

INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE E SEUS EFEITOS NA ESCOLHA DE LOCALIDADES PARA AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE SOJA (*Glycine max (L.) MERRIL*)^{1/}

Ney Sussumu Sakiyama^{2/}

Tunéo Sediyama^{3/}

Carlos Sigueyuki Sediyama^{3/}

Múcio Silva Reis^{3/}

1. INTRODUÇÃO

No melhoramento genético da soja (*Glycine max (L.) Merril*), os genótipos desenvolvidos após demorado processo de seleção e avanço de gerações são avaliados em ensaios comparativos de produção, conduzidos em vários ambientes. Porem, quando vários genótipos são comparados em uma série de ambientes, pode ocorrer alteração na ordem de classificação, quando se considera determinado caráter, o que dificulta o processo de seleção. A essa reação dos genótipos às variações de ambiente dá-se o nome de interação genótipo x ambiente (9, 10).

BONATO (5), estudando a reação de dez genótipos de soja, nos anos agrícolas 1973/74 e 1974/75, no Estado do Rio Grande do Sul, verificou, estatisticamente, a

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como um dos requisitos para a obtenção do título de «Magister Scientiae» em Genética e Melhoramento.

Projeto parcialmente financiado pela FINEP, EPAMIG, ESAL, Cia. Floresta Rio Doce, Fazenda Boa Fé, COOPERCOTIA, COSUEL, Agromen, HMS Agro-pastoril Ltda., Fazenda Pherla, ABC A&P e CAMPO.

Aceito para publicação em 11-5-1988.

^{2/} Bolsista do CNPq, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG. Bolsistas do CNPq.

ocorrência da interação genótipos x anos x localidade, o que indicou diferença específica na reação de determinados genótipos em determinados anos e localidades.

NOGUEIRA (13), trabalhando com os cultivares UFV-1 e IAC-7, no Estado de São Paulo, em diversas épocas de semeadura, durante os anos agrícolas 1979/80 e 1980/81, verificou que os cultivares não diferiram na produção de grãos nas épocas consideradas convencionais. Porém, o retardamento do plantio fez diminuir a produção dos dois cultivares, nos dois anos, enquanto a antecipação alterou somente a produção do cultivar UFV-1.

Outros autores verificaram diferenças entre cultivares de soja na reação às variações de localidade, ano e, ou, época de plantio (1, 2, 7, 8, 12, 14, 15, 20, 21, 22).

Entre os genótipos de soja verifica-se ampla graduação na estabilidade fenotípica. ARANTES e REZENDE (3), estudando 16 cultivares de soja, em cinco épocas de semeadura, nos anos agrícolas de 1976/77 a 1979/80, em Uberaba, MG, verificaram diferenças na capacidade de adaptação e na estabilidade fenotípica.

Outros autores encontraram também diferenças entre genótipos de soja na capacidade de adaptação e na estabilidade fenotípica (4, 5, 16, 18).

Analizando questão semelhante, EBERHART e RUSSEL (9) sugeriram o cultivo de genótipos que apresentassem maior rendimento de grãos, adaptabilidade média e maior estabilidade fenotípica. A dificuldade persiste, no entanto, na escolha de melhores combinações de ambientes, cujos resultados médios possam representar bem determinada região.

No presente trabalho foram aproveitados dados obtidos em 43 ensaios de avaliação de linhagens de soja conduzidos pela Universidade Federal de Viçosa em 16 localidades do Estado de Minas Gerais, nos anos agrícolas 1981/82 e 1982/83. O objetivo foi estudar a eficiência da seleção de genótipos de soja, comparada com a seleção realizada apenas em duas localidades, em três épocas de plantio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Quarenta e três ensaios de avaliação de genótipos de soja foram instalados em 16 municípios do Estado de Minas Gerais, nos anos agrícolas 1981/82 (21 ensaios) e 1982/83 (22 ensaios), conforme se pode observar no Quadro 1.

Os experimentos foram delineados em blocos completos casualizados, com 16 tratamentos e três repetições, tendo sido analisados somente os nove genótipos comuns aos dois anos de plantio.

Cada unidade experimental foi constituída de quatro fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas de 60 cm, com densidade em torno de 24 plantas por metro linear.

A área útil ($4,8 \text{ m}^2$) foi obtida por meio da colheita de duas fileiras centrais, eliminando-se meio metro de cada extremidade.

As unidades experimentais foram colhidas, em média, uma semana após o estádio R₈ da escala de FEHR *et alii* (11). As plantas foram trilhadas e as sementes, secas e limpas, foram pesadas, para a determinação do rendimento de grãos, expresso em quilogramas por hectare.

Foram escolhidas duas localidades (Capinópolis e Florestal), levando em consideração a localização estratégica, a representatividade e a suficiência de ensaios para a realização do estudo planejado.

A combinação de anos e épocas nessas duas localidades foi comparada com o conjunto de todos os 43 ensaios conduzidos nas 16 localidades, através da correlação de SPEARMAN (6) e do método de EBERHART e RUSSEL (9).

QUADRO 1 - Localidades e datas de plantio de 43 ensaios de competição de genótipos de soja conduzidos em Minas Gerais, nos anos agrícolas 1981/82 e 1982/83

Localidade	Data de plantio	Localidade	Data de plantio
Capinópolis	20/10/81	Ituiutaba	10/11/81
Capinópolis	09/11/81	Ituiutaba	20/11/81
Capinópolis	13/11/81	Ituiutaba	03/12/81
Capinópolis	30/11/81	Ituiutaba	23/11/82
Capinópolis	21/12/81	Ipiaçu	18/11/81
Capinópolis	29/10/82	Ipiaçu	12/11/82
Capinópolis	12/11/82	Conquista	01/12/81
Capinópolis	18/11/82	Conquista	17/11/82
Capinópolis	22/11/82	São Gotardo	24/11/81
Capinópolis	03/12/82	São Gotardo	10/11/82
Capinópolis	14/12/82	Uberaba	01/12/81
Florestal	04/11/81	Uberaba	12/11/82
Florestal	17/11/81	Viçosa	23/11/81
Florestal	11/12/81	Viçosa	26/11/82
Florestal	26/10/82	Serra do Salitre	26/11/81
Florestal	12/11/82	Iraí de Minas	27/11/81
Florestal	06/12/82	Lavras	30/11/81
Florestal	17/12/82	Cordisburgo	12/11/82
Grão Mogol	29/10/81	Pres. Olegário	11/11/82
Grão Mogol	18/11/81	Monte Alegre	18/11/82
Grão Mogol	28/12/82	Coromandel	20/11/82
Grão Mogol	05/01/82		

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo da eficiência da localização dos ensaios em Capinópolis e Florestal na estimativa de produtividade média de grãos é de interesse particular neste trabalho, por se tratar de localidades estratégicas do Programa de Melhoramento de Soja da UFV. Capinópolis é sede da Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro, estação pertencente à Universidade, situada em uma das principais regiões produtoras de soja do Estado. Em Florestal está localizada a Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal, da UFV, importante ponto de apoio para os trabalhos desenvolvidos no referido Programa. Apesar de não estar localizado em região produtora de soja, esse centro de ensino e pesquisa é utilizado na simulação da diversidade ambiental no Estado. Seu potencial de produtividade é bem menor do que o de Capinópolis, o que possibilita

uma amplitude ambiental favorável ao estudo da estabilidade fenotípica dos genótipos. Compuseram-se, assim, três combinações de ambientes, com a utilização de ensaios conduzidos em Capinópolis e em Florestal, fazendo-se comparações com igual número de ambientes formados com maior número de localidades.

Os resultados da análise conjunta, pelo método de EBERHART e RUSSEL (9), dos 43 ensaios conduzidos em diferentes localidades, nos anos agrícolas 1981/82 e 1982/83, e os resultados da análise efetuada em 12 ambientes conjuntamente (dois anos e três épocas de plantio, em Capinópolis e Florestal) estão no Quadro 2.

A correlação entre os genótipos nos dois conjuntos de ambientes foi significativa ($P \leq 0,01$), pelo teste de Spearman. O valor do coeficiente de correlação (r) foi 0,983, indicando boa consistência, quanto à ordem de classificação dos genótipos, na produtividade média de grãos. Verificou-se que a seleção dos três genótipos superiores ou a eliminação de três inferiores, quanto ao rendimento médio de grãos, apresentou eficiência de 100%, quando foram comparadas as duas combinações de ensaios.

As estimativas dos coeficientes de regressão (b), nas duas combinações de ensaios, diferiram em significância entre os cultivares IAC-2 e Juparaná. No estudo de 43 ensaios, o cultivar IAC-2 apresentou b significativamente inferior a um, pelo teste t ($P \leq 0,01$), o que mostra que se adapta bem a ambientes menos favoráveis à produção de grãos. De fato, esse cultivar foi indicado, em anos anteriores, para o cultivo em solos de baixa fertilidade ou em cerrados recém-desbravados e parcialmente corrigidos (19). Também participou efetivamente da expansão da soja no Brasil Central, principalmente nos cerrados, chegando a ser apelidado de «zebu do cerrado» (17). No estudo de dois anos e três épocas de plantio, em Capinópolis e em Florestal, o coeficiente de regressão, b , do cultivar IAC-2 não diferiu significativamente de um ($P > 0,05$), pelo teste t , o que sugere que esse cultivar tem adaptabilidade média, dentro da faixa de ambiente considerada. Possivelmente, esses resultados não-concordantes foram observados porque a amplitude ambiental estudada no segundo grupo foi menor, além de menor o número de observações, ou seja, no estudo de 43 ensaios, o ambiente menos favorável produziu, em média, 990,3 kg/ha e o mais favorável 3.111,3 kg/ha, em média, enquanto no estudo feito em Capinópolis e Florestal a produção média nos ambientes variou de 1.967,4 a 2.944,9 kg/ha. No entanto, o hábito de crescimento indeterminado do cultivar IAC-2, o seu elevado porte e a variação no grau de acamamento nos diversos ambientes poderiam auxiliar na correta interpretação da sua adaptabilidade (o crescimento indeterminado possibilita que a planta continue a crescer mesmo após a indução do florescimento). Assim, o cultivar IAC-2, quando cultivado em ambientes menos favoráveis, tem vantagens sobre os cultivares de crescimento determinado, que têm seu crescimento praticamente estabilizado após o florescimento. Por outro lado, quando cultivado em ambientes de alta fertilidade, o 'IAC-2' apresenta, normalmente, porte muito elevado, o que facilita a ocorrência de acamamento. Observa-se, ainda, pelo Quadro 2, que os valores de b para 'IAC-2', foram muito próximos nas duas combinações.

O cultivar Juparaná apresentou b significativamente superior a um, pelo teste t ($P \leq 0,05$), o que mostra que se adapta a ambientes mais favoráveis. No estudo de dois anos e três épocas de plantio, em Capinópolis e Florestal, esse cultivar apresentou valor de b não diferente de um, pelo teste t ($P > 0,05$), o que indica ser um cultivar de média adaptabilidade, dentro da faixa de ambiente considerada. Embora os resultados de adaptabilidade (b) não tenham sido concordantes, SEDIYAMA *et alii* (18), analisando 16 genótipos em 26 ensaios, conduzidos em Minas Gerais, no ano agrícola 1982/83, obtiveram valor de b , para 'Juparaná', não diferente

QUADRO 2 - Estimativas de rendimento médio de grãos (Kg/ha), coeficiente de regressão (b) e desvio da regressão ($s^2_{d_i}$) de nove genótipos de soja, na análise conjunta de 43 ensaios e de 12 ensaios (Capinópolis e Florestal, dois anos e três épocas), pelo método de EBERHART e RUSSEL (1966)

Genótipos	Rend. grãos (kg/ha)		Coef. regressão (b)		Desvio da reg. ($s^2_{d_i}$)	
	43 ensaios	12 ensaios	43 ensaios	12 ensaios	43 ensaios	12 ensaios
Cristalina	2544,7	2811,4	1,270 **	1,513 *	10100 n.s.	21000 n.s.
Juparaná	2390,7	2663,9	1,58 *	1,300 n.s.	15900 *	61800 *
Rio Doce	2360,8	2696,1	1,059 n.s.	0,892 n.s.	34800 **	60400 *
UFV-1	2306,9	2548,2	1,058 n.s.	1,213 n.s.	-9600 n.s.	-83500 n.s.
Sucupira	2232,3	2470,3	1,045 n.s.	1,188 n.s.	7500 n.s.	233500 n.s.
UFV 80-69	2216,2	2459,5	1,021 n.s.	1,280 n.s.	8800 n.s.	9700 n.s.
UFV 79-56	2115,5	2400,4	0,873 *	0,535 **	2900 n.s.	-19900 n.s.
UFV 79-58	2104,7	2385,2	0,663 **	0,258 *	89100 **	2500 **
IAC-2	2002,6	2185,8	0,859 **	0,824 n.s.	-3700 n.s.	-29300 n.s.

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste t (para b) e pelo teste F (para $s^2_{d_i}$).

** Idem, a 1% de probabilidade.

significativamente de um, pelo mesmo teste, resultado idêntico ao obtido no estudo de dois anos e três épocas de plantio, em Capinópolis e Florestal, no presente trabalho.

As estimativas dos desvios da regressão ($s^2_{d_1}$) foram iguais nos dois grupos de ensaios. Em ambos os grupos, as estimativas, para os genótipos UFV 79-58, Rio Doce e Juparaná, foram maiores que zero, a 5% de probabilidade, pelo teste *F*, denotando baixa previsibilidade de reação. Para os demais genótipos, as estimativas dos desvios da regressão não diferiram de zero, a 5% de significância, pelo teste *F*, revelando alta previsibilidade.

Conclui-se que a seleção de genótipos, quanto ao rendimento médio de grãos, adaptabilidade e estabilidade fenotípica, efetuada em dois anos, três épocas de plantio e duas localidades (Capinópolis e Florestal) apresentou boa eficiência, em comparação à seleção efetuada em 43 ensaios conduzidos nos mesmos dois anos de plantio, em várias localidades, quando foram testados genótipos melhorados. Isso facilita a execução do programa de melhoramento, pois o elevado número de linhagens melhoradas a serem avaliadas em ensaios preliminares inviabiliza a condução de ensaios em muitas localidades, em razão do custo elevado. A eliminação dos genótipos inferiores e a seleção dos superiores pode, então, ser efetuada através de ensaios preliminares, conduzidos em dois anos, três épocas de plantio e duas localidades (Capinópolis e Florestal).

4. RESUMO

Quarenta e três ensaios de avaliação de genótipos de soja foram instalados em 16 municípios do Estado de Minas Gerais nos anos agrícolas 1981/82 (21 ensaios) e 1982/83 (22 ensaios), com o objetivo de estudar a eficiência da seleção de genótipos de soja, comparada com a seleção realizada apenas em duas localidades, em três épocas de plantio.

Concluiu-se que a seleção de genótipos melhorados de soja pode ser efetuada em dois anos, três épocas de plantio e duas localidades adequadamente escolhidas, com boa eficiência, em comparação à seleção feita em 43 ensaios distribuídos em 16 localidades, durante dois anos agrícolas.

5. SUMMARY

(GENOTYPE X ENVIRONMENT INTERACTION AND ITS IMPLICATIONS IN THE CHOICE OF LOCALITIES FOR SOYBEAN (*Glycine max* L.) MERRILL) GENOTYPE EVALUATION)

Forty-three soybean genotype evaluation trials were conducted at 16 localities (municipalities) in the State of Minas Gerais, in the agricultural years of 1981/82 (21 trials) and 1982/83 (22 trials), to study the efficiency of soybean genotype selection in comparison with the selection made in only two localities, with three planting dates at each locality. It was concluded that improved soybean genotypes may be efficiently selected in two years, with three planting dates and two adequately chosen localities, when compared with 43 trials distributed in 16 localities during two agricultural years.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, L.R. & VASILAS, B.L. Effects of planting date on two soybean

- cultivars: seasonal dry matter accumulation and seed yield. *Crop Science* 25 (6): 999-1004. 1985.
2. ARANTES, N.E. Estudo de época de plantio e da adaptabilidade da cultura da soja em Rio Paranaíba e Minas Novas, MG, ano agrícola 76/77. *Projeto soja — Relatório 76/77*. Belo Horizonte, EPAMIG, 1979. p. 73-76.
 3. ARANTES, N.E. & REZENDE, A.M. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de dezesseis variedades de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em Uberaba, Minas Gerais. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2.º; Brasília, DF, 1981. *Anais...*, Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1982, p. 15-21.
 4. BAIHAKI, A.; STUCKER, R.E. & LAMBERT, J.W. Association of genotype x environment interaction with performance level of soybean lines in preliminary yield tests. *Crop Science* 16(5): 718-721. 1976.
 5. BONATO, E.R. *Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] nas condições do Rio Grande do Sul*. Piracicaba, ESALQ-USP, 1978. 75 p. (Tese M.S.).
 6. CAMPOS, H. *Estatística experimental não-paramétrica*. 3 ed. Piracicaba, ESALQ-USP, 1979. p. 188-194.
 7. CARRARO, I.M.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, A. & BAIRRÃO, J.F.M. Efeito da época de semeadura sobre altura e rendimento de doze cultivares de soja em Cascavel, PR. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3.º, Campinas, 1984. *Resumos...*, Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1984. p. 10.
 8. COSTA, A.V.; MONTEIRO, P.M.F.O. & JARDIM, P.M. Épocas de plantio e seus efeitos sobre algumas características agronômicas da soja, no cerrado de Goiânia. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1.º, Londrina, 1978. *Anais...*, Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1979. v.1. p. 131-138.
 9. EBERHART, S.A. & RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6(1): 36-40. 1966.
 10. FALCONER, D.S. *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa, Imprensa Universitária da U.F.V., 1981. 279 p. (Tradução de SILVA, M.A. e SILVA, J.C.).
 11. FEHR, W.R.; CAVINESS, R.E.; BURMOOD, D.T. & PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science* 11(6): 929-931. 1971.
 12. GUIMARÃES, J.A.P.; ARANTES, N.E. & RIOS, G.P. Respostas de algumas cultivares de soja a diferentes épocas de plantio, no Município de Uberaba, MG. *Projeto soja-Relatório 75/76*. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. p.114-131.
 13. NOGUEIRA, S.S.S. *Ciclo biológico, características fisiológicas, produção e composição química da semente dos cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] UFV-1 e IAC-7 em diversas épocas de semeadura*. Piracicaba, ESALQ-USP, 1983. 96p. (Tese D.S.).

14. REZENDE, A.M. & ARANTES, N.E. Manejo e tratos culturais da soja. *Informe Agropecuário* 8(94): 28-30. 1982.
15. SAKIYAMA, N.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; OLIVEIRA, A.B.; GOMES, J.L.L.; REIS, M.S.; PEREIRA, M.G. & CAETANO, L.F. Estudo de época de plantio de soja, no Estado do Espírito Santo. Anos agrícolas de 1981/82 e 1982/83. In: DIA DE CAMPO SOBRE AS CULTURAS DE MANDIOCA, MILHO, SORGO E SOJA. Linhares, 1984. Boletim Técnico, Viçosa, Imp. Univ. da UFV, 1984, p. 16-21.
16. SANTOS, O.S. *Comportamento de dez variedades de soja em diferentes ambientes do Estado do Rio Grande do Sul*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1975. 71p. (Tese M.S.).
17. SEDIYAMA, T.; DESTRO, D.; SEDIYAMA, C.S.; TRAGNAGO, J. L.; CARRARO, I.M. & COSTA, A.V. *Caracterização de cultivares de soja*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1981. 81p. (Boletim Técnico, 120).
18. SEDIYAMA, C.S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; DUTRA, J.H. & PEREIRA, M.G. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em Minas Gerais. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3.^a, Campinas, 1984. *Resumos...*, Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1984. p.73.
19. SEDIYAMA, T. & REIS, M.S. *Cultura da soja em Minas Gerais (instruções práticas)*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1979. 16 p. (Boletim de Extensão, 19).
20. TRAGNAGO, J.L. & BONETTI, L.P. Efeito de diferentes épocas de semeadura sobre o rendimento e outras características de algumas cultivares de soja no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3.^º, Campinas, 1984. *Resumos...*, Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1984. p. 6.
21. VAL, W.M.C.; GAUDÊNCIO, C.A. & GARCIA, A. Ensaio sobre época de plantio. In: EMBRAPA/CNPSO. *Resultados de pesquisa de soja: 1984/85*. Londrina, 1985. p. 393-396.
22. YUYAMA, K. Estudo de épocas de semeadura de soja em condições de terra firme, na região de Manaus. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3.^º, Campinas, 1984. *Resumos...*, Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1984. p.8.