

GANHO GENÉTICO EM SOJA NO ESTADO DO PARANÁ, VIA MELHORAMENTO¹

JOSÉ F.F. DE TOLEDO², LEONES ALVES DE ALMEIDA³,
ROMEU AFONSO DE S. KIIHL² e ORIVAL GASTÃO MENOSSO³

RESUMO - Uma avaliação da eficiência do programa de melhoramento genético de soja no Paraná no período de 1981 a 1986 é realizada utilizando-se dados comumente obtidos nos testes de avaliação de linhagens da rede oficial de experimentação. Os dados foram obtidos no Ensaio Intermediário de Linhagens de Soja, constituído de grupos de maturação precoce e semi-precoce. Os ganhos genéticos obtidos foram de 1,8% e 1,3% para os genótipos de maturação precoce e semi-precoce, respectivamente. Os dois grupos de maturação englobam aproximadamente 70% de todo o material cultivado no Estado. Os resultados indicam que é possível estimar o progresso genético utilizando informações disponíveis na rotina de avaliação de linhagens. Os ganhos genéticos obtidos mostram que os esforços empreendidos na busca de cultivares adaptadas e produtivas têm produzido resultados satisfatórios.

Termos para indexação: cultivares, avaliação de linhagens, plantas autógamas, *Glycine max.*

GENETIC GAIN IN SOYBEAN IN PARANÁ STATE, BRAZIL, OBTAINED BY BREEDING

ABSTRACT - The efficiency of the soybean breeding program of Paraná, Brazil, was evaluated using data already available from the yield tests incorporated in the routine of the program. Data from the soybean official trials of 1981 to 1986, early and semi-early maturity groups were used. The realized genetic gains were 1.8% and 1.3% for the early and semi-early genotypes, respectively. These two maturity groups correspond to approximately 70% of all soybean grown in the State. The results indicate that data already available from the line testing procedures enable the breeders to evaluate the genetic progress of their program. The gains show that the breeding efforts towards better yielding and adapted cultivars have produced satisfactory results.

Index terms: cultivars, yield trials, autogamous species, *Glycine max.*

INTRODUÇÃO

A pesquisa de genética e melhoramento de soja no Brasil é bastante recente se comparada à de outras culturas de importância econômica, mas sua contribuição à agricultura brasileira é bastante significativa. Os aumentos de produtividade na Região Sul (Kaster & Bonato 1980) e a expansão da fronteira agrícola, incorporando como terras produtivas as áreas de cerrado (Miyasaka 1982), são resultados inquestionáveis do benefício alcançado através da criação de novas cultivares adaptadas a estas condições de cultivo.

No entanto, a ampliação do número de cultivares disponíveis para as várias regiões de cultivo de soja no Brasil constitui ainda uma prioridade do melhoramento com o objetivo de fornecer ao agricultor as opções de plantio que melhor supram as suas necessidades.

Nas áreas tradicionais de plantio se concentra grande parcela do esforço de melhoramento de soja. É precisamente nestas áreas que a criação de novas cultivares alcança níveis de alta complexidade, devido à presença de cultivares bem adaptadas e à multiplicidade de objetivos a atingir para substituí-las. No estado do Paraná, onde cerca de 2,0 milhões de hectares são semeados anualmente, as atividades de genética e melhoramento de soja são particularmente intensas.

A quantificação do avanço genético, obtido com o presente programa de melhoramento de soja no

¹ Aceito para publicação em 18 de julho de 1989.

² Eng. - Agr., M.Sc., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Caixa Postal 1061, CEP 86001 Londrina, PR, bolsista do CNPq: SECT.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPSo.

Paraná, é importante, pois permite uma avaliação da eficiência do programa. Esta avaliação é necessária principalmente depois que Verneti et al. (1986) publicaram dados referentes à contribuição percentual das cultivares introduzidas e brasileiras na produção de soja do estado do Paraná nos anos agrícolas de 1973/74, 1975/76, 1977/78, 1979/80, 1981/82 e 1983/84, onde mostraram que a participação das cultivares introduzidas foi de 31,3%, 29,1%, 25,8%, 29,4%, 42,3% e 39,7%, respectivamente. Caracteriza-se, portanto, que a participação das novas cultivares de soja desenvolvidas não evoluiu de maneira significativa naquele período.

Algumas técnicas de avaliação do progresso genético foram apresentadas por Vencovsky et al. (1986), que analisaram a evolução do ganho genético em populações e cultivares híbridas de milho no Brasil entre 1964 e 1984 e concluíram que o progresso foi de 2,2% e 1,7% ao ano, respectivamente, com valor médio de 2,0%.

Nos E.U.A., outros exemplos de avaliação do progresso genético do milho estão disponíveis, conforme citado por Miranda Filho & Viegas (1987). Hallauer estimou um aumento médio anual de 99 kg/ha de grãos, para o período compreendido entre 1930 e 1970, sendo que 33 kg/ha foram obtidos graças ao progresso genético. Duvick (1984), por outro lado, estimou o ganho genético em 92 kg/ha no período de 1950 a 1980.

No estado do Paraná, a rede oficial de experimentação inclui o Ensaio Intermediário de Linhagens de Soja, onde são avaliados os produtos recentes dos programas de melhoramento. Os resultados deste ensaio, referentes ao período de 1981/82 a 1985/86, foram utilizados neste trabalho para estimação do progresso genético alcançado com o melhoramento de soja no estado do Paraná. A metodologia utilizada foi a de Vencovsky et al. (1986), com as alterações indicadas em Materiais e Métodos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de produção de grãos das linhagens testadas e das cultivares-padrão (testemunhas) incluídas no Ensaio Intermediário de Linhagens de Soja de grupos de maturação precoce (L) e semi-precoce (M), no período de 1981/82 a 1985/86. Compõem o Ensaio, que é realizado em quatro locais (Londrina, Cascavel, Ponta Grossa e Sertaneja), um número variável (entre 13 a 26) de linhagens e duas cultivares em cada grupo de maturação. A cada ano, as linhagens são renovadas, dando

ao Ensaio a característica de englobar o material genético mais recente criado para o Estado. Pelo fato de a disponibilidade de dados para Cascavel ser limitada, as avaliações do progresso genético foram feitas para Londrina, Ponta Grossa e Sertaneja. Para este último local, somente os dados de 1982/83 a 1985/86 estão disponíveis.

A metodologia para cálculo do progresso genético foi descrita por Vencovsky et al. (1986). A diferença entre as produções das linhagens de um determinado ano e as do ano imediatamente anterior é utilizada para o cálculo do avanço global. As cultivares comuns, padrões em cada par de anos, são utilizadas para a estimativa do efeito-ano a ser subtraído do efeito-global. No modelo linear,

$$\bar{Y}_1 = m + a_1 + \bar{g}_1 + a_1\bar{g}_1 + \bar{e}_1$$

\bar{Y}_1 é a média do ensaio num dado local e ano 1; m é a média geral; a_1 é o efeito do ano 1 comum a todos os tratamentos; \bar{g}_1 é o potencial genotípico médio de todos os materiais (exceto testemunhas) ensaiados no ano 1; $a_1\bar{g}_1$ é a média das interações dos genótipos com o ano 1, e \bar{e}_1 é o erro experimental da média \bar{Y}_1 . Da mesma forma, tem-se para o ano 2,

$$\bar{Y}_2 = m + a_2 + \bar{g}_2 + a_2\bar{g}_2 + \bar{e}_2$$

A análise conjunta das cultivares-padrão, nos vários anos e locais, é usada para avaliar as interações cultivar x ano e cultivar x local. Quando a interação cultivar x ano não é significativa, os seguintes modelos lineares são assumidos,

$$\bar{Y}_1 = m + a_1 + \bar{g}_1 + \bar{e}_1 \text{ e } \bar{Y}_2 = m + a_2 + \bar{g}_2 + \bar{e}_2,$$

onde os efeitos são como descritos anteriormente.

O contraste: $\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 = (a_2 - a_1) + (\bar{g}_2 - \bar{g}_1) + (\bar{e}_2 - \bar{e}_1)$ estima as diferenças entre anos e genótipos conjuntamente. O contraste entre tratamentos comuns, por sua vez, estima

$$\bar{Y}_{2c} - \bar{Y}_{1c} = (m + a_2 + \bar{g}_c + \bar{e}_2) - (m + a_1 + \bar{g}_c + \bar{e}_1) = (a_2 - a_1) + (\bar{e}_2 - \bar{e}_1)$$

Desta maneira, o ganho genético entre os anos 1 e 2 (gg_{21}) é obtido pela diferença entre dois contrastes acima, ou seja,

$$gg_{21} = [(\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1) - (\bar{Y}_{2c} - \bar{Y}_{1c})] = \bar{g}_2 - \bar{g}_1,$$

pois os erros experimentais são aleatórios e assumem-se que sejam $N(Q, \sigma^2)$. Portanto, gg_{21} é um es-

tímador do ganho genético resultante da introdução de novos materiais no ano 2 em comparação ao ano 1. Para cada dois anos consecutivos, obtêm-se os ganhos genéticos denominados ganhos genéticos anuais ($gg_{i,j-1}$). O ganho genético médio anual (ggm), entretanto, não pode ser obtido por média simples, sob pena de cancelamento da informação dos anos intermediários, conforme mostrado a seguir:

$$ggm = 1/4 (gg_{21} + gg_{32} + gg_{43} + gg_{54}) = 1/4 \{[(\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1) - (\bar{Y}_{2C} - \bar{Y}_{1C})] + [(\bar{Y}_3 - \bar{Y}_2) - (\bar{Y}_{3C} - \bar{Y}_{2C})] + [(\bar{Y}_4 - \bar{Y}_3) - (\bar{Y}_{4C} - \bar{Y}_{3C})] + [(\bar{Y}_5 - \bar{Y}_4) - (\bar{Y}_{5C} - \bar{Y}_{4C})]\} = 1/4 [(\bar{Y}_5 - \bar{Y}_1) - (\bar{Y}_{5C} - \bar{Y}_{1C})].$$

Para solucionar este problema, e considerando que as avaliações do ganho genético realizadas em anos consecutivos são correlacionadas, Fernandes (1988) propôs calcular o ganho genético médio anual a partir da fórmula abaixo, obtida pelo método dos quadrados mínimos ponderados:

$$ggm = \frac{12}{n(n+1)(n+2)} \sum_{i=1}^n i(n-i-1) gg_{i,i-1}$$

onde, "i" e "n" correspondem aos anos de avaliação e ao total de anos avaliados, respectivamente. A matriz de ponderação é a inversa da matriz das variâncias e covariâncias (V^{-1}) dos ganhos genéticos anuais. Sendo

$$\begin{aligned} \text{Var}(gg_{i,j-1}) &= 2\sigma_g^2 \\ \text{Var}(gg_{i,i-1}, gg_{j,j-1}) &= 0 \text{ se } i-j > 1 \\ \text{Var}(gg_{i,i-1}, gg_{j,j-1}) &= -\sigma_g^2 \text{ se } i-j = 1 \end{aligned}$$

onde σ_g^2 é a variabilidade genética das linhagens em teste, resultando que

$$V = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & -1 & 2 \end{bmatrix}$$

O ganho médio estadual é obtido por média aritmética das respectivas estimativas por local. O ganho percentual anual é calculado pela divisão do ganho médio anual pela média geral do ensaio.

RESULTADOS

As médias dos tratamentos comuns e a média e o número das linhagens utilizadas neste estudo estão apresentados na Tabela 1. A Tabela 2 apresenta a análise de variância conjunta de locais, anos, grupos de maturação (experimentos) e cultivares. Houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre cultivares dentro de grupos de maturação, e de 1% entre locais e interações anos x locais e anos x grupos de maturação. As interações ano x cultivar, local x cultivar e ano x local x cultivar, todas dentro do respectivo grupo de maturação, não foram significativas.

Como consequência da não-significância da interação ano x cultivar no período dos ensaios, o modelo linear simplificado foi utilizado para o cálculo do ganho genético por grupo de maturação e local. A Tabela 3 apresenta os dados referentes aos acréscimos (kg/ha) e aos ganhos médios percentuais (sobre as respectivas médias dos ensaios) anuais de peso de grãos de soja decorrentes do melhoramento genético. Os dados estão apresentados por local, e as médias dos valores por local representam os dados ao nível de Estado. O progresso genético obtido com linhagens precoces do grupo L foi superior aos das linhagens semi-precoces do grupo M (1,8% e 1,3%, respectivamente). Em termos médios, o maior e o menor ganho anual foram notados pelos grupos L em Ponta Grossa (3,50%) e Sertaneja (-0,11%), respectivamente. Houve variações expressivas entre os ganhos genéticos anuais em cada grupo de maturação e local, sendo que em 50% dos casos (11 em 22 possíveis) houve ganho negativo. Observou-se uma correlação de -0,48 entre as estimativas do ganho médio anual (kg/ha) e a média dos ensaios.

DISCUSSÃO

A rigor, uma avaliação do progresso genético obtido com o melhoramento da soja ao longo dos anos exigiria a realização de uma série de experimentos em vários ambientes, com amostras dos genótipos disponíveis para plantio nos dois períodos a comparar. O custo de tal empreendimento, entretanto, justifica a procura de métodos alternativos de acompanhamento do progresso genético obtido pelo melhoramento, principalmente de métodos que utilizem informação já disponível no decorrer dos obrigatórios testes de linhagens. A metodologia utilizada neste trabalho representa uma alternativa simples e de baixo custo de estimativa e de monitoramento dos

TABELA 1. Média dos tratamentos comuns (padrões), média e número das linhagens do Ensaio Intermediário de Linhagens de soja dos grupos de maturação L e M, no período 1981/82 a 1985/86; Londrina, Ponta-Grossa e Sertaneja. EMBRAPA-CNPSo, Londrina, PR, 1987.

Grupo	Cultivar	Anos agrícolas ou safras				
		1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Londrina						
L	Paraná	3.150	2.244	2.725	2.658	1.492
	Lancer	3.269	2.435	2.850	2.975	2.117
	Linhagens	3.094 (13)	2.124 (24)	2.768 (23)	2.617 (23)	1.893 (23)
M	BR-6	2.350	2.100	2.778	1.917	2.508
	Davis	3.083	2.534	2.988	2.558	2.483
	Linhagens	2.866 (36)	2.264 (35)	2.816 (23)	2.596 (23)	2.559 (23)
Ponta Grossa						
L	Paraná	2.219	2.745	2.832	3.008	1.995
	Lancer	2.198	3.021	2.775	3.075	2.366
	Linhagens	1.926 (13)	2.753 (24)	2.729 (23)	2.901 (23)	2.351 (23)
M	BR-6	2.063	3.016	2.932	2.270	2.258
	Davis	1.957	2.208	2.700	2.825	2.429
	Linhagens	2.084 (36)	2.653 (35)	2.957 (23)	3.058 (23)	2.634 (23)
Sertaneja						
L	Paraná	-	3.064	2.942	3.131	3.180
	Lancer	-	3.075	3.510	3.265	2.861
	Linhagens	-	2.756 (13)	3.213 (24)	3.057 (23)	2.796 (23)
M	BR-6	-	2.559	3.286	3.297	2.993
	Davis	-	2.745	3.244	3.106	3.082
	Linhagens	-	2.729 (35)	3.275 (23)	3.156 (23)	3.372 (23)

ganhos com o melhoramento. Os dados experimentais indicam que ele é aplicável nos programas de melhoramento de soja, sendo recomendável intensificar o seu uso para avaliação do grau de confiabilidade.

Os ganhos genéticos negativos obtidos em determinados anos/grupos de maturação/locais parecem indicar que a seleção dos genótipos que compõem o Ensaio Intermediário poderia ser aperfeiçoada, ou alternativamente, que a metodologia proposta precisa de ajustes. Os ganhos genéticos anuais médios de 1,8% e 1,3% para as linhagens dos grupos L e M, respectivamente, indicam que os trabalhos de melhoramento de soja no estado do Paraná apresentaram resultados positivos nos últimos cinco anos. A médio prazo, portanto, espera-se que novas linha-

gens mais adaptadas e produtivas venham substituir as cultivares introduzidas que hoje ainda são cultivadas em extensas áreas do Estado.

Tais valores são menos expressivos que os obtidos com o melhoramento de milho (1,7% e 2,2% para híbridos e populações, respectivamente), conforme publicado por Vencovsky et al. (1986). Embora esta comparação não seja totalmente válida por englobar períodos e locais diversos, ela é interessante, porque traz esclarecimento sobre a problemática envolvida na busca de materiais genéticos superiores. Por exemplo, acredita-se que existam quatro razões principais para tais diferenças:

1 - as produtividades relativas das populações atuais de soja e milho, obtidas após a conversão energética carbono-nitrogênio (fator de conversão

TABELA 2. Análise de variância conjunta de anos (A), locais (L), grupos de maturação (experimentos, (E)) e cultivares (C), para as cultivares comuns (padrões) do Ensaio Intermediário de Linhagens de soja do Estado do Paraná. Anos agrícolas de 1981/82 a 1985/86, e locais: Londrina, Ponta Grossa e Sertaneja. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1987.

FV	GL	QM	F
(A)	3	500.281,97	1,22 n.s.
(L)	2	1.479.314,52	12,00 **
A x L	6	123.285,74	3,30 **
Exp (E)	1	80.606,04	< 1 n.s.
A x E	3	323.676,69	8,66 **
L x E	2	49.319,01	1,32 n.s.
A x L x E	6	54.309,60	1,45 n.s.
C / E	2	147.592,86	3,95 *
A x (C / E)	6	78.947,79	2,11 n.s.
L x (C / E)	4	51.157,60	1,37 n.s.
A x L x (C / E)	12	55.605,04	1,49 n.s.
Resíduo	576	37.396,29	

n.s., * e ** indicam não-significância aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

= 2,222 de Howell, 1961), mostram que a produtividade da soja se encontra acima da do milho nos ensaios de avaliação do progresso genético (6031 kg/ha contra 4676 kg/ha, respectivamente). Atingidas altas produtividades, torna-se mais difícil incrementar as produções com a mesma velocidade, fato comprovado pela correlação negativa observada en-

tre ganho médio anual em kg/ha e a média de produtividade (-0,48);

2 - a soja tornou-se cultura de importância econômica no Brasil somente a partir dos anos 60 (Bonato et al. 1978). Conseqüentemente, os programas de melhoramento são relativamente recentes e têm-se concentrado em criar cultivares com boas características agrônomicas adaptadas às várias regiões ecológicas de cultivo, paralelamente, mas não prioritariamente, a um nível elevado de produtividade.

3 - o milho, sendo planta de polinização aberta, apresenta grau de variabilidade genética disponível, para exploração pelo melhorista, bem superior ao da soja, que é planta de autopolinização obrigatória (Mather 1973); e

4 - o milho, pelo seu sistema de reprodução e pela morfologia de suas inflorescência masculina e feminina, foi submetido a intensos estudos de genética quantitativa que resultaram em novos e eficientes métodos de melhoramento genético e controle da variação ambiental (Hallauer & Miranda 1981).

Observados estes pontos, foi possível estabelecer, a partir de uma análise das atividades envolvidas no melhoramento de plantas autógamas, estratégias para a resolução dos problemas que o melhorista de soja enfrenta na busca de eficiência. Estas estratégias envolvem estudos dos critérios de escolha dos progenitores dos cruzamentos, dos métodos de condução e seleção das populações segregantes, dos testes de linhagens e do controle genético do caráter produção de grãos e sua reação ao ambiente. Algumas metodologias de seleção de progenitores (Jinks & Pooni 1976, Toledo et al. 1984 e Toledo 1987) e seleção em geração precoce (Sneep 1978 e Toledo 1982) já estão disponíveis. Outras soluções mais comumente encontradas na seleção de plantas algamas, como os procedimentos de seleção recorrente (Hallauer & Miranda 1981), recentemente também passaram a

TABELA 3. Aumento no rendimento de grãos em kg/ha de linhagens de soja (grupos de maturação L e M), decorrente do melhoramento genético. Valores obtidos para três localidades no estado do Paraná no período de 1981/82 a 1985/86. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR, 1987.

Ano	Londrina		Ponta Grossa		Sertaneja		Média	
	L	M	L	M	L	M	L	M
1981/82 a 1982/83	-100	-202,5	152,5	-33,0	-	-	26,3	-117,8
1982/83 a 1983/84	196,0	-14,0	55,5	100,0	300,5	-146,5	184,0	-20,2
1983/84 a 1984/85	-180,0	425,5	-66,0	369,5	-128,0	111,0	-124,7	301,2
1984/85 a 1985/86	288,0	-295,0	311,0	-220,0	-83,5	112,5	171,8	-134,2
Ganho médio anual	50,1	9,9	88,6	62,9	-3,4	37,8	45,1	36,8
Média de produtividade	2.499,2	2.620,2	2.532,0	2.677,2	2.955,5	3.133,0	2.648,3	2.787,1
Ganho médio anual (%)	2,00	0,38	3,50	2,35	0,11	1,20	1,80	1,32

ser empregadas no melhoramento de populações de soja no Brasil.

CONCLUSÕES

1. A avaliação do ganho genético médio anual de linhagens de soja pode ser realizada com dados provenientes dos testes de linhagens, que são parte integrante do programa de melhoramento e estão sempre disponíveis.

2. As avaliações de ganho genético indicaram que os trabalhos de melhoramento de soja do Paraná têm conseguido aumentar a produtividade das linhagens de soja, embora também permitam inferir que índices de progresso superiores aos obtidos deverão ser atingidos através de utilização de técnicas de genética quantitativa que analisem o desempenho das várias etapas do melhoramento e identifiquem as passíveis de aperfeiçoamento.

REFERÊNCIAS

- BONATO, E.R. & DALL'AGNOL, A. Soybean in Brazil. Production and Research. In: SHIBLES, R. ed. World Soybean Research Conference, 3, Iowa, 1984. **Proceedings...** Ames, Westview Press, 1984. p.1248-56.
- DUVIK, D.N. Genetic contributions to yield gains of U.S. hybrid maize, 1930 to 1980. In: Genetic contributions to yield gains of five major crop plants. Madison, ASA, 1984. p.15-47.
- FERNANDES, J.S.C. Estabilidade ambiental de cultivares de milho (*Zea mays* L.) na Região Centro Sul do Brasil. Tese de Mestrado, Depto. de Genética, ESALQ, USP, 1988, 94p.
- HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B. de. Quantitative genetics in maize breeding. Ames, Iowa State University Press, 1981. 468p.
- HOWELL, R.W. Physiological comparisons of soybean and corn. **Soybean Digest**, 22(1):16-8, 1961.
- JINKS, J.L. & POONI, H.S. Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. **Heredity**, 36:263-6, 1976.
- KASTER, M. & BONATO, E.R. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento da pesquisa em soja. s.l., s.e., 1980. 36p.
- MATHER, K. Life-cycles and genetic systems. In: . Genetic structure of populations. London, Chapman and Hall, 1973. p.100-28.
- MIRANDA FILHO, J.B. & VIEGAS, G.P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. Melhoramento e produção de milho. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.1, p.275-326.
- MIYASAKA, S. Evolução da cultura no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. **A Soja no Brasil Central**. Campinas, 1982. p.8-20.
- SNEEP, J. Selection for yield in early generations of self-fertilizing crops. **Euphytica**, 26:27-30, 1977.
- TOLEDO, J.F.F. de. Seleção recorrente para produtividade em soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, R. **Resultados de pesquisa de soja 1981/82**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1982. p.355-8.
- TOLEDO, J.F.F. de. Predicting the inbreeding and the outcrossing potential of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties. **Rev. Bras. Gen.**, 10(3):543-58, 1987.
- TOLEDO, J.F.F. de; POONI, H.S. & JINKS J.L. Predicting the transgressive potentials of *Nicotiana rustica* crosses for superior recombinant inbreds and second cycle hybrids. **Vortr. Pflanzenzüchtg**, 7:151-66, 1984.
- VENKOVSKY, R.; MORAES, A.R.; GARCIA, J.C. & TEIXEIRA, N.M. Progresso genético em vinte anos de melhoramento de milho no Brasil. Piracicaba, s. ed., 1986. 22p.
- VERNETTI, F. de J.; MENOSSO, O.G. & FAGUNDES, P.R.R. Participação das cultivares de soja da EMBRAPA na produção de sementes fiscalizadas III. Paraná, 1973/74 a 1983/84. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1986. 22p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 18)