Doc
28

Documentos

ISSN 1516-781X
Agosto, 2003

213

RESULTADOS DE PESQUISA DA EMBRAPA SOJA - 2002

Doenças e Nematóides

Embrapa

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente
Roberto Rodrigues
Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração
José Amauri Dimarzio
Presidente
Clayton Campanhola
Vice-Presidente
Alexandre Kalil Pires
Sérgio Fausto
Dietrich Gerhard Quast
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria Executiva da Embrapa
Clayton Campanhola
Diretor-Presidente
Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa
Herbert Cavalcante de Lima
Gustavo Kauark Chianca
Diretores Executivos

Embrapa Soja
Caio Vidor
Chefe Geral
José Renato Bouças Farias
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Alexandre José Cattelan
Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios
Norman Neumaier
Chefe Adjunto de Administração

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:
Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja
Caixa Postal 231 - 86001-970 - Londrina, PR
Telefone (43) 3371-6000 Fax (43) 3371-6100

As informações contidas neste documento somente poderão ser reproduzidas com a autorização expressa do Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1516-781X
Agosto, 2003

Documentos213

Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja - 2002

Doenças e Nematóides

Organizado por:

Clara Beatriz Hoffmann-Campo
Odilon Ferreira Saraiva

Londrina, PR
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rodovia Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral
Caixa Postal 231
86001-970 - Londrina, PR
Fone: (43) 3371-6000
Fax: (43) 3371-6100
http://www.cnpso.embrapa.br
E-mail: sac@cnpso.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente:	*José Renato Bouças Farias*
Secretária executiva:	*Clara Beatriz Hoffmann-Campo*
Membros:	*Álvaro Manuel Rodrigues Almeida* *Geraldo Estevam de Souza Carneiro* *Ivan Carlos Corso* *José de Barros França Neto* *Léo Pires Ferreira* *Manoel Carlos Bassoi* *Norman Neumaier* *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*
Supervisor editorial:	*Odilon Ferreira Saraiva*
Normalização bibliográfica:	*Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica:	*Neide Makiko Furukawa*

1ª Edição
1ª impressão 08/2003: tiragem: 200 exemplares

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2002: doenças e nematóides / organizado por Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva. - Londrina: Embrapa Soja, 2003.
57p. ; 21cm. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.213)

1. Soja-Doença-Brasil. 2.Soja-Nematóide. 3.Doença de planta. I.Hoffmann-Campo, Clara Beatriz (Org.) II.Saraiva, Odilon Ferreira (Org.). III.Título. IV.Série.
CDD 633.34930981

© Embrapa 2003

Apresentação

"Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja" é uma publicação anual, onde os pesquisadores relatam os principais resultados e avanços obtidos, no último ano, em seus projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia em soja, girassol e trigo. Tem como principal objetivo registrar nossa memória técnica e informar pesquisadores, professores, assistência técnica e demais interessados sobre o andamento das pesquisas durante a última safra. Muitos desses resultados são oriundos de trabalhos em andamento e, portanto, ainda não conclusivos. Sendo assim, a utilização das informações contidas nesta publicação deve ser feita com cuidado. As tecnologias prontas para utilização à campo são discutidas em reuniões específicas e repassadas para a assistência técnica e para os produtores rurais, como Sistema de Produção ou outras publicações das séries Documentos ou Circular Técnica, as de caráter emergencial são divulgadas na forma de Comunicado Técnico e os resultados de interesse para a comunidade científica são publicados em revistas periódicas especializadas, de alcances nacional e internacional.

Para facilitar o manuseio, a publicação foi dividida em nove volumes, contemplando os resultados dos projetos de uma área específica de conhecimento ou de áreas correlatas. O presente volume apresenta os resultados obtidos em 2002, nas áreas de Doenças e Nematóides.

José Renato Bouças Farias

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

Sumário

1 CONTROLE DE NEMATÓIDES FITOPARASITAS ASSOCIADOS À CULTURA DA SOJA 7

1.1 Biologia e controle do nematóide de cisto da soja (06.04.02.333-1) 8

1.2 Controle dos nematóides parasitas da soja através do manejo da cultura e do solo (06.04.02.333-2) 14

1.3 Identificação e controle de nematóides formadores de galhas em soja (06.04.02.333-03) 33

2 MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE SOJA 47

2.1 Caracterização, epidemiologia e controle de viroses da soja (04.1999.335-01) 48

2.2 Patologia e tratamento de sementes de soja (04.1999.335-06) 52

1 CONTROLE DE NEMATÓIDES FITOPARASITAS ASSOCIADOS À CULTURA DA SOJA

Projeto: 06.04.02.333 **Líder:** João Flávio Veloso Silva

N° de subprojetos que compõem o projeto: 04

Unidades/Instituições participantes: Embrapa Soja e Embrapa Agropecuária Oeste

Os nematóides fitoparasitas causam perdas significativas na produção de soja em todo o mundo. As espécies de nematóides que parasitam a soja e que estão associadas mais freqüentemente a danos na cultura no Brasil são *Meloidogyne javanica, M. incognita, M. arenaria, Heterodera glycines, Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis.* Este Projeto tem como objetivo buscar soluções para a produção econômica de soja nas áreas infestadas pelas espécies *Heterodera glycines*, *Meloidogyne javanica, M. incognita* e *Rotylenchus reniformis* e é composto por quatro subprojetos.

O primeiro deles busca estudar aspectos básicos da biologia de *Heterodera glycines*, o nematóide de cisto da soja (NCS). Esse nematóide representa um dos principais problemas da soja nos diversos países onde ela é cultivada. Em 1992, a sua presença foi registrada no Brasil, e, a partir daí, a expansão da área infestada vem ocorrendo de maneira muito rápida, comprometendo municípios localizados no Mato Grosso, no Mato Grosso do Sul, em Goiás, em Minas Gerais, em São Paulo, no Paraná e no Rio Grande do Sul. Em 2002 foram infestadas lavouras de soja na Bahia e no Tocantins. As áreas cultivadas com soja no Brasil estão sendo infestadas principalmente através da intensa movimentação de máquinas, implementos agrícolas e veículos, que carregam solo contaminado aderido. A fecundação cruzada nesta espécie de nematóide é a razão da sua elevada variabilidade genética, determinando a existência de raças.

Em outro subprojeto, são priorizados estudos relacionados à dinâmica populacional do nematóide de cisto e do gênero *Meloidogyne*, em rotação e sucessão de culturas. Apesar do alto potencial de dano do NCS à soja, resultados experimentais obtidos pela Embrapa Soja em

diversos pontos do País, mostram que é possível a convivência com essa praga, pelo manejo da cultura e do solo, mantendo a produção da soja em nível econômico.

Em outro subprojeto, busca-se estudar métodos de controle de espécies de nematóides formadores de galhas *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. *M. javanica* é a espécie de ocorrência mais generalizada nas áreas de cultivo de soja, especialmente no cerrado do Brasil-Central. Este subprojeto busca apoiar o desenvolvimento de cultivares de soja com resistência aos nematóides de galhas. Quando a população dos nematóides de galhas é elevada, mesmo as cultivares com resistência não suportam o parasitismo, tendo sua produtividade reduzida. Assim, outros métodos de controle serão estudados, como o uso de outras espécies de plantas resistentes, em rotação com a soja, como milho, algodão, sorgo, arroz, etc, para composição de sistemas supressivos.

O nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) pertence, junto com os nematóides das galhas e do cisto, ao grupo dos principais causadores de danos à cultura da soja. Considerando que o nematóide reniforme é também um dos principais (senão o principal) nematóide da cultura do algodoeiro, o recente avanço dessa cultura para uso em rotação em áreas tradicionalmente cultivadas com soja na região central do Brasil, torna imprescindível o conhecimento da reação de cultivares de soja frente a esse nematóide. Assim, nesse Subprojeto busca-se agregar conhecimentos tecnológicos aos sistemas de produção integrados de grãos/fibras e contribuir para o melhor manejo de áreas infestadas.

1.1 Biologia e controle do nematóide de cisto da soja (06.04.02.333-1)

João Flávio V. Silva; Antônio Garcia

O nematóide de cisto da soja foi detectado no Brasil, em 1992, e em 2002 já se encontra disseminado por nove estados, infestando aproximadamente 3.000.000 ha. A Embrapa Soja, juntamente com os parceiros da pesquisa estadual e da iniciativa privada, desenvolve um dinâmico programa de melhoramento genético de soja, sendo que várias cultivares com resistência foram lançadas em 2002. Entretanto, como o nematóide possui elevada variabilidade genética, o que possibilita a quebra da resistência dessas cultivares melhoradas, o processo precisa ser contínuo.

Os Objetivos desse Subprojeto são:

- monitorar a distribuição geográfica do nematóide de cisto no Brasil;
- monitorar a evolução das raças de nematóide de cisto nas regiões onde ele está presente;
- em conjunto com os diversos programas de melhoramento genético de soja da Embrapa, avaliar a reação de fontes de resistência e linhagens de soja frente às raças do NCS de maior ocorrência no Brasil, colaborando no desenvolvimento de novas cultivares resistentes;
- participar das atividades de difusão de tecnologia a fim de conscientizar a sociedade brasileira sobre a importância do problema causado pelo nematóide de cisto, e promover a adoção de medidas de controle;
- estabelecer um sistema integrado de pesquisa e de intercâmbio de informações entre as diversas instituições que pesquisam o NCS no Brasil;
- assessorar os órgãos normativos na definição de medidas de contenção e controle do NCS;

Este subprojeto foi iniciado em 2002 e as atividades desenvolvidas neste ano foram as seguintes:

1.1.1 Levantamento da ocorrência do NCS no Brasil

O objetivo desta atividade foi gerar informações sobre a distribuição geográfica do NCS no Brasil, tendo como meta a geração de mapas da distribuição a cada ano. Durante o ano de 2002, foram realizadas avaliação de amostras encaminhadas pelos produtores de diferentes partes do Brasil e também coletadas pela Embrapa Soja. Para realização das análises, as amostras de solo (100 cc) foram secas, destorroadas

e suspensas em 2 litros de água. A suspensão foi vertida em conjunto de peneiras, de modo a reter os cistos para a sua quantificação em microscópio óptico. As amostragens foram feitas preferencialmente em propriedades de regiões onde o nematóide ainda não havia sido detectado.

O NCS foi detectado pela primeira vez na Bahia, município de Formoso do Rio Preto, e Tocantins, no município de Dianápolis. Os produtores das regiões infestadas foram informados, através de palestras, dos riscos da disseminação da praga a partir dos focos iniciais e das formas de controle.

Em Minas Gerais, nos municípios de Frutal e Veríssimo, foram detectados pela Epamig novos focos do NCS. A Tabela 1.1 apresenta a distribuição de *H. glycines* no Brasil até 2002.

A disseminação do NCS vem ocorrendo de maneira rápida, mesmo a despeito de diversas palestras realizadas sobre a gravidade do problema. Os principais agentes de disseminação do nematóide são máquinas e veículos usados pelos próprios produtores de soja e profissionais da assistência técnica. Estima-se que o NCS já infesta uma área de 3,0 milhões de hectares. As maiores áreas encontram-se em Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais.

1.1.2 Identificação de raças do NCS no Brasil

O objetivo desta atividade é o acompanhamento da evolução das raças do NCS nas diferentes regiões do Brasil, para direcionamento do uso de fontes de resistência nos programas de melhoramento da Embrapa, tendo como meta a geração de mapas de distribuição a cada ano. O NCS possui grande diversidade genética, o que dificulta o desenvolvimento de cultivares resistentes. Esta diversidade é expressa na forma de 16 raças clássicas possíveis para esta espécie. Anualmente, foram realizados vários testes com populações brasileiras do NCS, visando a sua classificação ao nível de raça.

Em 2002, nove populações do NCS foram estudadas, originárias de diferentes regiões do Brasil:

TABELA 1.1.Evolução da área infestada por *Heterodera glycines* no Brasil até 2002.

Ano	Municípios infestados										
	GO	MG	MS	MT	RS	SP	PR	BA	TO	Total
1992	• Chapadão do Céu	• Iraí de Minas • Monte Carmelo • Nova Ponte	• Chapadão do Sul	• Campo Verde						06
1993		• Romaria	• Costa Rica	• C.N. dos Parecis • Diamantino • Jaciara • Primav. Leste						06
1994	• Jataí • Mineiros • Serranópolis	• Indianápolis • Patos de Minas • Pedrinópolis • Sta. Juliana	• Cassilândia	• Ch. dos Guimarães • Deciolândia • Dom Aquino • N.S. Joaquim • S.J. Rio Claro		• Palmital • Tarumã				15
1995		• Uberlândia • Uberaba • Perdizes • Patrocínio • Sacramento	• Água Clara • S.G. D'Oeste • Camapuã	• Sapezal • Poxoréo • Arenópolis • Itiquira • Tangará da Serra	• Cruzeiro do Sul	• Florínea • Cruzália • Assis				17
1996		• Estrela do Sul • Conquista • Tupaciguara • Água Comprida • Araguari • Cascalho Rico • João Pinheiro • Buritis • Paracatu • Pres. Olegário Coromandel		• Alto Taquari		• Cândido Mota • Pedrinhas Paulista • Maracaí	• Sertaneja • Sertanópolis • Leópolis			18

Continua...

Ano	Municípios infestados										
	GO	MG	MS	MT	RS	SP	PR	BA	TO	Total
...Continuação Tabela 1.1										
1997	• Perolândia • Portelândia		• Alcinópolis	• Sorriso • Campos de Júlio		• Campo Novos Paulista • Pitangueiras				07
1998	• Rio Verde • Vianópolis			• General Carneiro • Nova Ubiratã • Tapurá • Nova Mariländia						06
1999	• Campo Alegre • Catalão	• Conceição das Alagoas		• Guiratinga	• São Miguel das Missões		• Cornélio Procópio			06
2000	• Ipameri		• Sonora	• Tesouro	• Coimbra					04
2001					• Capão do Cipó • Catuípe • Entre-Ijuis • Espumoso • Eugênio de Castro • Jóia • Pejuçara • São Paulo das Missões • Santo Ângelo • Tupanciretã • Vitória das Missões		• Assis Chateaubrian • M. Cândido Rondon • Tupãssi • Nova Aurora			15
2002	• Frutal • Veríssimo							• Dianópolis	• Formosa do Rio Preto	04

Município	Estado	Raça presente
Primavera do Leste	Mato Grosso	raça 3
Sorriso	Mato Grosso	raça 3
Nova Ubiratã	Mato Grosso	raça 3
Ipameri	Goiás	raça 3
Chapadão do Céu	Goiás	raça 14
Campo Alegre de Goiás	Goiás	raça 14
Assis	São Paulo	raça 3
Dianópolis	Tocantins	raça 1

O panorama da distribuição de raças do NCS no Brasil, diagnosticado até o momento, é o seguinte:

No Mato Grosso estão presentes as raças 1,3,4,5,6, 14, 4^+, 14^+. No Mato Grosso do Sul foram detectadas as raças 3, 4,5,6,10 e 14. Em Goiás, as raças 3, 4, 5, 6, 9 e 14. No Paraná, em São Paulo e em Minas Gerais, apenas a raça 3 foi identificada. No Rio Grande do Sul foram identificadas as raças 3 e 6, e, no Tocantinsk, a raça 1.

1.1.3 Avaliação da reação de genótipos de soja frente a diferentes raças do nematóide de cisto da soja

O objetivo dessa atividade é avaliar a reação de fontes de resistência e linhagens de soja frente às raças do NCS de maior ocorrência no Brasil, colaborando no desenvolvimento de novas cultivares resistentes, em apoio aos Programas de melhoramento genético de soja da Embrapa. Frente às raças 3, 14, 4 e 1, foram avaliadas, respectivamente, 90, 18, 11 e 35 linhagens avançadas dos Programas de melhoramento que a Embrapa Soja conduz em parceria com a Fundação Meridional, o CTPA, a Fundação Triângulo, a Embrapa Cerrados e a Embrapa Trigo. Diversos genótipos introduzidos a partir do germoplasma norte-americano também foram avaliados.

Cerca de 300 outros genótipos foram avaliados frente a raça 3, a partir de demanda da Embrapa Soja (dados não apresentados).

1.2 Controle dos nematóides parasitas da soja através do manejo da cultura e do solo (06.04.02.333-2)

Antonio Garcia; João Flávio V. Silva; Eduardo A. da Silva[1]; Roberto K. Zito[2]; José E. Pereira; Aureo F. Lantmann

Com a adoção da rotação do milho com a soja e da utilização de cultivares resistentes, o nematóide do cisto da soja (NCS) (*Heterodera glycines*) teve os seus danos reduzidos nas áreas infestadas da Região Centro-Oeste. Para os estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, em que não há suficiente volume de sementes de cultivares resistentes disponíveis e se pratica menos a rotação milho-soja, a preocupação ainda é grande com esse nematóide e a avaliação de sua importância como parasita e de métodos de controle se torna imprescindível. Quanto aos nematóides formadores de galhas, *Meloidogyne javanica e M. incognita*, a preocupação é, ainda maior, em função de maior área infestada e reduzidas opções econômicas de controle cultural.

As atividades foram conduzidas, na sua quase totalidade, em áreas infestadas de campos de produção de grãos, nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, com o objetivo geral de buscar subsídios para o manejo do NCS, de forma a garantir a continuidade da produção em níveis econômicos para o produtor. Os procedimentos metodológicos comuns nos experimentos com NCS foram: amostragem de solo à profundidade de 0 a 20cm, com trado de ½ a ¾ polegada de diâmetro; extração e quantificação dos cistos em alíquotas de 100cm^3 de solo, previamente seco, destorroado e homogeneizado. O solo foi suspenso em água, em becker de 2 L, com posterior filtragem em peneiras de 24 e 60 mesh e recolhimento dos cistos em peneira de 60 mesh. Os cistos foram quantificados em microscópio esterioscópico; para a determinação do nº de ovos, os cistos foram rompidos com bastão de vidro sobre uma peneira de 100 mesh, acoplada sobre outra de 500 mesh. Os ovos recolhidos da peneira de 500 mesh foram

[1] *SEAB-PR*
[2] *Epamig*

coletados em becker e quantificados, utilizando câmara de Peters, em microscópio óptico; em todos os experimentos foi procedida a análise química de rotina do solo, por parcela. A avaliação dos efeitos dos tratamentos estudados foi feita, na maioria dos experimentos, com base na população de cistos aparentemente viáveis e/ou número de ovos por 100 cm^3 de solo, determinados em amostras de solo compostas de 10 a 14 subamostras, coletadas na semeadura e na colheita das culturas, além do rendimento da soja.

1.2.1 Efeito da calagem e da adubação com micronutrientes sobre o controle do NCS, na rotação milho-soja (Exp 4)

Este experimento é conduzido em Nova Ponte, MG, desde 1998/99. Os tratamentos foram os seguintes: dois níveis de pH do solo (o recomendado, em torno de 5,0, e calagem para elevar o pH a 6,5 - 7,0), dois níveis de adubação corretiva com micro (com e sem) e as rotações de cultura soja-soja-soja, milho-soja-milho, soja-milho-soja, milho-milho-soja e soja resistente (R) todo ano. A cultivar suscetível foi a MGBR 48 (Garimpo RCH) e a resistente foi a BRSMG Liderança. O delineamento foi de blocos casualizados, com parcelas divididas e quatro repetições. Os dois níveis de calagem constituíram as parcelas e os dois níveis de adubação com micro e as rotações, em fatorial 2 x 4, constituíram as subparcelas.

Os resultados de 2001/02 (Tabela 1.2) mostraram que o pH do solo das parcelas com calagem continuou mais alto no quarto ano agrícola após a calagem, variando de 6,1 a 6,2, enquanto nas parcelas sem aplicação do calcário o pH era de 5,2. Quanto à população do NCS, observou-se a mesma tendência dos anos anteriores, de menor degradação do NCS, quando houve ausência de soja, nos tratamentos com calagem elevada. Mesmo nas parcelas em que se cultivou soja, a população final de ovos foi maior nas parcelas com pH mais alto. Nestas condições, um ano de cultivo de milho reduziu a população desse nematóide, mas estas continuaram superiores nas parcelas com pH mais alto, tanto a população inicial (semeadura) como a final (colheita). Um fator que pode estar associado ao efeito do pH sobre a degradação

TABELA 1.2. Efeito da calagem (pH e V% = sat. por bases do solo) sobre a população do NCS e o rendimento da soja e do milho, em Nova Ponte, MG. Embrapa Soja/Epamig. 1998-2002.

Calagem	pH (CaCl) (semeadura)	V%* (semeadura)	Ovos* (semeadura)	Ovos* (colheita)	Rend.* (kg/ha)
			1998/1999		
			Soja S (suscetível) em toda área		
Sem	5,2 b	48 b	2709 a	17644 a	1138 a
Com	5,9 a	67 a	2560 a	19873 a	588 b
			1999/2000		
			SojaS-sojaS-sojaS**		
Sem	5,4 bA	50 bA	454 bA	3432 aA	1334 aB
Com	6,2 aA	66 aA	3865 aA	2686 aA	435 bB
			Milho-sojaS-milho		
Sem	5,3 bA	50 bA	1103 bA	175 bB	6099 a
Com	6,1 aA	64 aA	3228 aA	1986 aA	6079 a
			SojaS-**milho**-**sojaS**-milho		
Sem	5,5 bA	51 bA	1037 bA	1939 bA	1266 aB
Com	6,2 aA	68 aA	3980 aA	4701 aA	468 bB
			Milho-milho-sojaS		
Sem	5,4 bA	50 bA	461 bB	324 bB	6416 a
Com	6,3 aA	66 aA	4830 aA	3121 aA	5283 b
			SojaR-sojaR-sojaR**		
Sem	5,3 bA	49 bA	982 bA	332 bB	2387 aA
Com	6,3 aA	67 aA	3900 aA	2185 aA	1823 bA
			2000/2001		
			SojaS-**sojaS**-sojaS**		
Sem	5,3 b	56 b	320 a	1001 a	1836 a
Com	6,3 a	68 a	768 a	2227 a	1228 b
			Milho-**sojaS**-milho		
Sem	5,3 b	54 b	130 b	3580 a	1965 a
Com	6,3 a	68 a	657 a	3006 a	1205 b
			SojaS-**milho**-sojaS		
Sem	5,5 b	57 b	210 a	50 a	6386 a
Com	6,3 a	69 a	877 a	188 a	6211 a

Continua...

Calagem	pH (CaCl) (semeadura)	V%* (semeadura)	Ovos* (semeadura)	Ovos* (colheita)	Rend.* (kg/ha)
...Continuação Tabela 1.2					
			Milho-**milho**-sojaS		
Sem	5,5 b	55 b	152 b	32 a	6007 a
Com	6,3 a	70 a	2063 a	328 a	5883 a
			SojaR-**sojaR**-sojaR**		
Sem	5,3 b	53 b	80 a	30 a	3102 a
Com	6,2 a	66 a	232 a	154 a	3197 a
			2001/2002***		
			SojaS-sojaS-**sojaS****		
Sem	5,2	61	676	6235	1627
Com	6,1	71	2048	9609	853
			Milho-sojaS-**milho**		
Sem	5,2	61	1019	315	4562
Com	6,1	71	1935	905	4102
			SojaS-milho-**sojaS**		
Sem	5,2	60	18	8596	1930
Com	6,1	71	448	10448	1465
			Milho-milho-**sojaS**		
Sem	5,2	60	34	4305	2004
Com	6,2	73	271	11509	1515
			SojaR-sojaR-**sojaR****		
Sem	5,2	62	28	28	2733
Com	6,2	72	186	160	2544

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, dentro de cada rotação, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0,05).

** O nome em negrito refere-se à cultura cujos dados são apresentados imediatamente abaixo; as letras S e R a frente da palavra soja identifica suscetibilidade e resistência ao NCS.

*** Os dados de 2001/2003 não foram submetidos à análise de variância.

do NCS é a alteração na atividade microbiana do solo causada pela calagem. Determinação de carbono microbiano (diferença entre o C solúvel extraído de solo fumigado e de solo não fumigado) mostrou haver menor população de microorganismo em solo com pH mais alto (Figs. 1.1, 1.2 e 1.3). Como diversas espécies de fungos estão entre os mais importantes antagonistas do NCS, a elevação do pH concorre

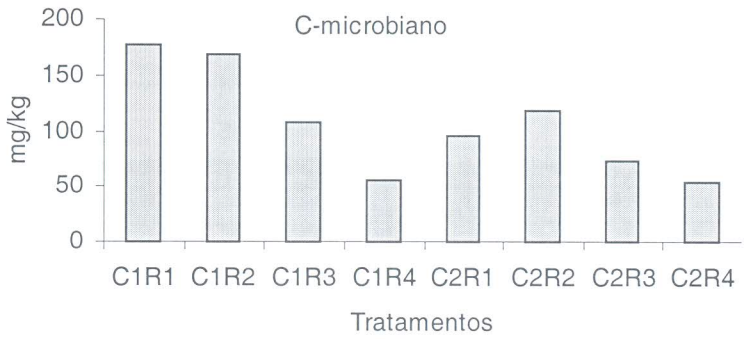

FIG. 1.1. Carbono microbiano do solo coletado (em Nova Ponte, MG, nov/01) em oito tratamentos envolvendo dois níveis de calagem (C1 = sem; C2 = com) e quatro rotações (R1 = monocult. Soja; R2 = MI-SJ-ML; R3 = SJ-ML-SJ; R4 = ML-ML-SJ). O solo foi coletado por ocasião da semeadura da terceira cultura na sequência de cada rotação. Embrapa Soja. 2003.

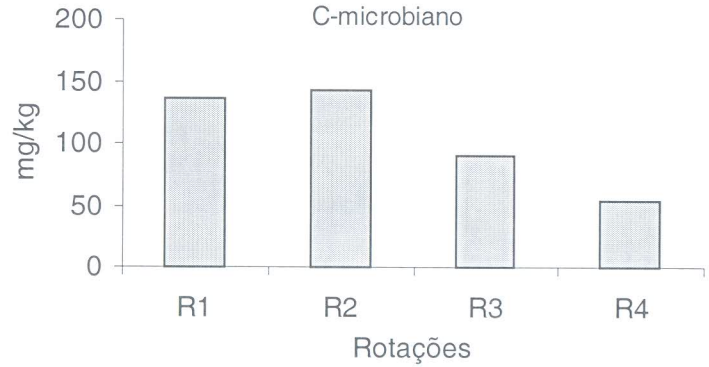

FIG. 1.2. Carbono microbiano do solo, por efeito de três rotações de cultura (C1 = sem; C2 = com) e quatro rotações (R1 = monocult. Soja; R2 = MI-SJ-ML; R3 = SJ-ML-SJ; R4 = ML-ML-SJ) coletado na semeadura da terceira cultura, em Nova Ponte, MG, em nov/01. Embrapa Sopa. 2003.

para sua redução e, por decorrência, para a redução da degradação desse parasita da soja pelos fungos, mantendo maior sua população no solo. O efeito da cultivar resistente, no tocante ao controle do NCS, foi semelhante ao de dois anos seguidos de milho, reduzindo drasticamente a população. O rendimento da soja foi inferior nas parcelas com

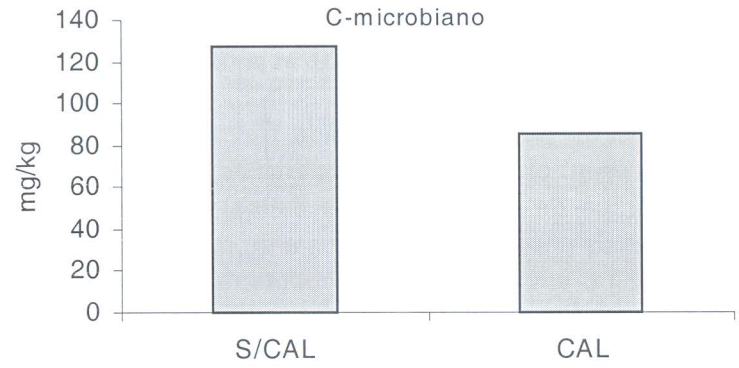

FIG. 1.3. Carbono microbiano do solo, em dois níveis de calagem (C1 = sem; C2 = com), em Nova Ponte, MG, em 2002. Embrapa Soja. 2003.

calagem, tendo sido mais produtiva a cultivar resistente, nos dois níveis de calagem. Os resultados parecem mostrar que a cultivar resistente BRSMG Liderança é menos sensível ao pH alto que cultivar MG/BR 48 (Garimpo RCH), pois a diferença de rendimento daquela cultivar, entre os dois níveis de calagem é menor. Isto pode ser visto, comparando o rendimento nos tratamentos em que a soja suscetível foi antecedida por milho, portanto com menos interferência do nematóide.

Estes resultados alertam para a importância maior de seguir as recomendações sobre calagem em áreas infestadas pelo NCS, pois, como ocorre em muitas áreas de Minas Gerais e de outras regiões do cerrado, tem-se utilizado calcário de forma irregular, elevando o pH e a saturação por bases além do indicado.

1.2.2 Avaliação do efeito da rotação da soja com milho sobre a população do NCS, em São Miguel das Missões e em Pejuçara, no Rio Grande do Sul

Em S. Miguel das Missões, foi conduzido apenas o primeiro ano (2000/2001) e cancelado, devido à distância, à seca freqüente e à dificuldade dos colaboradores locais (COTRISA) em contribuir na condução dos trabalhos. Em Pejuçara foi iniciado na safra 2001/2002, com a colabo-

ração dos técnicos da COTRIPAL. Os tratamentos avaliados foram as seguintes rotações de verão, envolvendo soja (SJ) e milho (ML): 1) SJ-SJ-SJ-SJ; 2) ML-SJ-ML-SJ; 3) SJ-ML-SJ-ML; 4) ML-ML-SJ-SJ-S; 5) SJ-ML-ML-SJ; e 6) ML-ML-ML-SJ. Cada tratamento constituiu duas faixas de 6m x 24m, divididas em três parcelas de 6m x 8m, resultando em seis pontos de amostragem de dados para cada tratamento. Foram avaliadas as populações de cistos e de ovos no solo, na semeadura e na colheita, em amostras compostas de 10 subamostras, e o rendimento das culturas. Em Pejuçara, na safra 2001/02, a população inicial média de cistos viáveis variou de 13,8 a 24,8 entre os tratamentos e a população de ovos de 390 a 1270. Ambas as variáveis foram consideradas estatísticamente iguais pelo teste de Tukey a 5%. Nestas condições, a produtividade da soja foi de 2845 a 2950 kg/ha, considerada muito boa para o ano. Por ocasião da colheita, verificou-se, nas parcelas com soja, uma população média de cistos praticamente igual à inicial, e uma redução média de 92% nas parcelas com milho, demonstrado assim, ótima capacidade de degradação do NCS, naquelas condições, com apenas um ano de ausência de plantas hospedeiras (Tabela 1.3).

1.2.3 Avaliação das perdas por NCS, através do cultivo de genótipos de soja resistentes e suscetíveis

O objetivo foi quantificar o ganho no rendimento da soja com a utilização de cultivares de soja resistentes ao NCS e avaliar a importância dos níveis populacionais encontrados nessas regiões. Para tanto, foram conduzidos experimentos em áreas infestadas, nos municípios de Sertaneja, PR, Florínea, SP, Tarumã, SP, Pejuçara, RS e Espumoso, RS, na safra 2001/02, comparando a produção de grãos de cultivares de soja suscetíveis (CD 201, CD 202, Embrapa 48, BRS 133 e BRS 156, nos experimentos do Paraná e de São Paulo, e IAS 5, CD 201, BRS 137, BRS 153 e BRS 154, nos experimentos do Rio Grande do Sul) e de linhagens resistentes, identificadas como R1, R2, R3, R4, e R5, esta lançada em 2002 como BRS 231. Avaliaram-se a produtividade dos genótipos e a população inicial (na semeadura) e final (na colheita) de ovos do NCS por 100 cm^3 de solo. Os resultados são apresentados nas Tabelas de 1.4 a 1.11. A população inicial de ovos era estatisticamente igual (Tukey 5%), entre os tratamentos, em todos os locais, embora variando de 158 a 2198, no Rio Grande do Sul, e de 165 a 1845, no Paraná e São Paulo. De modo geral, a produtividade das linhagens resistentes foi superior à das cultivares suscetíveis, nos quatro locais. Os contrastes entre a média dos rendimentos das suscetíveis e das resistentes, pelo teste t (Tabela 1.11), mostraram os seguintes graus de significância: a 1 %, em Florínea (diferença de 449 kg/ha), em Tarumã (diferença de 710 kg/ha) e Pejuçara (difer. de 668 kg/ha); a 5,5 %, em Sertaneja (diferença de 173 kg/ha) e a 6,5 %, em Espumoso (diferença de 211 kg/ha). Os resultados mostraram que o nematóide de cisto está reduzindo a produtividade da soja nesses locais, embora com populações relativamente baixas, e que o desenvolvimento de cultivares resistentes pode representar significativa contribuição.

TABELA 1.3. Rendimento de grãos, número de cistos iniciais (CVI) e finais (CVF) e número de ovos iniciais (ovos I) e finais (ovos F), em cinco esquemas de rotação de culturas, em Pejuçara, RS, na safra 2001/2002. Embrapa Soja/ COTRIPAL. 2002.

Rotação [1]	Rend.[2] (kg/ha)	CV I[4]	Ovos I[4]	CV F[4]	Ovos F[4]
SOJA-SJ-SJ-SJ	2950	24,8 ns	1270 ns	26,3a	4077a
MILHO-SJ-ML-SJ	6217	16,2	390	1,3b	200abc
SOJA-ML-SJ-ML	2845	13,8	445	11,8a	2733ab
MILHO-ML-SJ-SJ	5631	17,5	985	1,5b	187bc
MILHO-ML-ML-SJ	6318	17,5	830	1,2b	140c
CV %		9,2	7,1	35,9	22,2

[1] Os resultados referem-se às culturas cujos nomes estão em negrito, primeiro ano das rotações.

[2] Dados não analisados estatisticamente.

[3] Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns= não significativo pelo mesmo teste.

[4] Nº de cistos e de ovos em 100 cm^3 de solo. Para análise de variância os dados foram transformados para log (X+1). As médias apresentadas são as originais, sem transformação.

TABELA 1.4. Ovos de NCS (I= inicial; F= final) e rendimento (kg/ha), extraídos de solo de parcelas com cultivares suscetíveis e com linhagens resistentes (R) de soja, em Sertaneja, PR, na safra 20001/2002*. Embrapa Soja, 2002.

	Ovos I *	Rendimento *	Ovos F
R1	270 ns	2752a	300
CD 202	320	2572a	835
R4	575	2414ab	435
CD 201	417	2271ab	1510
R5	592	2266ab[2]	85
R3	375	2246abc	90
Embr 48	185	2231abcd	2820
BRS 156	182	1772 cd	1500
R2	415	1601 cd	305
BRS 133	397	1569 d	2260
CV %	27,9	12,6	

* Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo pelo mesmo teste.

TABELA 1.5. Ovos de NCS (I: inicial; F: final) e rendimento (kg/ha), extraídos de solo de parcelas com cultivares suscetíveis e com linhagens resistentes (R) de soja, em Florínea, SP, na safra 2001/2002*. Embrapa Soja, 2002.

Cultivar	Ovos I*	Rendimento*	Ovos F
R5	300 ns	3378a[2]	885
R3	375	3159ab	30
R1	330	3163ab	290
CD 201	265	2914abc	2275
CD 202	165	2768abcd	1535
R4	235	2692abcd	95
Embr 48	390	2540 bcd	4700
R2	175	2421 bcd	210
BRS 156	375	2295 cd	780
BRS 133	250	2049 d	3615
CV %	22,3	12,6	

* Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo pelo mesmo teste.

TABELA 1.6. Ovos de NCS (I: inicial; F: final) e rendimento (kg/ha), extraídos de solo de parcelas com cultivares suscetíveis e com linhagens resistentes (R) de soja, em Tarumã, SP, na safra 20001/2002. Embrapa Soja, 2002.

Cultivar	Ovos I	Rendimento	Ovos F
R5	985 ns[3]	2974a[2]	360
R1	620	2503ab	900
CD 201	1440	2431ab	2760
R3	725	2358ab	360
R2	660	2264 b	430
R4	1150	1954 bc	270
CD 202	1195	1871 bcd	4470
Embr 48	1845	1546 cd	8250
BRS 156	1075	1426 cd	3480
BRS 133	765	1223 d	5490
CV (%)	10,3	13,4	

[3] Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo pelo mesmo teste.

TABELA 1.7. Rendimento (kg/ha) de cultivares suscetíveis e linhagens resistentes de soja, obtidos em áreas infestadas pelo nematóide de cisto da soja, em um local no Paraná e dois em São Paulo, na safra 20001/2002*. Embrapa Soja, 2002.

Cultivar	Sertaneja, PR		Florínea, SP		Tarumã, SP		Média	
	Ovos[1]	Rendimento	Ovos[1]	Rendimento	Ovos[1]	Rendimento	Ovos[1]	Rendimento
R5	592NS	2266ab[2]	300ns[3]	3378a[2]	985ns[3]	2974a[2]	625ns[3]	2872a[2]
R1	270	2752a	330	3159ab	620	2503ab	407	2804a
R3	375	2246abc	375	3163ab	725	2358ab	492	2589ab
CD 201	417	2271ab	265	2914abc	1440	2431ab	707	2539ab
CD 202	320	2572a	165	2768abcd	1195	1871 bcd	560	2404 bc
R4	575	2414ab	235	2692abcd	1150	1954 bc	653	2353 bc
Embr 48	185	2231abcd	390	2540 bcd	1845	1546 cd	807	2106 cd
R2	415	1601 cd	175	2421 bcd	660	2264 b	417	2095 cd
BRS 156	182	1772 cd	375	2295 cd	1075	1426 cd	544	1831 de
BRS 133	397	1569 d	250	2049 d	765	1223 d	471	1614 e
CV (%)	27,9	12,6	22,3	12,6	10,3	13,4	21,3	12,8

* Data de semeadura: 06/12/2001

[1] Para análise estatística os dados foram transformados para log (x + 1).

[2] Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

[3] NS - Não significativo (Tukey a 5%)

TABELA 1.8. Número de ovos de NCS (I: inicial; F: final) e rendimento (kg/ha), extraídos de solo de parcelas com cultivares suscetíveis e com linhagens resistentes de soja, em Espumoso, RS, na safra 20001/2002. Embrapa Soja/COTRIEL, 2002.

Cultivar	Ovos I	Rendimento	Ovos F
R5	398 ns*	2734 ns*	35
R2	405	2632	130
CD 201	765	2624	2615
BRS 137	428	2591	2355
R3	375	2583	45
R1	458	2497	145
R4	158	2292	315
BRS 154	795	2259	4055
IAS 5	548	2204	3245
BRS 153	383	2007	2365
CV (%)	17,3	14,2	

* Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo pelo mesmo teste.

TABELA 1.9. Número de ovos de NCS (I: inicial; F: final) e rendimento (kg/ha), extraídos de solo de parcelas com cultivares suscetíveis e com linhagens resistentes de soja, em Pejuçara, RS, na safra 20001/2002. Embrapa Soja/COTRIPAL. 2002.

Cultivar	Ovos I	Rendimento	Ovos F
R3	1582 ns	3334a	335
R5	1793	2972ab	130
R2	1095	2916ab	195
R4	2168	2878ab	60
R1	2100	2722ab	1440
BRS 154	1800	2430ab	1458
CD 201	2198	2387ab	2302
BRS 137	1148	2347ab	2440
BRS 153	1365	2222 b	4215
IAS 5	1365	2097 b	1625
CV (%)	9,3	16,0	

* Médias seguidas de mesma não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ns = não significativo pelo mesmo teste.

TABELA 1.10. Número de ovos de *H. glycines* e rendimento (kg/ha) de cultivares suscetíveis e linhagens resistentes de soja, obtidos em áreas infestadas pelo nematóide de cisto da soja, em dois locais, no Rio Grande do Sul, na safra 20001/2002*. Embrapa Soja/COTRIEL/COTRIPAL*. 2002.

Cultivar	Espumoso		Pejuçara		Média	
	Ovos [1]	Rend[2]	Ovos I[1, 2]	Rend[2]	Ovos I[1, 2]	Rend[2]
R3	375 ns[2]	2583 ns	1583 ns	3334a	979 ns	2958a
R5	398	2734	1793	2972ab	1095	2853a
R2	405	2632	1095	2916ab	750	2774ab
R1	458	2497	2100	2722ab	1279	2610ab
R4	158	2292	2168	2878ab	1162	2585ab
CD 201	765	2624	2198	2388ab	1481	2506ab
BRS 137	428	2591	1148	2347ab	788	2469ab
BRS 154	795	2260	1800	2430ab	1298	2345ab
IAS 5	548	2204	1365	2097 b	956	2151 b
BRS 153	383	2007	1365	2222 b	874	2114 b
CV (%)	17,3	14,2	9,3	16,0	13,3	16,8

* Semeadura realizada em 05 e 07 de dezembro, em Pejuçara e em Espumoso, respectivamente.

[1] Número de ovos em 100 cm^3 Em 100 cm^3 de solo. Para análise estatística os dados foram transformados para log (x + 1).

[2] ns = as médias não apresentam diferenças significativas; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste deTukey a 5 %.

TABELA 1.11. Contrastes entre o rendimento médio de grãos de cinco cultivares suscetíveis e de cinco linhagens resistentes de soja, cultivadas em áreas infestadas com o nematóide de cisto, em cinco locais, em três estados, na safra 2001/2002. Embrapa Soja/COTRIEL/COTRIPAL. 2002.

Local	CV (%)	Rendimento médio das cultivares (kg/ha)		Difer.	Significância de "t" (%)
		Suscetíveis	Resistentes		
Sertaneja-PR[1]	12,5	2083	2256	-173	5,5
Florínea-SP[1]	12,5	2513	2962	-449	1
Tarumã-SP[1]	13,4	1700	2410	-710	1
Pejuçara-RS[2]	16,0	2297	2965	-668	1
Espumoso-RS[3]	14,2	2337	2548	-211	6,5

[1, 2 e 3] Datas de semeadura: [1] 06/12/02; [2] 05/12/02 e [3] 07/12/02.

1.2.4 Sobrevivência do NCS em área infestada cultivada com cana-de-açúcar

O objetivo desse experimento foi conhecer a sobrevivência do NCS no solo, na ausência de plantas hospedeiras. O experimento foi conduzido em Tarumã, SP, numa área infestada em que a soja foi substituída por cana-de-açúcar, em 1995. A população de cistos foi monitorada, bimestralmente, a partir de julho/95, em 20 parcelas. Após 44 meses, não mais se detectando cistos nem ovos nas parcelas, passou-se a realizar bioensaios, em casa-de-vegetação, com o solo coletado a cada três a quatro meses. Para cada amostra composta de solo (10 subamostras), constituiram-se cinco vasos de cerâmica, de 1,5 L, com uma mistura de solo areia (1:1). Em cada vaso foi cultivada, por 30 dias, uma planta de soja suscetível, quando foi avaliado o número de fêmeas nas raízes. A reprodução do nematóide apresentou uma distribuição errática, no tempo e no espaço. Foram encontradas fêmeas do NCS em sete das 15 datas de amostragens de solo realizadas, ocorrendo em uma a quatro parcelas de campo por amostragem e com predomínio de uma fêmea por parcela (para a soma dos cinco vasos, repetições). A última detecção de fêmeas nas raízes da soja ocorreu na amostragem de março de 2001. Nas últimas duas amostragens em que foram encontradas fêmeas (agosto/00 e março/01), foram extraídos ovos e inoculados numa planta de soja suscetível, cultivar Embrapa 20, não se observando reprodução de fêmeas, aos 30 dias, possivelmente por não fertilização dos ovos, por ausência de machos, dada a baixa população do nematóide no solo.

Estes dados permitem estimar uma sobrevivência no solo de, no mínimo, seis anos para esse nematóide, na ausência de plantas hospedeiras, nas condições em que foi realizado o estudo. Assim, a substituição da soja por uma cultura não hospedeira, visando a erradicação do NCS da área, deve prever voltar com uma espécie hospedeira somente seis a sete anos depois.

1.2.5 Manejo de *Meloidogyne* spp. através da rotação de culturas e de cultivares

As ações foram conduzidas em Cornélio Procópio,PR, em área infestada pelo nematóide *Meloidogyne incognita,* e em Sonora,MT, com *M. javanica.*

1.2.5.1 Efeito da rotação de soja com milho e com mucuna sobre a população de *Meloidogyne incognita* e o rendimento da soja

Foi conduzido em Cornélio Procópio,PR, de 1999/00, 2001/2002, com o objetivo de conhecer o efeito da rotação da soja com milho e com mucuna cinza, e o efeito de cultivares resistentes e suscetíveis de milho e de soja, sobre a população de *M. incognita* e o rendimento da soja. O delineamento foi blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjados em fatorial 6x2, constituídos da combinação de cada um dos seguintes tratamentos, cultivados no primeiro ano, com duas cultivares de soja, uma resistente e uma suscetível, cultivadas no segundo ano: mucuna cinza, milho resistente (30F80), milho suscetível (BR 201), milho resistente + mucuna, soja resistente (CD 201) e soja suscetível (BRS 133). A avaliação da população do nematóide no solo foi feita através do cultivo de tomate em vasos (uma planta por vaso de 1,5 L) contendo solo das parcelas (dois vasos para cada amostra composta de 10 subamostras). No segundo ano, por ocasião da semeadura da soja, as menores populações do nematóide foram detectadas nas parcelas em que, no primeiro ano, foram cultivadas mucuna, soja resistente e milho resistente. A cultivar de soja resistente apresentou produtividade maior do que a suscetível, independente da cultura que a precedeu. No terceiro ano, 2001/2002 (Tabela 1.12), a população inicial do nematóide no solo, medido pelo número de galhas em tomate, foi baixa, variando de 4,1 a 22,8, sendo maior nas parcelas onde no segundo ano foi cultivada a cv. BRS 133, suscetível. A população final manteve essa mesma tendência, mostrando que o efeito supressor da cultivar resistente CD 201 perdurou por mais de uma ano, mesmo cultivando uma suscetível na sequência. A produtividade da BRS 133, que cobriu toda a área no último ano, foi baixa,

TABELA 1.12. Número de ovos do nematóide de cisto, de galhas de *Meloidogyne incognita* e altura de plantas e rendimento da cultivar de soja BRS 133, referentes à safra 2001/02, por efeito de três anos de rotação de culturas e de cultivares de soja e de milho, em Cornélio Procópio-PR. Embrapa Soja, 2003.

Tratamento		Resultados de 2001/2002					
1999/00	2000/01	2001/02	Ovos (plantio)	Ovos (colheita)	Nº galhas (plantio)	Nº galhas colheita)	Altura de planta (cm)	kg/ha
Mucuna	CD 201	BRS 133	125,0	2250	8,1	29,6	76	1531,6
Mucuna	BRS 133	BRS 133	382,5	1605	14,0	42,8	74	1394,3
Milho resist.	CD 201	BRS 133	160,0	4240	4,1	49,4	67	1127,1
Milho resist.	BRS 133	BRS 133	107,5	2370	20,6	109,9	73	1395,4
Milho Sus/muc	CD 201	BRS 133	15,0	1790	15,3	50,6	75	1461,9
Milho Sus/muc	BRS 133	BRS 133	15,0	2955	16,6	82,5	75	1198,8
Milho Susc.	CD 201	BRS 133	37,5	2300	17,0	46,0	69	1348,3
Milho Sus	BRS 133	BRS 133	7,5	1080	19,6	145,1	73	1218,5
COD 201	CD 201	BRS 133	22,5	2340	4,3	74,1	72	1314,7
COD 201	BRS 133	BRS 133	135,0	2845	17,4	104,0	72	1054,4
BRS 133	CD 201	BRS 133	147,5	2765	11,4	51,0	71	1290,7
BRS 133	BRS 133	BRS 133	120,0	1380	22,8	75,5	66	1024,6

devido a deficiência hídrica no solo no período reprodutivo. Assim mesmo, as parcelas mais produtivas foram aquelas em no ano anterior recebeu a CD 201.

1.2.5.2 Efeito da rotação de soja com milho e com algodão sobre a população de *Meloidogyne javanica* e o rendimento da soja

Foi conduzido em Sonora, MS, em 2000/2001 e 2001/2002, em área infestada por *M. javanica*, em blocos casualizados, com cinco repetições. Foram avaliados os seguintes tratamentos, arranjados em fatorial 5x2: algodão (Goianinha), milho resistente (Exceler), milho suscetível (AG 9010), soja resistente (MG/BR 46 (Conquista)], soja suscetível (BRMS Taquari), cultivados no primeiro ano, combinados com soja resistente e soja suscetível, no segundo ano. O experimento foi prejudicado por ataque de ema. No primeiro ano, as emas comeram a soja no primeiro mês após a emergência. Por ocasião da resemeadura (coincidindo com a semeadura do algodão), a população do nematóide havia sido reduzida para menos de um quarto (Tabela 1.13). De modo geral, ao final do ciclo das culturas, em abril, as parcelas cultivadas com as espécies resistentes, inclusive o milho tido como suscetível, e a cultivar de soja resistente apresentaram população do nematóide muito inferior à soja suscetível, que multiplicou mais. A tendência verificada no segundo ano foi semelhante ao que ocorreu em Cornélio (experimento A): a população inicial era muito baixa e foi multiplicada em taxa maior pela cultivar de soja suscetível. A cultivar resistente apresentou rendimento maior nos dois anos, embora suspeite-se que não seja devido exclusivamente ao nematóide. A cv. BRSMS Taquari apresenta o ciclo alguns dias mais longo que a MG/BR 46 (Conquista), se expondo mais ao ataque de percevejos, o que foi comprovado pelo alto índice de plantas com retenção foliar nessa cultivar (Tabela 1.13).

Os dados não permitem, ainda, uma conclusão sobre o efeito do uso de milho resistente no controle desses nematóides.

TABELA 1.13. Número de galha em raízes de tomateiro (coleta de solo em novembro e em dezembro/00, em abril e em novembro/01 e em março/02) de *M. javanica*, em Sonora-MS. Embrapa Soja. 2002.*

Tratam. 2000/01**	Nº galhas em raiz de tomate			Alt.	kg/ha	Tratam. 2001/02***	Nº galhas em raiz de tomate		RT%***	Alt.	kg/ha
	Nov/00	Dez/00	Abr/01				Nov/01	Mar/02			
Algodão	113	13,2	0,0	–	3151	SJRes	2,2	3,2	0,0	92	3174
Algodão	110	20,6	0,1	–	2556	SJSusc	0,7	15,2	8,2	97	2315
Mil. Res.	100	–	5,3	–	8034	SJRes	1,6	13,7	0,0	89	3058
Mil. Res.	75	–	3,9	–	6896	SJSusc	3,0	16,4	10,4	93	2181
Mil. Sus.	84	–	4,4	–	7118	SJRes	2,1	2,4	0,0	86	2991
Mil. Sus.	78	–	7,1	–	7092	SJSusc	1,1	39,3	14,4	97	1743
Soja Res.	89	11,8*	4,8	65	2359	SJRes	1,8	4,9	1,0	86	2701
Soja Res.	119	17,5*	3,1	70	2588	SJSusc	3,1	15,5	10,8	94	1811
Soja Sus.	91	16,4*	23,6	77	1501	SJRes	7,8	4,2	0,0	87	2630
Soja Sus.	48	12,9*	19,7	74	1737	SJSusc	3,4	13,1	11,0	90	1934

* Os dados não, ainda, submetidos à análise de variância.

** Em 2000/01, a semeadura da soja e milho foi realizado em 31/10/00. Como houve danos na soja por emas, houve uma 2ª semeadura da soja em 13/12/00, razão da segunda avaliação. O plantio do algodão foi em 13/12/00

** Em 2001/02, a semeadura foi em 07/11/00.

*** Retenção foliar

1.3 Identificação e controle de nematóides formadores de galhas em soja (06.04.02.333-03)

João Flávio Veloso Silva, Antônio Garcia

Os nematóides formadores de galha, principalmente as espécies *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*, representam sério problema para a produção de soja no Brasil, principalmente no norte do Rio Grande do Sul, no sudoeste e norte do Paraná, no sul e norte de São Paulo e no sul do Triângulo Mineiro. Na Região Central do Brasil, vários focos têm sido detectados e o problema é crescente. Este subprojeto foi iniciado em 2002 com o objetivo de manter atualizados os dados sobre a ocorrência de espécies de nematóide de galha em soja no Brasil, avaliar sua importância e desenvolver metodologias de controle. Os resultados obtidos em 2002 são, na seqüência, descritos.

1.3.1 Levantamento da ocorrência de espécies de nematóides do gênero *Meloidogyne* associados à cultura da soja

O objetivo dessa atividade é identificar as espécies de nematóides do gênero *Meloidogyne* que ocorrem em lavouras de soja no Brasil e determinar sua distribuição geográfica. Em 2002, foram avaliadas diversas amostras encaminhadas à Embrapa Soja por produtores de diferentes partes do Brasil. As espécies de *Meloidogyne* foram identificadas através do padrão da configuração perineal de fêmeas adultas dos nematóides. *Meloidogyne javanica* foi de ocorrência mais generalizada, o que também foi constatado em anos anteriores.

1.3.2 Avaliação da resistencia de genótipos de soja aos nematóides *M. javanica* e *M. incognita*, em condição de campo

Os genótipos de soja foram avaliados em diferentes áreas uniformemente infestadas com *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*, em Londrina, PR e Florínea, SP. Os genótipos foram semeados em covas (4 a 6 sementes por cova) com espaçamento de 0,5m x 0,5m. O experimen-

tos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados, com oito repetições. Quando as plantas atingiram o estádio R6 (grãos completamente formados nas vagens), as plantas foram arrancadas e foram atribuídas notas de acordo com o número de galhas no sistema radicular, conforme chave descritiva elaborada por Taylor & Sasser, 1978, e padronizada pelo International Meloidogyne Project:

0 = ausência de galhas
1 = 1 a 2 galhas por sistema radicular
2 = 3-10 galhas por sistema radicular
3 = 11-30 galhas por sistema radicular
4 = 31-100 galhas por sistema radicular
5 = Mais que 100 galhas

Os resultados da avaliação de 201 linhagens frente a *M. javanica* e *M. incognita* estão apresentados na Tabela 1.14. O resultado das avaliações foi encaminhado aos melhoristas responsáveis nas diferentes parcerias (Embrapa Trigo, CTPA, Fundações Bahia, Meridional, Centro-Oeste e Triângulo).

1.3.3 Identificação de marcadores moleculares de microssatélite associados a genes de resistência

Objetivando identificar polimorfismos genéticos entre genótipos resistentes e suscetíveis ao nematóide de galha *Meloidogyne javanica,* uma população de 25 linhagens altamente resistentes e 26 de elevada susceptibilidade ao nematóide, resultante do cruzamento tipo resistente x suscetível (PI595099 x BRS133), foi testada inicialmente para 93 locos de microssatélite. Marcas polimórficas significativas foram ainda clonadas e seqüenciadas na tentativa de serem identificadas possíveis regiões codantes envolvidas na resposta ao nematóide. Dos 93 locos testados, 19 foram polimórficos para os pais e cinco marcadores foram significativos para a população resistente. No grupo de ligação F, onde já eram conhecidos outros QTL's (Locos de caracteres quantitativos) de resistência ao nematóide, os locos SOYHSP 176, Satt 114 e Satt 423 apresentaram correlação significativa com o número de galhas na raiz.

TABELA 1.14. Avaliação de linhagens avançadas dos programas de melhoramento genético de soja frente a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*.

Genotipo	*M. javanica*	*M. incognita*	Parceria
BRSGO Luziânia	R	MR	CTPA
BRSGO Paraíso	R	R	CTPA
GOBR 95 1337	MR	MR	CTPA
GOBR 96 04303	S	MS	CTPA
GOBR308 00 07	MR	MR	CTPA
GOBR93 1263	S	MS	CTPA
GOBR93 9960	MR	R	CTPA
GOBR95 322	S	R	CTPA
GOBR96 000913	MS	R	CTPA
GOBR96 004186	MS	MS	CTPA
GOBR96 005547	S	S	CTPA
GOBR96 014101	S	S	CTPA
GOBR96 020171	S	MS	CTPA
GOBR97 056191	S	MR	CTPA
GOBR97 061004	S	MR	CTPA
GOBR99 2850	MS	MS	CTPA
BR95 7613	S	MS	Embrapa Soja
BR96 16185	S	S	Embrapa Soja
BR96 16294	S	R	Embrapa Soja
BR96 18646CC	S	MS	Embrapa Soja
BR96 18646CE	S	S	Embrapa Soja
BR96 18671	S	MS	Embrapa Soja
BR96 18710	S	MS	Embrapa Soja
BR96 25337HA	R	R	Embrapa Soja
BR96 25375	MS	R	Embrapa Soja
BR96 27029	MS	R	Embrapa Soja
BR96 27060	MS	R	Embrapa Soja
BR96 27751	MS	MR	Embrapa Soja
BR97 12539	S	MR	Embrapa Soja
BR97 19829	S	R	Embrapa Soja
BR97 20530	MR	R	Embrapa Soja
BR97 20798	R	R	Embrapa Soja
BR97 21247	MS	R	Embrapa Soja

Continua...

Genotipo	*M. javanica*	*M. incognita*	Parceria
...Continuação Tabela 1.14			
BR97 21251	MS	R	Embrapa Soja
BR97 21253	S	R	Embrapa Soja
BR97 21260	MS	R	Embrapa Soja
BR97 21277	MS	R	Embrapa Soja
BR98 12724	MR	MR	Embrapa Soja
BR98 14440	S	S	Embrapa Soja
BR98 15005	S	R	Embrapa Soja
BR98 15916	S	MS	Embrapa Soja
BR98 16901	S	S	Embrapa Soja
BR98 17191	MR	MR	Embrapa Soja
BR98 17205	R	R	Embrapa Soja
BR98 17336HM	R	R	Embrapa Soja
BR98 17336HP	R	R	Embrapa Soja
BR98 17401	R	R	Embrapa Soja
BR98 17610	MS	R	Embrapa Soja
BR98 17655	R	R	Embrapa Soja
BR98 17706	R	R	Embrapa Soja
BR98 17840	R	MR	Embrapa Soja
BR98 17932	S	S	Embrapa Soja
BR98 18410	S	MR	Embrapa Soja
BR98 18937	S	MS	Embrapa Soja
BR98 20672	S	R	Embrapa Soja
BR98 24067	R	R	Embrapa Soja
BR98 24186	R	R	Embrapa Soja
BR98 24299	MS	R	Embrapa Soja
BR98 24651	S	MR	Embrapa Soja
BR98 25657	S	S	Embrapa Soja
BR98 9413	S	R	Embrapa Soja
BR99 10008	R	MR	Embrapa Soja
BR99 10114	MS	MS	Embrapa Soja
BR99 10823	R	R	Embrapa Soja
BR99 11686	R	R	Embrapa Soja
BR99 13089	R	MR	Embrapa Soja
BR99 17271	S	MS	Embrapa Soja
BR99 17286	S	S	Embrapa Soja
BR99 17302	S	S	Embrapa Soja

Continua...

Genotipo	*M. javanica*	*M. incognita*	Parceria
...Continuação Tabela 1.14			
BR99 21216	MS	R	Embrapa Soja
BR99 21397	S	S	Embrapa Soja
BR99 21667	S	MR	Embrapa Soja
BR99 23574	S	S	Embrapa Soja
BR99 23583	S	S	Embrapa Soja
BR99 23588	S	S	Embrapa Soja
BR99 23604	S	S	Embrapa Soja
BR99 23845	S	R	Embrapa Soja
BR99 25302	S	MR	Embrapa Soja
BR99 25353	MS	R	Embrapa Soja
BR99 25372	S	R	Embrapa Soja
BR99 25424	MS	MR	Embrapa Soja
BR99 25448	S	R	Embrapa Soja
BR99 25491	S	MR	Embrapa Soja
BR99 25540	MS	R	Embrapa Soja
BR99 25586	S	MR	Embrapa Soja
BR99 25604	S	MR	Embrapa Soja
BR99 25608	S	MR	Embrapa Soja
BR99 25672	MS	MS	Embrapa Soja
BR99 25695	S	MS	Embrapa Soja
BR99 25706	MS	MR	Embrapa Soja
BR99 27633	S	MR	Embrapa Soja
BR99 27639	S	MR	Embrapa Soja
BR99 27652	S	MR	Embrapa Soja
BR99 27834	S	MR	Embrapa Soja
BRI98 15642	S	MS	Embrapa Soja
BRI98 18789	S	S	Embrapa Soja
BRI98 18797	S	S	Embrapa Soja
BRI98 19161	S	S	Embrapa Soja
BRI98 19485	S	S	Embrapa Soja
BRI98 19943	S	MR	Embrapa Soja
BRI98 641	S	MS	Embrapa Soja
BRM94 52273	S	S	Embrapa Soja
BRM95 50385	S	MS	Embrapa Soja
BRM95 51635	MR	MR	Embrapa Soja
BRM96 50336	S	S	Embrapa Soja

Continua...

...Continuação Tabela 1.14

Genotipo	*M. javanica*	*M. incognita*	Parceria
BRM96 50459	S	S	Embrapa Soja
BRS 133	S	S	Embrapa Soja
BRS99 1091	S	R	Embrapa Soja
BRS99 1771	MS	MS	Embrapa Soja
BRS99 1774	S	MR	Embrapa Soja
BRS99 1786	S	S	Embrapa Soja
BRS99 2053	S	MR	Embrapa Soja
BRS99 2072	S	R	Embrapa Soja
BRS99 2077	S	MS	Embrapa Soja
BRS99 2650	S	MR	Embrapa Soja
BRS99 3064	S	S	Embrapa Soja
BRS99 3421	S	S	Embrapa Soja
BRS99 3483	S	R	Embrapa Soja
CD 201	R	R	Embrapa Soja
PF 00 1432	MR	R	Embrapa Trigo
PF 00 1434	R	R	Embrapa Trigo
PF 01 1641	S	MS	Embrapa Trigo
PF 01 1642	S	R	Embrapa Trigo
PF 01 1643	MS	R	Embrapa Trigo
PF 01 1644	S	MS	Embrapa Trigo
PF 01 1645	MS	R	Embrapa Trigo
PF 01 1646	S	R	Embrapa Trigo
PF 01 1647	S	R	Embrapa Trigo
PF 01 1648	S	R	Embrapa Trigo
PF 01 1649	S	R	Embrapa Trigo
PF 01 1650	MS	R	Embrapa Trigo
PF 01 1651	S	MS	Embrapa Trigo
PF 01 1652	S	MS	Embrapa Trigo
PF 01 1653	S	R	Embrapa Trigo
PF 01 1654	S	R	Embrapa Trigo
PF 01 1655	S	R	Embrapa Trigo
PF 01 1656	S	MS	Embrapa Trigo
PF 01 1657	S	S	Embrapa Trigo
PF 01 1729	R	R	Embrapa Trigo
PF 01 1754	MR	MR	Embrapa Trigo
PF 01 1755	R	MS	Embrapa Trigo

Continua...

...Continuação Tabela 1.14

Genotipo	*M. javanica*	*M. incognita*	Parceria
BABR98-1382	S	S	Fundação Bahia
BABR98-14278	S	S	Fundação Bahia
BABR98-23174	S	R	Fundação Bahia
BABR98-25168	S	S	Fundação Bahia
BABR98-26289	S	S	Fundação Bahia
BABR98-31214	S	MS	Fundação Bahia
BABR98-37879	S	S	Fundação Bahia
BABR98-4677	MR	MS	Fundação Bahia
BABR98-4703	MR	MR	Fundação Bahia
BABR99-2111	R	MR	Fundação Bahia
BABR99-2118	R	MR	Fundação Bahia
BABR99-2619	S	S	Fundação Bahia
BABR99-2637	S	S	Fundação Bahia
BABR99-4444	S	MS	Fundação Bahia
BRS BARREIRAS	S	S	Fundação Bahia
BRF97 13598	S	S	Fundação Centro-Oeste
BRF97 17517	S	R	Fundação Centro-Oeste
BRF97 17809	S	R	Fundação Centro-Oeste
MTBR95 119749	S	MS	Fundação Centro-Oeste
MTBR96 06787	S	S	Fundação Centro-Oeste
MTBR96 13606	MS	MS	Fundação Centro-Oeste
MTBR96 33097	S	S	Fundação Centro-Oeste
MTBR96 38440	S	MS	Fundação Centro-Oeste
MTBR97 14997	S	S	Fundação Centro-Oeste
MTBR97 15181	S	MS	Fundação Centro-Oeste
MTBR98 13568	S	MS	Fundação Centro-Oeste
MTBR98 18399	S	S	Fundação Centro-Oeste
MTBR98 22228	MS	MS	Fundação Centro-Oeste
MTBR98 36727	S	MS	Fundação Centro-Oeste
MTBR98 40670	R	R	Fundação Centro-Oeste
MTBR98 59686	S	S	Fundação Centro-Oeste
BR97 11548	S	MR	Fundação Triângulo
BR98 14479	S	S	Fundação Triângulo
BR98 16792	MS	MR	Fundação Triângulo
BR98 16890	R	R	Fundação Triângulo
BR98 16898	R	MS	Fundação Triângulo

Continua...

Genotipo	*M. javanica*	*M. incognita*	Parceria
...Continuação Tabela 1.14			
BR98 17946	S	S	Fundação Triângulo
MGBR98 3191	S	MR	Fundação Triângulo
MGBR98 32230	S	S	Fundação Triângulo
MGBR98 32233	S	MR	Fundação Triângulo
MGBR98 32513	S	S	Fundação Triângulo
MGBR98 32520	S	S	Fundação Triângulo
MGBR98 3463	S	S	Fundação Triângulo
MGBR98 3641	S	MS	Fundação Triângulo
MGBR98 37419	S	MS	Fundação Triângulo
MGBR98 37817	S	S	Fundação Triângulo
BR91 13306	S	MS	Fundação Vegetal
BR93 04313	S	S	Fundação Vegetal
BR93 11595	MR	R	Fundação Vegetal
BR94 07257	MS	R	Fundação Vegetal
BR95 014095	S	MS	Fundação Vegetal
BR95 29477	S	S	Fundação Vegetal
BR95 29491	S	S	Fundação Vegetal
BR96 009498	S	MS	Fundação Vegetal
BR96 016649	S	MS	Fundação Vegetal
BR96 025374	MR	R	Fundação Vegetal
BR96 026913	S	S	Fundação Vegetal
BR96 027029	MS	R	Fundação Vegetal
BR96 11942	S	S	Fundação Vegetal
BR96 24315	MS	MS	Fundação Vegetal
BR96 25619	MS	MR	Fundação Vegetal

A análise de QTL realizada sobre esse grupo indicou a presença de pelo menos um gene localizado próximo ao marcador SOYHSP 176, com um LOD's de 27,5 (Figura 1.4). O fragmento resultante da amplificação do marcador SOYHSP 176 foi então clonado e seqüenciado, e em uma busca por homologia em bancos de dados de genes conhecidos, a seqüência mostrou homologia com 100% de identidade com a região promotora da proteína de choque térmico (HSP) *Gmhsp17.6-L* (gi169984). A partir da seqüência completa desse gene foram desenhados *primers* a fim de gerar bandas em ambos os genótipos resistentes e suscetíveis. Todas as bandas resultantes foram seqüenciadas, e mostraram também homologia com a região promotora do gene da HSP. Pode-se observar que existe uma região de microssatélite (repetições AT_n) dentro do promotor deste gene, porém o número de repetições foi diferente para cada genótipo testado, sugerindo possível ligação entre o tamanho da inserção de microssatélite dentro do promotor da HSP e a resistência ou suscetibilidade ao nematóide.

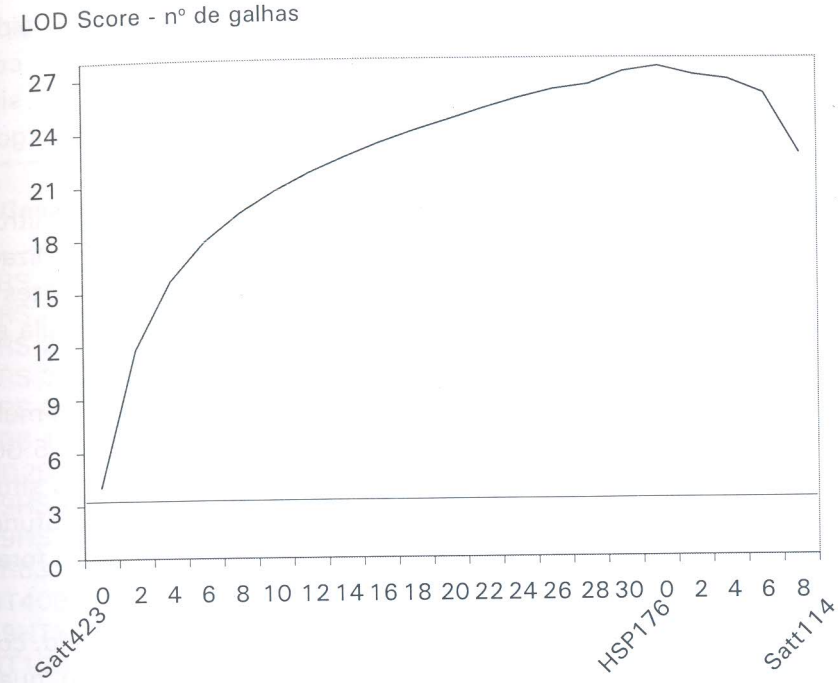

FIG. 1.4. Análise de QTL indicando LODs para os marcadores Satt 423, HSP 176 e Satt 114.

1.3.4 Hospedabilidade de cultivares de espécies de plantas usadas em rotação com a soja

O objetivo desse trabalho é oferecer ao produtor informações que subsidiarão a tomada de decisão na escolha de cultivares de plantas culti-

vadas para composição de sistemas agrícolas supressivos a nematóides fitoparasitas. Atualmente, a cultura mais utilizada para rotacionar com a soja, no País, é o milho e maior esforço de pesquisa tem sido direcionado para essa espécie. Além do milho, genótipos de sorgo e milheto foram avaliados em 2002.

Os genótipos avaliados foram semeados em vasos plásticos (2 litros) contendo substrato (3 partes de areia e uma parte de solo) esterilizado com brometo de metila. Em cada vaso foram semeadas 5 sementes e, após 7 dias, foi feito o desbaste, deixando somente uma plântula em cada vaso.

O inóculo de *M. javanica* e *M. incognita* raça 3, já purificado, foi multiplicado em tomateiro Santa Cruz. A inoculação foi feita com 5.000 ovos do nematóides por plântula, depositados em dois orifícios situados a aproximadamente 2 cm do hipocótilo das plântulas, e profundidade em torno de 3 cm. Plantas de tomate (Santa Cruz) também foram inoculadas para confirmar a viabilidade do inóculo.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 8 repetições. A avaliação foi realizada 60 dias após a inoculação, quando as raízes das plantas foram coletadas e processadas para a extração dos ovos produzidos no período. A partir destes dados, calculou-se o fator de reprodução (FR), que mede o incremento da população no período estudado. O FR é obtido pela razão entre a população final (número de ovos coletados após 60 dias) e a população inicial (5.000). Quando o FR de determinado genótipo é maior que 1, a população do nematóide aumenta com o seu cultivo. Ao contrario, se o FR for menor que 1, a população do nematóide diminui. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1.15 e 1.16.

TABELA 1.15. Avaliação da resistência de genótipos de milho à reprodução de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* raça 3, coletado 60 dias após a inoculação com 5.000 ovos do nematóide, em casa de vegetação.

Genótipo	*Meloidogyne javanica*		*Meloidogyne incognita*	
	Ovos	FR	Ovos	FR
BRS 4150	5.346,7	1,069	9.840	2,0
BRS Ângela	18.331,4	3,666	11.540	2,308
BRS 2223	13.500,0	2,700	16.320	3,264
BRS 3151	5.670,0	1,134	12.780	2,556
BRS 3143	7.260,0	1,452	24.540	4,908
BRS 1001	2.100,0	0,420	10.200	2,04
HD2B	3.430,0	0,686	17.880	3,576
99HS39A	3.287,5	0,658	–	–
99HS33A	7.360,0	1,472	–	–
TR63	780,0	0,156	22.717,5	4,5435
HT40B	6.585,0	1,317	13.200	2,64
99HT52A	1.657,5	0,332	21.660	4,332
HT12B	3.250,0	0,650	25.020	5,004
99HS80A	4.550,0	0,910	23.640	4,728
HT131	1.700,0	0,340	11.400	2,28
HS16B	10.740,0	2,148	–	–
HS93H	3.202,5	0,641	18.857,14	3,771429
98HT37B	3.930,0	0,786	15.291,43	3,058286
HT7C	840,0	0,168	15.360	3,072
HT129	1.440,0	0,288	13.080	2,616
Tomateiro	522.627,5	104,526	117.610	23,52

TABELA 1.16. Avaliação da resistência de genótipos de milho, sorgo e milheto à reprodução de *Meloidogyne javanica*, 60 dias após a inoculação com 5.000 ovos do nematóide, em casa-de-vegetação.

Nº genótipo	Genótipo	Observação	Nº ovos	F.R.
1	CMS9915C	HT-MILHO	4.620	0,92
2	CMS 97 2 C	HT-MILHO	1.260	0,25
3	CMS 98 4 C	HT-MILHO	3.900	0,78
4	CMS 98 8 C	HS-MILHO	3.060	0,61
5	CMS 98 1 C	HD-MILHO	960	0,43
6	CMS 99 14 C	HS-MILHO	840	0,17
7	CMS 97 13 C	HS-MILHO	4.320	0,86
8	(838X84)xHS Ca 4-2.1	HT-MILHO	2.340	0,47
9	HS723x 724	HS-MILHO	840	0,17
10	HS 28	HS-MILHO	60	0,01
11	CMS 16 B	HS-MILHO	1.560	0,31
12	CMS 52 B	HS-MILHO	200	0,04
13	CMS 99-29 B	HS-MILHO	540	0,11
14	CMS 100-01 2 B	HS-MILHO	3.420	0,68
15	CMS 100-02 2	HS-MILHO	540	0,11
16	CMS 14 B	HS-MILHO	300	0,06
17	98 CMS HS 001 EEW	HS-MILHO	420	0,08
18	CMS 2000 1A	HT-MILHO	1.029	0,21
19	CMS 2000 17 A	HT-MILHO	3.640	0,73
20	99 HS 80 A	HS-MILHO	3.640	0,73
21	97 HT 98 A	HT-MILHO	5.460	1,09
22	97 HT 14 A	HT-MILHO	900	0,18
23	HS 111764040	HS-MILHO	480	0,10
24	HS 332014	HS-MILHO	2.920	0,58
25	97HT129-QPM	HT-MILHO	480	0,10
26	96HT124-QPM	HT-MILHO	240	0,05
27	CMS98T03Q	HT-MILHO	420	0,08
28	52HT03-QPM	HT-MILHO	900	0,18
29	52HT07-QPM	HT-MILHO	720	0,14
30	CMS98D01Q	HD-MILHO	1.260	0,25
31	CMS98D04Q	HD-MILHO	480	0,11
32	CMS99-09	HT-MILHO	2.520	0,50

Continua...

Nº genótipo	Genótipo	Observação	Nº ovos	F.R.
...Continuação Tabela 1.16				
33	CMSXS378(9815019)	Sorgo granífero	1.440	0,29
34	9033	Sorgo granífero	1.140	0,23
35	9035	Sorgo granífero	840	0,17
36	9055	Sorgo granífero	60	0,01
37	9059	Sorgo granífero	1.080	0,22
38	CMSXS 760	Sorgo silagem	240	0,05
39	CMSXS 761	Sorgo corte/pastejo	1.140	0,23
40	CMSXS 762	Sorgo silagem	1.380	0,28
41	01 04 14	Sorgo silagem	300	0,06
42	01 04 027	Sorgo silagem	120	0,02
43	CMS 01	Variedade milheto	420	0,07
44	CMS 03	Variedade milheto	1.910	0,38
45	9317484	Variedade milheto	2.160	0,43
46	9938008	Híbrido milheto	411	0,08
47	9938012	Híbrido milheto	300	0,06
48	BR3123	MILHO	840	0,17
49	TOMATE	TESTEMUNHA	193.632	38,7
50	BRS2114	MILHO	1.440	0,29

2 MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE SOJA

Projeto: 04.1999.335 **Líder:** Ademir Assis Henning

Nº de subprojetos que compõe o projeto: 06

Unidades/Instituições participantes: Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa SNT Ponta Grossa, Embrapa Cerrados, Embrapa Arroz e Feijão, FAPCEN, EPAGRI, Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, Fundação MT, DEDINI S.A., Agroindústria, Instituto Biológico, ESALQ.

As pesquisas realizadas pela fitopatologia na Embrapa Soja priorizaram o controle de doenças através do manejo integrado, com ênfase na resistência genética e manejo da cultura e tratamento de sementes.

Diversas variedades de soja têm sido liberadas aos produtores com resistência às principais doenças: mancha "olho-de-rã", cancro da haste, oídio, mancha alvo, crestamento bacteriano, nematóide de cisto e mosaico comum da soja. Outro exemplo de medida que assegura a sanidade e o estabelecimento da cultura da soja é o fato de que 93% das sementes utilizadas no país são tratadas com fungicidas sistêmicos e de contato. Essa prática, além de reduzir as doses dos fungicidas, aumentou o espectro de ação contra os distintos patógenos existentes no solo e nas sementes, evitando significativas perdas com novas semeaduras e queda de rendimento da cultura da soja.

Com o cultivo intensivo e a expansão da soja para novas fronteiras, há sempre o risco do aparecimento de novas doenças e/ou raças de patógenos que podem comprometer o futuro da sojicultura nacional. Um exemplo foi a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), que apareceu no Brasil, na safra 2000/01, causando danos severos em diversas regiões. Os estados mais afetados foram: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso. Lavouras mais atingidas tiveram redução de rendimento de 3.300 – 3.600 kg/ha de safras anteriores para 840-900 kg/ha (-75%), na safra 2001/02. O total de perdas foi avaliado em 1.122.000 toneladas ou o equivalente a US$ 24,7 milhões. Dessa forma, as

pesquisas relativas ao desenvolvimento de cultivares resistentes às doenças têm se tornado a principal demanda.

Como objetivo geral, o projeto propôs desenvolver conhecimentos e tecnologias que propiciem o controle integrado das doenças através do desenvolvimento de variedades resistentes, manejo da cultura, controle químico e tratamento de sementes.

2.1 Caracterização, epidemiologia e controle de viroses da soja (04.1999.335-01)

Álvaro M.R. Almeida; Cristiane M. Martins[1]; Fernanda F. Piuga[2]; Thalita G. Oliveira[2]; Silvana R.R. Marin; Paula Z.R. Ribeiro do Valle[3]; Luis C. Benato; Mauro C. Pinto; Nilson Valentin

A ocorrência de viroses em soja acompanha a história dessa cultura no Brasil.

Diferentemente de fungos e bactérias, facilmente visíveis, os vírus requerem métodos especiais e demorados para sua identificação. Devido ao fato de alguns deles serem transmitidos por sementes, a disseminação foi bastante facilitada. Até 1975, os problemas causados pelos vírus eram negligenciáveis. O vírus mais prevalecente no país era o vírus do mosaico comum da soja - VMCS causador de mancha nas sementes e que foi facilmente controlado com variedades resistentes. A partir desse ano, áreas de soja localizadas no centro leste e nordeste do Estado do Paraná foram dizimadas pelo vírus da queima do broto (*Tobacco streak virus*). A presença da cravorana (*Ambrosia polystachya*), planta daninha abundante na região e hospedeira do vírus, favoreceu a infecção e perda total dos campos. Nesse caso, devido à ausência de resistência, o controle foi obtido com alteração da época de semeadura. No entanto, foi com a expansão da soja para novas áreas, especialmente nos cerrados que a cultura passou a ser infectada por novos vírus, causando perdas consideráveis. Assim pôde-se constatar a ocorrência do *cowpea severe mosaic virus, bean mosaico-em-desenho virus*, e especialmente o *cowpea mild mottle virus,* causador da necrose da haste da soja e responsável por perdas totais nos campos onde ocorre.

[1] *UNIFIL*
[2] *UNOPAR*
[3] *UEL*

Este vírus foi inicialmente confundido com enfermidade fúngica. Os sintomas manifestavam-se rapidamente, especialmente no início da formação de vagens, com forte necrose de pecíolos e de hastes, de coloração vinho e negro. Cortes longitudinais mostram necrose de medula. Sua primeira ocorrência foi determinada em Morrinhos e Goiatuba, Estado de Goiás, em 2001. Em agosto de 2001, campo de multiplicação em Barreiras, Estado da Bahia, sob irrigação, apresentava sintomas de queima do broto, nanismo, deformação foliar e, necrose da haste. O material avaliado mostrou tratar-se de um vírus. Análise do tecido por microscopia eletrônica mostrou a presença de inclusão protéica típica de virus do grupo carlavírus. Em fevereiro de 2002, o vírus devastou campos de soja cv. UFV 19 em todo o sudoeste de Goiás, chegando a atingir 500 ha, apenas nas áreas visitadas. Considerando os dados da cooperativa de Itumbiara (COMIGO), a área dessa cultivar foi maior que 800 ha, demonstrando o valor das perdas naquele ano. Frente ao problema, utilizou-se a estratégia de iniciar a busca de cultivares resistentes entre os cultivares recomendados. Isto porque nas viagens de avaliação de perdas constatou-se que alguns cultivares eram imunes. Todas as cultivares da Embrapa Soja foram inoculadas mecânicamente, utilizando-se 30 plantas por genótipo e as cultivares Mirador e CD 206, como controles positivos. Identificou-se diversos genótipos resistentes. A informação foi imediatamente repassada à assistência técnica. O vírus já foi identificado em Sorriso, MT e Balsas, MA. Paralelamente, procurou-se identificar os vetores do vírus. Em todas as lavouras visitadas a suspeita recaiu sobre a mosca branca. No entanto, frente ao desconhecimento, iniciaram-se os testes de transmissão com pulgões (*Myzus persicae* e *Uroleucon ambrosiae*) e mosca branca (*Bemisia argentifolii*). Os pulgões, de colônias avirulíferas e mantidos em rabanete e picão, foram coletados e mantidos em jejum por 3 h. A seguir, tiveram acesso às folhas de soja infectadas por 5 min

e transferidos para folhas de soja cv. Mirador. No caso das moscas brancas, elas foram mantidas em feijão. As moscas coletadas com pequeno aspirador foram transferidas para pequenas gaiolas com soja infectada. Após 24-48 h, as moscas foram transferidas para plantas sadias cv. Mirador. Duas semanas após, constatou-se a presença de plantas infectadas apenas no teste com mosca branca. A identificação do biotipo de mosca branca utilizado foi feita molecularmente através da amplificação de parte do genoma, utilizando o primer OPH-16. Comparações feitas com o perfil eletroforético permitiu identificar a espécie *B. argentifolii*.

Da mesma forma, após a comprovação de que o vírus pertencia ao grupo carlavirus, utilizou-se primer desenhado para amplificação de pequena parte do genoma viral. A presença desse fragmento de 120 pb (Figura 2.1) comprovou tratar-se de um vírus similar ao *cowpea mild mottle virus*, descrito na África e Ásia, infectando plantas de soja. Amostras de tecido foliar infectado foram analisadas com microscopia eletrônica, constatando-se a presença de feixe de partículas no citoplasma, similar àquelas produzidas por carlavirus (Figura 2.2).

O vírus foi purificado, e o tamanho de sua capa protéica (30 KDa) determinado em eletroforese descontínua com SDS (Figura 2.3). Suspensões virais estão sendo utilizadas na imunização de coelhos para

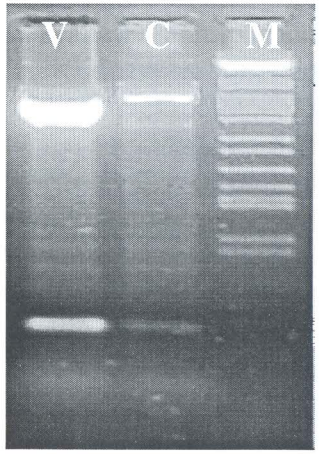

FIG. 2.1. Reação de RT_PCR mostrando a amplificação de CMMV.V = amostra planta infectada de Acreúna-GO; C = amostra de planta infectada de Barreiras-BA; M = marcador molecular.

obtenção de antissoro. Novos cultivares de soja estão sendo produzidos com resistência a esse vírus.

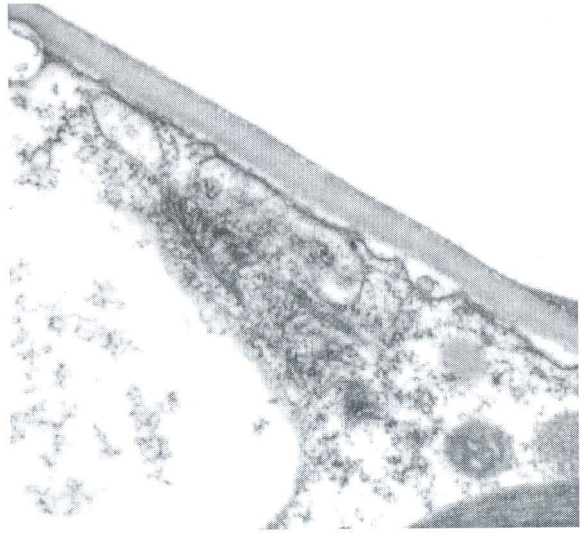

FIG. 2.2. Fotomicrografia eletrônica de partículas de vírus (seta) no citoplasma, característica de carlavírus.

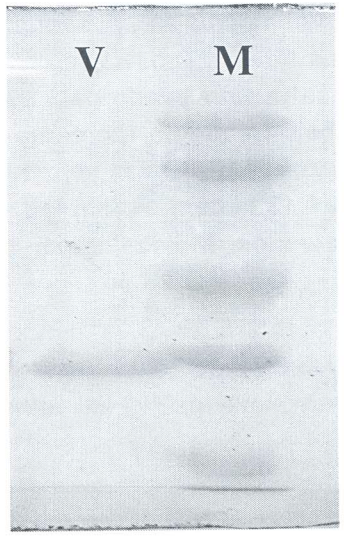

FIG. 2.3. Gel de eletroforese da proteína capsidial. V = proteína viral e M = marcador.

2.2 Patologia e tratamento de sementes de soja (04.1999.335-06)

Ademir Assis Henning; Wilmar Cório da Luz[1]; José de B. França Neto; Francisco C. Krzyzanowski; Nilton P. da Costa; Sonia Regina Moraes; Antonio Rocha Melchiades

Os objetivos desse subprojeto foram avaliar a qualidade sanitária de diversos lotes de sementes básicas, produzidas pela Embrapa Negócios Tecnológicos e a eficiência de produtos biológicos comparados com fungicidas padrões para o tratamento de sementes de soja, sob diversas condições edafo climáticas na safra 2002/2003.

2.2.1 Avaliação da qualidade sanitária de lotes de sementes básicas produzidos pela Embrapa SNT

A qualidade sanitária de 498 lotes de sementes produzidas nas regiões de Dourados, MT, Imperatriz, MA, Ponta Grossa, PR e Passo Fundo, RS nas safras 1999/00, 2000/01 e 2001/02 foi avaliada, através do método do papel-de-filtro.

De maneira geral, a qualidade sanitária das sementes analisadas foi muito boa. Os fungos mais freqüentes foram *Phomopsis* sp., *Fusarium semitectum, Cercospora kikuchii* e *Aspergillus flavus.* Todavia, os níveis de infecção em nenhuma localidade ou safra foi elevado para os patógenos em questão. Em 2000 o fungo mais freqüente (porcentagem média de ocorrência) foi *Cercospora kikuchii* (4,58%) nas sementes produzidas pelo escritório de Imperatriz, MA (36 lotes). Foram também analisadas sementes das regiões de Dourados, MS (24 lotes) e Ponta Grossa, PR (46 lotes) (Tabela 2.1).

Na safra 2000/2001, foram analisados 187 lotes (Tabela 2.2), sendo dois de Imperatriz, MA; 107 de Passo Fundo, RS e 78 de Ponta Grossa, PR. *Aspergillus flavus* foi constatado em níveis elevados (14%), ape-

[1] *Embrapa Trigo*

TABELA 2.1. Resumo das análises de sanidade de sementes de soja produzidas pela Embrapa Negócios Tecnológicos em 2000. Embrapa Soja, Londrina, PR.

Local	Total de lotes	*Aspergillus flavus*	*Cercospora kikuchii*	*Colletotrichum truncatum*	*Fusarium semitectum*	*Phomopsis* sp.	Bactéria
Dourados	24	0,75[1]	0,35	0,00	0,39	0,33	1,27
Imperatriz	36	0,58	4,58	0,02	1,20	0,12	2,48
P. Grossa	46	0,00	0,71	0,00	0,28	0,22	0,88
Total	106						

[1] Porcentagem de infecção.

TABELA 2.2. Resumo das análises de sanidade de sementes de soja produzidas pela Embrapa Negócios Tecnológicos em 2001. Embrapa Soja, Londrina, PR.

Local	Total de lotes	*Aspergillus flavus*	*Cercospora Kikuchii*	*Colletotrichum truncatum*	*Fusarium semitectum*	*Phomopsis* sp.	Bactéria
Imperatriz	2	14,00[1]	0,00	0,00	7,00	0,25	4,50
P. Fundo	57	2,39	0,10	0,00	7,42	0,93	2,07
P. Grossa	14	0,00	0,28	0,07	1,17	1,07	3,64
P. Grossa	25	0,00	0,30	0,00	0,12	0,06	3,96
P. Grossa	7	0,14	1,50	0,00	0,64	0,78	1,42
P. Grossa	32	3,43	0,18	0,00	6,64	0,95	3,78
P. Fundo	50	0,17	0,59	0,06	10,33	2,62	3,99
Total	187						

[1] Porcentagem de infecção.

nas nas sementes produzidas em Imperatriz, MA. A porcentagem média de ocorrência de *Fusarium semitectum* foi de 7,0% em Imperatriz, MA e 8,87 % em Passo Fundo, RS. Em 2002, foram analisados 137 lotes de sementes de Passo Fundo, onde foi constatada excelente qualidade sanitária das sementes. A porcentagem média de ocorrência de *C. kikuchii* foi 2,37%, *Fusarium semitectum* 3,08% e *Phomopsis* sp. 4,86% (Tabela 2.3).

2.2.2 Avaliação de produtos biológicos para o tratamento de sementes de soja

Os efeitos do tratamento de sementes com bioprotetores (agentes biológicos) e três fungicidas recomendados (padrões) sobre a emergência da soja no campo, foram avaliados na safra 2002/2003, em Londrina, PR.

Sementes da cultivar Embrapa 133 foram tratadas em sacos plásticos no laboratório, com os seguintes produtos:1) Testemunha; 2) *Paenibacillus macerans* (7/91.15.3 Lev) (13 g i.a. e 300 g de grafsolo inerte); 3) *Pantoea agglomerans* 1494 (13 g de i.a. e 200 g de grafsolo inerte); 4) *Pantoea agglomerans* 1494 (13 g de i.a. e 500 mL de água + 5% Nacret); 5) *Pseudomonas fluorescens* Biót. G (42/91.6.2B (13 g + 900 mL de água + 5% Nacret); 6) *Bacillus pumilus* (97.61 TI 2.1. Blev) (cultura); 7) *Pantoea agglomerans* (97.89 TI 3.1A) (cultura); 8) *Pseudomonas putida* biot A (99/16 Ts.3 B 1) (cultura); 9) *Paenibacillus macerans* (Emb. 144) 13 g em 900 mL de água + 5% Nacret;10) *Bacillus amyloliquefaciens* (Emb. 9770) 13 g em 900mL de água + 5% Nacret;11) *Curtobacterium pusillum* 13 g em 900 mL de água + Nacret; 12) *Bacillus megaterium* (97.90) (13 g de i.a. em 900 mL de água + Nacret (5%); 13) *Pseudomonas putida* biot. A (11/91.7.2B) 13 g de i.a. em 900 mL de água 5% Nacret; 14) *Pantoea agglomerans* (1494) 13 g + Amido (300g);15) *Bacillus megaterium* (97.90) 13 g + grafsolo (300 g); 16) *Pae. macerans* (Embr. 144) 13 g + Amido (300g); 17) *Pae. macerans* (Embr. 144) 13 g + Grafsolo (300 g); 18) *B. megaterium* (97.90) 13 g + Amido (300 g); 19) *Pseudomonas chlororaphis* 42/94.1.1.B (cultura); 20) carbendazin 30 g i.a. + thiram

TABELA 2.3. Resumo das análises de sanidade de sementes de soja produzidas pela Embrapa Negócios Tecnológicos em 2002. Embrapa Soja, Londrina, PR.

Local	Total de lotes	*Aspergillus flavus*	*Cercospora kikuchii*	*Colletotrichum truncatum*	*Fusarium semitectum*	*Phomopsis* sp.	Bactéria
P. Fundo	137	1,06[1]	2,37	0,02	3,08	4,86	3,21
P. Grossa	10	0,00	0,10	0,00	0,20	0,10	0,3
P. Grossa	4	0,87	0,00	0,00	0,12	0,25	3,0
P. Grossa	44	1,07	0,00	0,02	1,94	0,27	4,35
Total	195						

[1] Porcentagem de infecção.

70 g i.a. (Derosal Plus 200 mL/100 kg); 21) fludioxonil 35 g i.a. + metalaxyl 10 g i.a. (Maxim XL 100 mL/100 kg) e 22) carboxin 50 g i.a. + Thiram 50 g i.a. (Vitavax Thiram 250 mL/100 kg).

A primeira semeadura (experimento 1) foi realizada dia 18/12/02, dois dias após chuva de 3,4 mm e a próxima precipitação (4,0 mm) ocorreu no dia 21/12/02. O total de precipitação em dezembro foi de apenas 67,1 mm sendo a média normal 232 mm. As parcelas de 5 m de comprimento possuíam quatro linhas e a densidade de semeadura foi de 20 sementes por metro linear. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro repetições e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A leitura da emergência foi realizada aos 21 dias após a semeadura. Posteriormente, em 09/04/2003 foi realizada a semeadura do experimento 2, com os mesmos tratamentos, porém em solo com boa disponibilidade hídrica. A leitura de emergência foi realizada dia 24/04/03.

Os resultados do experimento, semeado em dezembro de 2002, demonstraram que os agentes biológicos não conferem proteção às sementes no solo, quando a semeadura é realizada em solos com baixa disponibilidade hídrica. Dentre os três fungicidas padrões, a melhor emergência (63,8%) foi obtida no tratamento Derosal Plus, seguido pelo Vitavax Thiram (44,8%) e Maxim XL (27,2%). A emergência de plântulas nos tratamentos com bioprotetores variou entre 13,4% e 2,8%, e na testemunha sem tratamento a emergência de foi 4,4%. Por outro lado, em condições de boa disponibilidade de umidade no solo esses efeitos foram atenuados, sendo que vários tratamentos com agentes biológicos não diferiram dos tratamentos com fungicidas (Tabela 2.4).

TABELA 2.4. Comparação entre a eficiência do tratamento de sementes com diversos agentes biológicos e fungicidas padrões sobre a emergência de soja BRS 133. Embrapa Soja, Londrina, 2003.

Tratamento	Exp. 1		Exp. 2	
1. Testemunha	4,44[1]	d[2]	39,25	a
2. *Paenibacillus macerans* (7/91.15.3Lev)	9,06	d	36,13	a b
3. *Pantoea agglomerans* 1494 + grafosolo inerte	5,06	d	38,25	a
4. *Pantoea agglomerans* 1494 + 5% Nacret	11,88	d	38,75	a
5. *Pseudomonas fluorescens* Biót G(42/91.6.2B	6,44	d	25,63	a b c d
6. *Bacillus pumilus* (97.61 T1 2.1. Blev) cultura	9,44	d	17,00	d
7. *Pantoea agglomerans* (97.89 TI 3.1 A) cultura	3,19	d	19,88	b c d
8. *Pseudomonas putida* biot A (99/16 Ts.3. 3b1)	2,75	d	25,38	a b c d
9. *Paenibacillus macerans* (Bem.144) + 5% Nacret	12,25	d	35,00	a b c
10. *Bacillus amyloliquefaciens* (Emb. 9770) + 5%Nacret	6,69	d	33,13	a b c d
11. *Curtobacterium pusillum* + Nacret	5,88	d	38,88	a
12. *Bacillus megaterium* (97.90) + 5 % Nacret	9,44	d	41,38	a
13. *Pseudomonas putida* biot A (11/91.7.2B) + Nacret	9,06	d	40,38	a
14. *Pantoea agglomerans* 1494 + amido (300 g)	7,13	d	26,13	a b c d
15. *Bacillus megaterium* (97.90) + grafosolo 300 g	13,38	d	29,13	a b c d
16. *Paenibacillus macerans* (Bem.144) + amido 300 g	8,94	d	36,63	a
17. *Paenibacillus macerans* (Bem.144) + grafsolo	6,06	d	34,38	a b c
18. *Bacillus megaterium* (97.90) + amido	11,50	d	35,38	a b c
19. *Pseudomonas chlororaphis* 42/94.1.1.B (cultura)	4,50	d	19,13	c d
20. Derosal Plus (200 mL/100 kg)	63,81	a	41,13	a
21. Maxim XL (100 mL/100 kg)	27,19	c	39,38	a
22. Vitavax Thiram (250 mL/100 kg)	44,81	b	32,88	a b c d
CV (%)	38,76		29,88	

[1] Porcentagem de emergência.

[2] Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Caixa Postal 231 - CEP 86001-970 - Londrina, PR
Fone (43) 3371-6000 Fax (43) 3371-6100
http://www.cnpso.embrapa.br
sac@cnpso.embrapa.br

Ministério da Agricultura
Pecuária e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL