas	17	25.180	1.481	1.271	0.23608 ^{ns}
Blocos	1	15.330	15.330	13.1590	0.00084*
Manejo*Época	51	89.676	1.758	1.509	0.05398 ^{ns}
Residuo	71	82.714	1.1649820		
Total	143	325.688			

C. V. = 67.432 %

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de F.

^{ns} Não significativo pelo teste de F.

Tabela 9: Análise de variância do número de ovos por cisto viável dos tratamentos estudados em área com *Heterodera glycines*. Romaria, MG. Safra 96/97.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Manejos	3	129.324	43.108	13.036	0.00001*
Épocas	17	25.564	1.503	0.455	0.96460 ^{ns}
Blocos	1	29.169	29.169	8.821	0.00432*
Manejo*Época	51	114.068	2.237	0.676	0.92871 ^{ns}
Residuo	71	234.793	3.307		
Total	143	532.918			

C. V. = 49.485 %

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de F.

^{ns} Não significativo pelo teste de F.

Tabela 10: Análise de variância do número de juvenis de segundo estágio no solo dos tratamentos estudados em área com *Heterodera glycines*. Romaria, MG. Safra 96/97.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Manejos	3	333.521	111.174	22.189	0.00001*
Épocas	17	186.282	10.958	2.187	0.01168*
Blocos	1	1.979	1.979	0.395	0.53879 ^{ns}
Manejo*Época	51	122.867	2.409	0.481	0.99642 ^{ns}
Residuo	71	355.730	5.010		
Total	143	1000.379			

C. V. = 87.396 %

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de F.

^{ns} Não significativo pelo teste de F.