



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

TATIANE DALLA NORA

**COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE SOJA AOS
NEMATÓIDES FORMADORES DE GALHAS E A
PODRIDÃO VERMELHA DA RAIZ**

Londrina
2007

TATIANE DALLA NORA

**COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE SOJA AOS
NEMATÓIDES FORMADORES DE GALHAS E A
PODRIDÃO VERMELHA DA RAIZ**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Agronomia, da
Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Martin Homechin

Londrina
2007

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

D144c Dalla Nora, Tatiane.
Comportamento de genótipos de soja aos nematóides formadores de galhas e a podridão vermelha da raiz / Tatiane Dalla Nora. – Londrina, 2007.
48f. : il.

Orientador: Martin Homechin.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2007.

Inclui bibliografia.

1. Soja – Doenças e pragas – Teses. 2. Nematoda em plantas – Teses. 3. *Meloidogyne javanica* – Teses. 4. *Meloidogyne incognita* – Teses. I. Homechin, Martin. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Ti-tulo.

CDU 633.34

TATIANE DALLA NORA

**COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE SOJA AOS
NEMATÓIDES FORMADORES DE GALHAS E A
PODRIDÃO VERMELHA DA RAIZ**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Martin Homechin
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dra. Débora Cristina Santiago
Universidade Estadual de Londrina

Dra. Vânia Moda Cirino
IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná

Londrina, 30 de março de 2007.

DEDICATÓRIA

À Deus, de quem sou apenas um instrumento imperfeito, que me capacita para realizar tudo aquilo que acredito ser impossível, que me acompanha em todos os momentos, que nunca me deixou desistir e sempre me carregou em seus braços.

Aos meus pais, Paulo e Judith, minha eterna gratidão ao seu amor, à sua dedicação, à sua simplicidade e grandeza...

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Martin Homechin, pelo apoio, incentivo, orientação deste trabalho e pela confiança em mim depositada.

A Universidade Estadual de Londrina, em especial ao Departamento de Agronomia e ao Centro de Pós-Graduação.

A COODETEC – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, pela oportunidade e viabilização desta formação.

Ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da UEL, em especial, Dra. Débora Cristina Santiago e Dr. Marcelo Canteri, pelo auxílio e conhecimentos transmitidos.

Aos colegas, Marco Antonio Rott de Oliveira, Ivan Schuster e Elisa Serra Negra Vieira, pelo incentivo, apoio, exemplo, amizade, pelas sugestões e ajuda valiosa.

Ao Dr. Marcos Norio Matsumoto (Monsanto do Brasil Ltda.) e ao Dr. José Tadashi Yorinori (Embrapa Soja), pelas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

A Dra. Vânia Moda Cirino (IAPAR) pelas valiosas sugestões ao trabalho.

Aos colegas da COODETEC que sempre me incentivaram e auxiliaram em minhas ausências em função do curso, especialmente aos funcionários da Fitopatologia pelo suporte e contribuição.

As amigas Maria Celeste Marcondes, Viviani Marques Marçal e Lisandra Lunardi, pelo exemplo, carinho, incentivo e amizade dedicados.

Ao meu irmão Jossias, pelo exemplo, incentivo e amizade.

A todos meus familiares e amigos, pelo entendimento e força aos desafios da vida, vocês me tornam uma pessoa melhor e mais feliz.

Epígrafe:

Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo. Qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.

(Chico Xavier)

NORA, Tatiane Dalla. **Comportamento de genótipos de soja aos nematóides formadores de galhas e a podridão vermelha da raiz.** 2007. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, 2007.

RESUMO

Os nematóides formadores de galhas do gênero *Meloidogyne* e *Fusarium solani* f. sp. *glycines* são patógenos que podem limitar a produtividade da soja. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o comportamento de dez cultivares e duas linhagens de soja aos nematóides *M. javanica*, *M. incognita* e a *F. solani* f. sp. *glycines* e os efeitos da interação entre os nematóides e o fungo. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, localizada no município de Cascavel – PR. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial, sendo 12 genótipos de soja e 6 tratamentos, com quatro repetições, os tratamentos foram inoculações simples e conjugadas entre os patógenos. As avaliações foram efetuadas 40 dias após as inoculações, nota de galhas, nota de severidade de *Fusarium*, fator de reprodução dos nematóides e peso de raiz, foram determinados. Verificou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre as cultivares e tratamentos para notas de galhas e fator de reprodução dos nematóides e para nota de severidade de *Fusarium*. Na avaliação da interação entre os nematóides e o fungo, as cultivares CD 202, CD 206, Hartwig e a linhagem CD 02 AP-12386 apresentaram maior formação de galhas quando *M. incognita* foi inoculado isoladamente do que quando inoculado com *Fusarium*. O mesmo foi observado para as cultivares CD 202, CD 206, Hartwig, Msoy 7501, Msoy 7894 e a linhagem CD 02 AP-12386 quando inoculou-se *M. javanica* isoladamente. O peso de raiz foi maior em todos os genótipos inoculados apenas com os nematóides. Alterações significativas na severidade de *Fusarium* foram observadas nas cultivares Msoy 7501 e Conquista quando o fungo estava associado com *M. incognita*, e nesta última cultivar quando o fungo estava associado com *M. javanica*. A interação entre os nematóides formadores de galhas e o fungo é variável de acordo com o genótipo.

Palavras-chave: *Meloidogyne javanica*. *Meloidogyne incognita*. *Fusarium solani* f. sp. *Glycines*. Doenças complexas. reação varietal. *Glycine max*.

NORA, Tatiane Dalla. **Behavior of soybean genotypes of the trainers-knot nematodes and root rot of red.** 2007. 54f. Dissertation (Master in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

ABSTRACT

The root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne* and the fungi *Fusarium solani* f. sp. *glycines* are pathogens that limit soybean production. The objectives of this assay were evaluate the behavior of ten cultivars and two lines of soybean against the nematodes *M. javanica*, *M. incognita* and the fungi *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, and the interaction effects between the nematodes and fungi. The experiment was carried on greenhouse located in Cascavel – PR. The experimental design was randomized blocks in factorial, with twelve soybean genotypes and six treatments with four replications. The treatments were simple and conjugated inoculation between nematodes and fungi. Evaluations were made 40 days after inoculations and galls of system root, *Fusarium* severity ratings, nematodes reproduction factor and root weight were determined. There was significant difference ($P < 0,05$) between genotypes and treatments for galls of system root, nematodes reproduction factor and *Fusarium* severity ratings. In the evaluations of nematodes and fungi interactions, it was observed that the cultivars CD202, CD206, Hartwig and the line CD02AP-12386 showed higher knot formation when only *M. incognita* was inoculated compared to the inoculation with *Fusarium*. The same was observed of the cultivars CD202, CD206, Hartwig, Msoy 7501, Msoy 7894 and the line CD02 AP-12386 when only *M. javanica* was inoculated. The root weight was higher for all genotypes inoculated only with nematodes. Significant modifications in *Fusarium* severity were observed of Msoy 7501 and Conquista cultivars when the fungi was associated with *M. incognita*. In the last cultivar, the *Fusarium* severity was also modified when it was associated with *M. javanica*. The interaction between root-knot nematodes and *Fusarium solani* f. sp. *glycines* is variable according to genotypes.

Keywords: *Meloidogyne javanica*. *Meloidogyne incognita*. *Fusarium solani* f. sp. *Glycines*. Disease complex. Variety reaction. *Glycine max*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Cultura da Soja.....	12
2.2. Nematóides Formadores de Galhas.....	15
2.3. Podridão Vermelha da Raiz.....	18
2.4. Associação de Nematóides formadores de Galhas e <i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>Glycines</i>	21
Referências	21
3 ARTIGO: COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE SOJA AOS NEMATÓIDES FORMADORES DE GALHAS E A PODRIDÃO VERMELHA DA RAIZ	27
Resumo	27
Abstract	28
3.1. Introdução	29
3.2. Material e Métodos	31
3.3. Resultados e Discussão	36
3.3.1. Reação das cultivares	36
3.3.2. Comportamento das cultivares de soja a <i>M. incognita</i> e <i>F. solani</i> f.sp. <i>glycines</i>	39
3.3.3. Comportamento das cultivares de soja a <i>M. javanica</i> e <i>F. solani</i> f. sp. <i>Glycines</i>	44
3.3.4. Podridão Vermelha da Raiz: Efeitos da associação com os nematóides formadores de galhas.....	46
3.4. Conclusões.....	49
3.5. Referências Bibliográficas	50

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) destaca-se pela importância na dieta humana e animal, constitui fonte de proteína vegetal de baixo custo, além de ser a cultura de maior expressão econômica para o Brasil. Na safra de 2005/06 a área cultivada foi de aproximadamente 22,2 milhões de hectares, com produção média de 53,4 milhões de toneladas (CONAB, 2007).

Dentre os fatores limitantes para o rendimento da cultura estão as doenças, podendo ser de origem fúngica, bacteriana, virótica e as incitadas por nematóides. Estas são responsáveis por perdas anuais na ordem de 1,6 bilhões de dólares no Brasil, representando 15 a 20% do rendimento potencial da cultura (Yorinori, 1988; Yorinori, 2002).

Segundo Silva (2001), dentre as espécies de nematóides com capacidade de parasitar a soja, os nematóides formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) são os de maior importância econômica. Somente na safra 1999/2000, estes causaram prejuízos da ordem de 52,2 milhões de dólares na cultura da soja (Yorinori, 2000). Tanto *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood quanto *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood já estão presentes em quase todas as áreas de cultivo de soja no País (Asmus, 2001). Destes, *M. javanica* é de ocorrência generalizada e considerado mais agressivo (Embrapa Soja, 1996).

Os nematóides formadores de galhas infectam diferentes espécies de plantas, tornando o manejo através da rotação de culturas, extremamente dificultado. Para os nematóides parasitas da soja uma das medidas de controle mais eficiente e econômica é a utilização de cultivares de soja resistentes. Porém há necessidade do incremento do número de cultivares com resistência bem como de avaliações sobre o comportamento destes em relação a outros organismos patogênicos a soja.

Segundo Back et al. (2002), doenças causadas por patógenos habitantes de solo, principalmente fungos, a exemplo de *Fusarium* spp., podem estar em associação à presença dos nematóides de galhas. Poucos trabalhos analisam o efeito das interações de patógenos como *Fusarium* sp. com os nematóides formadores de galhas, principalmente em soja. O complexo de doenças envolvendo espécies de *Fusarium* e nematóides formadores de galhas tem sido estudado no

algodoeiro (Atkinson, 1982; Hillocks, 1985), em tomateiro (Fattan e Webster, 1983) e em fumo (Melandez e Powell, 1967). Em soja o único estudo, foi realizado por El-Shawdfy et al. (1988), os quais relatam a interação entre *M. incognita* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines*, verificando que a invasão do nematóide precedendo a inoculação com o fungo predispões a planta a infecção pelo fungo. Moussa (1986), também verificou que quando o nematóide é inoculado no mesmo momento que o fungo, os mecanismos de resistência para murcha causada pelo fungo são quebrados, esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Fatthah e Webster (1983).

Fusarium solani (Mart) Sacc f. sp *glycines* Roy, o agente causal da podridão vermelha da raiz (PVR), recentemente foi identificado no Brasil e assumiu importância econômica devido a ampla e rápida disseminação e ao elevado potencial de dano. Na safra de 1999/2000, foram estimadas perdas de 52,9 milhões dólares, afetando uma área de mais de 2 milhões de hectares (Yorinori, 2002). Tornando-se uma doença importante, principalmente, para os Estados da região sul e, áreas do cerrado brasileiro com elevadas altitudes (Fronza, 2003).

A exemplo de outras doenças que incidem no sistema radicular, para PVR ainda não se dispõem de medidas de controle eficientes, e a utilização de cultivares resistentes também é considerada a única estratégia de controle viável (Chang et al., 1996; Rupe, 1999; Gasperi, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de diferentes cultivares de soja inoculados com *M. javanica*, *M. incognita* e *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, e interação entre eles, uma vez que são patógenos amplamente distribuídos e nocivos à cultura da soja no Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA SOJA

A soja é uma espécie vegetal originária da Ásia, tendo sua domesticação ocorrida na China por volta do século XI a.C., local onde vem sendo cultivada a centenas de anos, ao longo dos séculos foi disseminada para os outros países do oriente e a sua introdução no ocidente deu-se a partir do século XVIII (Hymowitz, 1970). Devido as boas características nutritivas e industriais e, adaptabilidade nas diferentes latitudes, solos e condições climáticas, seu cultivo se expandiu por todo mundo, tornando-se uma das principais espécies cultivadas.

No Brasil, a soja sem dúvida é a cultura com maior importância econômica. Em 2004, o país foi classificado como segundo produtor mundial quando produziu 50 milhões de toneladas, ou 25% da safra mundial, estimada em cerca de 200 milhões de toneladas. Montante este menor que o produzido em 2003, 52 milhões de toneladas, quando participou com quase 27% da safra mundial (Embrapa Soja, 2007).

Na safra de 2005/06, a área cultivada foi de aproximadamente 22,2 milhões de hectares, com produção de 53,4 milhões de toneladas e produtividade média de 2.403 kg/ha (CONAB, 2007).

Entre os fatores que tem contribuído para o aumento de área de cultivo estão a alta liquidez do produto no mercado, elevadas produtividades alcançadas, facilidades para cultivo, existência de um sistema cooperativo já formado e a disponibilidade de crédito agrícola para o produto (Roessing e Guedes, 1993).

A faixa de cultivo de soja em nosso país é ampla, situando-se entre latitudes 32º Sul até 4º Norte. Porém, existem fatores associados que limitam o rendimento, lucratividade e o sucesso da produção de soja, como deficiência hídrica em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas e os problemas fitossanitários, principalmente, doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematóides. No Brasil estas são responsáveis por perdas anuais da ordem de 1,6 bilhões de dólares, o que representa 15 a 20% do rendimento potencial da cultura

(Yorinori,1988; Yorinori,2002). Doenças da cultura da soja que ocorrem em países produtores tradicionais, também já foram identificadas no Brasil, sendo que algumas causam danos consideráveis, e outras vêm ganhando maior importância a cada ano (Yorinori, 1993).

Como forma para garantir maior rentabilidade ao produtor, o cultivo da soja tem sido contínuo em sistema de monocultura, o que acaba expondo as plantas a inúmeros patógenos, dentre eles os nematóides formadores de galhas e fungos patogênicos habitantes do solo, a exemplo o *Fusarium* spp.

2.2 NEMATÓIDES FORMADORES DE GALHAS

Mundialmente, os fitonematóides constituem um dos principais problemas para o cultivo da soja, causando perdas anuais da produção estimadas na ordem de 10,6% (Barker, 1998). Mais de 100 espécies de nematóides, envolvendo cerca de 50 gêneros, já foram descritos soja em todo mundo (Rebois e Golden, 1978). Entretanto, o nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe) e os nematóides de galha (*Meloidogyne* spp.) são os de maior importância econômica. Apesar dos danos causados pelo nematóide do cisto da soja tenham sido mais alarmantes, desde a sua constatação no Brasil em 1992 (Lordello et al., 1992), atualmente é aceito que as perdas causadas pelos nematóides de galha à cultura são ainda maiores (Yorinori, 2000). Uma das justificativas para este fato, é que embora *H. glycines* possa infectar outras espécies de plantas nos agrossistemas brasileiros, é tido como específico da soja, o que torna seu manejo mais fácil por meio do emprego da rotação de culturas. Por outro lado nematóides de galha infectam um grande número de culturas e plantas daninhas, e assim seu manejo se torna mais complexo (Sikora e Greco, 1990).

Os nematóides das galhas apresentam elevada frequência e importância econômica para a sojicultura brasileira, seja pela espécie *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood ou *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood, os quais estão presentes em extensas áreas de cultivo soja no País (Asmus, 2001). Dentre eles, *M. javanica* é de ocorrência generalizada e mais agressivo (EMBRAPA SOJA, 1996). Os nematóides de galhas tem causado perdas elevadas de produção,

principalmente no Norte do Rio Grande do Sul, Sudoeste e no Norte do Paraná, Sul e Norte de São Paulo e Sul do Triângulo Mineiro e focos crescentes tem sido detectados na região Central do País (Fuganti, 2004).

No Brasil, tem sido relatadas perdas de 20 a 30% causadas por *M. incognita* (Lehman et al., 1976). Entretanto, Lordello (1981) estimou perdas de 10%, causadas pelo gênero *Meloidogyne* quando associado à cultura da soja. Mas estudos de Antonio e Oliveira (1989), evidenciaram redução de cerca de 18% do rendimento de grãos de soja pela ação do *M. javanica*. Koenning et al. (1999), afirmaram que as perdas causadas por nematóides formadores de galhas na soja, poderiam atingir até 15%. Segundo Yorinori (2000), somente na safra 1999/2000, as perdas decorrentes da incidência dos nematóides de galhas em soja foi da ordem de 52,2 milhões de dólares.

As espécies de *Meloidogyne* spp. são parasitas obrigatórios de plantas, cosmopolitas e polífagas. Os sintomas apresentados pelas plantas infectadas são presença de galhas nas raízes, deformação e subdesenvolvimento do sistema radicular, com redução na eficiência das raízes em absorver e transportar água e nutrientes, menor desenvolvimento da parte aérea, clorose generalizada, redução na produtividade e em determinadas situações a morte de plantas (Tihohod, 2000). De acordo com Silva (2001), os sintomas variam com a suscetibilidade da cultivar e da densidade populacional dos nematóides. Em lavouras de soja infestadas, os sintomas geralmente ocorrem em reboleiras, evidenciando nas folhas sintomas secundários, típicos de deficiência hídrica e nutricional, (folha carijó), caracterizado por manchas cloróticas ou necróticas presentes entre as nervuras (Costamilan, 2000; Ferraz, 2001).

Devido ao parasitismo nas raízes ocorrem diversas alterações na fisiologia e crescimento da planta (Hussey, 1985). Para Silva (2001), os possíveis mecanismos responsáveis pelos danos às plantas parasitadas são a, redução da taxa fotossintética foliar devido à redução de área foliar fotossintetizante, alterações no teor e balanço de nutrientes, no movimento estomático e na distribuição de fotoassimilados para as folhas e para as raízes, neoplasia, obstrução de feixes vasculares com interferência na translocação de água e nutrientes, espoliação de nutrientes para crescimento e reprodução do nematóide e, redução na nodulação.

Segundo Roberts et al. (1998), a resistência da planta aos nematóides é descrita como sendo a habilidade da planta hospedeira para suprimir o

desenvolvimento ou reprodução do nematóide. Os mecanismos de resistência aos nematóides são variados, podendo estes estar relacionados a fatores pré-existent na planta, mesmo antes da penetração do nematóide na raiz (Huang, 1985). Esses fatores serão expressos pela planta na forma de reação de hipersensibilidade, a partir da penetração do nematóide (Kaplan e Davis, 1987) e por fatores responsáveis pela formação de compostos tóxicos ou a resistência bioquímica pré-formada (Huang, 1985).

Conforme Silva (2001), o emprego de cultivares de soja resistentes é o meio mais simples e econômico para reduzir danos causados por nematóides. Segundo Boerma e Hussey (1992), essa prática apresenta vantagens como, supressão da reprodução dos nematóides, redução do período de rotação com culturas não hospedeiras com o objetivo de reduzir o nível populacional dos nematóides, não requerer investimento extra. Também pode beneficiar as culturas subsequentes com plantas suscetíveis (Silva, 2001).

A avaliação a reação de cultivares de soja a fitonematóides, em áreas naturalmente infestadas por vezes é dificultada, principalmente devido a desuniformidade do inoculo na área, flutuação sazonal do patógeno, existência de raças e exigência de grandes áreas devido ao grande número de linhagens a serem testadas (Boerma e Hussey, 1992). Em ambiente de casa de vegetação como dificuldades tem-se o requerimento de espaço e mão-de-obra especializada (Ribeiro, 2005). Em estudos envolvendo avaliação de resistência de genótipos aos nematóides, especial atenção tem sido dada aos tipos de recipientes, níveis de inóculo, idade da planta inoculada e temperatura, dentre outros (Ribeiro, 2005).

No Brasil a primeira referência à resistência de soja a nematóides de galhas foi feita por Silva et al. (1952), em Campinas – SP. Posteriormente outros trabalhos foram realizados para avaliar genótipos de soja a espécies do gênero *Meloidogyne* (Miyasaka, 1954; Kiihl e Miyasaka, 1970; Bonetti e Beskow, 1975). Carnielli et al. em 1982, para identificar fontes de resistência a *M. incognita* e *M. javanica*, avaliaram 30 genótipos de soja em área naturalmente infestada, quando observaram resistência nas cultivares Bragg, Coocker 136, BR – 6, BR 78-22135 e BR 78-22035. Ribeiro e Silva (2001), ao avaliarem a reação de genótipos de soja à *M. javanica*, verificaram, que os genótipos com maior nível de resistência foram PI 595099, Gordon e CD 201.

Embora, já exista disponibilidade de cultivares de soja com resistência aos nematóides de galhas, ainda se faz necessário o incremento de cultivares com resistência, e adaptados a diferentes regiões produtoras principalmente pesquisas envolvendo a interação dos nematóides com outros organismos patogênicos a soja.

2.3 PODRIDÃO VERMELHA DA RAIZ – PVR

A podridão vermelha da raiz (PVR), causada por *Fusarium solani* (Mart) Sacc. f. sp. *glycines* Roy, foi observada pela primeira vez nos Estados Unidos no estado de Arkansas, em 1971, onde se restringiu até 1984, quando sua ocorrência também foi constatada nos estados do Mississippi, Missouri, Kentucky e Tennessee, atualmente encontra-se amplamente disseminada naquele país (Roy, et al., 1989).

Até meados da década de 90, além dos Estados Unidos, a PVR só era encontrada na Argentina e no Brasil, causando prejuízos consideráveis aos sojicultores, e atualmente na Argentina é considerada a segunda doença de maior importância (Yorinori, 2002). No Brasil a primeira ocorrência dessa doença foi relatada na safra 1981/82 em São Gotardo – MG, mas a partir da safra 1990/91 e 1991/1992 teve elevada frequência em lavouras, se disseminando para Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Yorinori, 1997). Indicando que a PVR está se tornando, uma doença importante nos Estados da região Sul e, em áreas com maior altitude localizadas no cerrado (Fronza, 2003).

A PVR assumiu importância econômica devido a ampla e rápida disseminação e também devido ao elevado potencial de dano, sendo estes mais severos em áreas com monocultivo de soja e plantio convencional. Segundo (Wrather et al., 1997), as perdas no rendimento de grãos, estas já atingiram cerca de 40% em algumas lavouras brasileiras. Na safra de 1999/2000, foram estimadas perdas de 52,9 milhões dólares com uma área afetada de cerca de mais de 2 milhões de hectares (Yorinori, 2002).

Hirrel (1983), ao descrever a doença pela primeira vez denominou-a de (“sudden death syndrome – SDS”), que significa, Síndrome da Morte Súbita, devido ao rápido desenvolvimento dos sintomas nas folhas e da morte repentina de plantas no estágio de formação e enchimento de grãos. No Brasil, a doença recebeu a denominação de podridão vermelha da raiz, devido a coloração avermelhada presente no colo e plantas infectadas.

Sob condições de ambiente desfavorável ou em cultivares com maior grau de resistência, o progresso da doença é mais lento (Roy et al., 1997). Conforme Rupe (1999), a doença ocorre com maior intensidade em lavouras de soja com crescimento vigoroso e alto potencial de crescimento.

A doença pode ser diagnosticada pelos sintomas secundários, nas folhas superiores, geralmente durante ou após a floração. Inicia-se por clorose dispersa no tecido internervural, formando um sintoma tipo “mosqueado”. Com a progressão ocorre a coalescência, o tecido clorótico torna-se necrótico, permanecendo verde apenas ao longo das nervuras principais, produzindo o sintoma conhecido como “folha carijó” (Rupe et al., 1991; Roy et al., 1997; Embrapa, 1998).

Clamidósporos são estruturas de resistência e são localizadas no solo ou em restos culturais, constituindo o inóculo primário da doença (Roy et al., 1997). O modo de penetração do fungo em raízes ainda não é bem esclarecido, mas provavelmente, seja de forma direta, isto é, a penetração ocorre após a germinação de clamidósporos ou de macroconídios os quais entram em contato com o sistema radicular das plantas. Como sintomas primários nas raízes inicialmente têm-se o desenvolvimento de uma mancha avermelhada na raiz principal e esta geralmente localizada logo abaixo da superfície do solo (Yorinori, 1993). Com o desenvolvimento da doença, os tecidos externos se tornam necróticos, ocorrendo a deterioração das raízes laterais e da extremidade da raiz central. Internamente, o córtex da raiz central do colo, passa a exibir uma coloração marrom avermelhada, podendo se estender por vários centímetros acima do colo da planta (Yorinori, 1993; Rupe et al, 1993).

Condições como elevada umidade no solo e temperaturas amenas favorecem o desenvolvimento da doença, enquanto que temperaturas em torno de 15°C favorecem o desenvolvimento de sintomas nas raízes e, entre 22 e 24°C, na parte aérea (Schem e Yang, 1996). Conforme Roy et al. (1997), sob condições de

alta umidade de solo e em plantas com sintomas severos, podem aparecer, ao longo da raiz, esporulação do patógeno, composta de uma massa de macroconídios, com consistência pastosa e coloração variável do azul-escuro a azul-esverdeado.

O exemplo de outras doenças de sistema radicular, ainda não são disponíveis medidas de controle eficientes, a utilização de cultivares resistentes é a única estratégia de controle viável (Chang et al., 1996; Rupe, 1999; Gasperi, 2000). A resistência genética do hospedeiro é comprovadamente existente em germoplasma de soja (Rupe, 1999; Yorinori, 1993).

Apesar da ocorrência de resistência monogênica e completa a PVR em alguns cultivares de soja (Stephens, et al., 1993), essa resistência tem sido relatada como poligênica, incompleta, de caráter hereditário e que muitas vezes apresenta interação com o ambiente (Chang, et al., 1996; Njiti, et al., 1996; Njiti, et al., 1997; Gasperi, 2000). A resistência a esta doença parece expressar-se pela redução no índice de incidência e severidade de infecção nas raízes e, também pelo aumento do período de latência da doença. Tolerância, traduzida pela infecção das raízes e redução na taxa de desenvolvimento de sintomas foliares, pode ocorrer em alguns cultivares (Njiti, et al., 1997).

Autores relatam diferenças consistentes entre cultivares, para reação de PVR (Hartman et al. 1997; Rupe et al., 1991). Avaliações de genótipos de soja à reação de PVR já foram realizados (Yorinori e Nomura, 1994; Lopes, 1997; Gasperi, 2000), e dentre os inúmeros cultivares testados para resistência à PVR, destaca-se a cultivar Forrest, devido a sua resistência estável e durável, comprovada por diferentes pesquisadores. (Chang, et al., 1996; Njiti et al., 1997).

Pelo fato da doença ser causada por fungo de solo e pela expressão dos sintomas sofrer grande influência das condições edáficas e climáticas, diferentes metodologias de inoculação e para avaliação de sintomas em ambientes controlados, onde o uso de grãos de sorgo colonizados na semeadura da soja, tem reduzido a variabilidade dos resultados, tornando possível a realização de análises de rotina em casa de vegetação (Rupe, 1999).

2.4 ASSOCIAÇÃO ENTRE OS NEMATÓIDES FORMADORES DE GALHAS E *F. SOLANI* F. SP. *GLYCINES*

O solo é um ambiente complexo, onde as mais variadas formas de vida convivem e interagem de acordo com as espécies e condições envolvidas. Certos organismos podem interagir com os fitonematóides de forma a reduzir seus danos às culturas, atuando, mesmo que brandamente, como agentes de controle biológico. Outros organismos, benéficos para o crescimento das plantas, podem ser inibidos pela presença de fitonematóides. Entretanto, interações de fitonematóides e outros fitopatógenos podem ser sinérgicas, resultando em maiores danos do que a soma dos danos de ambos separados (Freitas, 2001).

Segundo Back et al. (2002), doenças causadas por patógenos do solo, a exemplo de *Fusarium* spp., podem ser resultantes da presença de nematóides formadores de galhas. As raízes das plantas desenvolvem-se em ambiente com elevada diversidade de microrganismos, os quais podem induzir por vezes, efeitos combinados sobre o desenvolvimento das plantas e dos microrganismos envolvidos. Diferentes espécies de fungos habitantes do solo, incluindo *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Macrophomina* e *Pythium*, infectam culturas de importância econômica e causam consideráveis perdas (Paula Júnior et al., 2003) Diversas combinações entre estes patógenos, e destes com nematóides, podem ocorrer no campo, resultando em um complexo de doenças radiculares (Paula Júnior et al., 2003).

Wallace (1983), conceituou interação como sendo a ação exercida mutuamente por dois ou mais agentes. Os diferentes agentes que causam doenças de plantas podem se influenciar mutuamente, de modo a alterar seu efeito no hospedeiro, ou seja, eles podem interagir.

O complexo de doenças provocado por espécies de *Fusarium* e nematóides formadores de galhas tem sido melhor estudado na cultura do algodoeiro. Atkinson (1892), foi o primeiro a descrever o complexo de doenças causadas por *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Atk.) Synd. e Hans. e *M. incognita*, o qual relatou como sendo problema sério para cultura, e que a reação de murcha do algodoeiro era muito mais severa, quando da incidência simultânea dos patógenos no campo do que separadamente. Powell (1971), Mai e Abawi (1987), (Starr et al. ,1989),

em condições de casa de vegetação observaram efeito sinérgico para o complexo de doenças envolvendo *Fusarium* e nematóides de galhas no algodão e outras culturas.

A maioria dos casos relatados na literatura, mostram que os nematóides não são essenciais para o estabelecimento e desenvolvimento dos fungos. Mas que podem favorecer os fungos, ao causar modificações nas plantas hospedeiras. Suponha-se que os ferimentos causados pelos nematóides facilitarão a penetração dos fungos. Entretanto que ferimentos mecânicos podem predispor as raízes à invasão pelo *Fusarium* spp. mais do que aos nematóides (Paula Júnior et al., 2003).

Pesquisas realizadas indicam que interações entre *Fusarium* spp. e nematóides formadores de galhas ou, nematóides dos cistos, são mais biológicas e fisiológicas do que físicas (Khan, 1993). A maior parte das interações sinérgicas entre nematóides endoparasíticos e *Fusarium* ocorre três ou quatro semanas após a infecção dos tecidos das raízes pelos nematóides, após este período a concentração de metabólitos induzidos pelos nematóides é máxima, o que favorece o desenvolvimento das hifas de *Fusarium* (Khan, 1993).

Agrios (1969), define sinergismo, como sendo patogênese seqüencial ou simultânea na planta hospedeira, causada por dois ou mais patógenos, o que resulta em efeitos combinados superiores, do que os efeitos de cada patógeno isoladamente. Para Khan (1993), os exsudatos provenientes das alterações fisiológicas produzidas pelo ataque de nematóides, podem atrair fungos no seu estado móvel ou estimular a germinação de esporos dormentes. A ação dos exsudatos deve ser a primeira etapa de uma relação sinérgica entre nematóides e fungos.

Existem relatos da interação, entre espécies de *Fusarium* e nematóides de galhas, em tomateiro descrito por Fattan e Webster (1983) e Sumer-Jan e Khan (2002); em fumo por Melandez e Powell (1967). Em soja poucos trabalhos foram desenvolvidos avaliando as interações envolvendo os nematóides formadores de galhas, e mais raros quando estes estão associados a *Fusarium solani* f. sp. *glycines*.

Estudos realizados por El-Shawdfy et al. (1988), relatam interação entre *M. incognita* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines*, os autores sugerem que a presença dos nematóides de galhas predispõe a planta hospedeira à infecção de *Fusarium*. Fattan e Webster (1983), de outra forma, relatam que a presença do

fungo pode paralisar o desenvolvimento das células gigantes, afetando assim o desenvolvimento dos nematóides em tomateiro, exercendo efeito antagônico.

Outra complexo de doenças descrito por McLean e Lawrence (1993), envolve o nematóide do cisto da soja *Heterodera glycines* e o fungo *Fusarium solani* causador da podridão vermelha da raiz, eles observaram o maior desenvolvimento percentual dos sintomas da podridão vermelha da raiz nas parcelas contendo, *H. glycines* e *F. solani*, quando comparados a parcelas inoculados apenas o fungo. Recentes pesquisas realizadas com a podridão vermelha da raiz, permitiram identificar genes para resistência dupla, ao nematóide e fungo (Chang et. al., 1996).

Powell (1971), considerou três mecanismos teóricos de predisposição envolvendo patógenos em interações: I) o patógeno primário pode tornar o hospedeiro mais suscetível ao patógeno secundário; II) o patógeno primário pode favorecer a atividade do patógeno secundário; e III) o patógeno secundário pode igualmente favorecer a atividade do patógeno primário. Para Khan (1993), os nematóides endoparasitas atuam como patógenos primários, tornando as espécies de plantas de mais suscetíveis a patógenos secundários a exemplo de *Fusarium*. Por outro lado, a infecção fúngica também poderá afetar o desenvolvimento e a reprodução de nematóides (Paula Júnior et al., 2003).

No desenvolvimento de cultivares de diferentes culturas, que expressam resistência a importantes doenças e pragas, raramente é dada importância ao complexo nematóides-fungos, poucos estudos são reportados a respeito de quebra de resistência durante as infecções simultâneas (Uma Maheswari et. al. , 1997).

O comportamento das cultivares de soja pode apresentar variações, não apenas em função das interações entre os nematóides e a planta, mas também com outros patógenos habitantes do solo, principalmente, os fungos como, espécies de *Fusarium*.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. Plant pathology. New York: **Academic Press**, 1969.
- ANTONIO, H.; OLIVEIRA, M.C.N. de. Estimativas das perdas causadas por *Meloidogyne javanica* em lavoura de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 13. 1989, Maceió. **Resumos...** [S.l.]: Sociedade Brasileira de Nematologia; Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, [1989] p.6.
- ASMUS, G.L. Danos causados à cultura da soja por nematóide do gênero *Meloidogyne* In: FERRAZ, L.C.C.B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFFERA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas Meloidogynoses da soja**. Londrina: Embrapa, 2001. p. 39-62.
- ATKINSON, G. F. Some diseases of cotton. Alabama Agric. Exp. 41-65. 1982
- BACK, M.A.; HAYDOCK, P. P.J; JENKINSON, P. Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. Review Article. **Plant Pathology**, 51 p. 683-697. 2002
- BARKER, K. R.; Resistance/tolerance and related concepts/terminology in Plant Nematology. **Plant Disease**, St. Paul, v.77 p.111-113, 1993.
- BOERMA, H. R.; HUSSEY, R. S. Breeding plants for resistance to nematodes. **Journal of Nematology**, Lakeland, n.24, p. 242-252, 1992.
- BONETTI, L.P.; BESWOW, G. Avaliação preliminar sobre a resistência de cultivares de soja ao nematóide *Meloidogyne javanica* no Rio Grande do Sul. In: Reunião conjunta de pesquisa da soja, 3. Porto Alegre. **Resumos...**Porto Alegre: p. 61-68, 1975.
- CARNIELLI, A.; SONEGO, O.R. e NASCIMENTO, J.R. Avaliação da reação de genótipos de soja ao nematóide *Meloidogyne javanica*. **Revista da Sociedade Brasileira de Nematologia**, Piracicaba, v.6. p.5-11. 1982.
- CHANG, S.J.C.; DOUBLER, T.W. ; KILO, V. ; SUTTNER, R.; KLEIN, J.; SCHIMIDIT, M.E.; GIBSON, P.T. e LIGHTFOOT, D.A. Two additional loci underlying durable field resistance to soybean sudden death syndrome (SDS). **Crop Science**, v.36, p. 1684-1688, 1996.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Soja. Comparativo de área, produção e produtividade safras 2001/02 a 2005/06**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 10 de maio de 2007.

COSTAMILAN, L.M. Estresse ocasionado por doenças e por nematóides. IN: BONATO, E.R. (ed) **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 254p. EL-SHAWADFY, M. M. e NIGEL, M. H. Influence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines* on the invasion and development of *Meloidogyne incognita* on soybean. **Revue Nématologica**, 11. 1988. p. 437-439.

EMBRAPA SOJA, **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil: 1996/1997**. Londrina: 164p. 1996.

EMBRAPA SOJA, **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil: 1998/1999**. Londrina: 182p. 1998.

EMBRAPA SOJA, **Soja**. Disponível em <www.cnpso.embrapa.br/index> Acesso em fevereiro de 2007

FATTAH, F., WEBSTER, J. M. Ultra-structural changes caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. in *Meloidogyne javanica* induced giant cells in *Fusarium* resistant and susceptible tomato cultivars. **Journal of Nematology**. v.15: 125-135. 1983

FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFFERA, P.; SILVA, J. F. V.; **Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja**. Londrina: Embrapa, 2001. p.15-38.

FREITAS, L. G.; LIMA, R. D.; FERRAZ, S. **Introdução a nematologia**. Viçosa: UFV, 2001. 84p.

FRONZA, V. Genética da reação da soja a *Fusarium solani* f. sp. *glycines*. **Tese de Doutorado**, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2003.

FUGANTI, R. Identificação e características de regiões genômicas da soja ligadas à resistência ao nematóide de galhas (*Meloidogyne javanica*). 2004, 222 p.. **Dissertação de Mestrado** – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

GASPERI, A. C. Variabilidade de isolados, reação de cultivares e danos causados por *Fusarium solani* f. sp. *glycines* em soja. Passo Fundo, 2000. 91p. **Dissertação de Mestrado** – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo.

HARTMAN, G. L.; HUANG, Y. H.; NELSON, R. L.; NOEL, G. R. Germoplasm evaluation of *Glycine max* for resistance to *Fusarium solani* the causal organism of sudden death syndrome. **Plant Disease**, v. 81, p. 515-518, 1997.

HILLOCKS, R. J. The effect of root-knot nematode on vascular resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* in the stems of cotton plants. **Annual Applied Biology**. v. 107. p. 213-218. 1985.

HIRREL, M. C. Sudden Death Syndrome of Soybean: A disease of unknown etiology. **Phytopathology** 73: 501-502. 1983

- HUANG, J. S. Mechanisms of resistance to root-knot nematodes. In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. (Ed.) **An advanced treatise on *Meloidogyne***. Raleigh: North Carolina State University Graphics, v.1, p. 165-174. 1985.
- HUSSEY, R. Host-parasite relationship and associated physiological change. In: SASSER, J. N. e CARTER, C. **An Advanced treatise on *Meloidogyne*: Bioogy and Control**. v.1, North Carolina State University Graphics. p. 143-153. 1985.
- HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, Lawrance, v.24, p.408-421, 1970.
- KHAN, M. W. **Nematode Interactions**, London: Chapman & Hall, 1993
- KAPLAN, D. T.; DAVIS, E. L. Mechanisms of plant incompatibility with nematodes. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. (Ed.) **Vistas on Nematology**, Hyattsville: Society the Nematologists, 1987. p. 267-276.
- KIIHL, R. A. S.; MIYASAKA, S. Trabalhos de melhoramento de soja no estado de São Paulo. IN: Simpósio Brasileiro de Soja, 1., 1970, Campinas. **Resumos...**Campinas:1970. p. 13-20.
- KOENNING, S. R.; OVERSTREET, C.; NOLING, J. W.; DONALD, P. A.; BECKER, J. O.; FORTNUM, B. A. Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994. **Journal of Nematology**, Hanover, v.31, n.4(s), p. 587-618, 1999.
- LEHMAN, P. S.; GOMES, J. E.; GONÇALVES, J. C. Avaliação de perdas causadas por *Meloidogyne incognita* em soja. In: CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 9, 1976, Campinas, **Resumos...** Campinas: [s.n.], p.19. 1976.
- LOPES, M. E. B. M. Reação de genótipos de soja à *Fusarium solani*. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil 19, 1997. Jaboticabal. **Ata e resumos**. Londrina: Embrapa-CNPSO. 362p. 1997.
- LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das Plantas Cultivadas**. 6 ed. São Paulo: Nobel, 314p. 1981.
- LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO R. R. A.; QUAGGIO, J. A. *Heterodera* sp. reduz produção de soja no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 16. 1992, Lavras..**Resumos...**Lavras: Sociedade Brasileira de Nematologia, p.81. 1992.
- MAI, W. F. e ABAWI, G. S. 1987. Interactions among root-knot nematodes and *Fusarium* wilt fungi on host plants. **Annual Review Phytopathological**. 25: 317-338.
- MCLEAN, K. S. e LAWRENCE, G. W. Interrelationship of *Heterodera glycines* and *Fusarium solani* in sudden death syndrome of soybean. **Journal of Nematology**, 25: 434-439. 1993.

MELANDEZ, P. L. e POWELL, N. T. Histological aspects of Fusarium wilt-root-knot complex in flu-cured tobacco. **Phytopathology**, 57: 286-292. 1967.

MIYASAKA, A. **Melhoramento da soja**: Observações preliminares sobre algumas variedades de soja em São Paulo. Bragantina, Campinas, v.14. p.11-17. 1954.

MOUSA, E. M. The association between root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines* on soybean. **PhD. Thesis**, University Reading, 243 p. 1986.

NJITI, V. N.; SHENAUT, M. A.; SUTTNER, R. J. SCHIMIDT, M. E. e GIBSON, P. T. Soybean response to sudden death syndrome: inheritance influenced by cyst nematode resistance in pyramid x douglas progenies. **Crop Science**, 36: 1165-1170. 1996.

NJITI, V. N.; SHENAUT, M. A.; GRAY, L. E.; GIBSON, P. T. e LIGHTFOOT, D. A. Rate-reducing resistance to *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* underlies field resistance to soybean sudden death syndrome. **Crop Science**, 37: 132-138. 1997.

PAULA JÚNIOR, T. J.; JESUS JÚNIOR, W. C.; HAU, B. e VALE, F. X. R. Interações entre doenças de plantas – Parte 1. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.11, p.71-104. 2003.

POWELL, N. Interactions between nematodes and fungi in diseases complexes. **Annual Review Phitopathological**. 9. 263-274. 1971.

REBOIS, R. V.; GOLDEN, A. M. Nematodes occurrences in soybean fields in Mississippi and Lousiana. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.62, p.433-437, 1978.

RIBEIRO, N. R.; SILVA, J. F. V. Avaliação e seleção de genótipos de soja com resistência a *Meloidogyne javanica*. In: V MATA – AMOSTRA ACADÊMICA DE TRABALHOS DE AGRONOMIA, **Resumo**, Londrina, (ed) UEL. P 125, 2001.

RIBEIRO, N. R. Variabilidade intraespecífica de *Meloidogyne javanica* (Nematoda: Meloidogynidae) em soja no Brasil (**Dissertação de mestrado**) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 114 f. 2005,

ROBERTS, P. A.; MATHEWS, W. C. e VEREMIS, J. C. Genetic mechanism of host-plant resistance to nematodes. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, A. G. e WINDHAM, L. G. (Ed.) **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy. P. 209-238. 1998.

ROY, K. W.; LAWRENCE, G. W.; HODGES, H. H.; MCLEAN, K. S. e KILLEBREW, J. F. Sudden death syndrome of soybean: *Fusarium solani* as incitant and relation of *Heterodera glycines* to disease severity. **Phytopathology**, 79: p.191-197. 1989.

ROY, K. W.; RUPE, J. C. HERSCHMAN, D. E.; ABNEY, T. S. Sudden Death Syndrome of soybean. **Plant Disease**, v.81, p.1100-1111, 1997.

ROESSING, A. C. e GUEDES, L. C. A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: Simpósio sobre a cultura da soja nos cerrados, 1992: Uberaba. **Anais...Piracicaba: POTAFOS**. 1993. pp.1-5.

RUPE, J. C.; GBUR, E. E.; MARX, D. M. Cultivar responses to sudden death syndrome of soybean. **Plant Disease**, v. 75, p. 47-50, 1991.

RUPE, J. C.; HIRREL, M. C.; HERSHMAN, D. E. Diseases of unknown or uncertain cause. In: Sinclair, J. B. e Backman, P. A. **Compendium of Soybean Diseases**. 3^a ed. St. Paul, Minnesota: APS Press, p. 84-85. 1993.

RUPE, J.C. Epidemiology of sudden death syndrome of soybean. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina, 1999. **Anais**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 139-148.

SCHERM, H. e YANG, X. B. Development of sudden death syndrome of soybean in relation to soil temperature and soil water matric potential. **Phytopathology**. 86: 642-649.1996.

SIKORA, R. A.; GRECO, N. Nematode parasites of food legumes. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.) **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, p. 181-235. 1990.

SILVA, J.G.; LORDELLO, L. G. E. ; MIYASAKA, S. **Observações sobre a resistência de algumas variedades de soja ao nematóide das galhas**. Bragantina, Campinas, v. 12, p.59-63, 1952.

SILVA, J. F. V. Relações parasito-hospedeiro nas Meloidogynoses da soja / João Flávio Veloso Silva (organizador). – Londrina: Embrapa Soja: **Sociedade Brasileira de Nematologia**, 2001. 127p.

SILVA, J. F. V.; FERRAZ, L. C. C. B.; ARIAS, E. C. A. Herança da resistência a *Meloidogyne javanica* em soja. **Nematropica**, 2001.

STARR, J .L.; JEGER, M. J.; MARTYN, R. D. e SCHILLING, K. Effects of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* on plant mortality and yield of cotton. **Phytopathology**. v.79: 640-646. 1989.

STEPHENS, P. A.; NICKELL, C. D. e KOLB, F. L. Genetic analysis of resistance to *Fusarium solani* in soybean. **Crop Science**, 33:929-930. 1993.

SUMER-JAN; KHAN, T. A. Interactive effect of *Fusarium solani*, *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne javanica* on tomato. **Indian Journal of Nematology**. 32(2): p. 135-138. 2002

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**. 2ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 473p.

UMA MAHESWARI, T. SHARMA, S. B., REDDY, D. D. R., HAWARE, M. P. Interaction of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* and *Meloidogyne javanica* on *Cicer arietinum*. **Journal of Nematology**, v. 29, p.117-126. 1997

WALLACE, H. R. Interactions between nematodes and other factors on plants. **Journal of Nematology**, v.15, p. 221-227, 1983.

WRATHER, J. A.; ANDERSON, T. R.; ARSYAD, D. M.; PLOPER, L. D.; PORTA-PUGLIA, A.; RAM, H. H.; YORINORI, J. T. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. **Plant Disease**, v.81. p. 107-110. 1997.

YORINORI, J. T. Soybean diseases and yield loss assessment in Brazil. In: **International Congress of Plant Pathology**. Japão. p. 288. 1988.

YORINORI, J. T. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E. & SOUZA, P.I.M (eds.) **Cultura da Soja nos Cerrados**. Piracicaba: POTAFOS. p.333-397. 1993.

YORINORI, J. T.; NOMURA, S. L. Cultivares de soja resistentes à podridão vermelha da raiz causada por *Fusarium solani*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p.339, 1994. Suplemento.

YORINORI, J. T. Determinação de perdas em soja causadas por doenças fúngicas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 1996**. Londrina, p.104-105. 1997.

YORINORI, J. T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fundação MT, p. 165-169. 2000.

YORINORI, J. T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...**Londrina: Embrapa Soja, p. 171-186. 2002.

3. COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE SOJA AOS NEMATÓIDES FORMADORES DE GALHAS E A PODRIDÃO VERMELHA DA RAIZ

RESUMO

Os nematóides formadores de galhas do gênero *Meloidogyne* e *Fusarium solani* f. sp. *glycines* são patógenos que podem limitar a produtividade da soja. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o comportamento de dez cultivares e duas linhagens de soja aos nematóides *M. javanica*, *M. incognita* e a *F. solani* f. sp. *glycines* e os efeitos da interação entre os nematóides e o fungo. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, localizada no município de Cascavel – PR. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial, sendo 12 genótipos de soja e 6 tratamentos, com quatro repetições, os tratamentos foram inoculações simples e conjugadas entre os patógenos. As avaliações foram efetuadas 40 dias após as inoculações, nota de galhas, nota de severidade de *Fusarium*, fator de reprodução dos nematóides e peso de raiz, foram determinados. Verificou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre as cultivares e tratamentos para notas de galhas e fator de reprodução dos nematóides e para nota de severidade de *Fusarium*. Na avaliação da interação entre os nematóides e o fungo, as cultivares CD 202, CD 206, Hartwig e a linhagem CD 02 AP-12386 apresentaram maior formação de galhas quando *M. incognita* foi inoculado isoladamente do que quando inoculado com *Fusarium*. O mesmo foi observado para as cultivares CD 202, CD 206, Hartwig, Msoy 7501, Msoy 7894 e a linhagem CD 02 AP-12386 quando inoculou-se *M. javanica* isoladamente. O peso de raiz foi maior em todos os genótipos inoculados apenas com os nematóides. Alterações significativas na severidade de *Fusarium* foram observadas nas cultivares Msoy 7501 e Conquista quando o fungo estava associado com *M. incognita*, e nesta última cultivar quando o fungo estava associado com *M. javanica*. A interação entre os nematóides formadores de galhas e o fungo é variável de acordo com o genótipo.

Palavras-chave: *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, doenças complexas, reação varietal, *Glycine max*.

3. SOYBEAN GENOTYPES BEHAVIOR IN RELATION TO ROOT-KNOT NEMATODES AND SUDDEN DEATH SYNDROME

ABSTRACT

The root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne* and the fungi *Fusarium solani* f. sp. *glycines* are pathogens that limit soybean production. The objectives of this assay were evaluate the behavior of ten cultivars and two lines of soybean against the nematodes *M. javanica*, *M. incognita* and the fungi *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, and the interaction effects between the nematodes and fungi. The experiment was carried on greenhouse located in Cascavel – PR. The experimental design was randomized blocks in factorial, with twelve soybean genotypes and six treatments with four replications. The treatments were simple and conjugated inoculation between nematodes and fungi. Evaluations were made 40 days after inoculations and galls of system root, *Fusarium* severity ratings, nematodes reproduction factor and root weight were determined. There was significant difference ($P < 0,05$) between genotypes and treatments for galls of system root, nematodes reproduction factor and *Fusarium* severity ratings. In the evaluations of nematodes and fungi interactions, it was observed that the cultivars CD202, CD206, Hartwig and the line CD02AP-12386 showed higher knot formation when only *M. incognita* was inoculated compared to the inoculation with *Fusarium*. The same was observed of the cultivars CD202, CD206, Hartwig, Msoy 7501, Msoy 7894 and the line CD02 AP-12386 when only *M. javanica* was inoculated. The root weight was higher for all genotypes inoculated only with nematodes. Significant modifications in *Fusarium* severity were observed of Msoy 7501 and Conquista cultivars when the fungi was associated with *M. incognita*. In the last cultivar, the *Fusarium* severity was also modified when it was associated with *M. javanica*. The interaction between root-knot nematodes and *Fusarium solani* f. sp. *glycines* is variable according to genotypes.

Key Words: *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, disease complex, variety reaction, *Glycine max*.

3.1. INTRODUÇÃO

Dentre as oleaginosas cultivadas no mundo, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é sem dúvida a mais importante, tanto em produção física, quanto em valor econômico gerado. A produção de grandes quantidades de proteína e óleo a preços compatíveis, possibilitou seu uso em múltiplas aplicações na cadeia alimentar animal e humana. Estas qualidades aliadas a uma série de fatores comerciais levaram nas últimas décadas a uma escalada mundial na produção e demanda deste grão, transformando-o numa das principais commodities agrícolas, com papel destacado no setor agro-industrial mundial (Roessing e Guedes, 1993).

Tendo em vista a extensão de seu cultivo e importância sócio-econômica para o país, a cultura da soja passou por grandes avanços técnicos nas últimas três décadas, o que permitiu eliminar inúmeros entraves à sua produção. No entanto apesar dos avanços tecnológicos ocorridos e do aumento médio anual de 1,5% nos índices de produtividade das lavouras brasileiras, estes situam-se ainda, abaixo dos índices de produtividade obtidos por produtores dos estados Unidos e da Argentina, principais concorrentes do Brasil no comércio internacional de produtos do complexo soja (Portugal, 1998).

Entre os fatores que contribuem para os baixos rendimentos de soja no Brasil, destacam-se a ocorrência de problemas fitossanitários, principalmente doenças, responsáveis por perdas anuais de 15 a 20% (Yorinori, 1999). Entre as doenças de importância para a cultura da soja no Brasil, destacam-se os nematóides formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) e a Podridão Vermelha da Raiz (*Fusarium solani* f. sp. *glycines*).

Os nematóides formadores de galhas, principalmente *M. javanica* (Treub) Chitwood e *M. incognita* (Kofoid e White) Chitwood, apresentam extensa distribuição no território nacional e, frequentemente, causam redução substancial a produção de soja. Estimativas apontam que somente na safra de 1999/2000, os prejuízos causados pelos nematóides de galhas na sojicultura foram de 52,2 milhões de dólares (Yorinori, 2000).

Foram relatadas perdas de 20 a 30% causadas por *M. incognita* (Lehman et al., 1976). Lordello (1981), estimou perdas de 10% causadas pelo gênero *Meloidogyne* associado à cultura da soja, Antonio e Oliveira (1989),

evidenciaram a redução de cerca de 18% do rendimento de grãos de soja, pela ação do *M. javanica*.

Notadamente nos cultivos anuais com soja, a utilização de cultivares resistentes é o meio mais eficaz para o manejo dos nematóides, tanto no ponto de vista ecológico como econômico (Silva, 2001).

Além dos nematóides formadores de galhas como agentes causadores de doenças em soja, a podridão vermelha a raiz vem assumindo importância econômica. A rápida e ampla disseminação, o elevado potencial para causar danos e a falta de medidas de controle eficazes fazem desta doença, um grande desafio para a pesquisa agrícola (Gasperi, 2000).

Na safra 1994/95 as perdas provocadas pela doença no Brasil foram estimadas em 15.000 t., equivalendo a US\$ 3.2 milhões (Yorinori, 1997). Em levantamento feito na safra de 1999/2000, estimaram-se perdas de US\$ 52.9 milhões e uma área afetada de mais de 2 milhões de hectares. Entre as diversas medidas de controle da doença, o desenvolvimento de cultivares resistentes vem sendo apontado como o principal e mais promissor (Chang et al., 1996).

Em pesquisas realizadas com a fitopatologia e o melhoramento genético de plantas na busca de genótipos competitivos, pouco se considera sobre a interação entre fungos e nematóides. Poucos trabalhos analisam o efeito das interações com os nematóides formadores de galhas, principalmente na cultura da soja. O primeiro estudo a considerar estas interações em plantas foi o de Atkinson (1892), observando que a murcha de *Fusarium* em algodoeiro era mais severa na presença de nematóides do gênero *Meloidogyne*.

Quando espécies de *Meloidogyne* parasitam raízes de plantas hospederias, provocam nestas, modificações morfológicas e fisiológicas. Tais mudanças podem levar inclusive a redução ou quebra de resistência em cultivares normalmente resistentes a um determinado patógeno (Powell, 1971).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de diferentes cultivares de soja e os efeitos resultantes, de inoculações simples e conjuntas de *M. javanica*, *M. incognita* e *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, patógenos pouco estudados quanto suas interações e amplamente distribuídos e nocivos à cultura da soja no Brasil.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação das reações das cultivares de soja a *M. incognita* raça 3, *M. javanica* e a *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, o experimento foi conduzido em condições de casa-de-vegetação na Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola - COODETEC em Cascavel – PR.

Foram utilizados tubetes plásticos com capacidade de 288cm³, contendo substrato areia e solo na proporção 2:1, previamente tratados com brometo de metila 150g/m³, semeou-se duas sementes por tubete e após a emergência foi deixando apenas uma planta. Os tubetes foram suspensos em uma mesa com tela e a temperatura da casa de vegetação mantida em aproximadamente 26°C (Figura 1), procedendo-se a rega das plantas regularmente, evitando o encharcamento do substrato.

O inóculo de *M. incognita* e *M. javanica* foi obtido por meio da técnica proposta por Boneti e Ferraz (1981), partindo-se de cultura pura das populações, multiplicadas em plantas de soja, cultivar CD 204 altamente suscetível aos nematóides formadores de galhas, desenvolvidas em casa-de-vegetação, durante 30 dias. Após esse período, as raízes foram retiradas cuidadosamente, lavadas e, trituradas em liquidificador, com solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, por 30 segundos, para a extração de ovos e juvenis de segundo estágio (J2). A suspensão resultante foi passada por duas peneiras, uma de 250 e outra de 500 “mesh”, sendo que os ovos ficaram retidos nesta última.

Em seguida, a suspensão foi recolhida em Becker, sendo a concentração de ovos e juvenis, determinada com auxílio da câmara de Peters sob microscópio óptico composto, e ajustada para 1666 ovos/ml. A inoculação de *M. incognita* e *M. javanica*, no substrato dos tubetes contendo as plântulas de soja em desenvolvimento, foi realizada no décimo quinto dia após a semeadura, sendo adicionando-se 3ml da suspensão, garantindo a disposição de 5000 ovos por planta, depositados em dois orifícios de aproximadamente 2 cm de profundidade, em lados opostos das plantas.

Para a inoculação de *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, empregou-se a metodologia modificada da inoculação com grãos de sorgo colonizados, utilizando-

se grãos de milho. (Hartman et al., 1997; Huang e Hartman, 1998; Balardin e Rubin, 1999; Gasperi, 2000 e Klingelfuss, 2003).

O inóculo, foi preparado por meio da esterilização de 300g de milho em frascos de Erlenmeyer de 500 ml de capacidade, após terem estes permanecidos em repouso durante uma noite, imersos em água e depois de escoado o excesso de água, foram autoclavados duas vezes a 125°C, por 20 minutos, em dois dias consecutivos, com o intervalo de uma noite entre cada esterilização. Após o resfriamento procedeu-se à inoculação dos grãos de milho, através da adição ao conteúdo de alíquotas de 10 ml, de uma suspensão contendo aproximadamente $1,0 \times 10^6$ macroconídios/ml do isolado FS 5 de *F. solani* f. sp. *glycines*, cedido pela EMBRAPA Soja e multiplicados em meio BDA (250g de batata + 12g de dextrose + 15 g de agar/l) . Os frascos foram incubados durante três semanas a 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e fotoperíodo de 12 horas, permitindo desta forma uma boa colonização dos grãos.

A inoculação de PVR foi realizada na soja no estágio V2, com ajuda de um furador, fazendo dois orifícios em lados opostos da planta, no substrato próximo a região do colo da plântula, até a profundidade de ± 1 cm, onde cada planta recebeu quatro grãos de milho colonizados. O local da inoculação foi novamente coberto com o solo e a seguir irrigado logo para evitar a dessecação do inóculo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 12 x 6, doze cultivares de soja e seis tratamentos, sendo eles: *Fusarium*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. incognita* x *Fusarium*, *M. javanica* x *Fusarium*, e testemunha absoluta sem inoculação, distribuídos em quatro repetições, sendo cada repetição composta por quatro plantas. As cultivares utilizadas foram CD 02AP-12386, CD 201, CD 202, CD 205, CD 206, CD 212RR, Conquista, Forrest, Hartwig, L 8307RR, Msoy 7501, Msoy 7894, escolhidas pela combinação de resistência e suscetibilidade aos patógenos envolvidos no trabalho. A caracterização das cultivares quanto à reação aos patógenos pelas informações prévias dos respectivos obtentores, encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1: Indicativo prévio de resistência das cultivares avaliadas no ensaio, frente à podridão vermelha da raiz e aos nematóides formadores de galhas.

Cultivar	PVR	<i>M.incognita</i>	<i>M.javanica</i>
Msoy 7501 e CD 212RR	SIM	NÃO	NÃO
CD 02 AP – 12386 e Hartwig	SIM	SIM	NÃO
Msoy 7894	SIM	NÃO	SIM
L 8307 RR	NÃO	NÃO	SIM
CD 202	NÃO	SIM	NÃO
CD 201	NÃO	SIM	SIM
CD 205 e CD 206	NÃO	NÃO	NÃO
Conquista e Forrest	SIM	SIM	SIM



Figura 1: A) Condução do ensaio em tubetes suspensos em bancadas. B) Inoculação dos nematóides formadores de galhas em genótipos de soja.

As avaliações foram realizadas aos 40 dias da inoculação, tendo sido determinado o peso do sistema radicular em todas as plantas dos tratamentos. As plantas foram retiradas dos tubetes o excesso de substrato removido, após, o sistema radicular foi cuidadosamente lavado e separado da planta. Nos tratamentos com inoculação de *M. incognita* e *M. javanica*, foram determinados os fatores de reprodução (FR = número de ovos extraídos/número de ovos inoculados), para tanto se procedeu à extração dos ovos dos nematóides, empregando-se a técnica de Boneti e Ferraz (1981).

Para a determinação da severidade de galhas no sistema radicular empregou-se a escala e notas que leva em consideração porcentagem do sistema radicular com galhas e tamanho das galhas, onde:

1 = < 10% do sistema radicular com pequenas galhas;

2 = 10-25% do sistema radicular com galhas, e a maioria sendo galhas pequenas;

3 = 26-50% do sistema radicular com galhas, tendo muitas galhas grandes;

4 = 51-90% do sistema radicular com galhas, e a maioria sendo galhas grandes,

5 = 91-100% do sistema radicular com galhas grandes e algumas raízes apodrecidas.

A classificação dos genótipos quanto à reação aos nematóides formadores de galhas, foi determinada com base na nota média de galhas para cada cultivar, de acordo com a seguinte classificação:

Resistente (R): Nota de 1 a 1,9

Moderadamente Resistente (MR): Nota de 2,0 a 2,9

Moderadamente Suscetível (MS): Nota de 3,0 a 3,9

Suscetível (S): Nota de 4,0 a 4,9

Altamente Suscetível (AS): 5

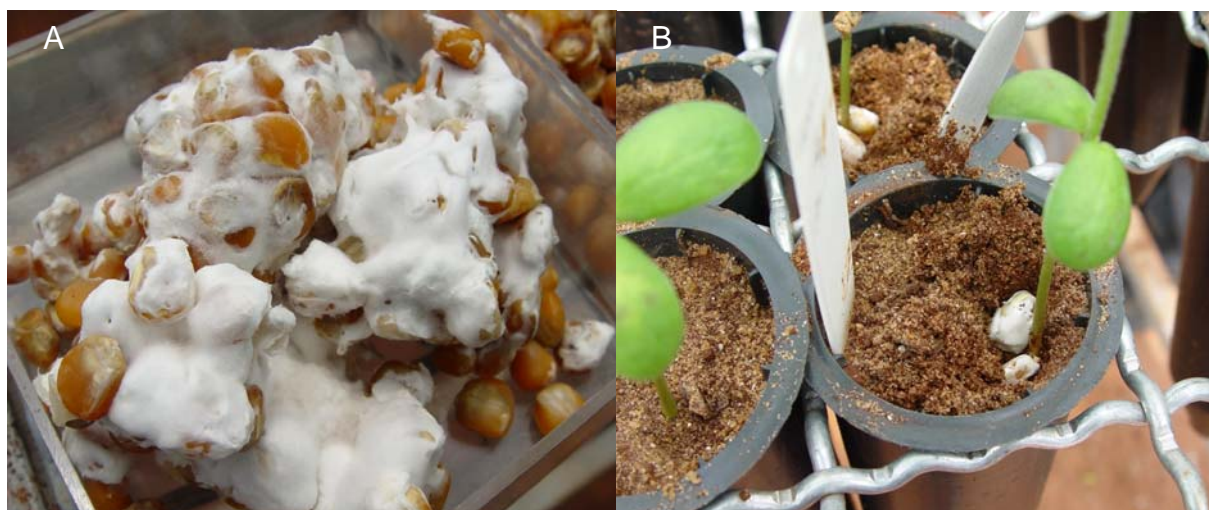


Figura 2: A) Grãos de milho colonizados com *Fusarium solani* f. sp. *glycines*. B) Inoculação de *Fusarium solani* f. sp. *glycines* em genótipos de soja.

Nos tratamentos com inoculação de *Fusarium*, após retirara as plantas dos tubetes procedeu-se a lavagem do sistema radicular, e a seguir realizou-se a avaliação visual do sistema radicular, observando a lesão no colo de cada

planta, com base na escala de notas adaptada de Roy (1997) e modificada por Gasperi (2000):

0 = Ausência de sintomas;

1 = Sintomas leves: avermelhamento e/ou necrose apenas em parte do colo ou em forma superficial em toda circunferência;

2 = Sintomas moderados: necrose em toda circunferência do colo, com destruição do córtex, porém sem provocar necrose da medula da planta;

3 = Sintomas severos: extensiva colonização do colo da planta, com necrose do córtex e da medula da planta.

Os genótipos avaliados foram classificados quanto à reação à PVR, tendo como base a nota média da severidade para cada genótipo, de acordo com a classificação reação proposta por Gasperi (2000):

Resistente (R): Nota de 0 a 1,0

Moderadamente Resistente (MR): Nota de 1,1 a 1,5

Moderadamente Suscetível (MS): Nota de 1,6 a 2,0

Suscetível (S): Nota de 2,1 a 2,5

Altamente Suscetível (AS): 2,6 a 3,0

Os dados obtidos foram submetidos análise de variância pelo teste F e ao teste de Tukey para comparação de médias. As análises estatísticas dos dados foram efetuadas utilizando-se o programa SISVAR.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Reação das Cultivares

Os métodos de inoculação utilizados para avaliar o comportamento dos genótipos de soja em relação aos nematóides de galhas e a podridão vermelha da raiz foram eficientes para causar a infecção das plantas, sendo que nas inoculações dos patógenos isoladamente confirmaram-se as reações esperadas, principalmente os padrões de tolerância e suscetibilidade.

As médias das notas de galhas observadas quando da inoculação individual de *M. incognita* (Tabela 2), confirmam as reações de tolerância das cultivares Conquista, Forrest, L 8307 RR, CD 201, Msoy 7894 e CD 02 AP-12386 e de suscetibilidade nas cultivares CD 206, Msoy 7501. A cultivar Forrest apresentou reação de resistência frente a *M. incognita*, confirmando descrição anterior de Hartwig (1973) e estudos de Luzzi et al.,(1994), os quais, identificaram um gene maior (*Rmi*) para a resistência a *M. incognita*, que posteriormente foi confirmado, como único gene aditivo para resistência a galhas no cultivar Forrest (Luzzi, et al.,1995; Harris, et al., 2003).

Para inoculação individual do *M. javanica*, as cultivares que apresentaram as menores notas de galhas foram, CD 201, Conquista, L 8307 RR e Forrest (Tabela 2), confirmando a tolerância esperada enquanto que as cultivares CD 202, CD 205, CD 206 e Msoy 7501 foram as que apresentaram as maiores notas de galhas.

De acordo com os resultados obtidos pela inoculação das cultivares de soja a PVR (Tabela 2), a cultivar Forrest, utilizado mundialmente nos programas de melhoramento de soja, com fonte de resistência a PVR, confirmou sua resistência, e também as cultivares Conquista e Msoy 7501. As cultivares Msoy 7894, CD 212 RR, CD 02 AP-12386 e Hartwig apresentaram sintomas leves. Os resultados obtidos para as cultivares CD 212 RR e CD 02 AP-12386 confirmam as observações de campo de ensaios do programa de melhoramento de soja da COODETEC em ano agrícola com alta incidência da PVR, quando superaram outras

cultivares tendo maior tolerância (Relatório interno do programa de melhoramento de soja).

Provavelmente alelos dos genes que conferem resistência à PVR no cultivar Forrest devem estar presentes na cultivar Hartwig (PRABHU et al.,1999), que é derivado do cruzamento (Forrest x PI 437654), caracterizado como moderadamente resistente a PVR (Anand, 1992; Chang et al.,1996) e confirmado neste estudo.

O fato da maioria das cultivares avaliadas no ensaio não apresentarem alta resistência à PVR, pode ser explicado em parte, pela natureza poligênica e incompleta desta resistência, o que torna improvável a existência de cultivares altamente resistentes (Chang et al.,1996; Njiti et al. 1997, Gasperi, 2000).

Tabela 2: Média das notas de galhas em genótipos de soja inoculados com *M. incognita* e *M. javanica* e, de notas de PVR para os inoculados com *Fusarium solani* f. sp. *glycines*

Cultivar	<i>M. incognita</i>	<i>M. javanica</i>	<i>PVR</i>
	Nota de galhas	Nota de galhas	Nota de PVR
Conquista	1,93 a	2,00 a	0,78 a
Forrest	2,06 ab	2,25 a	0,96 a
L8307 RR	2,09 ab	2,06 a	2,06 cde
CD 201	2,18 abc	2,00 a	2,15 e
Msoy 7894	2,25 abc	2,48 ab	1,21 ab
CD 02 AP 12386	2,43 abcd	2,68 abc	1,28 abc
Hartwig	2,81 cde	3,31 cde	1,34 abcd
CD 212 RR	2,93 cde	3,18 bcd	1,25 ab
CD 202	3,06 ef	3,59 def	2,28 e
CD 205	3,43 ef	3,71 def	2,12 e
Msoy 7501	3,78 f	4,31 f	0,93 a
CD 206	3,84 f	4,09 ef	1,75 bcde

(*) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Isolamentos realizados a partir de tecidos colonizados em lesões das plantas inoculadas, deram origem a colônias típicas de *F. solani* f. sp. *glycines*, completando assim o postulado de Koch e confirmando-o como agente causal. As plantas da testemunha de todas as cultivares avaliadas, não apresentaram nenhum tipo de lesão ou formação de galhas no sistema radicular, evidenciando a segurança dos dois métodos de inoculação.



Figura 3: A) Cultivar resistente a *M. javanica*. B) Cultivar suscetível a *M. javanica*

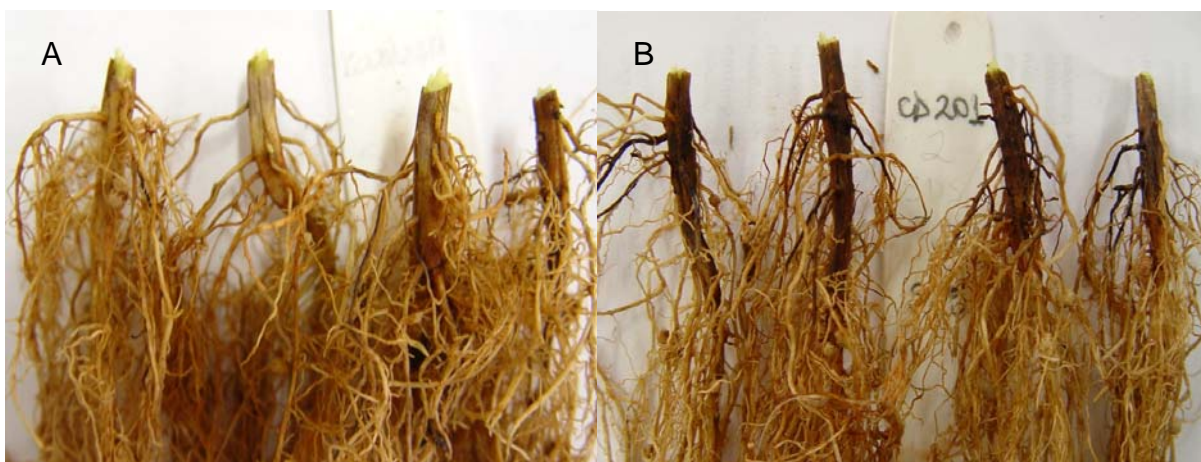


Figura 4: A) Cultivar resistente a PVR. B) Cultivar suscetível a PVR

3.3.2. Comportamento das cultivares de soja ao *M. incognita* x *F. solani* f. sp. *glycines*

As inoculações apenas com *M. incognita* ou quando combinado com o fungo influenciaram nas notas para galhas, fator de reprodução e, peso de raízes. A análise de variância dos dados pelo teste de F (Tabela 3) evidenciou diferença estatística significativa para estas variáveis (Tabela 4).

Tabela 3: Resumo da análise de variância das variáveis, notas de galhas, fator de reprodução e peso de raiz (g), dos tratamentos envolvendo inoculações simples de *M. incognita* e conjuntas de *M. incognita* com *F. solani* f. sp. *glycines*

Fontes de variação	GL	Nota de galhas	Fator de Reprodução	Peso de raiz (g)
		Nível mínimo de significância (p)	Nível mínimo de significância (p)	Nível mínimo de significância (p)
Cultivar	11	0.000	0.000	0.000
Tratamento	1	0.000	0.0398	0.000
Cult x Trat	11	0.7836	0.0014	0.4966
C.V.		13,48	15,01	15,83

Ocorreu maior formação de galhas nas plantas inoculadas somente com o *M. incognita*, quando da inoculação combinada com o fungo foi observada redução do número de galhas formadas (Tabela 4), sendo esta significativa quando comparada aos dados obtidos para o nematóide sozinho, na linhagem CD 02 AP-12386 e nas cultivares CD 202, CD 206 e Hartwig. Resultados similares foram obtidos por Fazal et al. (1994), quando avaliaram em lentilha inoculações de *M. incognita* e *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentil* em lentilha, quando verificaram maior formação de galhas nas inoculações com o nematóide sozinho.

Também foi possível verificar nas avaliações do presente estudo interação significativa obtida naqueles cultivares que não apresentam alta resistência ao nematóide. Para as cultivares com maior grau de resistência a *M. incognita* a presença do fungo *F. solani* f. sp. *glycines* não promoveu alterações significativas para o número de galhas formadas.

As reduções do número de galhas formadas, observadas quando da inoculação conjunta do nematóide e fungo indicam possível efeito antagônico do fungo, no desenvolvimento do nematóide, fato este que segundo Fazal et al.(1994), pode ser atribuído ao possível efeito tóxico dos metabólitos do fungo ao nematóide.

Tabela 4: Efeito do parasitismo de *M. incognita* isoladamente ou associado com o fungo *F. solani* f. sp. *glycines*, e médias das notas de severidade de PVR nas inoculações simples de e conjuntas *F. solani* f. sp. *glycines* em genótipos de soja.

Cultivar	<i>Meloidogyne incognita</i> Nota de galhas		PVR Nota de severidade	
	<i>M. incognita</i> + <i>F. solani</i> f. sp. <i>glycines</i>	<i>M. incognita</i>	<i>F. solani</i> f. sp. <i>glycines</i>	<i>M. incognita</i> + <i>F. solani</i> f. sp. <i>glycines</i>
CD 02 AP 12386	1,87 a	2,43 b	1,28 a	1,25 a
CD 201	1,84 a	2,18 a	2,15 a	2,25 a
CD 202	2,25 a	3,06 b	2,28 a	2,00 a
CD 205	3,09 a	3,43 a	2,12 a	2,25 a
CD 206	3,15 a	3,84 b	1,75 a	2,18 a
CD 212 RR	2,56 a	2,93 a	1,25 a	1,21 a
Conquista	1,75 a	1,93 a	0,78 a	1,43 b
Forrest	1,81 a	2,06 a	0,96 a	0,43 a
Hartwig	2,18 a	2,81 b	1,34 a	1,59 a
L8307 RR	1,71 a	2,09 a	2,06 a	2,12 a
Msoy 7501	3,44 a	3,78 a	0,93 a	1,62 b
Msoy 7894	1,96 a	2,25 a	1,21 a	0,84 a

(*) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Comparação dentro de nota de galhas e dentro de nota de PVR.

Quando inoculados simultaneamente o nematóide e o fungo foram observadas diferenças significativas para o fator de reprodução apenas nas cultivares CD 205, CD 206 e na linhagem L 8307 RR (Tabela 5). As cultivares CD 205 e CD 206, ambos suscetíveis a *M. incognita*, apresentaram maior fator de reprodução do nematóide quando este foi inoculado sozinho.

Provavelmente o decréscimo na reprodução do nematóide bem como na formação de galhas observado em plantas com inoculação conjunta com o fungo pode ser pelo efeito antagônico exercido pelo fungo sobre o nematóide, ou pela própria competição pelos tecidos das raízes, podendo o fungo destruir os tecidos das raízes antes do nematóide completar seu ciclo de vida.

Comportamento diferente foi observado na linhagem L 8307 RR resistente a *M. incognita* e moderadamente suscetível a PVR, a multiplicação do nematóide foi maior na presença do fungo, do que na inoculação apenas do nematóide. O fato da linhagem ser resistente ao nematóide pode ter influenciado na menor multiplicação do nematóide quando este foi inoculado sozinho, ao passo que na inoculação conjunta a infecção de *Fusarium* pode ter causado alguma alteração fisiológica ou bioquímica no hospedeiro resultando na interação do nematóide com o fungo.

Estudos de níveis de inóculo de *Meloidogyne* em soja realizado por Ribeiro (2005), mostraram que quando sob condições de níveis de inóculo elevados, nem todos os juvenis do nematóide completam o seu ciclo, levando a obstrução da multiplicação do mesmo, o que resulta, num cálculo de fator de reprodução subestimado, uma vez que para o cálculo, o número de ovos e juvenis recuperados é dividido pelo número total inoculado.

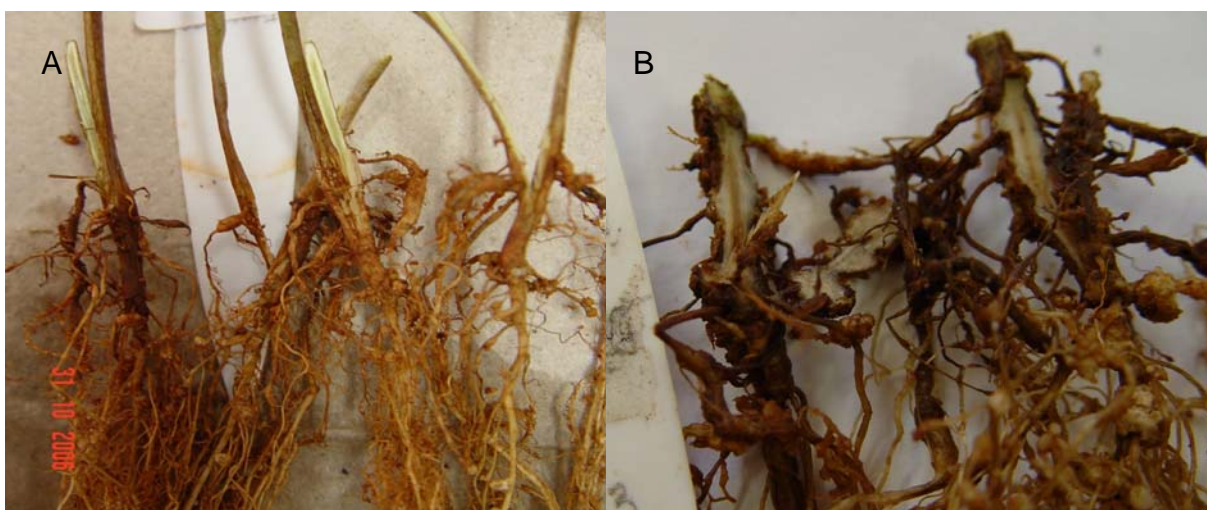


Figura 5: Cultivar Moderadamente resistentes a *M. incognita* (inoculação simples), hastes sem infecção de PVR. B) Cultivar suscetível a *M. incognita* e a PVR (inoculação conjunta), hastes com infecção de PVR.

Também em inoculações com o nematóide e o *Fusarium*, um número menor de juvenis pode penetrar na raiz, tendo sucesso, completando seu ciclo e entrando em ovoposição. Quando inoculado sem o *Fusarium* muitos juvenis

do nematóide estariam competindo pelo mesmo espaço vital na raiz, situação que pode levar ao insucesso de alguns indivíduos, refletindo em menores taxas de multiplicação. Segundo Endo (1971), embora migrando intercelularmente nos tecidos, a maciça penetração dos juvenis, pode resultar em abundante necrose das raízes com conseqüente morte de indivíduos em estágio sedentário, levando a menores taxas de multiplicação. Para aqueles genótipos suscetíveis a quantidade de necrose no tecido pode comprometer a taxa de multiplicação do nematóide.

Tabela 5: Reprodução média dos nematóides *M. incognita* e *M. javanica* isoladamente ou associados com o fungo *F. solani* f. sp. *glycines*.

Cultivar	Fator de Reprodução			
	<i>M. incognita</i> + <i>F. solani</i> f. sp. <i>glycines</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. javanica</i> + <i>F. solani</i> f. sp. <i>glycines</i>	<i>M. javanica</i>
CD 02 AP 12386	17,39 a	17,19 a	32,72 a	9,63 a
CD 201	22,47 a	21,33 a	20,33 a	17,70 a
CD 202	25,02 a	21,57 a	25,98 b	19,52 a
CD 205	20,79 a	27,65 b	20,99 b	11,49 a
CD 206	23,15 a	29,31 b	26 79 b	18,21 a
CD 212 RR	26,50 a	21,94 a	15,70 a	14,98 a
Conquista	17,30 a	13,70 a	30, 17 b	11,25 a
Forrest	18,09 a	17,67 a	24,31 b	11,28 a
Hartwig	27,97 a	23,64 a	22,36 a	21,78 a
L8307 RR	20,95 b	14,00 a	16,93 b	12,42 a
Msoy 7501	31,05 a	28,74 a	40,31 b	26,72 a
Msoy 7894	19,72 a	17,77 a	14,98 a	11,69 a

(*) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, dentro da mesma espécie de nematóide não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O peso da raiz das plantas inoculadas com *M. incognita* e *F. solani* f. sp. *glycines*, foram significativos e diferiram da inoculação apenas com o nematóide (Tabela 3). Para todas as cultivares e linhagens o peso de raiz foi maior nas plantas

inoculadas com o nematóide na comparação com as inoculadas com o nematóide e o fungo (Tabela 6).

Dentre as avaliações envolvendo inoculações com o fungo *F. solani* f. sp. *glycines* isoladamente ou em combinação com os nematóides (Fungo + *M. incognita* e Fungo + *M. javanica*) não foram observadas diferenças estatísticas entre o peso de raiz. Fazal et al.(1994), evidenciaram um decréscimo no peso de raiz quando realizaram inoculação conjunta de *M. incognita* e *F. oxysporum* f. sp. *lentil*, em relação a inoculação isolada destes patógenos.

Tabela 6: Peso médio de raízes das cultivares de soja inoculadas com *M. javanica* e (*M. javanica* + *F. solani* f. sp. *glycines*), *M. incognita* e (*M. incognita* + *F. solani* f. sp. *glycines*), apenas com *F. solani* f. sp. *glycines* em condições de casa-de-vegetação.

Cultivar	Peso de raiz				PVR	Test.
	<i>M. incognita</i> + PVR	<i>M. incognita</i>	<i>M. javanica</i> + PVR	<i>M. javanica</i>		
CD 02 AP 12386	2,41 a A	4,27 b	2,23 a A	3,48 b	2,68 A	2.34 a
CD 201	3,15 a A	4,31 b	3,11 a A	4,23 b	3,34 A	3.10 a
CD 202	2,91 a A	4,61 b	2,93 a A	4,66 b	3,18 A	2,80 a
CD 205	2,43 a A	4,03 b	2,76 a A	3,70 b	3,20 A	2,58 a
CD 206	2,48 a A	4,25 b	2,51 a A	4,2 b	3,20 A	2.55 a
CD 212 RR	2,16 a A	3,50 b	1,38 a A	2,83 b	2,40 A	2,07 a
Conquista	2,65 a A	4,24 b	2,75 a A	4,36 b	3,10 A	2.40 a
Forrest	2,13 a A	3,28 b	2,23 a A	3,21 b	2,40 A	2.26 a
Hartwig	2,36 a A	3,55 b	1,94 a A	3,13 b	2,54 A	2,09 a
L8307 RR	1,74 a A	3,36 b	1,76 a A	3,06 b	2,37 A	1, 85 a
Msoy 7501	2,05 a A	2,70 b	1,83 a A	3,21 b	2,00 A	2, 06 a
Msoy 7894	3,11 a A	4,73 b	2,08 a A	4,46 b	3,36 A	2,75 a

(*) Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas linhas, dentro da mesma espécie de nematóide e médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas linhas, entre os tratamentos envolvendo PVR, nas linhas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.3.3. Comportamento das cultivares de soja ao *M. javanica* x *F. solani* f. sp. *glycines*

Assim como para *M. incognita*, foram observadas diferenças significativas para notas de galhas, fator de reprodução e peso de raiz nos tratamentos inoculados com *M. javanica*, isoladamente, bem como, quando inoculados com o fungo como pode ser observado pela análise de variância dos dados pelo teste de F (Tabela 7).

Tabela 7: Resumo da análise de variância das variáveis, notas de galhas, fator de reprodução e peso de raiz (g), dos tratamentos envolvendo inoculações simples de *M. javanica* e conjunta com *M. javanica* e *M. javanica* e *F. solani* f. sp. *glycines*

Fonte da variação	GL	Nota de galhas	Fator de Reprodução	Peso de raiz (g)
		Nível mínimo de significância (p)	Nível mínimo de significância (p)	Nível mínimo de significância (p)
Cultivar	11	0.000	0.000	0.000
Tratamento	1	0.000	0.000	0.000
Cult x Trat	11	0.0024	0.000	0.7409
C.V.		12,51	15,09	22,82

Pode-se observar maior formação de galhas quando foi inoculado apenas *M. javanica* (Tabela 8), a linhagem CD 012 AP-12386 e nas cultivares, CD 202, CD 206, Hartwig, Msoy 7501 e Msoy 7894 apresentaram diferença significativa para notas de galhas, em comparação com a inoculação do nematóide com *F. solani* f. sp. *glycines*, .

Estes genótipos, exceto Msoy 7894, são suscetíveis a *M. javanica*. Fato também observado neste trabalho para associação do *Fusarium* ao *M. incognita*. Em genótipos com maior grau de tolerância a *M. javanica* este possível efeito antagônico não foi observado.

Estudos com o complexo de doenças em fumo reportam que as células gigantes e elementos próximos no sistema vascular são fortemente invadidos por hifas de *Fusarium* sp. e logo após a invasão o protoplasma das células gigantes desaparece (Melendez e Powel, 1967).

Rahman et. al (2000), em estudos de interação de *M. javanica* com fungos causadores de doenças radiculares em grão-de-bico (*Cicer arietinum*) verificaram que a presença de *F. solani* exerceu um efeito supressivo na formação das galhas para a cultivar JG62.

Tabela 8: Efeito do parasitismo de *M. javanica* isoladamente ou associado com o fungo *F. solani* f. sp. *glycines*, e médias das notas de severidade de PVR nas inoculações simples de e conjuntas *F. solani* f. sp. *glycines* em genótipos de soja.

Cultivar	<i>Meloidogyne javanica</i> Nota de galhas		PVR Nota de severidade	
	<i>M. javanica</i> + <i>F. solani</i>	<i>M. javanica</i>	<i>F. solani</i> f. sp. <i>glycines</i>	<i>M. javanica</i> + <i>F. solani</i>
CD 02 AP 12386	1,96 a	2.68 b	1,28 a	1,15 a
CD 201	1,87 a	2,00 a	2,15 a	2,65 a
CD 202	3,03 a	3,59 b	2,28 a	2,46 a
CD 205	3,82 a	3,71 a	2,12 a	2,21 a
CD 206	3,40 a	4,09 b	1,75 a	2,31 a
CD 212 RR	2,75 a	3,18 a	1,25 a	0,78 a
Conquista	1,96 a	2,00 a	0,78 a	1,53 b
Forrest	2,09 a	2,25 a	0,96 a	0,78 a
Hartwig	2,50 a	3,31 b	1,34 a	1,59 a
L8307 RR	1,87 a	2,06 a	2,06 a	2,06 a
Msoy 7501	2,90 a	4,31b	0,93 a	0,65 a
Msoy 7894	1,87 a	2,48 b	1,21 a	1,43 a

(*) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, dentro do mesmo patógeno, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O Fator de reprodução foi maior na inoculação conjunta de *M. javanica* com o fungo em relação à inoculação do nematóide sozinho nas cultivares, CD 202, CD 205, CD 206, Conquista, Forrest, Msoy 7501 e na linhagem L8307 RR. Esta interação ocorreu independente das reações das cultivares, tanto em cultivares suscetíveis como em resistentes.

Divergindo dos resultados de (Pimentel e Ferraz, 2004), que em estudos da associação de *M. javanica* com *Fusarium oxysporum* f.sp.*phaseoli* em feijão, testaram diferentes níveis de inóculo de *M.javanica*, verificando que a presença de F.O.P exerceu um efeito antagônico sobre a multiplicação do nematóide influenciando diretamente na redução dos valores de índice de massas de ovos.

Para a variável peso de raiz (Tabela 6), o efeito da inoculação conjunta entre *M. javanica* e o fungo diferiu significativamente da inoculação apenas com o fungo, para todos os genótipos o peso de raiz foi maior na inoculação apenas com o nematóide, confirmando o que também foi observado nas inoculações com *M. incognita*.

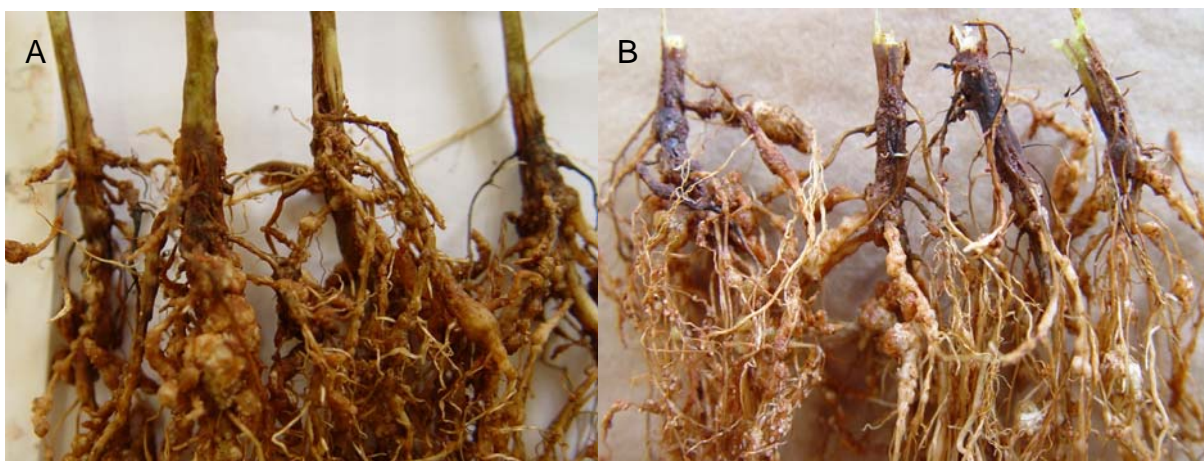


Figura 6: A) Raízes de cultivar suscetível a *M. javanica* e resistente a PVR (inoculação conjunta). B) Raízes de cultivar moderadamente resistente a *M. javanica* e suscetível PVR (inoculação conjunta).

3.3.4. Podridão Vermelha da Raiz: Efeitos da associação com nematóides formadores de galhas

Nas plantas inoculadas com *F. solani* f. sp. *glycines*, foi observada diferença significativa apenas para as notas de severidade de PVR indicando ocorrência de interação entre os patógenos estudados. Não foi possível observar diferenças entre as cultivares nem entre os tratamentos para a variável peso de raiz (Tabela 9).

Tabela 9: Análise de variância das variáveis, severidade de PVR e peso de raiz (g), para as inoculações simples e conjuntas com *M. incognita* e *M. javanica*

Fonte da variação	GL	Severidade PVR	Peso de raiz (g)
		Nível mínimo de significância (p)	Nível mínimo de significância (p)
Cultivar	11	0.000	0.4581
Tratamento	2	0.1820	0.3730
Cult x Trat	22	0.0003	0.4725
C.V.		21,21	



Figura 7: A) Raízes de soja sem inoculação (testemunha absoluta). B) Raízes de cultivar suscetível PVR (inoculação apenas com o fungo).

Alterações na severidade de PVR foram observadas nas cultivares Conquista e Msoy 7501, sendo avaliadas como resistentes quando inoculados apenas com o fungo, diferindo da inoculação conjunta de *Fusarium solani* f. sp. *glycines* e *M. incognita*, quando houve aumento significativo na severidade de PVR.

Estudos de interação em algodoeiro realizados por Atkinson (1892), evidenciaram a ocorrência de doenças complexas envolvendo espécies de *Fusarium*, onde a severidade da murcha de *Fusarium* foi maior nos tratamentos que as plantas foram inoculadas conjuntamente com *M. incognita*.

Pesquisas realizadas reportam a quebra de resistência em infecções conjuntas, Marley e Hilloks (1994), observaram que a presença concomitante do nematóide induziu a quebra de resistência ao *Fusarium undum* em Guandu (*Cajanus cajan*), associaram isto a redução dos níveis de fitoalexinas e do isoflavonóide

cajanol. Em estudos prévios Marley e Hilloks (1994), verificaram que o rápido acúmulo de cajanol em cultivares de guandu foi responsável pela resistência conferida ao patógeno, e que a quantidade dessa substância era de 62% menor naqueles cultivares que apresentaram quebra da resistência em inoculações combinadas de *F. udum*, *M. incognita* e *M. javanica*, quando a incidência e a severidade formam significativamente maiores quando comparadas com plantas inoculadas apenas com *F. anum*.

Em estudos com cultivares de fumo Porter e Powel (1967), observaram aumento no desenvolvimento da murcha de *Fusarium* sp. na presença de *M. incognita* e *M. javanica*, sendo que a murcha foi mais severa quando o nematóide foi inoculado 2 a 4 semanas antes do fungo.

Entre as plantas inoculadas com *M. javanica* e *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, foram evidenciadas alterações na severidade de PVR apenas na cultivar Conquista, que é resistente a PVR quando inoculado apenas o fungo, mas na inoculação conjunta de *Fusarium solani* f. sp. *glycines* com *M. javanica* esta cultivar apresentou aumento significativo na severidade de PVR (Tabela 8). Estudos de interação em feijoeiro reportam que a presença de *M. javanica* aumentou significativamente os sintomas da murcha causada por *Fusarium oxysporum*, levando a quebra de resistência de *Fusarium* no cultivar Pérola (Simão, 2005).

Os efeitos da interação entre nematóides do gênero *Meloidogyne* e *Fusarium* também foi observada por Ribeiro e Ferraz (1983), ao avaliarem cinco genótipos de feijoeiro, verificaram que nos tratamentos onde havia o parasitismo simultâneo, ocorreu aumento significativo para murcha de *Fusarium*. Em outras espécies, este fato, também foi observado. Em algodoeiro, Ruano (1984), observou que a interação entre *M. javanica*, *M. incognita* raça 3 e *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* levou a ocorrência de maiores prejuízos à cultura, devido ao ataque simultâneo dos patógenos.

Bergson (1972) e Taylor (1990), reportaram que a invasão do nematóide traz aumento na severidade das doenças radiculares causadas por fungos, pois os nematóides no estágio infectivo (J2), migram intercelularmente ao cilindro vascular, onde é iniciada a especialização das células nutridoras, sendo que o dano causado na invasão pelo nematóide favorece a infecção pelos fungos, indicando que a infecção pelos nematóides pode predispor a planta a infecção por outros patógenos.

3.4. Conclusões

Foi possível caracterizar os genótipos e soja quanto à reação a PVR, através do método de inoculação com grãos de milho colonizados com *F. solani* f. sp. *glycines*, sendo uma técnica promissora para avaliação de genótipos de soja em casa-de-vegetação.

O comportamento de cultivares de soja pode apresentar variações, não apenas em função das interações entre os nematóides e a planta, mas também com outros patógenos de solo, principalmente fungos a exemplo de *Fusarium*.

O presente estudo evidenciou efeitos da interação entre *Fusarium solani* f. sp. *glycines* e os nematóides formadores de galhas em soja.

Os efeitos resultantes desta interação em genótipos de soja podem ser sinérgicos, quando é aumentada a severidade dos sintomas de PVR na presença dos nematóides, ou antagônicos, quando o fungo suprimiu a formação de galhas.

A interação entre *Fusarium solani* f. sp. *glycines* e *M. javanica* levou a alteração da reação de resistência a PVR na cultivar Conquista.

A interação entre *Fusarium solani* f. sp. *glycines* e *M. incognita* levou a alteração da reação de resistência a PVR nas cultivares Conquista e Msoy 7501.

A alteração da resistência a PVR pelas diferentes espécies de *Meloidogyne*, não é um fenômeno universal e outras variáveis devem ser consideradas para investigação em cada espécie e para cada cultivar.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAND, S. C. Registration of "Hartwig" soybean. **Crop Science**, vol. 32, p.1069-1070. 1992.

ANTONIO, H.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Estimativas das perdas causadas por *Meloidogyne javanica* em lavoura de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 13., 1989, Maceió. **Resumos...** Sociedade Brasileira de Nematologia; Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, [1989] p.6.

ATKINSON, G. F. **Some diseases of cotton**. Alabama Agric. Exp. 41-65. 1982

BALARDIN, R.S.; RUBIN, S.A.L. **Reação de germoplasma de soja à *Fusarium solani* f. sp. *glycines***. In: Congresso Brasileiro de Soja, Londrina, 1999. Anais. Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 461.

BONETI, J. I. S. e FERRAZ S. Modificação do método de Hussey e Barker para a extração de ovos de *M. exigua*, em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, 6(3):553. 1981.

CHANG, S. J. C.; DOUBLER, T. W.; KILO, V.; SUTTNER, R.; KLEIN, J.; SCHIMIDT, M. E.; GIBSON, P. T.; LIGHTFOOT, D. A. Two additional loci underlying durable field resistance to soybean sudden death syndrome (SDS). **Crop Science**, v.36, p. 1684-1688, 1996.

EL-SHAWADFY, M. M. e NIGEL, M. H. Influence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines* on the invasion and development of *Meloidogyne incognita* on soybean. **Revue Nématologica** 11. 1988. p. 437-439.

ENDO, B. Y. Nematode-induce syncytia (giant cells). Host-parasite relationships of Heteroderidae. In: ZUCKERMAN, B.; MAY, W. F.; ROHDE, R. A. **Plant parasitic nematodes: cytogenetics, host-parasite interactions, and physiology**. v. 2. New York: Academic Press, p. 91-117. 1971.

FAZAL, M.; KHAN, M. I.; RAZA, M. M. A. e SIDDIQUI, Z. A. Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentil* on lentil. **Nematologie mediterranea**. 22: p.185-187. 1994.

GASPERI, A. C. Variabilidade de isolados, reação de cultivares e danos causados por *Fusarium solani* f. sp. *glycines* em soja. Passo Fundo, 2000. 91p. **Dissertação (Mestrado)** – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo.

HARRIS, D. K.; BOERMA, H. R.; HUSSEY, R. S.; FINNETY, S. L. Additional sources of soybean germplasm resistant to two species of root-knot nematode. **Crop Science**, vol. 43. p.1848-1851. 2003

HARTMAN, G. L.; HUANG, Y. H.; NELSON, R. L.; NOEL, G. R. Germoplasm evaluation of *Glycines max* for resistance to *Fusarium solani* the causal organism of sudden death syndrome. **Plant Disease**, v. 81, p. 515-518, 1997.

HARTWIG, E. E. e EPPS, J. M. Registration of “Forrest” soybean. **Crop Science**, vol.12, 287. 1973.

HIRREL, M. C. Sudden Death Syndrome of Soybean: A disease of unknown etiology. **Phytopathology** 73: 501-502. 1983

HUANG, Y. H. e HARTMAN, G. L. Reaction of selected soybean genotypes to isolates of *Fusarium solani* f. sp. *glycines* and their cultures filtrates. **Plant Disease**. 82: p.999-1002. 1998.

KLINGELFUSS, L. H. Síndrome da morte súbita da soja (*Fusarium solani* . sp. *glycines*). Metodologia de inoculação e estudo de herança. Londrina, 2003. 69p. **Tese de Doutorado** – Universidade Estadual de Londrina, 2003.

LEHMAN, P.S.; GOMES, J.E.; GONÇALVES, J.C. Avaliação de perdas causadas por *Meloidogyne incognita* em soja. In: CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 9., 1976, Campinas, **Resumos...** Campinas: [s.n.], p.19. 1976.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das Plantas Cultivadas**. 6 ed. São Paulo: Nobel, 314p. 1981.

LUZZI, B. M., BOERMA, H. R.; HUSSEY, R. S. Inheritance of resistance to the southern root-knot nematode in soybean. **Crop Science**, v.34, p.1240-1243. 1994.

LUZZI, B. M., BOERMA, H. R.; HUSSEY, R. S. Inheritance of resistance to the peanut root-knot nematode in soybean. **Crop Science**, v.35, p.50-53. 1995.

MARLEY, P. S. e HILLOCKS, R. J. Effect of root-knot nematodes on cajanol accumulation in the vascular tissues of pigeonpea after inoculation with *Fusarium undum*. **Plant Pathology**. v.43. p.172-176. 1994.

MELANDEZ, P. L. e POWELL, N. T. Histological aspects of *Fusarium* wilt-root-knot complex in flu-cured tobacco. **Phytopathology**, 57: 286-292. 1967.

NJITI, V. N.; SHENAUT, M. A.; GRAY, L. E.; GIBSON, P. T. e LIGHTFOOT, D. A. Rate-reducing resistance to *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* underlies field resistance to soybean sudden death syndrome. **Crop Science**, 37: 132-138. 1997.

PIMENTEL, J. P. e FERRAZ, L. C. C. B. Efeito de níveis de inoculo de *Meloidogyne javanica*, associado ou não a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, sobre o crescimento de feijoeiro. **Nematologia Brasileira**. vol.28 (2), p.173-179. 2004.

PORTER, D. M. e POWELL, N. T. Influence of certain *Meloidogyne* species on *Fusarium* wilt development in flue-cured tobacco. **Phytopathology**. 57: p.282-285. 1967.

POWELL, N. T. Interactions between nematodes and fungi in diseases complexes. **Annual Review Phitopathological**. 9. 263-274. 1971.

PORTUGAL, A. D. **Pesquisas em andamento**. 18: p. 38-40. junho de 1998.

PRABHU, R. R.; NJITI, V. N.; BELL-JOHNSON, B.; JOHNSON, J. E.; SCHMIDT, M. E., KLEIN, U. H.; LIGHTFOOT, D. A. Selecting soybean cultivars for dual resistance

to soybean cyst nematode and sudden death syndrome using two DNA markers. **Crop Science**, vol.39, p.982-987. 1999.

RAHMAN, M. L.; HAWARE, M. P.; SHARMA, S. B e MIAN, I. H. Interaction of *Meloidogyne javanica* and three root infecting fungi on *Cicer arietum*. **International Journal of Nematology**. 10(2): p.229-233. 2000.

RIBEIRO, N. R. Variabilidade intraespecífica de *Meloidogyne javanica* (Nematoda: Meloidogynidae) em soja no Brasil (**Dissertação de mestrado**) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 114 f. 2005,

RIBEIRO, C.A.G. e FERRAZ, S. Estudo da interação entre *Meloidogyne javanica* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. **Fitopatologia Brasileira**. v.8 (3), p. 439-446. 1983.

ROY, K. W.; RUPE, J. C. HERSCHMAN, D. E.; ABNEY, T. S. Sudden Death Syndrome of soybean. **Plant Disease**, v.81, p.1100-1111, 1997.

ROESSING, A. C. e GUEDES, L. C. A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: Simpósio sobre a cultura da soja nos cerrados, 1992: Uberaba. **Anais...Piracicaba: POTAFOS**. 1993. pp.1-5.

RUANO, O. Resistência de algodoeiro a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e a associação destes organismos. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa – Viçosa. p.28-31. 1983.

SILVA, J. F. V.; FERRAZ, L. C. C. B.; ARIAS, E. C. A. Herança da resistência a *Meloidogyne javanica* em soja. **Nematropica**, 2001.

SIMÃO, G. Comportamento de cultivares e linhagens de feijoeiro em relação ao *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Londrina, 2005. 44p. **Dissertação de Mestrado** – Universidade Estadual de Londrina, 2005.

TAYLOR, C. E. Nematode interactions with other pathogens. **Annals of Applied Biology**. v. 116. p. 649-653. 1990.

UMA MAHESWARI, T. SHARMA, S. B., REDDY, D. D. R., HAWARE, M. P. Interaction of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* and *Meloidogyne javanica* on *Cicer arietinum*. **Journal of Nematology**, v. 29, p.117-126. 1997

WALLACE, H. R. Interactions between nematodes and other factors on plants. **Journal of Nematology**, v.15, p. 221-227, 1983.

YORINORI, J. T. Soybean diseases and yield loss assessment in Brazil. In: **International Congress of Plant Pathology**. Japão. p. 288. 1988.

YORINORI, J. T. Determinação de perdas em soja causadas por doenças fúngicas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 1996**. Londrina, p.104-105. 1997.

YORINORI, J. T. Sucessos e novos desafios no controle de doenças fúngicas da soja através da resistência genética no Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...**Londrina: Embrapa Soja, p. 449. 1999.

YORINORI, J. T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fundação MT, p. 165-169. 2000.