

MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO À RESISTÊNCIA

Neylson E. Arantes¹, Romeu A. S. Kiihl² & Leones A. Almeida²,
Embrapa Soja, ¹Caixa Postal 351, 38001-970 Uberaba, MG,
²Caixa Postal 235, 86001-970 Londrina, PR
E-mail: narantes@mednet.com.br

Introdução

O melhoramento genético de plantas tem sido uma ferramenta importante não apenas para a obtenção de ganhos genéticos, como também na eliminação de fatores restritivos à produtividade, principalmente pela incorporação de resistência às doenças. Os resultados práticos dos programas de melhoramento, no Brasil, podem ser observados nas tabelas de rendimento das lavouras comerciais, como é o caso da soja, *Glycine max* (L.) Merrill, que anualmente vem registrando recordes de produtividade.

Uma planta de soja é considerada produtiva quando possui eficiência na acumulação de produtos fotossintéticos nos grãos. Essa eficiência depende não apenas do próprio genótipo, como também do ambiente e da interação entre ambos. Nem sempre, o homem consegue intervir no ambiente, e quando isso é possível, o seu custo quase sempre é elevado. Entretanto, podem ser feitas alterações dirigidas nas plantas, através do melhoramento genético, modificando o ciclo, o hábito de crescimento, a eficiência fotossintética, a rusticidade do sistema de raízes, a reação às doenças e outras características e que podem agregar maior estabilidade de produção.

Desde que as lavouras de soja passaram a ocupar áreas extensas no Brasil, especialmente a partir da década de setenta, doenças como pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*) e cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp.; *meridionalis*) se constituíram em grandes ameaças, causando enormes prejuízos aos produtores. As cultivares de soja semeadas atualmente possuem resistência múltipla a essas doenças, e os prejuízos causados por elas são apenas lembranças do passado.

Em 1992, o nematóide de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines*

Ichinohe, foi relatado pela primeira vez no Brasil (Lima et al., 1992; Lordello et al., 1992; Monteiro & Morais, 1992). A partir de então, a doença disseminou-se rapidamente pelo País, atingindo as mais importantes regiões produtoras e causando grandes prejuízos.

Histórico do Melhoramento no Brasil

Na mesma safra em que foi relatada a existência do NCS no Brasil, Kihl & Almeida, 1992 (dados não publicados), avaliaram as principais cultivares de soja indicadas para a Região Central do Brasil e também alguns genótipos americanos, utilizando um solo naturalmente infestado, no Município de Campo Verde, MT. Com exceção da 'MG/BR-22 (Garimpo)', que apresentou em média 11,38 fêmeas e cistos por planta, todas as outras cultivares brasileiras, entre elas a 'FT-Cristalina', que era a mais semeada na região, apresentaram mais de 30 fêmeas e cistos por planta.

Na safra 1993/94, em uma área naturalmente infestada pelo NCS, raça 3, localizada no Município de Nova Ponte, MG, Arantes et al. (1994) avaliaram 231 genótipos de soja, utilizando os critérios propostos por Schmitt & Shannon (1992), para classificá-las quanto à reação ao *H. glycines*. Entre todas as cultivares brasileiras indicadas para a safra 1992/93, apenas sete não estavam incluídas no estudo, o que representava 4% do germoplasma; eram elas: BR-11 (Carajás), EMBRAPA-19, FT-Cristal, FT-Iracema, FT-Morena, OCEPAR-13 e RS 9-Itaúba (EMBRAPA, 1992). Somente a cv. IPAGRO-21, lançada para o Rio Grande do Sul, foi classificada como resistente, com índice de parasitismo igual a 2,2%. Essa cultivar, que não se adaptou nas condições do Brasil Central, tem entre seus parentais a 'Forrest', que é resistente ao *H. glycines*, raça 3 (Hartwig & Epps, 1973), o que explica a reação de resistência observada. As cultivares MG/BR-22 (Garimpo) e EMGOPA-310 (Marfim) foram classificadas como moderadamente suscetíveis, com índices de parasitismo iguais a 36,6% e 33,3%, respectivamente. Todas as demais cultivares de soja testadas revelaram-se suscetíveis. Os resultados destes estudos assemelham-se aos obtidos nos EUA, em 1957, três anos após o primeiro relato da ocorrência do *H. glycines* naquele País. Segundo Hartwig (1985), cerca de quatro mil genótipos de soja foram avaliados em área infestada no Estado de Carolina do Norte, sendo encontrada resistência em apenas 0,3% deles. Entre os genótipos resistentes, não havia uma única cultivar americana; todos eram originários do nordeste da China, e apresentavam sementes com

tegumento de cor preta.

Como a semeadura de cultivares resistentes e a rotação de culturas estão entre as práticas recomendadas para se manejar áreas infestadas, os principais programas de melhoramento genético da soja no País passaram a dar grande ênfase ao desenvolvimento de cultivares resistentes. Ainda na década de setenta, antevendo que o NCS poderia chegar ao Brasil, o programa de melhoramento genético da Embrapa Soja realizou uma série de hibridações artificiais, utilizando a cultivar americana Pickett, como fonte de resistência. Na década de oitenta, não havia relato do NCS no Brasil, e nos EUA surgia o segundo ciclo de genótipos resistentes, caracterizado por cultivares mais produtivas e resistentes a outros patógenos. Em decorrência desses fatos, o programa da Embrapa Soja descartou as populações existentes e fez novos cruzamentos, utilizando como fontes de resistência as cultivares Forrest, Centennial, Sharkey e Kirby, todas resistentes à raça 3. Como essa era a raça predominante nos EUA, partiu-se da hipótese de que ela seria, provavelmente, a primeira a ser introduzida no Brasil.

A partir da safra 1993/94, todas as linhagens oriundas das populações que tinham, pelo menos, um parental resistente ao *H. glycines*, foram avaliadas em casa-de-vegetação e áreas naturalmente infestadas. Nos testes foram identificadas dezenas de linhagens resistentes à raça 3, sendo que a grande maioria foi descartada por suscetibilidade ao cancro da haste. Em 1997, foi lançada a 'BRSMG Renascença', primeira cultivar brasileira resistente ao NCS, que se adaptou bem nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Sudeste de Goiás (Arantes et al., 1997). Resultante do cruzamento [F81-2129 x (Kirby x Tracy M)] x Forrest, feito no Centro Nacional de Pesquisa de Soja, a BRSMG 'Renascença' é resistente às principais doenças e apresentou rendimento de grãos 8% superior ao padrão de mesmo ciclo.

Em 1998, a Embrapa Soja e seus parceiros lançaram a cultivar BRSMG Liderança, com boa adaptação nos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia e São Paulo e também a BRSMT Pintado, que é indicada para Mato Grosso. Ainda em 1998, a Monsoy Sementes lançou as cultivares M-SOY 8001, indicada para Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, e M-SOY 8401, indicada para o Mato Grosso do Sul (EMBRAPA, 1998).

Herança da Resistência

O melhoramento genético da soja, visando ao desenvolvimento de

cultivares resistentes ao NCS é bastante complexo, e a base genética da resistência ainda não está completamente entendida. As dificuldades encontradas nos estudos de herança, bem como algumas divergências observadas, podem ser atribuídas, em parte, ao alto nível de variabilidade observada nas populações de campo e, ainda, devido ao método utilizado para classificar como resistentes, as plantas que apresentam < 10% do número de fêmeas ou eistos encontrados na cultivar suscetível 'Lee'. Concebido et al. (1996) afirmam que a natureza complexa do patógeno e do hospedeiro são as causas prováveis dos resultados contrastantes e ambíguos obtidos até então sobre a herança da resistência.

Os primeiros estudos sobre a herança da resistência da soja ao *H. glycines* foram feitos por Caldwell et al. (1960), utilizando os genótipos Peking, PI 90763, PI 84751 (resistentes) e 'Hill' (susceptível). Os pesquisadores identificaram três genes recessivos independentes para a resistência, rhg_1 , rhg_2 e rhg_3 . Posteriormente, Matson & Williams (1965) encontraram um gene dominante Rhg_1 , em adição aos três genes recessivos. O gene dominante, que foi encontrado em Peking, estava ligado à série alélica *i*, que afeta a coloração do tegumento da semente. Por ocasião desses primeiros estudos, as raças não estavam bem caracterizadas. Segundo CAVINESS (1992), provavelmente Caldwell et al. (1960) trabalharam com a raça 1 e Matson & Williams (1965), com a raça 3.

Rao-Arelli & Anand (1988) utilizaram diversos genótipos de soja para estudar a similaridade dos genes que condicionam resistência à raça 3, concluindo que Peking tinha genes em comum com PI 90763 e PI 438489B, enquanto PI 90763 tinha genes em comum com PI 438489B, PI 404166 e PI 404198A. Em um estudo de herança, realizado por Myers & Anand (1991), os resultados obtidos indicaram que PI 90763 e Peking possuem genes para resistência à raça 3, em comum com PI 437654. Os autores encontraram um gene dominante e dois recessivos, condicionando resistência na PI 437654.

A herança da resistência dos genótipos 'A 20', 'Jack' e 'Cordell', à raça 3, que vieram, respectivamente, de Peking (Cianzio et al., 1991), PI 88788 (Nickell et al., 1990) e Peking + PI 88788 + PI 90763 (Hartwig & Young, 1990), foi estudada por Mansur et al. (1993), que concluíram ser uma herança predominantemente aditiva, controlada por três ou não mais do que quatro genes.

O maior número de estudos sobre herança da resistência da soja ao *H. glycines* foi feito para a raça 3, considerada como selvagem e mais largamente disseminada nas regiões produtoras de soja. Estudos de herança para outras raças também foram realizados, indicando a necessidade de novas pesquisas.

Em um estudo conduzido por Thomas et al. (1975), que cruzaram Peking x PI 88788, concluiu-se que, para a raça 4, esses genótipos diferem entre si por um único gene. Cruzamentos de PI 88788, com um genótipo suscetível a todas as raças, mostrou que a resistência do NCS, à raça 4, parece ser controlada por um gene dominante e dois recessivos.

Myers et al. (1988) estudaram a herança da resistência do NCS à raça 5. Em um cruzamento com A cv. 'Essex' (susceptível), os autores concluíram que a resistência em PI 437654 era condicionada por dois genes dominantes e dois recessivos. Resultados semelhantes foram obtidos nos cruzamentos envolvendo PI 437654, Peking e PI 90763. Entretanto, o cruzamento PI 437654 x PI 88788 revelou que um gene recessivo e dois dominantes é que condicionam a resistência.

Estudos desenvolvidos por Anand & Rao-Arelli (1989), Hancock et al. (1987) e Hartwig (1985) indicam que os genes para resistência a algumas raças podem estar ligados ou que existam alelos múltiplos de um único locus. Resultados preliminares obtidos por Hartwig (1985) sugerem que há uma ligação gênica para a resistência às raças 5 e 14.

Fontes de Resistência

Entre os genótipos de soja resistentes ao NCS, identificados inicialmente nos EUA, a 'Peking', que é resistente às raças 1 e 3, foi largamente utilizada como fonte de resistência, por apresentar melhores características agrônomicas (Hartwig, 1985). Posteriormente, PI 88788 foi utilizada como fonte de resistência às raças 3 e 4 (Shannon, 1989), PI 90763 e PI 89772 à raça 5 (Hartwig, 1985) e PI 437654 às raças 3, 4 e 5 (Anand et al., 1985).

Mais recentemente, a cv. 'Hartwig' vem sendo utilizada, em larga escala, nos programas de melhoramento. Essa cultivar, que resultou do cruzamento Forrest³ x PI 437654, apresenta resistência a todas as raças e biótipos de NCS conhecidos nos EUA (Anand, 1992). No Brasil, entretanto,

a resistência da cv. 'Hartwig' foi quebrada por uma população existente no Mato Grosso, identificada preliminarmente como raça 4* (Dias et al., 1998).

No programa de melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa Soja, as cultivares listadas na Tabela 1 vêm sendo utilizadas como fontes de resistência às diferentes raças do NCS.

Tabela 1 – Principais fontes de resistência às diferentes raças de *H. glycines*, utilizadas no programa melhoramento genético da soja, desenvolvido pela Embrapa Soja.

Raça	Cultivar	Fonte original
1 e 3	Centennial, Forest, Foster, Kirby, Padre, Pickett-71 e Sharkey	Peking
3, 14	Avery, Bedford, Epps, Nathan, Jeff e Leflore	Peking e PI 88788
2, 3, 5 e 14	Cordell	PI 90763
1 a 6, 9 e 14	Hartwig	Peking e PI 437654

Técnicas para Determinar a Resistência

A identificação de linhagens resistentes é uma etapa muito importante nos programas de melhoramento. As técnicas tradicionais para se determinar a resistência ao *H. glycines*, que são empregadas em casa-de-vegetação ou em campos infestados, vêm sendo amplamente utilizadas. Já aquelas baseadas em marcadores moleculares ainda são de pouco uso, por se acharem em fase de desenvolvimento, porém com grande potencial para um futuro próximo.

A avaliação de genótipos para a resistência ao NCS, em casa-de-vegetação, é o método mais seguro e confiável, uma vez que o ambiente é controlado e a probabilidade de escape é pequena. Caviness (1992) recomenda colocar entre uma e três sementes de cada linhagem em vasos de 8 a 10 cm de diâmetro, permanecendo apenas uma planta por vaso, após o desbaste. Cerca de 7 a 10 plantas de cada genótipo são normalmente necessárias para se obter uma boa avaliação de resistência ou suscetibilidade (Hartwig, 1985). As plantas são quase sempre avaliadas após 25 a 32 dias da inoculação, e os melhores resultados, segundo Shannon (1989), têm sido obtidos quando se mantém a temperatura, na casa-de-vegetação, entre 27 e 29°C.

O substrato para o enchimento dos vasos pode ser terra coletada em

uma área infestada, desde que a amostra tenha sido uniformizada e apresente, no mínimo, 100 cistos viáveis em cada 100 ml de terra. Pode-se, também, utilizar um substrato autoclavado, ou previamente tratado com brometo de metila, à base de 80 ml por 500 litros, composto por uma parte de areia fina lavada e duas partes de terra coletada no horizonte B. Nesse último caso, as plantas devem ser inoculadas com uma suspensão contendo, pelo menos, 4.000 ovos e juvenis de segundo estágio (Riggs & Schmitt, 1991). Para a avaliação da resistência, as linhagens em teste, juntamente com a cultivar Lee 68, utilizada como padrão de suscetibilidade, devem ser cuidadosamente arrancadas dos vasos para a contagem do número de fêmeas e cistos nas raízes. Para cada linhagem, calcula-se o índice de fêmea (IF), dado pela razão percentual entre o número de fêmeas e cistos na linhagem e na cultivar Lee 68. Quando o IF for menor que 10%, a reação é considerada negativa, sendo o hospedeiro resistente.

A identificação de linhagens resistentes pode ser feita também no campo, em área naturalmente infestada. A grande dificuldade na avaliação de germoplasma no campo deve-se à distribuição espacial desuniforme do *H. glycines*, o que exige maior número de repetições e novos testes para confirmar se realmente se trata de resistência ou escape. Schmitt (1992) afirma que a densidade populacional do NCS pode apenas ser detectável em um determinado campo ou variar de 10 a 20 mil ovos por 500 cm³ de solo, em pontos de amostragem distantes apenas 5 a 10 m. É por essa razão que as técnicas de avaliação são fundamentais na condução de um programa de melhoramento eficiente.

Para a identificação de resistência no campo, Ross & Brim (1957) utilizaram fileiras duplas, sendo que em uma delas era colocada uma linhagem glabra suscetível e na outra os genótipos a serem testados. Com esse procedimento, torna-se fácil reconhecer as linhagens pubescentes e compará-las com as plantas glabras suscetíveis, aumentando a segurança de que linhagens livres de fêmeas nas raízes possam ser realmente resistentes. Na indisponibilidade de linhagens glabras suscetíveis, pode-se utilizar uma cultivar pubescente suscetível, tendo-se o cuidado de manter uma distância mínima de 30 cm entre as fileiras duplas. Nos testes de campo, é desejável fazer de seis a oito repetições, para reduzir o percentual de escape.

Um método alternativo para a identificação de linhagens resistentes, em áreas naturalmente infestadas, vem sendo utilizado com sucesso pelo

programa da Embrapa Soja, em Minas Gerais, de onde saíram as duas primeiras cultivares resistentes ao NCS, para o Estado. A diferença básica entre esse método e os demais é que a área para teste é escolhida dentro da mesma safra, utilizando os sintomas e sinais do NCS como indicadores da distribuição espacial do patógeno no solo. Escolhida a área, quando as plantas da lavoura estão com 30 a 40 dias, são abertos sulcos coincidentes com as próprias fileiras da soja, onde são semeados os genótipos a serem testados. Arantes (1997) demonstrou que a superioridade do método se deve, principalmente, por possibilitar a avaliação de genótipos em áreas mais homogêneas quanto à distribuição espacial do patógeno no solo, reduzindo a percentagem de escape que normalmente ocorre nas avaliações feitas a campo. Dessa forma, apenas quatro repetições são suficientes para se ter dados confiáveis.

Nos testes de campo para a identificação da resistência, a contagem do número de fêmeas e cistos nas raízes pode ser feita entre 30 e 40 dias após a semeadura da soja. Em cada parcela, que pode ser de apenas 1m, cerca de 10 plantas devem ser cuidadosamente arrancadas com auxílio de pá ou enxadão e, após a contagem, deve-se atribuir notas de 0 a 4, utilizando os critérios propostos por Hartwig (1985), reproduzidos na Tabela 2. Segundo esses critérios, apenas as plantas com notas 0 e 1 devem ser mantidas no programa.

Tabela 2 - Notas de 0 a 4 atribuídas em função do número de fêmeas e cistos de *H. glycines* presentes nas raízes da soja (Hartwig, 1985).

Nota	Fêmeas /sistema radicular
0	Ausência de fêmeas e cistos
1	de 1 a 5 fêmeas e cistos
2	de 6 a 10 fêmeas e cistos
3	de 11 a 20 fêmeas e cistos
4	Mais de 20 fêmeas e cistos

A atribuição de notas, mencionadas no parágrafo anterior, pode também ser utilizada em casa-de-vegetação, tendo como vantagens a economia e a agilidade nos testes. Entretanto, na etapa final do programa, para confirmar se determinada linhagem promissora é ou não resistente, devem ser feitos testes em casa-de-vegetação, utilizando a metodologia descrita anteriormente.

Em um programa de melhoramento, basta apenas identificar se determinada linhagem é ou não resistente. Entretanto, quando se deseja caracterizar os genótipos quanto à reação ao NCS, recomenda-se utilizar os critérios propostos por Schmitt & Shannon, 1992, reproduzidos na Tabela 3.

Tabela 3 - Reação de genótipos de soja, baseada na reprodução do nematóide de cisto, *Heterodera glycines* Ichinoe (Schmitt & Shannon, 1992).

% de Reprodução ^F	Reação
00-09	R - Resistente
10-30	MR - Moderadamente resistente
31-60	MS - Moderadamente suscetível
> 60	S - Suscetível

^F Porcentagem de reprodução do genótipo em estudo, comparado ao padrão de suscetibilidade (Lee 61).

Estratégias para Desenvolver Cultivares

Vários são os métodos que têm sido utilizados nos programas de melhoramento visando à resistência ao NCS. Caviness & Riggs (1976) recomendam o retrocruzamento modificado, com teste de progênie em F_3 . Os autores argumentam que o teste de progênie em F_3 é aconselhável, uma vez que a herdabilidade da reação é usualmente baixa. Considerando as condições brasileiras no presente, pelo menos três estratégias interessantes podem ser adotadas:

1) Introdução de resistência à mancha olho-de-rã e ao cancro da haste, bem como de genes para período juvenil longo, em genótipos norte-americanos que tenham boas características agrônomicas e diferentes fontes de resistência ao NCS. Essa estratégia pode ser desenvolvida em centros de pesquisa, na ausência do nematóide de cisto e exige testes posteriores nas áreas onde se pretende lançar as novas cultivares.

2) Uso do retrocruzamento ou retrocruzamento modificado, visando a introdução de genes para resistência ao NCS, em cultivares brasileiras. É desejável que o parental doador possua diferentes fontes de resistência ao NCS e o parental recorrente seja uma cultivar resistente às principais doenças e, ainda, que tenha período juvenil longo.

3) Seleção de linhagens a partir de populações originárias de hibridações entre genótipos adaptados e fontes de resistência às várias raças do nematóide de cisto. No desenvolvimento das três primeiras cultivares lançadas no Brasil pela Embrapa Soja, BRSMG Renascença, BRSMG

Liderança e BRSMT Pintado, foi utilizada essa estratégia.

Nos programa de melhoramento que for adotada as estratégias 2 e 3, há necessidade de sistemas eficientes de avaliação de genótipos visando à identificação daqueles resistentes às raças de interesse. Portanto, as estratégias 2 e 3 só podem ser adotadas em locais onde o *H. glycines* esteja presente.

Literatura Citada

ANAND, S.C. Registration of 'Hartwig' soybean. *Crop Sci.*, v. 32, p.1069-1070, 1992.

ANAND, S.C.; WRATHER, J.A. & SHUMWAY, C.R.. Soybean genotypes with resistance to races of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v. 25, p. 1073-1075, 1985.

ANAND, S.C.; GALLO, K.M.; BAKER, I.A. & HARTWIG, E.E. Soybean plant introductions with resistance to race 4 or 5 of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v. 28, p. 563-564, 1988.

ANAND, S.C., & RAO-ARELLI, A. P. Genetics analysis of soybean genotypes resistance to soybean cyst nematode race 5, *Crop Sci.*, v. 29, p. 1181-1184, 1989.

ARANTES, N.E.; KIIHL, R.A.S.; ALMEIDA, L.A. & MARTINS FILHO, S. Resultados preliminares de trabalhos sobre o NCS obtidos em Nova Ponte (MG). In: Programa nacional de apoio ao controle e prevenção do nematóide de cisto da soja: proposta para implementação. Brasília: MARA-SDA/EMBRAPA/IICA/ABRASEM/COBRAFI. p. 34. (Resumo), 1994.

ARANTES, N. E. Subsídios ao desenvolvimento de genótipos de soja resistentes ao nematóide de cisto (*Heterodera glycines* Ichinohe). **Jaboticabal. 65p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1997.**

ARANTES, N.E.; ALMEIDA, L.A. & KIIHL, R.A.S. Cultivar de soja MG/BR-54 (Renascença): descrição e comportamento em Minas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 19, 1997. Jaboticabal. Ata e Resumos...

Londrina: EMBRAPA-CNPSO. p.244, 1997.

CALDWELL, B.E.; BRIM, C.A. & ROSS, J.P. Inheritance of resistance of soybeans to cyst nematode, *Heterodera glycines*. *Agron. J.*, v. 52, p. 635-636, 1960.

CAVINESS, C.E. & RIGGS, R.D. Breeding for nematode resistance. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 1, Danville, Proceedings... Danville: The Interstate Printers and Publishers Inc, 1976. p. 594-601, 1975.

CAVINESS, C.E. Breeding for resistance to soybean cyst nematode. In: RIGGS, R.D., WRATHER, J.S. Biology and Management of the Soybean Cyst Nematode. St. Paul: A.P.S. Pressp.143-156, 1992.

CIANZIO, S. R.; TACHIBANA, H.; MANSUR, L. M.; FEHR, W. R.; NIBLACK, T. L.; SCHULTZ, S. P.; RUFF, R. & BIDNE, K. Registration of A20 soybean germoplasm resistant to brown stem rot, soybean cyst nematode and iron deficiency chlorosis. *Crop Sci.*, v.31, p.1713-1714, 1991.

CONCIBIDO, V.C.; DENNY, R.L.; LANG, D.A.; ORF, J.H.; & YOUNG, N.D. RFLP mapping and marker-assisted selection of soybean cyst nematode resistances in PI 209232. *Crop Sci.*, v. 36, p. 1643-1650, 1996.

DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V. & PEREIRA, J. E. Monitoramento de raças de *Heterodera glycines* no Brasil (safra 1997/98). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998. Londrina. Ata e Resumos... Londrina: EMBRAPA-CNPSO. p.241, 1998.

EMBRAPA. Quadros estaduais de cultivares de soja recomendadas para a safra 1992/93. Londrina: CNPSOja. 15p. (CRC-Soja I e CRC-Soja II), 1992.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1998/99. Londrina: EMBRAPA-CNPSO. (Documentos, 120), 1998.

HANCOCK, J. A.; HANCOCK, F. G.; CAVINESS, C. E. &

RIGGS, R.D. Genetics of resistance in soybean to "Race X" of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v.27, p.704-707, 1987.

HARTWIG, E.E. & EPPS, J.M. Registration of Forrest Soybeans. *Crop Sci.*, v.13, p.287, 1973.

HARTWIG, E.E. Breeding productive soybeans with resistance to soybean cyst nematode. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3, Boulder. Proceedings... Boulder: Westview Press, 1985. p. 394-399, 1984.

HARTWIG, E.E. & YOUNG, L.D. Registration of 'Cordell' soybeans. *Crop Sci.*, v.30, p.231-232, 1990.

LIMA, R.D.; FERRAZ, S. & J.M. SANTOS. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja no Triângulo Mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XVI, Lavras. Resumos, p. 81, 1992.

LORDELLO, A.L.L.; LORDELLO, R.R.A. & J.A. QUAGGIO. *Heterodera* sp. reduz produção de soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XVI, Lavras. Resumos, p. 81, 1992.

MANSUR, L.M.; CARRIQUIRY, A.L. & RAO-ARELLI, A.P. Generation mean analysis of resistance to race 3 of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v.33, p.1249-1253, 1993.

MATSON, A.L. & WILLIAMS, L.F. Evidence of a four gene for resistance to soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v. 5, p. 477, 1965.

MONTEIRO, A.R. & MORAIS, S.R.A.C. Ocorrência do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines*, Ichinoe, 1952, prejudicando a cultura da soja no Mato Grosso do Sul. *Nematol. Bras.* v. 16 p. 101, 1992.

MYERS, G.O. & ANAND, S.C. Inheritance of resistance and Genetic relationships among soybean plant introductions to races of soybean cyst nematode. *Euphytica*, v.55, p.197-201, 1991.

MYRES, G.O.; ANAND, S.C.; & RAO-ARELLI, A.P. Inheritance of resistance to race 5 of *Heterodera glycines* in soybeans.

Agron. J., v. p. 80-90, 1998.

NICKELL, C.D.; NOEL, G.R.; THOMAS, D.J. & WALLER, R. Registration of 'Jack' soybean. *Crop Sci.*, v. 30, p. 1365, 1990.

ROOS, J.P. & BRIM, C.A. Resistance of soybeans to the soybean cyst nematode as determined by a double-row method. *Plant. Dis. Rep.* v. 41, p.923-924, 1957.

RIGGS, R.D. & SCHMITT, D.P. Optimization of the *Heterodera glycines* races test procedure. *Jour. Nem., Florida*, v. 23, n. 2, p. 149-154, 1991.

RAO-ARELLI, A.P. & ANANDS, S.C. Genetic relationships among soybean plant introductions for resistance to race 3 to soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v.30, p. 1365, 1990.

SHANNON, J.G. Breeding for resistance to races of soybean cyst nematode. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4, 1987, Buenos Aires. Proceedings... Buenos Aires: Asociacion Argentina de la Soja p. 2071-2076, 1989..

SCHMITT, D.P. Population dynamics. In: RIGGS, R.D. & WRATHER, J.A. Biology and management of the soybean cyst nematode. St. Paul: APS Press. p. 51-59, 1992.

SCHMITT, D.P. & SHANNON, G. Differentiating soybean responses to *Heterodera glycines* races. *Crop Sci.*, v. 32, p. 275-277, 1992.

THOMAS, J.D.; CAVENESS, C.E.; RIGGS, R.D. & HARTWIG, E.E. Inheritance of reaction to race 4 of soybean-cyst nematode. *Crop Sci.*, v. 15, p. 208-210, 1975.

YOUNG, L.D. Soybean germplasm evaluated for resistance to race 3, 5 and 14 of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v. 30, p. 735-736, 1990.

RIGGS, R.D. Genetics of resistance in soybean to "Race X" of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v.27, p.704-707, 1987.

HARTWIG, E.E. & EPPS, J.M. Registration of Forrest Soybeans. *Crop Sci.*, v.13, p.287, 1973.

HARTWIG, E.E. Breeding productive soybeans with resistance to soybean cyst nematode. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3, Boulder. Proceedings... Boulder: Westview Press, 1985. p. 394-399, 1984.

HARTWIG, E.E. & YOUNG, L.D. Registration of 'Cordell' soybeans. *Crop Sci.*, v.30, p.231-232, 1990.

LIMA, R.D.; FERRAZ, S. & J.M. SANTOS. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja no Triângulo Mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XVI, Lavras. Resumos, p. 81, 1992.

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

MANSUR, L.M.; CARRIQUIRY, A.L. & RAO-ARELLI, A.P. Generation mean analysis of resistance to race 3 of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v.33, p.1249-1253, 1993.

MATSON, A.L. & WILLIAMS, L.F. Evidence of a four gene for resistance to soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v. 5, p. 477, 1965.

MONTEIRO, A.R. & MORAIS, S.R.A.C. Ocorrência do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines*, Ichinoe, 1952, prejudicando a cultura da soja no Mato Grosso do Sul. *Nematol. Bras.* v. 16 p. 101, 1992.

MYERS, G.O. & ANAND, S.C. Inheritance of resistance and Genetic relationships among soybean plant introductions to races of soybean cyst nematode. *Euphytica*, v.55, p.197-201, 1991.

MYRES, G.O.; ANAND, S.C.; & RAO-ARELLI, A.P. Inheritance of resistance to race 5 of *Heterodera glycines* in soybeans.

Agron. J., v. p. 80-90, 1998.

NICKELL, C.D.; NOEL, G.R.; THOMAS, D.J. & WALLER, R. Registration of 'Jack' soybean. *Crop Sci.*, v. 30, p. 1365, 1990.

ROOS, J.P. & BRIM, C.A. Resistance of soybeans to the soybean cyst nematode as determined by a double-row method. *Plant. Dis. Rep.* v. 41, p.923-924, 1957.

RIGGS, R.D. & SCHMITT, D.P. Optimization of the *Heterodera glycines* races test procedure. *Jour. Nem., Florida*, v. 23, n. 2, p. 149-154, 1991.

RAO-ARELLI, A.P. & ANANDS, S.C. Genetic relationships among soybean plant introductions for resistance to race 3 to soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v.30, p. 1365, 1990.

SHANNON, J.G. Breeding for resistance to races of soybean cyst nematode. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4, 1987, Buenos Aires. Proceedings... Buenos Aires: Asociacion Argentina de la Soja p. 2071-2076, 1989..

SCHMITT, D.P. Population dynamics. In: RIGGS, R.D. & WRATHER, J.A. Biology and management of the soybean cyst nematode. St. Paul: APS Press. p. 51-59, 1992.

SCHMITT, D.P. & SHANNON, G. Differentiating soybean responses to *Heterodera glycines* races. *Crop Sci.*, v. 32, p. 275-77, 1992.

THOMAS, J.D.; CAVENESS, C.E.; RIGGS, R.D. & HARTWIG, E.E. Inheritance of reaction to race 4 of soybean-cyst nematode. *Crop Sci.*, v. 15, p. 208-210, 1975.

YOUNG, L.D. Soybean germplasm evaluated for resistance to race 3, 5 and 14 of soybean cyst nematode. *Crop Sci.*, v. 30, p. 735-736, 1990.