

SELEÇÃO DE PROGÊNIES SUPERIORES EM CRUZAMENTOS ÓCTUPLOS DE SOJA

SUPERIOR PROGENIES SELECTION OBTAINED BY SOYBEAN OCTUPLE CROSSES

Oswaldo Toshiyuki HAMAWAKI¹; Natal Antonio VELLO²; Raphael Lemes HAMAWAKI³

RESUMO: A utilização da seleção recorrente com população de ampla base genética é uma estratégia para obtenção de ganhos genéticos. Este estudo teve o objetivo de avaliar 45 cruzamentos óctuplos de soja, em cadeia, nas gerações $F_{4:3[8]}$ e $F_{5:3[8]}$, visando a seleção de progênies superiores quanto à produtividade de óleo e outros caracteres de importância agrônômica. Os cruzamentos óctuplos foram sintetizados, cruzando-se pais adaptados x exóticos, em um sistema de cadeia, durante três gerações, até a obtenção de cruzamentos óctuplos, tendo 75% genes adaptados e 25% genes exóticos, em um grupo; e hibridações de parentais adaptados x adaptados, em cadeia, originaram cruzamentos óctuplos, tendo 100% de genes adaptados, em outro grupo. No ano agrícola 1994/95 foram avaliadas as progênies $F_{4:3[8]}$, sendo empregado o delineamento em blocos aumentados. As progênies $F_{5:3[8]}$ foram conduzidas, no ano agrícola 1995/96, em seis experimentos, sendo três em blocos aumentados, (sem repetições) e três em blocos ao acaso, com duas ou três repetições. As análises dos resultados revelaram que cruzamentos óctuplos originaram progênies superiores para todos os caracteres estudados, notadamente em produtividade de grãos (PG). A existência de variabilidade genética remanescente entre progênies selecionadas em alguns cruzamentos permite antever a possibilidade obter ganhos adicionais em ciclos mais avançados de seleção para produtividade de grãos (PG).

UNITERMOS: Soja, Seleção recorrente, Cruzamento múltiplo.

INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma oleaginosa cultivada há mais de 5.000 anos. A rápida expansão do cultivo no Brasil ocorreu a partir da década de 70, tendo sido essencial para isto o desenvolvimento de novas cultivares, que permitiram a adaptação da soja a novas áreas de cultivo, bem como a obtenção de rendimentos mais elevados nas regiões tradicionais

No início dos anos 70 a produção de soja no Brasil concentrou-se na região sul até, quando se iniciou a incorporação de vastas áreas chegando a 3,79 milhões de hectares no período 1980/89, com uma produção de 10,57 milhões de toneladas em 1989. Isso representou 44,52% da produção total obtida no país, com rendimento médio de 2.600 kg/ha (ROESSING; GUEDES, 1993). Na safra 2000/01, em uma área cultivada de aproximadamente 13,5 milhões de hectares, obteve-se uma

produção recorde de 38,0 milhões de toneladas de grãos [EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2001)].

Seleção recorrente é um processo cíclico envolvendo seleção e recombinação de plantas ou linhas superiores. A utilização de germoplasma exótico foi sugerida por Vello (1985) como uma estratégia para aumentar a base genética dos cultivares de soja.

Ininda et al. (1996), após três ciclos de seleção recorrente, sugeriram que a seleção, em populações desenvolvidas a partir de cultivares elite, continua sendo o método mais eficiente para a obtenção de cultivares de alta produtividade.

O estreitamento é tal que a base genética do material cultivado no Brasil em 1985 foi representada por apenas 26 ancestrais, sendo que apenas 11 destes contribuíram com 89% do conjunto gênico das cultivares brasileiras (HIROMOTO; VELLO, 1986). Além disso,

¹ Professor do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia

² Professor do Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- ESALQ-USP

³ Aluno do Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- ESALQ-USP

seis destes ancestrais também são os mais frequentes nas genealogias das cultivares norte-americanas. Vello (1985) sugere que uma porcentagem de 25% de germoplasma exótico selecionado pode ser introduzida no germoplasma cultivado, gradualmente, em cruzamentos triplos ou em populações com base genética ampla.

O presente trabalho foi redigido com o propósito de selecionar genótipos superiores para caracteres agrônômicos, com ênfase em produtividade de grãos e obtenção de estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres agrônômicos julgados de maior importância para a seleção.

MATERIAL E MÉTODOS

Os genótipos utilizados neste trabalho foram progênies provenientes do Programa Melhoramento de Soja/Produtividade de Óleo do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

No período compreendido entre os anos agrícolas de 1988/89 a 1992/93, foram executadas todas as fases iniciais da seleção recorrente, incluindo-se os três ciclos de recombinação e os avanços das gerações $F_{1[8]}$ e $F_{2[8]}$. No outono-inverno de 1994 foi obtida a geração $F_{3,2[8]}$, não sendo realizada nenhuma avaliação no campo, tendo-se como objetivo principal a multiplicação das sementes. Nos anos agrícolas de 1994/95 e 1995/96, foram obtidas e avaliadas, respectivamente, as gerações $F_{4,3[8]}$ e $F_{5,3[8]}$.

As progênies $F_{4,3[8]}$ e $F_{5,3[8]}$ foram resultados de 45 cruzamentos em cadeia envolvendo 40 parentais, que foram divididos inicialmente em dois grupos de 20 genótipos, constituindo duas cadeias de cruzamentos. A designação dos cruzamentos óctuplos diferiu daquela utilizada para os cruzamentos simples, adotando-se os símbolos $F_{4,3[8]}$ e $F_{5,4[8]}$, com o símbolo [8] acompanhando a identificação de cada geração, explicitando a sua origem a partir do cruzamento de oito parentais, semelhante ao adotado por Lopes (1997). O primeiro grupo de cruzamentos, denominado cadeia mista, compreendeu dez genótipos exóticos e dez genótipos adaptados. O segundo grupo de genótipos, chamado cadeia de cruzamentos adaptados, envolveu 20 genótipos adaptados.

Todas as fases iniciais do processo da seleção recorrente, e os experimentos da geração $F_{4,3[8]}$, cujas progênies representam o material do presente estudo, foram conduzidas em área experimental da sede ESALQ/USP, que está localizada em Piracicaba-SP, à 22° 42' 30" de latitude sul, 47° 39' 00" de longitude oeste e altitude de 540 m com solo da classe terra roxa estruturada, com temperatura média anual em torno de 22,9 °C.

Os experimentos com progênies $F_{5,3[8]}$ foram conduzidos na Estação Experimental Anhembi, também pertencente ao Departamento de Genética, ESALQ/USP, distante 60 km da sede ESALQ, com solo da classe Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa. Na área experimental do Departamento de Genética na ESALQ/USP foram obtidas 1.872 progênies $F_{4,3[8]}$, a partir da geração $F_{3,2[8]}$ em 1994/95, tendo-se quatro testemunhas (cultivares: IAC-12, UFV-4, Bossier e IAC-Santa Maria-702 utilizando-se o delineamento em blocos aumentados [blocos de Federer (FEDERER, 1956)]. As progênies foram distribuídas em 82 conjuntos, sem repetição. As quatro testemunhas foram incluídas em todos os conjuntos, representando tratamentos comuns de cada parcela foi formada por uma fileira de 5,0 m x 0,5 m.

Os dados experimentais foram utilizados na seleção das progênies superiores, empregando-se intensidade de seleção diferente para cada cruzamento, com base nos caracteres: rendimento de grãos, valor agrônômico, acamamento e ciclo produtivo, tomados nesta mesma ordem de importância.

Da seleção aplicada na geração anterior resultaram 836 progênies $F_{5,3[8]}$ as quais foram avaliadas juntamente com as quatro testemunhas em 35 conjuntos, distribuídos em seis experimentos, com número variável de progênies em função do ciclo na geração anterior. As progênies foram distribuídas em subpopulações precoces, intermediárias e tardias, dentro de cada cruzamento em função dos ciclos aproximados em cada um deles, sendo considerados precoces aqueles pertencentes ao terço inferior, intermediários ao terço médio e tardias ao terço superior em número de dias para a maturação.

Os procedimentos adotados para a instalação e condução do experimento foram os mesmos descritos para a geração anterior.

A avaliação das progênies $F_{4,3[8]}$ e $F_{5,3[8]}$ e das testemunhas foi baseada nos seguintes caracteres:

NDM: número de dias para a maturidade, definido como o período entre a data de semeadura e a data em que aproximadamente 95% dos legumes apresentarem-se maduros;

APM: estatura da planta (cm) na maturidade, medida desde o colo da planta até o ápice da haste principal;

AC: acamamento, avaliado na maturidade [estádio R_8 , Fehr, (1971)], através de uma escala de notas visuais variando de 1 a 5, onde a nota 1 corresponde à parcela com plantas eretas (100%) e 5 à parcela com plantas completamente acamadas (100%);

VA: valor agrônômico, avaliado na maturidade (idem anterior) através de uma escala de notas visuais

variando de 1 a 5, onde 1 corresponde à parcela com plantas sem nenhum valor agrônômico; e 5 à parcela com plantas de excelente valor agrônômico; o valor agrônômico reflete o aspecto global das plantas para uma série de caracteres adaptativos como quantidade de legumes, vigor em termos de altura e número de ramificações, sanidade das plantas, viabilidade para colheita mecanizada, resistência à debulha prematura de legumes e menor retenção foliar após atingir a maturidade;

PG: produtividade de grãos, avaliada na maturidade em kg ha^{-1} , após um período (aproximadamente 30 dias) de armazenamento dos grãos para secagem à sombra e à temperatura ambiente;

Os dados relativos às observações nas parcelas experimentais foram submetidos a análises de variância separadas para cada caráter. Os valores para AC e VA foram previamente transformados em $(X + 0,5)^{1/2}$. O modelo matemático adotado foi o seguinte (modificado de Federer, 1956):

$$Y_{ijk} = u + b_i + c_j + g_{k(j)} + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} : é a observação na parcela ijk ($i = 1, 2, \dots, B$ blocos ou conjuntos; $j = 1, 2, \dots, C$ cruzamentos; e $k = 1, 2, \dots, G$ genótipos no cruzamento j);

u : é a média geral das observações;

b_i : é o efeito aleatório do i -ésimo bloco

c_j : é o efeito fixo do j -ésimo cruzamento;

$g_{k(j)}$: é o efeito aleatório do k -ésimo genótipo dentro do j -ésimo cruzamento;

e_{ijk} : é o erro experimental aleatório na referida parcela, supostamente independente e com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

A fonte de variação “cruzamentos + testemunhas” foi decomposta, por meio de contrastes ortogonais, em: efeito de cruzamentos (que geraram as progênies), efeito de testemunhas e de cruzamentos vs. testemunhas. Da mesma forma, a variação média devido a genótipos dentro de cruzamentos (G/C) foi decomposta em genótipos dentro de cada cruzamento que produziu progênies para essa geração (G/C1, G/C2, . . . , G/C45). Na realidade, embora o programa tenha partido de 45 cruzamentos, progênies do cruzamento de número 37 não produziram sementes e não deram origem às gerações $F_{4:3[8]}$ e $F_{5:3[8]}$.

As análises produziram, entre outros resultados, estimativas dos componentes de variância para genótipos dentro de cruzamentos, médias de cruzamentos e de genótipos dentro de cruzamentos, todas ajustadas para blocos, bem como os respectivos erros padrões associados.

Todas as análises, inclusive aquelas incluídas nos próximos itens, utilizou-se o procedimento “GLM” do SAS^R (Statistical Analysis System). Merece menção especial os comandos “RANDOM”, que gera as esperanças dos quadrados médios, e “LSMEANS” que fornece as médias ajustadas por quadrados mínimos, bem como sua opção “SLICED” para obter desdobramentos especiais na análise de variância.

Na análise de variância o quadrado médio do erro experimental é obtido por:

$$QM \text{ Erro médio} = \frac{SQ_{\text{Erro Exper. 1}} + SQ_{\text{Erro Exper. 2}}}{GL_{\text{Erro Exper. 1}} + GL_{\text{Erro Exper. 2}}} / \bar{r}h$$

Onde: $\bar{r}h$ é a média harmônica do número médio de repetições em cada experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1 a 3, os 45 cruzamentos óctuplos estão identificados por números (C1 a C45), e as respectivas genealogias estão na TABELA 4. As testemunhas estão codificadas conforme se segue: 46: UFV-4, 47: Bossier, 48: IAC-Santa Maria 702, 49: IAC-12.

1. Altura da Planta na Maturação (APM)

As quatro testemunhas obtiveram, em 94/95 (TABELA 1) média geral de 92,17 cm, enquanto no ano agrícola 95/96 a média foi de 84,3 cm. As progênies na geração $F_{4:3[8]}$ tiveram média geral para APM de 93,25 cm (TABELA 1), sendo que 20 cruzamentos apresentaram valores acima disso.

A média geral das progênies $F_{5:3[8]}$ para APM foi de 82,7 cm (TABELA 2), sendo que nenhum cruzamento apresentou valor superior na subpopulação precoce. Apenas dois cruzamentos mostraram médias superiores de APM, na subpopulação de ciclo intermediário; entretanto, 34 cruzamentos tiveram valores de APM maiores que a média, na subpopulação tardia, podendo-se utilizar esses genótipos, caso sejam selecionados, para semeadura em solos com baixa fertilidade sem que ocorram perdas na colheita. Na geração $F_{4:3[8]}$ todos os cruzamentos apresentaram média superior à altura mínima de 60 cm, exigida para cultivo econômico, sendo os de maior porte os cruzamentos C34 (109,7cm), C6 (103,3cm), C18 (102,2cm) e C5 (101,4cm). O erro padrão da média apresentou valor médio de 5,303cm, com os valores entre

as progênies oscilando de 3,876 cm no C4 a 12,402 cm no C38; os cruzamentos C6 com 3,942 cm e C5 com 4,022 cm mostraram maior precisão das estimativas, destacando-se também com a maior média de APM.

Nas médias das progênies $F_{5:3[8]}$ agrupadas como subpopulações precoces, (TABELA 2) 24 cruzamentos não alcançaram a altura média de 60 cm. Os cruzamentos C40 com 84,3 cm, C15 com 79,9 cm, C16 com 74,6 cm e C22 com 68,6 cm, destacaram-se como os de maior porte. Nas progênies agrupadas como subpopulações intermediárias (TABELA 2), 21 cruzamentos não alcançaram a média de 60 cm para APM, destacando-se os de maior porte: C6 e C13 com 86,07 cm, C7 e C12 com 81,07 cm. Os segregantes agrupados como subpopulação tardia (TABELA 2), não tiveram nenhum cruzamento com média de APM inferior a 60 cm, destacando-se os cruzamentos C13 e C24 com 116,7 cm, C23 com 112,5 cm e C12 com 110,0 cm como os de maior altura e, os cruzamentos C41 com 62,9 cm, C43 com 67,9 cm, C42 com 69,6 cm e C7 com 76,7 cm como os de menor porte.

Os valores médios obtidos para APM permitem inferir que diversos cruzamentos tiveram progênies de portes elevados, co adaptação aos primeiros anos de cultivo em solos de cerrados, ainda que parcialmente corrigidos, com a adoção de colheita mecânica sem maiores prejuízos.

2. Número de Dias para Maturação (NDM)

De acordo com a TABELA 1, a média das quatro testemunhas em 94/95 foi de 133 dias, e no ano agrícola 95/96, a média foi de 152 dias (TABELA 3).

A média geral para NDM das progênies $F_{4:3[8]}$ foi de 132 dias, sendo que 19 cruzamentos superaram este valor (TABELA 1). As progênies $F_{5:3[8]}$ mostraram média geral de 151 dias (TABELA 2), ciclo bastante longo, podendo constituir-se em fator limitante para plantio comercial, se o plantio for realizado fora da época, devido a problemas de deficiência hídrica na fase de enchimento de grãos.

Pela TABELA 1, nas progênies $F_{4:3[8]}$ os cruzamentos mais precoces foram C45 com 116,8 dias, C38 com 118,1 dias e C27 com 118,6 dias, e os mais tardios, C4 (141,1 dias), C5 (148,1 dias) e C6 (149,7 dias). As progênies $F_{5:3[8]}$ agrupadas em subpopulações (TABELA 2) tiveram nas precoces os cruzamentos C14 (121,5 dias) e C2 e C21 (122,7 dias) como os de ciclo mais curto; nas intermediárias, os cruzamentos C11 (123,3 dias), C38 e C45 (125 dias) com o menor ciclo, bastante procurado pelos produtores que cultivam outra cultura em sucessão ou ainda na renovação da cana-de-açúcar. O cruzamento C45 e C6 se destacaram tanto na geração $F_{4:3[8]}$ como

na geração $F_{5:3[8]}$, com diferenças de 6 e 9 dias respectivamente, entre as gerações (tabelas 2 e 3).

3. Valor Agronômico (VA)

As testemunhas tiveram em 94/95 (TABELA 1) média geral de 3,42 e em 95/96 de 2,99 (TABELA 3); refletindo um comportamento agronômico satisfatório.

Na geração $F_{4:3[8]}$ a média geral entre as progênies foi 3,50, sendo os cruzamentos com médias superiores, C2 (3,58), C10 (3,62), C22 (3,54), C25 e C42 (3,66) (TABELA 1). Em $F_{5:3[8]}$ a média geral foi 2,81, tendo 16 cruzamentos nas precoces, 19 nas intermediárias e 30 nas tardias com valores superiores à média (TABELA 3). Nas progênies $F_{5:3[8]}$ foram dadas maiores notas, independente do ciclo, nos cruzamentos C13 e C23 (3,34), C24 (3,26), C36 (3,43) e C40 (3,56) (TABELA 3). Os cruzamentos C13 (4,80) e C36 (4,03) mostraram as maiores notas entre as progênies, indicando excelente desempenho vegetativo e conformação da planta bastante favorável quanto à distribuição dos ramos laterais, havendo pouca tendência para acamamento, o que viria ser indesejável para a colheita mecânica. Diversas progênies apresentaram valores médios superiores para VA, que teve uma média em $F_{4:3[8]}$ superior a $F_{5:3[8]}$, mas com uma amplitude maior entre o mínimo e o máximo na última geração, o que facilita a seleção de progênies superiores.

4. Produtividade de Grãos (PG)

Dentre as quatro testemunhas avaliadas em 94/95 observa-se que somente UFV-4 (1334 kg/ha) superou a média geral de 1203 kg/ha (TABELA 1). Em 95/96, as testemunhas tiveram média de 2290 kg/ha, valor este não superado apenas por Bossier, com 1910 kg/ha (TABELA 3). O efeito do fator de ambiente (ano agrícola) está bastante evidente, com a média das testemunhas em 95/96 superando à anterior em 1274 kg/ha ou 136,7%.

Pela TABELA 1, na geração $F_{4:3[8]}$ os cruzamentos tiveram média geral de 1046 kg/ha, destacando-se os cruzamentos C19 com 1277 kg/ha, C8 com 1227 kg/ha, C42 com 1248 kg/ha e C20 com 1200 kg/ha., valores que podem ser considerados baixos em relação à média brasileira que aproxima de 2.600 kg/ha (EMBRAPA, 2001) semeadura tardia e também déficit hídrico na fase de enchimento de grãos contribuíram para o baixo rendimento. Em $F_{5:3[8]}$ a média geral foi de 2775 kg/ha, tendo-se quatro cruzamentos nas precoces, nove nas intermediárias e 23 nas tardias com valores maiores de PG (TABELA 3). Nesta geração tiveram destaque entre as subpopulações, os cruzamentos C24 com 3292 kg/ha, C39 com 3082 kg/ha, C3 com 3010 kg/ha e C34 com 2873 kg/ha nas precoces; os cruzamentos C13 com 3376 kg/ha, C6 com 3324 kg/ha,

C44 com 3197 kg/ha e C28 com 3175 kg/ha, nas intermediárias; e, nas tardias, os cruzamentos C25 com 3803 kg/ha, C13 com 3453 kg/ha e C20 com 3691 kg/ha (TABELA 3), valores superiores à média nacional e suficientes para cobrir os custos de produção.

Observando-se os valores para o caráter PG, merecem destaque os cruzamentos C25 (apenas entre as tardias) e C43, que despontaram como os mais produtivos em duas subpopulações (TABELA 3). O C25 exibe em sua genealogia a combinação híbrida BR 80-76.309 x UFV-1, que se sobressaiu como uma das mais produtivas (LAÍNEZ-MEJIA, 1996). O cruzamento C43 destacou-se como mais produtivo, em consequência do alto potencial genético dos parentais envolvidos em sua composição e da boa capacidade de combinação genética entre os mesmos. O cruzamento C43 resultou da combinação entre outros híbridos biparentais de GO 81-11.094 x BR-11 que foi indicado como combinação favorável por Farias Neto (1995).

Pela TABELA 3, as subpopulações tardias tiveram maior número de cruzamentos com valores superiores à média geral, exibindo também a média mais elevada de PG entre as subpopulações, com 3078 kg/ha. Já as intermediárias tiveram 2673 kg/ha e as precoces 2579 kg/ha. Este desempenho mostrou o alto potencial produtivo das progênes tardias, confirmando os resultados obtidos por outros autores (DUTRA ET AL. 1996; FARIAS NETO, 1995; GOMES, 1995 E LAÍNEZ-MEJIA, 1996). Também tornou-se evidente a eficiência da seleção efetuada na geração $F_{4:3[8]}$, que separou as progênes por ciclos, em subpopulações precoces, intermediárias e tardias.

Além dos cruzamentos C25 e C43 que se destacaram pelo alto valor de PG, com valor superior a 3.700 kg ha^{-1} , outros nove cruzamentos tiveram médias para PG superiores a 3.000 kg ha^{-1} , destacando-se ainda os cruzamentos C11, C13, C27, C31 e C42, com valores de PG acima de 3.300 kg ha^{-1} , (TABELA 3), bastante promissores pois confirmam a superioridade de genótipos de base genética ampla, com boas perspectivas para

serem eleitos como um dos parentais nos cruzamentos realizados nos programas de melhoramento de soja. Torna-se evidente o alto potencial genético das progênes nos cruzamentos citados, evidenciando perspectivas promissoras desses materiais genéticos na obtenção de cultivares superiores, confirmando a ampla variabilidade genética de cruzamentos ócuplos combinando parentais adaptados e exóticos.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir o seguinte:

1 - Cruzamentos ócuplos combinando parentais adaptados x adaptados e adaptados x exóticos, resultaram em progênes superiores para todos os caracteres estudados, notadamente em PG, onde se destacou o cruzamento C23.

2 - As combinações híbridas biparentais destacadas como superiores para produtividade de grãos por outros autores, também estiveram presentes nos cruzamentos ócuplos mais produtivos, como BR-11 x FT-8, que está presente nos cruzamentos C4 e C22; e BR 80-76.309 x UFV-1 presente em C25;

3 - A existência de variabilidade genética remanescente entre progênes selecionadas de alguns cruzamentos, permite antever a possibilidade de se obter ganhos adicionais em ciclos mais avançados de seleção para produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq, à EMBRAPA, à FAPESP e à FINEP, pela concessão de bolsa e apoio financeiro aos projetos que originaram o germoplasma do presente estudo. Agradecem também aos funcionários do Laboratório de Soja, Antônio Roberto Cogo, Claudinei Didoné e Marcos Custódio Nekatschalow, pelos valiosos trabalhos experimentais e aos pós-graduandos, pela convivência produtiva e amizade.

ABSTRACT: The utilization of recurrent selection in the population large genetic base was a strategy to obtain genetics gains. This research had the purpose to evaluate 45 octuple chained crosses in the $F_{4:3[8]}$ and $F_{5:3[8]}$ generations, to select superior progenies in relation to seed oil yield and other important agronomic characteristics. The octuple crosses were hybridized in a chain mate system, in the first group of the parent adapted x exotic, during three generations until obtaining octuple crosses having 75% adapted: 25% exotic genes; the second group was composed by adapted parents which after three generations of hybridization in a chain mate system originated octuple crosses having 100% of adapted genes. The $F_{4:3[8]}$ generation was evaluated during the cropping season 1994/95 using the increased block design. The $F_{5:3[8]}$ progenies, were evaluated during the growing season 1995/96, the sets have been arranged in sixfield experiments. The results showed that octuple crosses produced superior progenies for all studied

characters. The cross number C44 presented the maximum grain yield; the superior biparental hybrid combinations for PG, were also present on the more productive octuple crosses. The remaining genetic variability in the selected progenies of some crosses suggested that further genetic gains in advanced cycles of selection for PG might be possible.

UNITERMS: Soybean, Recurrent selection, Multiple crossing.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUTRA, J. H.; SEDIYAMA, T.; HAMAWAKI, O. T. Estabilidade e adaptabilidade de 15 genótipos de soja em função de 19 épocas de plantio, no Triângulo Mineiro. **Revista Centro Ciências Biomédicas Universidade Federal de Uberlândia**, v.12, n.1, p 03-12, 1996.

EMPRÊSA BRASILEIRA PESQUISA AGROPEUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região Central do Brasil**. Londrina, 2001. 177p. (Documentos, 167).

FARIAS NETO, J. T. de. **Potencialidade de progênies $F_{4,3}$ e $F_{5,4}$ derivadas de cruzamentos em cadeia para produtividade de óleo em soja**. 1995.153f. Tese (Doutorado em genética e melhoramento de plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

FEDERER, W. T. Augmented (or hoonuiaku) designs. **Hawaiian Planter's Record**, Honolulu, v.55, p.191-208, 1956.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. **Special Report 80**, Co-operative Extension Service, Iowa State University, Ames, Iowa, 1977. 11 p.

GOMES, R. L. F. **Análise genética de progênies F_6 e $F_{7,6}$ de soja obtidas de cruzamentos dialélicos**. 1995. 140f. Tese (Doutorado em genética e melhoramento de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piraciacaba, 1995.

HIROMOTO, D. M.; VELLO, N. A. The genetic base of brazilian soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.9, n.2, p.295-306, 1986.

ININDA, J.; FHER, W. R.; CIANZIO, S. R., SCHNEBLY, S. R. Genetic gain in soybean population with different percentagens of plant introductions parentage. **Crop Science**, New York, v.36, p.1470-1472, 1996.

LAINÉZ-MEJIA, J. R. **Implicações da interação genótipo x ambientes na seleção de progênies de soja com ênfase nas produtividades de grãos e óleo**. 1996. 145f. Tese (Doutorado em genética e melhoramento de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

LOPES, A. C. A. **Potencialidade de cruzamentos óctuplos de soja com ênfase na produtividade de grãos**. 1997. 102f. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

ROESSING, A C; GUEDES, L. C. A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: ARANTES, N.E; SOUZA, P.I.M. (Ed.) **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba, Potafos, 1993, p.1-69.

VELLO, N. A. **Efeitos da introdução de germoplasma exótico sobre a produtividade e relações com a base genética das cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 1985. 91f. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

Tabela 1. Estimativas de médias ajustadas (\bar{x}) e erro padrão da média [$s(\bar{x})$] obtidas em progênies F_{4:3[8]}, sem repetições, para os caracteres altura da planta na maturidade (APM), número de dias para maturidade (NDM, valor agrônomo (VA) e produtividade de grãos (PG), a partir de cruzamentos em cadeia. Soja, Piracicaba-SP, semeadura em 05/12/94.

Cruz	n	APM (cm)		NDM (dias)		VA ^a		PG (kg/ha)	
		\bar{x}	$s(\bar{x})$	\bar{x}	$s(\bar{x})$	\bar{x}	$s(\bar{x})$	\bar{x}	$s(\bar{x})$
1	59	96,83	4,022	132,9	1,435	3,46	1333	1028	62,82
2	39	100,05	5,154	122,4	1,839	3,58	1708	811	80,50
3	48	89,95	5,162	123,7	1,842	3,38	1711	1019	80,63
4	50	96,25	3,876	141,2	1,383	3,46	1285	1085	60,55
5	49	101,42	4,022	148,2	1,435	3,42	1333	1026	62,82
6	45	103,36	3,942	149,8	1,407	3,46	1306	991	61,57
7	38	101,36	5,614	134,1	2,004	3,42	1861	971	87,69
8	48	97,45	4,340	139,6	1,549	3,50	1438	1227	67,79
9	48	90,38	4,381	139,5	1,563	3,46	1452	1182	68,42
10	42	93,44	5,171	139,1	1,845	3,62	1714	1094	80,76
11	45	85,15	6,058	120,1	2,162	3,50	2008	1019	94,62
12	45	84,38	5,300	126,7	1,891	3,46	1757	1023	82,79
13	48	100,10	4,463	128,4	1,593	3,42	1479	952	69,71
14	47	93,37	5,188	128,4	1,851	3,38	1719	996	81,03
15	48	96,91	4,184	144,3	1,505	3,38	1387	972	65,36
16	53	98,43	4,329	142,0	1,545	3,42	1435	1050	67,62
17	38	91,65	5,775	128,5	2,061	3,42	1914	1175	90,19
18	37	102,22	5,196	143,9	1,854	3,46	1722	1084	81,15
19	52	92,83	5,216	138,4	1,861	3,46	1729	1277	81,47
20	44	88,40	5,352	122,3	1,910	3,42	1774	1200	83,59
21	48	85,14	5,154	127,4	1,839	3,34	1708	1063	80,50
22	40	96,81	5,028	140,8	1,795	3,54	1667	1040	78,54
23	36	95,82	5,510	131,5	1,966	3,46	1826	1000	86,06
24	42	109,70	5,103	138,3	1,821	3,50	1691	1177	79,71
25	52	79,36	5,306	122,7	1,877	3,66	1743	1154	82,16
26	47	85,85	4,999	126,6	1,782	3,42	1655	1182	78,00
27	48	74,26	6,206	118,6	2,215	3,30	2057	1053	96,94
28	33	81,49	6,973	125,4	2,489	3,18	2311	888	108,92
29	51	90,46	5,485	128,0	1,957	3,42	1818	959	85,65
30	48	86,22	4,963	129,1	1,771	3,34	1645	1022	77,50
31	46	84,36	4,572	137,6	1,632	3,46	1515	1190	71,42
32	46	87,35	5,603	139,1	2,000	3,46	1857	1190	87,52
33	34	86,19	6,758	136,0	2,412	3,34	2240	979	105,55
34	23	95,84	7,419	140,5	2,648	3,46	2459	1186	115,89
35	32	98,13	7,511	134,4	2,681	3,50	2490	1161	117,32
36	52	98,82	4,271	134,5	1,524	3,46	1415	1021	66,71
38	4	81,71	12,402	118,1	4,426	3,50	4111	693	193,72
39	10	66,52	9,794	127,2	3,495	3,42	3246	781	152,97
40	50	98,09	4,366	129,0	1,558	3,30	1447	887	68,19
41	48	91,82	5,073	127,4	1,810	3,30	1681	910	79,24
42	37	72,66	5,728	124,8	2,044	3,62	1899	1248	89,48
43	50	84,84	5,063	128,0	1,807	3,42	1678	1103	79,09
44	51	88,84	5,027	133,7	1,794	3,34	1666	1079	78,51
45	17	63,48	9,350	116,8	3,337	3,46	3099	870	146,05
46	1	106,41	2,541	142,5	0,900	3,70	842	1334	39,70
47	1	76,77	2,525	122,7	0,900	3,38	836	796	39,43
48	1	103,84	2,524	142,0	0,900	3,30	836	716	39,43
49	1	81,65	2,525	125,1	0,900	3,42	836	882	39,43
Média geral		90,76	5,303	132,1	1,892	3,42	1750	1036	82,81

a: valor de $s(\bar{x})$ multiplicado por 10^4 - n: número de cruzamentos

Tabela 2. APM: Altura da planta na maturidade (dias) e NDM: Número de dias para maturidade (dias). Estimativas de médias ajustadas obtidas em progênies $F_{5,3[8]}$ precoces, intermediárias e tardias, sem repetições, a partir de cruzamentos em cadeia. Soja, Piracicaba-SP, semeadura em 06/12/95.

Cruz	Precoces		Intermediárias		Tardias	
	APM*	NDM**	APM	NDM	APM	NDM
1	68,63	130,25	67,07	133,50	102,47	163,47
2	51,14	122,75	62,32	134,17	95,47	165,47
3	65,22	127,52	67,32	127,50	100,47	165,47
4	59,47	130,25	69,11	127,86	103,59	164,22
5	54,89	130,25	72,74	140,00	109,56	166,38
6	67,39	150,13	86,07	155,00	103,68	167,97
7	66,14	135,83	81,07	147,50	76,72	162,97
8	---	---	53,57	135,00	95,82	169,75
9	---	---	59,07	131,00	110,72	167,47
10	48,64	125,00	56,07	130,00	106,22	167,97
11	67,17	132,66	49,40	123,33	101,72	162,97
12	52,64	135,75	81,07	156,67	110,05	172,14
13	62,65	132,25	86,07	140,00	116,72	170,47
14	48,64	121,50	56,90	132,50	94,22	161,18
15	79,89	152,75	---	---	93,80	165,47
16	74,47	135,25	---	---	91,58	167,69
17	66,97	132,33	45,07	130,00	103,80	173,80
18	---	---	41,07	130,00	106,09	171,72
19	63,64	129,00	50,24	135,00	105,31	162,66
20	61,76	127,75	58,20	131,00	109,21	162,97
21	35,51	122,75	39,82	125,00	106,72	164,22
22	68,64	149,42	54,82	135,83	---	---
23	57,39	124,00	54,82	140,00	112,55	171,30
24	66,97	139,42	58,82	137,00	116,72	171,30
25	47,70	126,19	---	132,50	85,47	160,47
26	58,01	129,63	53,99	---	84,22	162,97
27	50,69	126,50	69,82	132,50	90,47	160,47
28	45,39	125,75	79,82	160,00	95,47	160,47
29	50,24	126,68	63,82	131,00	105,47	167,97
30	53,64	126,19	68,57	130,00	101,09	166,09
31	61,55	146,92	59,82	130,00	97,68	166,14
32	39,89	132,75	52,32	130,00	104,22	172,22
33	---	---	62,32	150,00	99,22	172,97
34	52,80	130,25	67,32	136,25	96,72	169,22
35	54,89	134,00	63,99	147,22	97,97	170,47
36	57,56	128,11	7,45	142,86	103,80	167,14
38	48,64	130,25	---	125,00	---	166,30
39	46,14	130,25	37,32	---	---	---
40	84,26	130,88	77,32	140,00	96,30	---
41	59,26	127,75	63,99	140,00	62,97	160,47
42	48,64	126,75	37,32	129,17	69,63	165,47
43	48,64	127,13	66,07	142,86	67,96	165,47
44	60,20	132,75	62,86	134,29	89,63	167,14
45	37,39	120,25	43,57	125,00	---	---
46	87,73	155,50	80,71	155,00	107,50	171,25
47	49,09	130,00	45,71	130,00	87,50	145,00
48	78,18	155,50	82,86	155,00	103,12	165,63
49	59,54	130,00	55,00	130,00	93,75	140,00
Med.	58,36	132,20	50,29	136,51	98,27	165,51

*Valor em cm

**Valor em dias

Tabela 3. VA^a: Valor agrônomo (nota). e PG: Produtividade de grãos (kg/ha). Estimativas de médias ajustadas obtidas em progênies F_{5,3[8]} precoces, intermediárias e tardias, sem repetições, a partir de cruzamentos em cadeia. Soja, Piracicaba-SP, semeadura em 06/12/95.

Cruz	Precoces		Intermediárias		Tardias	
	VA	PG*	VA	PG	VA	PG
1	3,42	2615	3,34	2597	2,70	2533
2	3,14	2566	3,03	1223	2,42	3361
3	3,34	3010	3,38	1974	2,56	2498
4	2,45	2211	3,26	1822	2,74	2723
5	2,39	1657	2,70	1978	3,46	2252
6	2,66	797	2,39	3324	3,30	2712
7	3,50	2416	2,63	3007	2,27	2578
8	---	---	2,25	1915	3,30	2612
9	---	---	2,95	2242	3,30	2546
10	2,45	2622	2,88	2504	3,30	2469
11	3,11	2182	2,22	2123	3,14	3468
12	2,06	1797	2,22	3239	3,38	2731
13	2,84	2109	3,34	3376	4,80	3453
14	2,06	1635	3,26	3058	2,77	3429
15	3,30	2626	---	---	3,03	2840
16	3,42	1673	---	---	3,11	2863
17	3,18	2467	2,70	2095	3,18	3054
18	---	---	2,99	2834	4,98	2688
19	2,63	1229	3,07	2402	3,22	3275
20	2,81	2213	2,70	1638	3,14	3691
21	1,87	1002	1,90	486	2,87	3212
22	2,92	2212	2,63	1576	---	---
23	3,18	2790	3,38	2321	3,46	1881
24	3,46	3292	2,77	1962	3,54	1944
25	2,09	2007	---	---	2,63	3803
26	2,52	1473	2,95	2309	3,14	3162
27	1,96	1480	2,81	2576	2,52	3313
28	1,93	1379	1,90	3175	2,52	2429
29	2,52	2313	3,14	2728	3,26	2395
30	2,63	2239	2,95	3039	3,34	3104
31	2,74	1261	2,89	2506	3,46	3379
32	1,90	957	2,42	1878	3,58	2973
33	---	---	2,49	2549	2,88	2540
34	2,88	2873	2,74	1591	3,66	3213
35	2,66	2000	2,49	1694	3,74	3081
36	2,92	1541	3,34	1849	4,03	2985
38	2,18	2653	---	---	---	---
39	2,66	3082	2,39	2336	---	---
40	2,99	2503	4,34	---	3,34	2619
41	2,99	2009	3,34	2749	2,52	3109
42	2,56	2262	2,28	2740	2,84	3340
43	2,63	2121	2,95	2743	2,84	3746
44	2,66	2720	3,22	3197	3,03	3181
45	0,94	871	2,09	1456	---	---
46	3,54	3763	3,26	2978	3,62	2266
47	2,70	2060	2,70	1515	2,49	2388
48	3,14	2892	2,99	1980	3,11	2308
49	2,74	2405	2,56	1750	2,99	2389
Méd.	2,66	2136	2,81	2303	3,11	2875

*Valor em kg/ha

Tabela 4. Composição dos 45 cruzamentos óctuplos. Piracicaba, São Paulo.

C1	[(Andrews Púrpura x FT 81-2.706) x (Bienville x Ufv – Araguaia)] x [(P.I. 371.610 x Sel. Paraná) x (Sel. Bossier x UFV-2)]
C2	[(P.I. 371.610 x Sel. Paraná) x (Sel. Bossier x UFV-2)] x [(Kirby x FT-2) x (GO 81-8.491 x Sel. BR 8015.725-B)]
C3	[(Kirby x FT-2) x (GO 81-8.491 x Sel. BR 8015.725-B)] x [(Sel. N 82-2.764 x Sel. SOC 81-127) x (Sel. Planalto x GO 81- 11.094)]
C4	[(Sel. N 82-2.764 x Sel. SOC 81-127) x (Sel. Planalto x GO 81-11.094)] x [(Wright x SOC 81-76 x (BR-11 x FT-8)]
C5	[(Wright x SOC 81-76) x (BR-11 x FT-8)] x [(Foster x FT 79-3.408) x (OC 79-7 x BR-9)]
C6	[(Foster x FT 79-3.408) x (OC 79-7 x BR-9)] x [(Sel. Ax53-55 x Paranagoiana) x (EMGOPA-301 x IAC-9)]
C7	[(Sel. Jackson 4.028 c FT 81-2.129) x (GO 79-1.030 x Sel. Cristalina)] x [(Cobb x BR –8) x (IAC-6 x YFV-4)]
C8	[(Cobb x BR-8) x (IAC-6 x YFV-4)] x [(P.I.200.521 x SOC 81-216) x (BR 80-76.309 x UFV-1)]
C9	[(P.I. 200.521 x Soc 81-216) x (BR 80-76.309 x UFV-1)] x [(FT 81-2.706 x P.I. 371.610) x (UFV-Araguaia x Sel. Bossier)]
C10	[(FT 81-2.706 x P.I. 371.610) x (UFV-Araguaia x Sel. Bossier)] x [(Sel. Paraná x Kirby) x (UFV-2 x GO 81-8.491)]
C11	[(Sel. Paraná x Kirby) x (UFV-2 x GO 81-8.491)] x [(FT-2 x Sel. N 82-2,764) x (Sel. BR 80-15.725-B x Sel. Planalto)]
C12	[(FT-2 x Sel. N 82-2.764) x (Sel. BR 80-15.725-B x Sel. Planalto)] x [(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (GO 81-11.094 x BR-11)]
C13	[(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (GO 81-11.094 x BR-11)] x [(SOC 81-76 x Foster) x (FT-8 c OC 79-7)]
C14	[(SOC 81-76 x Foster) x (FT-8 x OC 79-7)] x [(FT 79-3.408 x Sel. Ax53-55) x BR-9 x EMGOPA-3010]
C15	[(FT 79-3.408 x Sel. Ax53-55) x (BR-9 x EMGOPA-3010)] x [(Paranagoiana x Sel. Jackson 4.028) x IAC-9 x GO 79-1.030)]
C16	[(Paranagoiana x Sel. Jackson 4.028) x (IAC-9 x GO 79-1.030)] x [(FT 81-2.129 x Cobb) x (Sel. Cristalina x IAC-6)]
C17	[(FT 81-2.129 x Coob) x (Sel. Cristalina x IAC-6)] x [(BR-8 x P.I. 200.521) x (UFV-4 x BR 80-76.309)]
C18	[(BR-8 x P.I. 200.521) x (UFV-4 x BR 80-76.309)] x [(SOC 81-216 x Andrews Púrpura) x (UFV-1 x Bienville)]
C19	[(SOC 81-216 x Andrews Púrpura) x (UFV-1 x Bienville)] x [(Andrews Púrpura x FT 81-2.706) x (Bienville x UFV-Araguaia)]
C20	[(Sel. N 82-2.764 x Sel. SOC 81-127) x (GO 81-8.491 x Sel. BR 80-15.725-B)] x [(Wright x SOC) x (Sel. Planalto x GO 81-11.094)]
C21	[(Wright x SOC) x (Sel. Planalto x GO 81-11.094)] x [(Foster x FT 79-3.408) x (BR-11 x FT-8)]
C22	[(Foster x FT 79-3.408) x (BR-11 x FT-8)] x [(Sel. Ax53-55 x Paranagoiana) x (OC 79-7 x BR-9)]
C23	[(Coob x BR-8) x (GO 79-1.030 x Sel. Cristalina)] x [(P.I. 200.521 x SOC 81-216) x (IAC-6 x UFV-4)]
C24	[(P.I. 200.521 x SOC 81-216) x (IAC-6 x UFV-4)] x [(ET 81-2.706 x P.I. 371.610) x (BR 80-76.309 x UFV-1)]
C25	[(FT 81-2.706 x P.I. 371.610) x (BR 80-76.309 x UFV-1)] x [(Sel. Paraná x Kirby) x (UFV-Araguaia x Sel. Bossier)]
C26	[(Sel. Paraná x Kirby) x (UFV-Araguaia x Sel. Bossier)] x FT-2 x Sel. N 82-2.764 x (UFV-2 x GO 81-8-491)]
C27	[(FT-2 x Sel. N 82-2.764) x (UFV-2 x GO 81-8.491)] x [(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (Sel. BR 80-15.725-B x Sel. Planalto)]
C28	[(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (Sel. BR 80-15.725-B x Sel. Planalto)] x [(SOC 81-76 x Foster) x (GO 81-11.094 x BR-11)]
C29	[(SOC 81-76 x Foster) x (GO 81-11.094 x BR-11)] x [(FT 79-3.408 x Sel. Ax53-55) (FT-8 x OC 79-7)]
C30	[(FT 79-3.408 x Sel. Ax53-55) x (FT-8 x OC 79-7)] x [(Paranagoiana x Sel. Jackson-4.028) x (BR-9 x EMGOPA-301)]
C31	[(Paranagoiana x Sel. Jackson-4.028) x (BR-9 x EMGOPA-301)] x [(FT 81-2.129 x Coob) x (IAC-9 x GO 79-1.030)]
C32	[(FT 81-2.129 x Coob) x (IAC-9 x GO 79-1.030)] x [(BR-8 x P.I. 200.521) x (Sel. Cristalina x IAC-6)]
C33	[(BR-8 x P.I. 200.521) x (Sel. Cristalina x IAC-6)] x [(SOC 81-216 x Andrews Púrpura) x (UFV-4 x BR 80-76.309)]
C34	[(SOC 81-216 x Andrews Púrpura) x (UFV-4 x BR 80-76.309)] x [(Andrews Púrpura x FT 81-2.706) x (UFV-1 x Bienville)]
C35	[(Andrews Púrpura x FT 81-2.706) x (UFV-1 x Bienville)] x [(P.I. 371.610 x Sel. Paraná) x (Bienville x UFV-Araguaia)]
C36	[(P.I. 371.610 x Sel. Paraná) x (Bienville x UFV-Araguaia)] x [(P.I. 200.521 x SOC 81-216) x (IAC-6 x UFV-4)]
C37	[(Sel. Paraná x Kirby) x (UFV-Araguaia x Sel. Bossier)] x [(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (Sel. BR 80-15.725-B x Sel. Planalto)]
C38	[(FT 79-3.408 x Sel. Ax53-55) x (BR-9 x EMGOPA-301)] x [(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (GO 81-11.094 x BR-11)]
C39	[(P.I. 200.521 x Soc 81-216) x (BR 80-76.309 x UFV-1)] x [(FT 79-3.408 x Sel. Ax53-55) x (BR-9 x EMGOPA-301)]
C40	[(Sel. Ax53-55 x Paranagoiana) x (EMGOPA-301 x IAC-9)] x [(Sel. Jackson-4.028 x FT 81-2.129) x (GO 79-1.030 x Sel. Cristalina)]
C41	[(Sel. N 82-2.764 x Sel. SOC 81-127) x (GO 81-8.491 x Sel. BR 80-15.725-B)] x [(P.I. 200.521 x SOC 81-216) x (IAC-6 x UFV—4)]
C42	[(FT-2 x Sel. N 82-2.764) x (Sel. BR 80-15.725 x Sel. Plantio)] x [(SOC 81-76 x Foster) x (FT-8 OC 79-7)]
C43	[(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (GO 81-11.094 x BR-11)] x [(Coob x BR-8) x (GO. 79-1.030 x Sel. Cristalina)]
C44	[(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (GO 81-11.094 x B R-11)] x [(Sel. Ax53-55 X Paranagoiana) x (OC 79-7 x BR-9)]
C45	[(P.I. 200.521 x SOC 81-216) x (BR 80-76.309 x UFV-1)] x [(Sel. SOC 81-127 x Wright) x (GO 81-11.094 x BR-11)]
