ANÁLISE DIALÉLICA ENVOLVENDO DEZ PARENTAIS
SEMI-PRECOCES DE SOJA (*Glycine max* (L.) MERRILL)

MILTON KRIEGER
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

Dissertação apresentada à Es-
cola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Univer-
sidade de São Paulo, para ob-
tenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de concentra-
ção: Genética e Melhoramento
de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP.

K92a Krieger, Milton
Análise dialética envolvendo dez parentais semi-
precoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Pira-
cicaba, 1992.
65p.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Genética quantitativa 2. Soja - Cruzamento dia-
liético 3. Soja - Melhoramento I. Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 633.34

ANÁLISE DIALÉLICA ENVOLVENDO DEZ PARENTAIS SEMI-PRECOSES DE SOJA

MILTON KRIEGER

Aprovada em: 05.03.92

Comissão Julgadora:

**Prof. Dr. Natal Antonio Vello
Prof. Dr. Roland Vencovsky
Prof. Dr. Carlos Jorge Rossetto**

**ESALQ/USP
ESALQ/USP
IAC/Campinas**

1-1-1/115.

**Prof. Dr. Natal Antonio Vello
Orientador**

Aos meus pais dedico,

e a todos ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Natal Antonio Vello pela amizade, colaboração e valiosa orientação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), que tornaram possível a realização desta pesquisa.

Ao CNPq, EMBRAPA e FAPESP pelo apoio financeiro concedido às pesquisas do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas.

Aos professores do Departamento de Genética da ESALQ pelos ensinamentos, em particular aos professores Geraldo Antonio Tosello, Gerhard Bandel e José Branco Miranda Filho que juntamente com o Prof. Natal A. Vello, compuseram a banca do meu exame geral de qualificação.

Aos colegas Carlos Eduardo Pires, Dario Hiromoto, Diego Soldini, Eduardo Brás Pacóva, Gilberto Keniti Yokomizo, José Baldin Pinheiro, Juan Carlos Montañó, Léo Zimback, pelo apoio e colaboração nos trabalhos experimentais.

Aos funcionários do Departamento de Genética, em especial aos Srs. Antonio Roberto Cogo, Claudinei Antonio Didoné, José Roberto Alonso e Osmair José da Silva,

pela dedicação na realização dos trabalhos de campo e laboratório.

Ao Centro de Informática na Agricultura (CIAGRI) pelas instalações cedidas e aos seus funcionários pelos trabalhos prestados, em especial a Lilian Cristina Anefalos pela valiosa colaboração nas análises estatísticas.

Ao Setor de Cursos de Pós-Graduação da ESALQ/USP pela atenção e competência dispensadas no atendimento durante o período do curso.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	05
2.1. Vulnerabilidade	09
2.2. Análise dialética	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Caracteres avaliados	17
3.2. Análise de variância	18
3.3. Análise dialética	19
3.4. Heterose e heterobeliose	19
3.5. Herdabilidade	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Número de dias para o florescimento	22
4.2. Altura da planta no florescimento	23
4.3. Número de dias para maturação	24
4.4. Altura da planta na maturação	24
4.5. Acamamento e valor agrônômico	25
4.6. Produção de grãos por planta	27
4.7. Análise de GRIFFING	28
4.7.1. Capacidade geral de combinação	29
4.7.2. Capacidade específica de combinação	29
4.7.3. Análise dialética	29
5. CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
TABELAS	46

ANÁLISE DIALÉLICA ENVOLVENDO DEZ PARENTAIS
SEMI-PRECOCES DE SOJA (*Glycine max.* (L.) Merrill)

Autor: Milton Krieger

Orientador: Prof.Dr. Natal Antonio Vello

RESUMO

Em 1983, teve início no Departamento de Genética ESALQ/USP, um programa que visa integrar a obtenção de populações não tendo diferentes graus de base genética, com a prática de seleção recorrente a partir dos intercruzamentos de 40 parentais (10 precoces, 10 semi-precoces, 10 semi-tardios e 10 tardios), selecionados principalmente para produtividade e diversidade genética.

Esta pesquisa teve por objetivo a avaliação de 45 cruzamentos dialélicos (geração F₂) entre os dez parentais de soja semi-precoces: Davis, Bossier, Viçosa, IAC-10, IAC-12, IAC-1, BR-1-Fosca, GO 81-11646, SOC 81-228 e FT 81-2706.

Foram avaliados os seguintes caracteres: tempo para o florescimento, altura da planta no florescimento, tempo para a maturidade, altura da planta na maturidade, produção de grãos por planta, valor agronômico e acamamento.

A análise de Griffing revelou maior importância da capacidade geral de combinação (CGC) em relação à capacidade específica de combinação (CEC), sendo a razão $CGC / (CGC + CEC)$ superior a 0.9 em todos os caracteres. As estimativas do efeito geral da capacidade de combinação (g_i), do efeito da capacidade específica de um parental com ele mesmo (S_{ii}) e do efeito da capacidade específica de combinação para o cruzamento entre dois parentais (S_{ij} para $i \neq j$), apresentaram variação em todos os caracteres. No caráter produtividade (PPI), os parentais GO 81-11646, IAC-12 e IAC-1 obtiveram as melhores estimativas para capacidade geral de combinação g_i ; além disso, participaram dos cruzamentos mais expressivos para esse caráter. As estimativas dos parâmetros genéticos serão empregadas para orientação da síntese das populações.

DIALLEL ANALYSIS OF TEN SEMI-EARLY SOYBEAN
(*Glycine max* (L.) MERRILL) PARENTS

Author: Milton Krieger

Adviser: Prof. Dr. Natal Antonio Vello

SUMMARY

In 1983, it was initiated in the Genetics Department of ESALQ/USP a program aiming to integrate the synthesis of populations having different degrees of genetic base, with the practice of recurrent selection from the intercrosses of 40 parents (10 early, 10 semi-early, 10 semi-late and 10 late genotypes) selected for seed yield and genetic diversity.

This research had the objective of evaluating 45 diallel crosses (F₂ generation) among the 10 semi-early soybean parents: Davies, Bossier, Viçoja, IAC-10, IAC-12, IAC-1, BR-1-Fosca, GO 81-11646, SOC 81-228 and FT 81-2706.

They were evaluated the following traits: time to flowering, plant height at flowering, time to maturity, plant height at maturity, seed yield per plant, agronomic value and lodging.

Griffing's analysis revealed that general combining ability (gca) was much more important than specific combining ability (sca); the relation $gca / (gca + sca)$ was superior to 0.9 for all characters. The parents GO 81-11646, IAC-12 and IAC-1 presented the largest values of general combining effect and participated in crosses with superior seed yield. The genetic parameters will be applied to manage the synthesis of populations.

1. INTRODUÇÃO

A soja vem se tornando a principal oleaginosa em produção sob cultivo intenso, mesmo se considerando sua introdução relativamente recente na cultura ocidental. Na época colonial, apenas a China exportava quantidades notáveis de soja que, naquela ocasião, era pouco conhecida nos Estados Unidos, hoje primeiro produtor mundial.

O cultivo da soja se desenvolveu no Novo Mundo na década de 30. Em 1949, quando a revolução chinesa suspendeu subitamente as exportações de soja da Manchúria, os Estados Unidos assumiram as exportações chinesas e se tornaram desde então os maiores exportadores de soja.

Tanto os Estados Unidos como a Europa adotaram um modelo de modernização da agricultura, em que a soja é um dos pilares de sustentação. Inúmeros países do Terceiro Mundo e do leste europeu seguiram, em graus diversos, esse modelo no correr dos últimos anos. A soja torna-se então uma das principais culturas (BERTRAND et alii, 1987).

A modernização da pecuária européia torna-se totalmente dependente da soja, colocando a Europa no pri-

meiro posto entre os importadores de soja americana. Com o passar dos anos, a Europa bem como o Japão e os países do leste europeu aumentaram rapidamente suas importações.

Em 1973, o Brasil, que já produzia mais de quatro milhões de toneladas de grão de soja por ano, apresenta-se como parceiro aos países importadores. Apesar de desconhecida da maioria dos brasileiros a soja se impõe e a partir da década de 80, ela ocupa 16% das terras agricultáveis do país. Em 1985, sua cultura estendia-se por mais de 10 milhões de hectares e a produção beirava os 18 milhões de toneladas; mais de um em cada cinco hectares cultivados estava plantado com soja. Bastaram 15 anos, de 1965 a 1980 para passar de 1,4% a 16% da produção mundial, sendo que em 1985 a porcentagem era de 19%. O óleo de soja teve seu consumo per capita aumentado de 1,2 kg por ano em 1964-65, para mais de 13 kg, em 1980 (BERTRAND et alii, 1987).

Segundo a FAO (1991), a produção mundial de soja é de 108,150 milhões de toneladas, cabendo ao Brasil a produção de 19,8 milhões de toneladas. Entretanto, segundo dados do IBGE (LAZZARINI & DITT, 1991a,b), a produção brasileira na última safra foi de 14,4 milhões de toneladas, e a nossa safra 91/92 não deve superar a última, pois houve diminuição na área plantada de soja.

A análise de dados sobre produção, geralmente feito em milhões de toneladas, não dão ao leitor comum uma idéia do volume de soja produzido no Brasil. Com base em

dados do Ministério da Saúde, de que a necessidade de proteína é de 15 kg de proteína por ano por habitante, mais o resultado do censo e dados oficiais sobre o desempenho da lavoura, TENDRIH (1987) demonstrou que desde 1980, nosso país exporta a cada ano uma quantidade de soja que corresponde a quase o dobro das necessidades protéicas de toda sua população.

Entre os métodos clássicos de melhoramento, o da introdução foi o mais importante na difusão da soja para o ocidente. A introdução de variedades e linhagens oriundas da China, Manchúria, Japão e outros países orientais, constituiu-se na base inicial para o desenvolvimento da soja nos países produtores do ocidente. Posteriormente, outros métodos aplicados às espécies autógamas foram usados na soja. Entretanto, a estreita base genética da soja, aliada aos métodos convencionais de melhoramento, torna a cada dia, mais difícil de se suplantarem patamares de produtividade, além dos riscos da vulnerabilidade genética.

Para solucionar este problema, iniciou-se em 1983 no Departamento de Genética da ESALQ/USP, um programa que tem por objetivo integrar a síntese de populações de soja com base genética ampla com a prática de seleção recorrente (VELLO, 1992a).

Foram selecionados 40 parentais, sendo dez para cada grupo de maturidade: precoce, semi-precoce, semi-tardio e tardio. Estes parentais foram escolhidos com base

na produtividade e divergência genética, a partir dos resultados obtidos em experimentos conduzidos em três locais (Anhembi, Piracicaba e Sertãozinho) durante os anos de 1983/84 e 1984/85.

O esquema de recombinação (Apêndice 1) envolve quatro dialelos 10x10, com 45 cruzamentos biparentes para cada grupo de maturidade, somando 180 cruzamentos no total. A segunda recombinação compreende 45 cruzamentos quádruplos entre os híbridos F₁ precoces e semi-precoces e 45 cruzamentos quádruplos entre os híbridos F₁ tardios e semi-tardios. A terceira recombinação produzirá 45 cruzamentos óctuplos dos F₁s (precoce x semi-precoce) com os F₁s (semi-tardio x tardio).

Esta pesquisa tem por objetivo a avaliação dos 45 cruzamentos dialélicos (geração F₂) entre dez parentais de soja semi-precoces.

Foram avaliados os seguintes caracteres: tempo para o florescimento, altura da planta no florescimento, tempo para a maturidade, altura da planta na maturidade, produção de grãos de plantas individuais, acamamento e valor agronômico.

As estimativas de parâmetros genéticos (heterose, herdabilidade, capacidade geral e específica de combinação) serão empregados para orientação da síntese de população com base genética ampla e alta produtividade de grãos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O melhoramento genético de qualquer espécie de planta pode ser dirigido essencialmente visando duas alternativas: (a) obtenção de uma população melhorada, ou (b) exploração de heterose, ou seja, obtenção de F₁s com vigor híbrido (PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1985), sendo que o esquema geral de um programa de melhoramento apropriado a uma espécie é determinado, em grande parte, pelo sistema reprodutivo da espécie (ALLARD, 1960).

O melhoramento de autógamias, basicamente consiste na hibridação de um número pequeno de genótipos, seguidos de um dos processos de avanço de gerações segregantes durante várias gerações, até a obtenção de genótipos homozigóticos. No entanto, para caracteres cujo controle é efetuado por inúmeros genes, como produção de grãos, altura da planta, etc., o progresso obtido pelo emprego dos métodos tradicionais de melhoramento não são acentuados. Tal ocorre na soja, onde geralmente são observados pequenos progressos por seleção (BRIM, 1973).

FEHR (1978) analisou um suposto incremento de 100 kg/ha por ciclo de seleção, na produção de um cultivar de soja, utilizando-se os métodos tradicionais, e com uma geração por ano. O autor conclui que seriam necessários 18 anos de trabalho para obtenção de 300 kg/ha a mais, em um cultivar. Os progressos lentos obtidos são, em parte, devido à pequena variabilidade existente nos cruzamentos realizados de forma tradicional. JENSEN (1970), observa que o emprego de um reduzido número de genótipos usados na formação do lote inicial de cruzamentos mais as limitações dos processos de seleção, são as causas possíveis dos baixos incrementos nas produções da cultura.

As teorias de seleção empregadas nos métodos tradicionais visam identificar genótipos superiores. Entretanto, nestes processos, aspectos como a estrutura genética da população, as ações gênicas envolvidas no caráter e a magnitude da variabilidade presente, normalmente não são considerados. Com o advento das teorias e métodos de genética quantitativa foram proporcionadas melhores condições de ganho genético nas espécies agrícolas. Isto se deu pela utilização adequada de processos seletivos. Outra vantagem do emprego da genética quantitativa como instrumento auxiliar na escolha do método de melhoramento a ser utilizado, deve-se ao fato do conhecimento das ações gênicas envolvidas e da estrutura genética per se dos genótipos parentais dos cruzamentos. A produção de grãos em soja é uma carac-

terística essencialmente quantitativa. JOHNSON & BARNARD (1963) concluíram que variância genética aditiva parece ser a principal componente para produção de grãos.

Foi Fisher (1918), citado por ALLARD (1963), quem primeiro procurou fazer uma partição da variância genotípica em suas partes componentes. Este reconheceu três componentes da variância genética: 1) uma parte aditiva devido à diferença entre os homozigotos de cada loco; 2) uma componente dominante originada da interação entre alelos (interação alélica); 3) uma parte epistática associada à interação entre não alelos (interação não alélica).

Os relatos de JOHNSON & BERNARD (1963), evidenciaram a importância do adequado aproveitamento da variância genética aditiva, embora BRIM (1973), chame a atenção de que as ações gênicas do tipo aditivo x aditivo não devem ser desprezadas, ou mesmo as responsáveis por combinações hetezigóticas favoráveis.

Com o sentido do aproveitamento da ação gênica aditiva, é que autores como HANSON et alii (1967) e COMPTON (1968), recomendam o emprego de esquemas de seleção recorrente em soja, haja visto resultados promissores em plantas alógamas (SPRAGUE, 1967). Do ponto de vista genético, KHADR & FREY (1965), argumentam que não existe impedimento para utilização de seleção recorrente em espécies autógamas. No entanto, a utilização plena de esquemas de seleção recorrente é limitada na soja (BRIM, 1973); essas

limitações são causadas pelas dificuldades naturais existentes na obtenção de níveis adequados de recombinantes desejados causados pela dificuldade para realização de um número suficiente de cruzamentos, pequeno número de sementes por cruzamento, tempo necessário para avaliação das progênies e limitações nas metodologias empregadas para avaliação de progênies. Estas mesmas limitações podem ser feitas para a exploração da heterose.

BRIM & YOUNG (1971) identificaram um par de genes recessivos (*ms1ms1*) responsável pelo caráter macho-estéril. Segundo os autores, 99% ou mais das sementes obtidas de plantas macho-estéreis, eram devidas à cruzamentos naturais. Entretanto, apesar da porcentagem de cruzamentos naturais ser elevada, o número de sementes obtidas era reduzido por planta, sendo em média de 40 sementes (BURTON & BRIM, 1981). No entanto, devido a algumas limitações citadas anteriormente, esta média é superior às possíveis de serem obtidas por cruzamentos artificiais. Segundo FEHR & ORTIZ (1975), o emprego do caráter macho-estéril em cruzamentos, permite a eliminação das polinizações artificiais e reduz o tempo necessário para completar o ciclo de seleção.

Outros trabalhos envolvendo o uso de seleção recorrente com macho-esterilidade em soja foram feitos por KENWORTHY & BRIM (1979) e BRIM & BURTON (1979).

SEDIYAMA et alii (1981), argumentam que a

produção total de grãos depende do conjunto de vários fatores. Todavia, entre os fatores genéticos destacam-se o tamanho e o peso da semente, o número de sementes por planta, os quais, dependem do maior vigor da planta e de um período de frutificação mais longo.

Quanto ao tempo para maturidade e florescimento, esses caracteres parecem ser influenciados por poucos genes maiores e alguns genes menores. Vários autores estudaram esses caracteres, dentre esses se destacam SINGH & ANDERSON (1949), BERNARD (1971), BUZZEL (1971), KHIIL (1976), BUZZEL & VOLDENG (1980), TOLEDO & KHIIL (1982a,b); McBLAIN & BERNARD (1987) e mais recentemente por BONATO (1989).

2.1. Vulnerabilidade

As principais culturas são muitas vezes bastante uniformes geneticamente e muito vulneráveis, sendo que o fornecimento de alimentos para o mundo, depende da conservação e melhor utilização dos recursos genéticos. Além do risco de epidemias, a falta de diversidade causa a formação de patamares de produtividade, sendo estes os principais efeitos da base genética estreita.

A seleção efetiva é dependente da variabilidade genética. Entretanto, esses ganhos são acompanhados de

um aparente risco de vulnerabilidade genética devido ao estreitamento da base genética. O problema surge também devido à concentração de cultivares "líderes"; nos Estados Unidos, seis dos mais "populares" cultivares de soja americanos representam 42% do total plantado (DUVICK, 1984).

DELANNAY et alii (1983) examinaram as genealogias de 158 cultivares de soja dos Estados Unidos e Canadá, indicando que o "pool" gênico poderia ser traçado para 50 introduções. Os autores avaliaram a contribuição genética relativa desses introduções nos "pools" gênicos do norte e do sul dos Estados Unidos para quatro períodos; antes de 1951, 1951-1960, 1961-1970 e de 1971-1981. Embora mais introduções tenham sido usadas em tempos recentes, poucas constituem grande parte da base genética dos cultivares modernos, sendo que dez introduções contribuíram, com mais de 80% do "pool" gênico do norte, enquanto que só sete contribuíram para a mesma quantidade do "pool" gênico do sul. E mais, muitas introduções predominantes, originaram-se na mesma região geográfica. HIROMOTO & VELLO (1986) estudaram a situação da base genética no Brasil. Os resultados dessa pesquisa foram de certa forma semelhantes aos encontrados por DELANNAY et alii (1983) nos Estados Unidos. Segundo o estudo de HIROMOTO & VELLO (1986) os cultivares brasileiros poderiam ser traçados em relação a 26 ancestrais, sendo que 11 representam coletivamente 89% do "pool" gênico brasileiro.

A média geral do coeficiente de parentesco de 69 variedades brasileiras de soja foi calculado por VELLO et alii (1988) dando um valor de 0,16. Os autores compararam também este coeficiente médio com os estimados nos Estados Unidos e Argentina, que são respectivamente 0,23 e 0,16, sendo que o programa de melhoramento no Brasil e Argentina são mais recentes que o dos Estados Unidos. Os autores informam ainda que o germoplasma de soja dos Estados Unidos contribuiu significativamente ao germoplasma brasileiro, e que ambos contribuíram ao estabelecimento do programa de soja argentino.

VELLO (1985) relata que o material cultivado na região sul dos Estados Unidos (grupos V a X) é o que apresenta maiores chances de adaptação em condições semi-tropicais e tropicais. É interessante notar que a base genética do germoplasma cultivado no sul dos Estados Unidos é a mais estreita, de acordo de DELANNAY et alii (1983).

2.2. Análise dialélica

A análise dialélica envolve os cruzamentos possíveis de serem realizados, entre um grupo de n linhagens, variedades ou populações. Podem incluir, ou não, os tipos parentais, bem como os recíprocos.

Basicamente, existem três metodologias para

análise dialélica; GARDNER & EBERHART (1966), HAYMAN (1954a,b) e GRIFFING (1956a,b).

Segundo VENCOVSKY (1971) o método de GARDNER & EBERHART (1966) é específico para cruzamentos entre variedades em equilíbrio de Hardy-Weinberg. Esse mesmo autor relata que o processo de análise proposto por GARDNER & EBERHART (1966) foi desenvolvido devido ao crescente interesse em torno de cruzamentos intervarietais em milho (VENCOVSKY, 1969). Entretanto, PALUDSYZYSYN (1982) utilizou esta metodologia para avaliar um dialelo 8x8 em soja com bons resultados.

A metodologia de HAYMAN (1954a,b) se baseia nas seguintes suposições: a) segregação diplóide; b) ausência de efeitos recíprocos entre cruzamentos; c) ação independente de genes não alélicos, ou seja, ausência de epistasia; d) ausência de alelos múltiplos; e) linhagens parentais homozigóticas; f) genes independentemente distribuídos nos parentais. A segregação diplóide é uma característica normal da espécie, os demais requisitos também devem ser razoavelmente atingidos. Contudo, no que se refere à ausência de alelos múltiplos e particularmente à ausência de epistasia é provável que haja desvios. Entretanto, o próprio modelo testa esses desvios, e só devem ser aplicado quando os mesmos não forem significativos. A metodologia de HAYMAN (1954a,b), é um poderoso meio de elucidar sistemas poligênicos. A sua utilização é indicada para

linhagens puras, sendo, por isto, utilizadas em plantas de auto-fertilização.

A análise de GRIFFING (1956a,b) é fundamentada num modelo estatístico, sendo amplamente utilizada em espécies alógamas e autógamas. A metodologia é aplicável para quatro tipos de tabelas dialélicas, com cálculos de análise da variância e estimação de efeitos de capacidade geral e específica de combinação, segundo dois modelos: fixo e aleatório.

CRUZ & VENCovsky (1989) estudaram as inter-relações existentes entre os efeitos descritos na metodologia proposta por GRIFFING (1956), modelos 2 e 4 e os efeitos descritos na metodologia proposta por GARDNER & EBERHART (1966). Os autores também discutem a importância e significado genético do parâmetro S_{ii} referente à capacidade específica de uma variedade com ela mesma. Para esses autores, de um modo geral, g_i continua sendo o melhor critério para escolha de parentais. A decomposição deste parâmetro em V_i e h_i (GARDNER & EBERHART, 1966) não trouxe grande contribuição adicional.

Em soja a metodologia mais usada é de Griffing, mais precisamente o método 2. No método 2 são usados os parentais e o conjunto de F_1 's sem os recíprocos. Esse modelo pode também ser usado com F_2 's (SRIVASTAVA, 1978; NASS, 1988; FREIRE FILHO, 1988). Também se usou F_2 's em trigo (TALUKDAR & BAINS, 1989).

BAKER (1978) estudou a importância da capacidade geral e específica de combinação e fez um paralelo entre os métodos de análise dialélica e suas aplicações.

A capacidade geral de combinação decorre principalmente da variância genética aditiva e da variância epistática aditiva x aditiva, e a capacidade específica resulta da variância genética dominante e vários tipos de componentes de variância epistática (GRIFFING, 1956a e KEMPTHORNE & CURNOW, 1961).

LEFFEL & WEISS (1958), encontraram alta capacidade específica para algumas linhagens (menos produtivas) e alta capacidade geral de combinação para outras (as mais produtivas). WEBER et alii (1970) mediram a heterose num grande número de cruzamentos durante quatro anos. Mais de 75% dos híbridos apresentaram heterose para produção, o que os levou a concluir que a ação gênica não aditiva estava envolvida na expressão desse caráter. A conclusão foi reforçada pelo efeito significativo devido à capacidade específica de combinação.

3. MATERIAL E MÉTODO

Foram realizados aproximadamente 1000 hibridações manuais para obtenção dos 45 cruzamentos dialélicos entre os dez parentais: Davis, Bossier, Viçoja, IAC-10, IAC-12, IAC-1, BR-1-Fosca, GO 81-11.646, SOC 81-228 e FT 81-2706. As genealogias dos parentais se encontram no Apêndice 2.

O avanço da geração de F₁ para F₂, foi feito através de autofecundações naturais no campo. As sementes F₁ foram semeadas em covas espaçadas em um metro uma da outra, usou-se quatro sementes por cova sem desbaste. As plantas F₁ foram estaqueadas.

O experimento em látice 8x8 com seis repetições das 45 progênies F₂'s, dez parentais e mais nove tratamentos adicionais para completar o látice, foi ao campo em 21 de novembro de 1989.

As sementes foram plantadas em covas com três a seis sementes por cova, dependendo da disponibilidade de sementes. O desbaste foi feito duas semanas após a emergência, deixando-se apenas uma planta por cova.

As parcelas foram constituídas de 12 covas, espaçadas 0,6m uma da outra, formando uma parcela de 8,40m². Como bordadura experimental foi usado o cultivar Stewart, que tem plantas altas de ciclo intermediário. As parcelas foram divididas em duas subparcelas de seis plantas cada, onde em cada subparcela havia sementes provenientes de F₁s distintos; esse procedimento diminui pela metade as chances de se ter problemas com parcelas perdidas devido à autofecundação acidental durante a hibridação.

Foi efetuada uma pulverização contra percevejos e uma aplicação de "isca formicida" para o controle de saúvas. Não foi feita inoculação.

Os dados de florescimento foram tomados na abertura da primeira flor (R₁ na escala de FEHR & CAVINESS, 1977), enquanto que os dados da maturidade foram tomados quando pelo menos 95% das vagens estavam maduras, no estágio R₈ da escala de FEHR & CAVINESS (1977). Após a tomada dos dados de maturidade, cada planta recebeu uma etiqueta e foi colhida e trilhada individualmente.

3.1. Caracteres avaliados

As observações foram realizadas em plantas individuais; os dados coletados foram os seguintes:

NDF: número de dias para o início do florescimento. Corresponde ao período entre a data de semeadura e a data da ântese da primeira flor.

APF: altura da planta no florescimento. Compreende a distância entre o colo e a inserção da inflorescência mais distal da haste principal.

NDM: número de dias para maturidade. Corresponde ao período entre a data de semeadura até aproximadamente 95% das vagens apresentarem-se maduras.

APM: altura da planta na maturidade. Compreendeu a distância entre o colo e a inserção da vagem mais distal da haste principal.

AC: acamamento. Avaliado na maturidade através de uma escala de notas visuais variando de 1 a 5, onde a nota 1 correspondeu a uma planta ereta e a nota 5 a uma planta completamente acamada.

VA: valor agronômico. Avaliado na maturidade através de uma escala de notas visuais variando de 0 a 5, onde a nota zero correspondeu a uma planta sem nenhum valor agronômico e a nota 5 a uma planta com excelentes características agronômicas.

PPI: produção de planta individual. Avaliada no laboratório, onde cada planta foi pesada individualmente. A unidade utilizada foi gramas por planta.

3.2. Análise de variância

Foram realizadas duas análises de variância, sendo uma em látice e outra em blocos casualizados. A análise em látice foi feita de acordo com GOMES & GARCIA (1991).

O modelo linear utilizado para análise em blocos casualizados baseou-se (FREIRE FILHO (1988); TOLEDO & KIIHL (1982) e NASS (1989).

3.3. Análise dialélica

Utilizou-se o método 2, modelo misto B, definido por GRIFFING (1956a,b). O método 2 compreende os parentais e o conjunto dos $n(n-1)/2$ híbridos (progênes F₂), sem incluir os recíprocos. Nesse modelo, os efeitos de tratamentos são fixos e os de blocos e erro experimental são aleatórios. O uso do modelo misto B decorre da escolha deliberada dos parentais. Isto implica em que as possíveis inferências e conclusões limitam-se ao material experimental utilizado no presente estudo.

Sendo os efeitos de tratamentos fixos, os objetivos básicos do estudo foram a comparação das capacidades de combinação dos parentais quando estes são usados como testadores. O esquema de análise de Griffing se en-

contra na Tabela 8. A importância da capacidade geral de combinação foi estimada pela relação (BAKER, 1978):

$$\frac{QM_{cgc}}{QM_{cgc} + QM_{cec}}$$

3.4. Heterose e heterobeltiose

Sendo progênies F_2 s, os resultados foram multiplicados por dois para que os mesmos fossem expressos ao nível de F_1 . As estimativas foram obtidas de acordo com FREIRE FILHO, 1988 e NASS, 1989:

$$\text{Heterose: } \frac{2 (\bar{F}_2 - \bar{MP})}{\bar{MP}} \cdot 100$$

$$\text{Heterobeltiose: } \frac{2(\bar{F}_2 - \bar{PS})}{\bar{PS}} \cdot 100$$

sendo:

$\bar{F}_2$ = média da progênie F_2

$\bar{MP} = \frac{p_i + p_j}{2}$, média dos parentais da progênie $F_2(ij)$

$\bar{PS}$ = média do parental superior.

3.5. Herdabilidade

A herdabilidade foi estimado no sentido amplo, de acordo com FEHR (1987), sendo:

$$h^2 = \frac{S^2_G}{S^2_F}$$

onde:

$$S^2_G = S^2_F - S^2_e$$
$$S^2_e = \sqrt{S^2_{p1} \times S^2_{p2}}.$$

sendo:

S^2_G : variância genética obtida dos componentes de
variância da tabela 5;

S^2_F : variância fenotípica;

S^2_e : variância ambiental;

S^2_{p1} e S^2_{p2} : variância fenotípica dos parentais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas apresentaram excelente desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Devido à competição minimizada do plantio em covas de plantas individuais, o vigor do crescimento vegetativo deveu-se principalmente à ramificação intensa, apesar da altura das plantas (média de 52 cm) não ser elevada. Foi encontrada alta frequência de plantas com ideotipo de cálice, característica própria de plantas com alta produtividade e performance agronômica. Em média, as plantas produziram 74 gramas por planta (gpp), o que equivale a cerca de 500 sementes por planta. A performance agronômica altamente favorável, é explicada principalmente pela constituição genética dos parentais. De fato, os genótipos do ciclo semi-precoce adaptam-se muito bem às condições ambientais encontradas no Estado de São Paulo. Além disso, a performance agronômica também foi favorecida pelo cultivo em covas de plantas individuais espaçadas de 0.6 m; estas condições minimizam a competição entre plantas e facilitam a observação e a avaliação das plantas.

Não houve eficiência do látice sobre blocos casualizados, ou seja, não houve efeito de retículos dentro

das repetições; o mesmo ocorreu com FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989). Foi feito então a análise de variância para blocos casualizados, onde se constatarem diferenças significativas para grupos de genótipos.

Os caracteres foram analisados a partir da média das observações de plantas individuais. Os valores de AC e VA foram transformados para $\sqrt{x+1}$. Alguns parentais apresentaram variâncias relativamente grandes, principalmente para NDF e NDM; isso leva à suposição de que esses parentais podem não estar totalmente homozigotos para esses caracteres. FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989) também observaram isto nos parentais utilizados em seus estudos.

A precisão das análises foi avaliada através do coeficiente de variação, que apresentou níveis satisfatórios, sendo de certo modo, semelhantes nos coeficientes de variação encontrados por FREIRE FILHO (1988), NASS (1989) e HIROMOTO (1990). Os coeficientes de variação (%) foram: 6,6 (NDF), 12,8 (APF), 5,7 (NDM), 13,6 (APM), 16,2 (PPI), 4,36 (VA) e 2,63 (AC).

4.1. Número de dias para o florescimento (NDF)

A média para NDF foi de 53,2 dias com variância média igual a 4,9 (dias)²; os cruzamentos que apresentaram maior número de dias para o florescimento foram

(Viçoja x SOC 81-228) e (IAC-10 x GO 81-11646), e o com menor NDF foi (Viçoja x FT 81-1706), sendo que entre os parentais os materiais Bossier e FT 81-1706 foram os mais precoces com 49,5 dias para NDF.

CAMPOS (1979), RAW & MEMON (1979), FREIRE FILHO (1988), NASS (1989) encontraram heterose e heterobel-tiose predominantemente negativa para esse caráter, o que está de acordo com as estimativas encontradas no presente estudo. Esses autores acima citados confirmam a dominância do florescimento precoce, sendo exceção o trabalho de VEATCH (1930).

4.2. Altura da planta no florescimento (APF)

A média para APF foi de 39,9 cm com variância de 26,1 cm²; houve grande variação, indo de 51,5 cm no cruzamento (Bossier x SOC 81-228) a 28,7 no cruzamento (Davis x FT 81-2706). A heterose foi predominantemente positiva, o que confirma a tendência dos híbridos serem maiores que a média dos respectivos parentais.

Vários cruzamentos apresentaram variâncias relativamente altas, os quais refletem a existência de ampla variabilidade para APF. FREIRE FILHO (1988) relata que os principais F₂'s tendem a se colocar entre a média dos parentais e o parental superior, evidenciando a ocorrência

de dominância parcial para maior estatura no florescimento. Já PASCHAL II & WILCOX (1975) relatam que as progênes tenderam a ser intermediárias entre os respectivos parentais, o mesmo resultado é relatado por CAMPOS (1979) e RAW & MENON (1979).

4.3. Número de dias para a maturidade (NDM)

A média para NDM foi de 132,2 dias, variando de 118,0 a 148,0 dias. No geral as progênes se distribuíram dentro do ciclo semi-precoce (NDM: 120 a 135 dias); entretanto, há possibilidade de seleção tanto para o ciclo precoce (menos que 120 dias) como para semi-tardio (mais que 135 dias). A variância foi de 57,3 (dias)². A heterose média foi de -6,4, indicando que as progênes F₂ situaram-se em torno da média dos parentais com uma tendência de dominância parcial para maturidade precoce. Esses resultados são concordantes com PASCHAL II & WILCOX (1975), CAMPOS (1979), RAW & MENON (1979), FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989). Já PALUDZYSZYN FILHO (1982) chama a atenção para o fato de que, ocasionalmente, sob reduções expressivas do NDM, podem ocorrer decréscimos indiretos na produção de grãos. Neste estudo, a correlação de SPERMAM foi bastante baixa, porém positiva ($r_s = 0,051114$), entre período reprodutivo (pr) e produção.

4.4. Altura da planta na maturidade (APMD)

Para esse caráter a média geral foi igual à 52,1 cm, variando de 65,3 a 36,7 com uma variância de 50,7 (cm)². Houve alguma variação para esse caráter entre os parentais, sendo que os cultivares podem não estar totalmente homozigóticos para esse caráter, ou então podem sofrer maior influência ambiental; o mesmo ocorreu com FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989).

A heterose foi predominantemente positiva, o que está de acordo com WEISS et alii (1947), BRIM & COCKERMAN (1961) e WEBER et alii (1970) que relataram a ocorrência de heterose no sentido do aumento do porte.

Já o trabalho de RAW & MENON (1979) apresentou heterose média negativa para APM, enquanto PASCHAL II & WILCOX (1975) e FREIRE FILHO (1988) relataram que as progênies F₁s no primeiro caso e F₂s no segundo tenderam a ser intermediárias entre os parentais.

4.5. Acamamento (AC) e valor agrônômico (VA)

Esses dois caracteres têm em comum a avaliação subjetiva através de uma escala de notas visuais e a análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+1}$. É importante lembrar que para AC as menores notas correspondem

aos menores graus de acamamento, e portanto, a um melhor comportamento.

Para AC a média geral foi 1,7, variando de 2,6 a 1,1, sendo a variância igual a 0,1; esse caráter apresentou o coeficiente de variação igual a 2,63%. É também bom lembrar que como o experimento foi conduzido em covas, isso pode mascarar as estimativas do caráter.

As estimativas de heterose, em sua maioria foram negativas e apresentaram uma média de -7,3. Esses resultados indicam que as progênies tenderam a apresentar menor grau de acamamento que a média dos respectivos parentais, apresentando com isso maior vigor. FREIRE FILHO (1988) e PASCHAL II & WILCOX (1975), relatam que não obtiveram nenhum F₂ no primeiro caso e F₁ no segundo que superasse o parental mais resistente, ou seja, as progênies tenderam a ser mais resistentes que a média dos respectivos parentais, mas foram menos resistentes que o respectivo parental mais resistente.

Para VA a média foi de 2,8 variando de 1,5 a 4,4. Esse experimento se caracterizou pela boa performance, tanto dos parentais como das progênies F₂s, o que resultou em alto valor agrônomo. O coeficiente de variação para esse caráter foi 4,36%.

O VA variou bastante nesse experimento, bem mais do que o encontrado por FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989). Esse resultado sugere que há uma ampla variação

para esse caráter. Apesar dos parentais apresentarem bom valor agrônômico, houve casos onde VA da progênie superou os respectivos parentais. Já FREIRE FILHO (1988) relata que o VA da progênie foi inferior ao VA do respectivo parental superior, na análise de um dialelo 10 x 10 de soja precoce.

BRIM (1973), relatou que esquemas de avaliação visual são efetivos somente para caracteres com alta herdabilidade, o que deve ser visto com cautela para VA, pois as notas visuais são dadas muitas vezes levando-se em consideração caracteres de baixa herdabilidade como por exemplo produção de grãos por planta.

4.6. Produção de grãos por planta (PPI)

Nesse caráter o presente estudo se diferenciou dos demais, sendo a média de PPI igual a 74,9 gramas por planta (gpp), bastante superior aos resultados obtidos por FREIRE FILHO (1988), NASS (1988) e HIROMOTO (1990). Como destaque poderia-se citar os cruzamentos (IAC-10 x GO 81-11646) e (IAC-10 x IAC-12) respectivamente com médias de 110,2 e 100,1 gpp. Entre os parentais, os destaques foram IAC-1 e GO 81-11646. Entre as progênies variou de 110,1 à 50,5 com variância média igual a 147,4 g². O coeficiente de variação para esse caráter foi igual a 16,2%.

A heterose foi predominantemente positiva, variando de -18,65 (Bossier x IAC-12) a 27,3 (Viçoja x IAC-1). Esses resultados estão de acordo com FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989), sendo que as progênies distribuíram-se amplamente em torno da média dos parentais com uma pequena tendência de superioridade.

Convém, mais uma vez, lembrar que uma vez que o experimento foi feito em covas, não são muito seguras comparações de produtividade feitas com FREIRE FILHO (1988) e HIROMOTO (1990) que avaliaram as progênies em fileiras; já NASS (1989) utilizou covas e fileiras.

4.7. Análise da Capacidade de Combinação

Nesta análise, como os tratamentos do dialelo foram compostos pelos parentais mais os 45 cruzamentos sem os recíprocos, utilizou-se o método 2, e em decorrência da escolha deliberada dos parentais foi usado o modelo misto B, onde os efeitos de tratamento são fixos (GRIFFING, 1956 b).

A capacidade geral de combinação (CGC) decorre principalmente da variância genética aditiva e da variância epistática aditiva x aditiva, enquanto que a capacidade específica de combinação (CEC) resulta da variância genética dominante e de vários tipos de componentes da variância epistática (GRIFFING, 1956a e KEMPTHORNE & CURNOW,

1961). Estudos feitos em um ano e em um local podem ter os efeitos de CGC e CEC superestimados em consequência do não isolamento das interações com esses fatores. PASCHAL II & WILCOX (1975) relatam que embora essas interações de CGC e CEC com anos tenham sido significativa, elas foram de pequena magnitude, particularmente em relação a CGC. Caso isso possa ser generalizado em soja, os dados obtidos podem ser considerados satisfatórios para avaliação da CGC e CEC (desde que não seja um ano atípico e nem um local especial).

4.7.1. Capacidade geral de combinação

Desde que $\sum g_i = 0$, quando a estimativa de g_i do parental i tem baixo valor absoluto a CGC do parental i está em torno da CGC média de todos os parentais. Por outro lado, estimativas de g_i de alto valor absoluto indicam que o parental i tem CGC superior (g_i positivo) ou inferior (g_i negativo) aos parentais com os quais está sendo comparado.

4.7.2. Capacidade específica de combinação

A exemplo da CGC, para a CEC quando a estimativa do S_{ij} de um determinado híbrido tem baixo valor absoluto, indica que o híbrido se comporta conforme o esperado a partir dos efeitos aditivos e possivelmente epistáticos aditivo x aditivo. Por outro lado, quando a estimativa de S_{ij} de um dado híbrido tem alto valor absoluto (negativo ou positivo) indica que o cruzamento em questão é

superior ou inferior ao esperado com base no CGC dos parentais.

4.7.3. Análise dialélica

Neste estudo, para todos os caracteres, as estimativas de S_{ij} apresentaram grande variação, o que indica a existência de diversidade entre os parentais; este fato está de acordo com FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989). Entretanto, para soja é importante ressaltar que o produto final são linhagens homozigóticas, as quais encerram somente efeitos aditivos e espistáticos do tipo aditivo x aditivo. Neste contexto, a CEC, por si só, tem um valor limitado para o processo de seleção.

Neste estudo, encontraram-se valores de -8,67833 a 8,43003 para os gi 's dos parentais para PPI, sendo quatro estimativas negativas e seis positivas, sendo que os parentais com maior valor absoluto de gi positivos foram IAC-12 e GO 81-11646, enquanto que os maiores valores absolutos negativos foram FT 81-2706 e Davis. O parental GO 81-11646 foi o que apresentou o maior valor absoluto positivo ($gi = 8,43003$). Isto indica que esse parental contribui para um aumento médio de 8 gramas por cruzamento. Para PPI a CEC variou bastante, tendo 26 estimativas negativas e 29 positivas, sendo que a heterose foi predominantemente positiva para esse caráter.

Para NDF houve cinco estimativas positivas e cinco negativas para CGC, sendo que o parental Bossier teve o maior valor absoluto negativo (-2,064987), ou seja, contribui em média com menos dois dias para o florescimento, enquanto que o parental IAC-12 teve o maior valor absoluto positivo (1,835014), ou seja, contribui com um aumento médio de 2 dias no florescimento. Esse material pode ser fonte de genes para aumento do período juvenil. Os valores CEC variam também bastante para esse caráter, tendo 33 estimativas negativas e 22 positivas, sendo a heterose predominantemente positiva.

Para APF houve três estimativas negativas e sete positivas para CGC, sendo que o parental SOC 81-228 teve o maior valor absoluto positivo (1,7366) enquanto que o parental IAC-1 teve o maior valor absoluto negativo (-3,213329). Para CEC houve 29 estimativas negativas e 26 positivas variando de -10,2757 para $S_{(3,3)}$ a 9,8909 para $S_{(1,2)}$. A heterose foi predominantemente positiva com 32 estimativas positivas, variando de 19,05 (Viçôja x SOC 81.228) a -8,95 (Davis x IAC-12). Esses resultados estão razoavelmente de acordo com FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989).

Para NDM houve quatro estimativas negativas e seis positivas para CGC, sendo que o parental FT 81-2706 apresentou o maior valor absoluto negativo (-7,23), enquanto que o maior valor absoluto foi 5,62 para o parental Bossier.

Já para o caráter APM a variação da CGC foi mais estreita, variando de 3,20 para BR-1-Fosca a -3,27 para Viçôja.

Houve seis estimativas negativas para CGC para o caráter AC; esse fato demonstra porque as progênies tenderam a apresentar menor grau de acamamento que a média dos respectivos parentais. Nesse caráter, destacou-se o parental SOC 81-228 com o maior valor absoluto negativo igual a -0,088, sendo que o cultivar Davis apresentou o maior valor absoluto positivo igual a 0,083.

Para o caráter VA houve cinco estimativas positivas e cinco negativas para CGC variando de 0,063 para o parental IAC-10 e -0,063 para o parental SOC 81-228. A alta produção de grãos, aliada à baixa incidência de acamamento, foram fundamentais para as altas notas dadas a esse caráter. Entretanto, tanto a alta produção quanto o acamamento podem ter sido favorecidos pela competição mínima do plantio em covas. Esta dúvida será esclarecida futuramente quando as progênies das gerações avançadas de endogamia forem testadas na forma de fileiras.

O efeito da capacidade de combinação de um cultivar com ele mesmo (S_{ii}), em muitos casos, têm sido julgado como parâmetro sem significado. Entretanto, CRUZ & VENCOVSKY (1989) demonstram que a estimativa de S_{ii} é de fundamental importância para indicar a direção dos desvios de dominância. Este parâmetro será negativo quando os desvios forem predominantemente positivos, e positivos em

caso contrário. Esses autores demonstram também que o estimador S_{ii} é uma medida de divergência genética do parental i em relação à medida dos outros parentais incluídos no dialelo. Esta divergência será maior quanto maior for o valor absoluto de S_{ii} . Resta saber o valor de S_{ii} comparativamente à g_i (CGC) como indicadores de diversidade genética em espécies autógamas como a soja.

Para produção de grãos houve boa variação de S_{ii} indo de 15,112 para $S_{(5,5)}$ à -16,421 $S_{(6,6)}$. A maioria das estimativas para esse caráter foram negativas indicando desvios positivos de dominância. Como citado acima, houve grande variação nesta estimativa, indicando também boa divergência entre os parentais. Entretanto, a variação encontrada foi menor do que a encontrada por NASS (1989) para esse mesmo caráter.

Nos demais caracteres estudados encontrou-se também ampla variação, demonstrando a divergência dos parentais. Sob esse aspecto destacou-se $S_{(3,3)}$ para APF onde essa estimativa foi a mais alta com valor positivo (9,8909) entre todas as estimativas de S_{ii} desse caráter.

A relação CGC e CEC foi avaliada segundo BAKER (1978) para o modelo com efeito de tratamentos fixos. A expressão utilizada envolve os quadrados médios de $CGC/(CGC+CEC)$. A relação encontrada foi 91,92% para NDF, 91,76 para APF, 94,12 para NDM, 89,51 para APM, 91,78 para AC, 94,43 para VA e 94,98 para PPI, o que demonstra a

importância da ação aditiva nestes caracteres. Resultados semelhantes foram encontrados por FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989). Esse importante efeito da ação gênica aditiva demonstra que o uso de seleção recorrente é fundamental para o aproveitamento da variabilidade genética produzida através de cruzamentos dialélicos.

Essas estimativas podem estar superestimadas, principalmente por causa do erro experimental. Entretanto, CRUZ & VENCovsky (1989) relatam que "a influência da variância será nula apenas quando as variedades testadas no dialelo tiverem, em média, uma frequência gênica igual a 1/2 em todos os locos". Este fato pode ser esperado ocorrer em um dialelo envolvendo parentais homozigóticos e progênies F₂'s, como é o caso da presente pesquisa.

De um modo geral, baixos valores S_{ij} indicaram que os híbridos comportaram-se conforme o esperado a partir da CGC de seus parentais para os caracteres analisados. Entretanto, houve destaque para alguns cruzamentos em todos os caracteres analisados.

Em soja os principais componentes da variância genética são a ação genética aditiva e as ações gênicas do tipo aditivo x aditivo (ST. MARTIN, 1981). Entretanto, houve destaque para S_{ij} para alguns cruzamentos para o caráter PPI, demonstrando que efeitos não aditivos não devem ser desprezados, conforme o sugerido anteriormente por BRIM (1973).

Os valores de s_{ij} para produção de grãos destacaram-se os cruzamentos (Viçoja x IAC-1), (IAC-10 x IAC-1) e (Viçoja x GO 81-11646). Os parentais IAC-1, IAC-10 e GO 81-11646 apresentaram boa CGC. Entretanto o parental Visoja apresentou valor g_i baixo, porém negativo. Isto demonstra que nem sempre os cruzamentos mais promissores são aqueles onde os parentais apresentam valores altos e positivos de g_i 's, ocorrendo o mesmo para os demais caracteres. Porém, de modo geral, o valor de g_i deve ser usado como o melhor critério para a escolha de parentais. A correlação entre os g_i 's dos parentais com a produção dos mesmos foi 0.68.

5. CONCLUSÕES

Os resultados permitiram as seguintes conclusões:

a. O delineamento em látice não foi mais eficiente do que o delineamento em blocos casualizados.

b. Para produção de grãos, apesar da correlação relativamente alta ($r_s = 0,6848$) entre as ordens de Classificação dos Parentais para média e efeito da capacidade geral de combinação, algumas discrepâncias importantes ocorreram: GO 81-11646 (1 e 1), IAC-1 (2 e 3), SOC 81-228 (3 e 4), IAC-10 (4 e 5), Davis (5 e 9), IAC-12 (6 e 2), Viçosa (7 e 7), FT 81-2706 (8 e 10), RB-1-Fosca (9 e 6), Bossier (10 e 8).

c. Cerca de 56% dos cruzamentos superaram os respectivos parentais em produtividade dos grãos. Os cruzamentos mais promissores foram: (IAC-1 x GO 81-11646), (IAC-10 x IAC-12), (GO 81-11646 x SOC 81-228) e (Bossier x IAC-1).

d. A maioria dos cruzamentos mostraram-se mais variáveis que os respectivos parentais, o que indica a possibilidade de se conseguir sucesso com a prática de seleção dentro de cruzamentos.

f. O nível de diversidade genética dos caracteres indicou que o conjunto de parentais é apropriado para a síntese de população com base genética ampla, visando-se programas de seleção recorrente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. Trad. de A. Blumenschein e outros. Rio de Janeiro, USAID, Edgard Blücher, 1971. 381p.
- BAKER, R.J. Issues in diallel analysis. Crop Science, Madison, 18(4): 533-5, 1978.
- BERNARD, R.L. Two major genes for time of flowering and maturity in soybeans. Crop Science, Madison, 11: 242-4, 1980.
- BERTRAND, J.P.; LAURENT, C.; LECLERCQ, V. O mundo da soja. São Paulo, Hicitec/Edusp, 1987. 139p.
- BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E., ed. Soybeans: improvement, production and uses. Madison, Am. Soc. of Agron., 1973. p.155-86.
- BRIM, C.A. & BURTON, J.W. Recurrent selection in soybeans II; Selection for increased percent protein in seeds. Crop Science, madison, 19: 494-8, 1979.
- BRIM, C.A. & COCKERHAM, C.C. The inheritance of quantitative character in soybean. Crop Science, Madison, 1: 1987-90, 1961.

- BRIM, C.A. & YOUNG, M.F. Inheritance of male sterile character in soybeans. *Crop Science*, Madison, 11: 564-6, 1971.
- BONATO, E.R. Herança do tempo para o florescimento e para a maturidade em variantes naturais de soja (*Glyxine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1989. 166p. (Doutorado - ESALQ/USP).
- BURTON, W.J. Quantitative genetics; resulta relevant to soybean breeding. In: WILCOX, J.R., ed. *Soybeans: improvement, production and uses*. Library of Congress Cataloging, Madison, 1987. p.135-97.
- BURTON, J.W. & BRIM, C.A. Recurrent selection in soybeans, III. Selection for increased percent oil in seeds. *Crop Science*, Madison, 21: 31-4, 1981.
- BUZZEL, R.I. Inheritance of soybean flowering. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, Ottawa, 13: 703-7, 1971.
- BUZZEL, R.I. & VOLDENE, H.D. Inheritance of ineritivity to long daylenth. *Soybeans Genetics Newsletter*, Ames, 7: 26-9, 1980.
- CAMPOS, L.A.C. Estudo da heterose, da herdabilidade e de correlações de algumas características agronômicas em cruzamentos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, 1979. 76p. (Tese Mestrado - UFV).
- COMPTON, W.A. Recurrent selection in self-pollinated crops without extensive crossing. *Crop Science*, Madison, 8: 773, 1968.

- CRUZ, C.D. & VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 12(2): 425-38, 1989.
- DELANNAY, X.; RODGERS, D.M.; PALMER, R.G. Relative genetic contributions among ancestral lines to moth american soybean cultivars. *Crop Science*, Madison, 23: 944-949, 1983.
- DUVICK, D.N. Genetic diversity in major farm crops on the farm and in reserve. *Economic Botany*, Bronx, NY 38(2): 161-78, 1984.
- FAO. Quarterly Bulletin of Statistics - 1991, Rome, 4(2): 54, 1991.
- FEHR, W.R. Breeding. In: NORMAN, A.G., ed. *Soybean physiology, agronomy and utilization*. New York, Academic Press, 1978. p.119-55.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Iowa, USA, Iowa State Univ., 1977. 12p. (Special Report, 80).
- FEHR, W.R. Principles of cultivar development. Theory and techniques, vol. 1. New York, Macmillan Publishing Company, 1987. p.95-6.
- FEHR, W.R. & ORTIZ, L.B. Recurrent selection for yield in soybeans. *Journal Agriculture of the University of Puerto Rico*, Porto Rico, 59: 222-32, 1975.
- FREIRE FILHO, F.R. Análise genética de um dialelo entre genótipos precoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1988. 224p. (Doutorado - ESALQ/USP).

- GARDNER, C.O. & EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. *Biometrics*, Tallahassee, 22: 439-52, 1966.
- GOMES, F.P. & GARCIA, C.H. Látices ou reticulados quadrados. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Piracicaba, 1991. 26p.
- GRIFFING, B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, Edinburgh, 10: 31-50, 1956a.
- GRIFFING, B. Concept of general and espezific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*, 9: 463-93, 1956b.
- HANSON, W.D.; PROBST, A.M.; CALDWELL, B.E. Avaliation of a population of soybean genotypes with implications for improving self-pollinated crops. *Crop Science*, Madison, 7: 99-103, 1967.
- HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, Tallahassee, 10: 235-44, 1954a.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel cross. *Genetics*, Tallahassee, 39: 789-809, 1954b.
- HIROMOTO, D.M. Parentais exóticos como fonte de genes para precocidade e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1990. 110p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- HIROMOTO, D.M. & VELLO, N.A. The genetic base of Brazilian soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 9: 295-306, 1986.

- JENSEN, N.F. A diallel selective mating system for cereal breeding. *Crop Science*, Madison, 10: 629-36, 1970.
- JOHNSON, M.W. & BERNARD, R.L. Soybean genetics and breeding. In: NORMAN, A.G., ed. *The soybean*. New York, Academic Press, 1963. p.1-73.
- KEMPTHORNE, O. & CURNOW, R.N. The diallel cross. *Biometrics*, Raleigh, 17: 229-50, 1961.
- KENWOORTH, W.J. & BRIM, C.A. Recurrent selection in soybeans; I. Seed yield. *Crop Science*, Madison, 19: 315-8, 1979.
- KHADR, F.H. & FREY, R.J. Effectiveness of recurrent selection in oat breeding. *Crop Science*, Madison, 5: 349-54, 1965.
- KIIHL, R.A.S. Inheritance studies of two characteristics in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). I. Resistance to soybean mosaic virus; II. Late flowering under short-day conditions. Mississippi, 1976. 56p. (Ph.D. - Mississippi State University).
- LAZZARINI, S.P.G. & DITT, A.M. Preços praticados internamente diminuem a competitividade internacional. *Informe CEP/DESR*, Piracicaba, 4(12): 33, julho 1991a.
- LAZZARINI, S.P.G. & DITT, A.M. Soja; crédito à URSS pode aquecer o mercado internacional. *Informe CEP/DESR*, Piracicaba, 4(12): 33, dez. 1991b.
- LEFFEL, R.C. & WEISS, M.G. Analysis of diallel crosses among ten varieties of soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, 50: 528-34, 1958.

- McBLAIN, B.A. & BERNARD, R.L. A new gene affecting the time of flowering and maturity in soybeans. *The Journal Heredity*, Washington, 78: 160-2, 1987.
- NASS, L.L. Potencialidade de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)) para cultivo de inverno avaliada por cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 112p. (Tese-Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.
- PALUDZYSZYN FILHO, E. Análise do potencial genético de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) através de cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 1982. 94p. (Tese Mestrado - ESALQ/USP).
- PASCHAL II, E.H. & WILCOX, R. Heterosis and combining ability in exotic soybean germoplasm *Crop Science*, Madison, 15: 344-9, 1975.
- PATERNIANI, E. & MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E. & VIÉGAS, G.P., ed. *Melhoramento e Produção de Milho*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.1, cap. 6, p.217-74.
- RAW, R.N. & MENON, P.M. Heterosis in a ten-parental diallel cross in soybean. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, 49: 322-4, 1979.
- SEDIYAMA, T.; ALMEIDA, L.A.; MIYASAKA, S., KHIIL, R.A.S. Genética e métodos de melhoramento. In: MIYASAKA & MEDINA, ed. *A soja no Brasil*. Campinas, Ital, 1981. p.209-40.
- SPRAGUE, G.F. Plant breeding. *Annual Review of Genetics*, 1: 269-94, 1967.

- SRIVASTAVA, R.L.; SAYENA, J.K.; AHMAD, Z.; BHATIA, R.S. Genetics of yield, and yield component traits in soybean. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Delhi, 38: 7-10, 1978.
- ST. MARTIN, K.S. Epistasis and soybean breeding. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 8: 104-7, 1981.
- TALUKDAR, P. & K.S. BAINS. Genotype x Environment interaction in a Diallel cross of Wheat. *Journal of Plant breeding*, 89(3): 197-205, 1982.
- TENDRIH, L. O avanço da soja na Paisagem brasileira. *Ciencia hoje*, Rio de Janeiro 6(33): 25-31, 1987.
- TOLEDO, J.F.F. & KIIHL, R.A.S. Métodos de análise dialélica do modelo genético em controle das características dias para floração e número de folhas trifoliadas em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 17: 745-55, 1982a.
- TOLEDO, J.F.F. & KIIHL, R.A.S. Análise do modelo genético envolvido no controle de dias para o florescimento em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 17: 623-31, 1982b.
- VEATH, C. Vigor in soybeans as affected by hybridity. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, 22: 288-310, 1930.
- VELLO, N.A. Efeitos da Introdução de Germoplasma Exótico sobre a produtividade e relações com a base genética dos cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1985. 91p. (Tese Livre-Docência) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.

- VELLO, N.A.; HIROMOTO, D.M.; AZEVEDO FILHO, A.J.B.V. Coefficient of parentage of Brazilian soybean germplasm. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 11: 679-97, 1988.
- VELLO, N.A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento da soja na ESALQ/USP. In: CÂMARA, G.M.S.; MARCOS F^O, J.; OLIVEIRA, E.A.M. *Simpósio sobre a cultura e produtividade da soja*. Piracicaba, FEALQ, 1992a. p.60-81. 27p.
- VELLO, N.A. Métodos de melhoramento da soja. In: CÂMARA, G.M.S.; MARCOS F^O, J.; OLIVEIRA, E.A.M. *Simpósio sobre a cultura e produtividade da soja*. Piracicaba, FEALQ, 1992b. p.41-59.
- VENCOVSKY, R. Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades pelo método de Gardner & Eberhart. *Relatório Científico do Instituto de Genética*, Piracicaba, (2): 99-111, 1969.
- VENCOVSKY, R. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Piracicaba, 1970. 59p. (Tese Livre-Docência) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.
- WEBER, C.R.; EMPIG, L.T.; THORNE, J.C. Heterotic performance and combining ability of two-way F₁ soybean hybrids. *Crop Science*, Madison, 10: 159-60, 1970.
- WEISS, M.G.; WEBER, C.R.; KALTON, R.R. Early generation testing in soybeans. *Journal of American Society of Agronomy*, Washington, 39: 791-811, 1947.

TABELAS

Tabela 1. Eficiência e coeficiente de variação da análise em látice 8x8 para sete caracteres de soja semi-precoce. Dialelo 10x10, Piracicaba, semeadura em 21/11/89

Caracteres	Eficiência do látice (%)	CV (%)
Número de dias para o florescimento	103,74	6,57
Altura da planta no florestimento	100,84	12,78
Número de dias para maturidade	100,56	5,75
Altura da planta na maturidade	108,64	13,63
Acamamento	105,29	3,84
Valor Agronômico	102,37	5,23
Produção de grãos por planta	101,92	16,15

Tabela 2.. Quadrados médios e respectivas significâncias das análises de variância dos caracteres: números de dias para o florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (AC), valor agronômico (VA) e produção de planta individual (PPI). Soja semi-precoce, dialelo 10x10. Piracicaba, semeadura em 21/11/89.

F.V.	G.L.	QM dos caracteres					
		NDF	APF	NDM	APM	AC ¹	VA ¹ PPI
Tratamento	54	42,26**	159,84**	194,36**	184,61**	0,12703**	0,1621** 4470,60**
Blocos	5	11,66**	31,13**	43,98**	40,04**	0,0156**	0,0936* 1629,63**
Resíduo	270	3,91	14,04	11,39	16,45	0,0286	0,0315 209,54
$\bar{M}$		53,1	40,2	132,2	52,1	1,73	2,78 74,0
CV%		6,2	12,2	5,7	13,6	2,63	4,36 15,8

¹ Análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+1}$

*,** Significativo ao nível de probabilidade, respectivamente de 5 e 1% pelo teste "F"

Tabela 3. Médias ($\bar{X}$) e variância (s^2) para número de dias para o florescimento (NDF) e altura da planta no florescimento (APF). Piracicaba, semeadura em 21/11/89.

Parentais	NDF		APF	
	$\bar{X}$	s^2	$\bar{X}$	s^2
1: Davis	52,4	3,863	40,2	9,432
2: Bossier	49,5	1,447	49,8	11,463
3: Viçoja	61,6	3,396	45,2	12,568
4: IAC-10	54,1	2,964	44,1	11,491
5: IAC-12	54,3	1,515	28,7	8,061
6: IAC-1	57,4	4,454	33,0	11,600
7: BR-1-Fosca	53,4	4,242	43,7	10,386
8: GO 81-11646	53,7	1,841	37,2	7,311
9: SOC 81-228	56,1	1,808	43,7	5,897
10: FT 81-2706	49,9	2,618	41,3	12,618
$\bar{M}$	54,3	2,815	40,7	10,083

Tabela 4. Médias ($\bar{X}$), variância (s^2), heterose (h%) e herdabilidade (h^2) para número de dias para o florescimento (NDF) e altura da planta no florescimento (APF) de 45 cruzamentos dialélicos em F_2 . Piracicaba, semeadura em 21/11/89.

Trat. a/	NDF				APF			
	$\bar{X}$	h(%)	s^2	h^2	$\bar{X}$	h(%)	s^2	h^2
1x2	49,5	-6,455	22,855	0,897	43,8	-5,266	46,964	0,779
1x3	52,8	-14,792	11,788	0,693	39,5	-15,021	15,182	0,383
1x4	49,8	-13,044	6,878	0,619	36,1	-28,938	57,818	0,812
1x5	51,5	-7,236	8,872	0,727	33,1	-8,088	27,800	0,612
1x6	55,4	3,808	13,091	0,683	38,3	9,608	27,955	0,682
1x7	55,8	10,791	14,164	0,714	35,8	-13,686	22,164	0,553
1x8	50,1	-11,316	8,491	0,689	39,1	2,177	27,691	0,700
1x9	47,2	-24,004	7,945	0,667	36,7	-25,114	29,634	0,798
1x10	49,1	-6,809	13,758	0,769	41,1	5,726	24,361	0,552
2x3	51,7	-13,934	8,750	0,747	29,8	-37,692	38,265	0,686
2x4	48,7	-12,164	14,218	0,892	37,5	12,957	59,401	0,807
2x5	55,7	14,373	6,731	0,780	38,3	-47,918	32,380	0,703
2x6	51,2	-8,568	12,564	0,798	43,1	-18,778	28,929	0,601
2x7	50,6	-3,539	7,824	0,683	36,8	-36,178	33,437	0,674
2x8	51,7	-0,121	11,855	0,862	43,5	-1,880	25,291	0,638
2x9	50,2	-10,012	2,194	0,563	41,5	-42,703	19,194	0,572
2x10	50,6	4,851	10,800	0,820	43,8	-8,816	32,073	0,625
3x4	50,5	-25,441	19,778	0,706	39,5	-14,948	29,854	0,592
3x5	59,6	6,647	8,447	0,624	33,4	-19,172	25,356	0,603
3x6	51,1	-28,399	5,447	0,584	32,2	-35,617	34,646	0,652
3x7	52,4	-16,979	6,673	0,370	33,6	-43,929	19,590	0,417
3x8	52,4	6,595	4,267	0,628	48,7	8,291	18,687	0,513
3x9	59,6	-34,946	8,023	0,628	49,6	-17,113	20,606	0,582
3x10	48,8	-21,666	7,822	0,729	43,2	-0,032	36,465	0,655
4x5	49,6	18,031	7,418	0,510	35,1	-7,081	23,677	0,594
4x6	59,3	-8,095	14,056	0,742	37,9	-3,129	40,544	0,715
4x7	53,5	21,935	13,167	0,731	43,1	-3,456	18,606	0,587

Continua

Tabela 4. Continuação.

Trat.	a/ X	NDF				APF			
		h(%)	s ²	h ²	h(%)	s ²	h ²		
4x8	59,7	1,549	6,429	0,637	44,1	16,981	27,503	0,667	
4x9	54,3	-0,003	4,629	0,500	43,9	0,330	25,758	0,680	
4x10	54,9	6,791	4,933	0,435	37,9	-22,286	34,933	0,655	
5x6	54,9	-3,364	12,447	0,791	30,1	-4,729	29,407	0,668	
5x7	53,5	-1,205	7,902	0,679	35,7	-2,636	16,750	0,454	
5x8	50,2	-4,005	15,841	0,895	39,2	38,479	21,432	0,642	
5x9	53,6	-5,945	9,377	0,824	36,9	18,732	43,823	0,825	
5x10	55,2	13,301	12,956	0,858	39,5	11,404	28,767	0,649	
6x7	56,7	4,579	11,166	0,611	38,7	1,948	18,591	0,409	
6x8	49,7	-20,989	5,018	0,436	37,7	14,953	29,618	0,689	
6x9	49,8	-24,403	12,515	0,773	42,6	22,218	18,242	0,547	
6x10	49,3	-13,072	22,515	0,848	42,6	29,667	25,909	0,337	
7x8	54,5	3,601	9,174	0,695	40,5	0,200	24,473	0,664	
7x9	53,6	-4,401	14,773	0,813	37,5	-28,032	44,874	0,680	
7x10	54,1	6,871	16,440	0,797	43,1	2,627	32,606	0,606	
8x9	54,7	-0,979	5,248	0,652	35,1	-26,777	29,061	0,847	
8x10	56,9	20,982	12,992	0,837	44,6	27,774	24,473	0,705	
9x10	49,9	-10,614	5,901	0,631	39,3	-14,827	47,333	0,818	
M		-4,414	10,328	0,667		-7,081	29,629	0,668	

a/: Os números de 1 a 10 representam parentais identificados na Tabela 3.

Tabela 5 - Produção de planta individual (gpp). Média ($\bar{M}$), heterose h(%), heterobeltiose e herdabilidade (h^2) - Piracicaba, semeadura em 21/11/91

Genótipos ^{a/}	$\bar{M}$	s^2	h(%)	h^2	Heterobeltiose
1: Davis	71	336			
2: Bossier	51	313			
3: Viçoja	65	875			
4: IAC-10	73	534			
5: IAC-12	67	736			
6: IAC-1	80	1112			
7: BR-1-Fosca	56	572			
8: GO 81-11646	81	1003			
9: SOC 81-228	74	1117			
10: FT 81-2706	60	990			
1x2	69	407	26,2295	0,2032	-5,6338
1x3	67	1151	-2,9412	0,5289	-11,2676
1x4	81	1105	25,0000	0,6167	21,9178
1x5	66	1182	-8,6957	0,5793	-14,0845
1x6	85	902	25,1656	0,3223	12,5000
1x7	56	596	-23,6220	0,2644	-42,2535
1x8	85	1241	23,6842	0,5322	-2,7027
1x9	73	1500	1,3793	0,5916	-29,7297
1x10	62	1032	-10,6879	0,4411	-9,2308
2x3	67	908	31,0345	0,4236	6,1538
2x4	75	1336	41,9354	0,5497	5,4795
2x5	67	1030	27,1186	0,5340	0,0000
2x6	94	1804	87,0229	0,6730	35,0000
2x7	77	891	87,8505	0,5251	75,0000
2x8	88	1878	66,6670	0,7016	17,2840
2x9	63	834	-9,0909	0,2910	-29,7297
2x10	68	907	45,0450	0,3863	26,6667
3x4	88	2060	55,0725	0,6682	41,0959

Continua

Tabela 5. Continuação.

Genótipos ^{a/}	$\bar{M}$	s^2	$h(\%)$	h^2	Heterobelitose
3x5	67	833	3,0303	0,0366	0,0000
3x6	93	3032	56,5517	0,6747	32,5000
3x7	61	747	1,6529	0,0529	-12,3077
3x8	81	872	21,9178	0,0000	0,0000
3x9	72	797	7,1942	0,0000	-5,4054
3x10	67	1330	14,400	0,5286	23,3333
4x5	100	1749	85,7143	0,4206	73,9726
4x6	84	1179	19,6070	0,5312	10,0000
4x7	80	954	48,0620	0,2329	19,1781
4x8	89	2135	31,1688	0,6383	19,7521
4x9	85	741	31,2925	0,0188	29,7297
4x10	77	1132	31,5789	0,2008	10,9589
5x6	65	881	-23,1293	0,2635	-37,5000
5x7	76	1305	47,1545	0,3416	26,8657
5x8	75	1233	2,7027	0,2646	-14,8148
5x9	73	724	7,0922	0,0000	-2,7027
5x10	72	1995	26,7717	0,6002	14,9254
6x7	73	1646	14,7059	0,3584	-17,5000
6x8	110	2350	72,2919	0,5257	71,6049
6x9	91	1200	36,3636	0,1256	27,5000
6x10	74	1074	11,4286	0,2947	-15,0000
7x8	90	1282	62,7737	0,3765	25,0000
7x9	76	954	33,8462	0,2112	-12,3457
7x10	58	493	0,0000	0,0000	-6,6667
8x9	98	1443	52,9032	0,3094	41,9753
8x10	72	1162	4,2533	0,1424	-22,2222
9x10	55	638	-35,8209	0,0000	-51,3514

a/: Os números 1 a 10 representam parentais identificados na Tabela 3.

Tabela 6. Médias para PPI (g), NDF (dias), APF (cm), NDM (dias), APM (cm), VA e AC. Piracicaba, semeadura em 21/11/89.

Genótipos ^{a/}	PPI	NDF	APF	NDM	APM	VA	AC
1: Davis	70,5	52,4	40,2	118,0	43,2	2,54	1,94
2: Bossier	50,5	49,5	49,8	125,2	55,4	2,63	1,63
3: Viçoja	64,9	61,6	45,2	142,0	50,5	2,58	1,14
4: IAC-10	73,4	54,1	44,1	123,3	57,2	3,04	1,56
5: IAC-12	67,8	54,3	28,7	125,5	43,0	2,86	1,94
6: IAC-1	80,5	57,4	33,0	136,0	61,3	3,25	2,18
7: BR-1-Fosca	55,6	53,4	43,7	138,8	54,9	2,36	1,77
8: GO 81-11646	81,4	57,3	37,2	124,6	60,8	3,14	1,93
9: SOC 81-228	74,2	56,1	43,7	122,4	44,2	2,67	1,14
10: FT 81-2706	60,2	49,9	41,3	120,3	44,0	2,89	1,36
1x2	69,4	49,5	43,8	134,3	57,5	3,61	1,62
1x3	66,8	52,8	39,5	140,0	40,3	2,08	2,13
1x4	80,8	49,8	36,1	131,5	44,6	4,01	2,63
1x5	66,1	51,5	33,1	123,0	43,4	2,53	1,94
1x6	85,3	55,4	38,3	127,8	48,4	3,26	1,78
1x7	55,8	55,8	35,8	121,4	49,0	1,94	1,57
1x8	85,1	50,1	39,1	130,6	51,4	2,97	2,39
1x9	73,7	47,2	36,7	120,3	50,3	2,76	2,14
1x10	61,6	49,1	41,1	140,0	55,2	2,82	1,86
2x3	67,3	51,7	29,8	129,2	46,4	1,73	1,63
2x4	74,5	48,7	37,5	126,5	57,5	2,38	1,19
2x5	67,5	55,7	38,3	145,2	38,0	2,79	1,54
2x6	93,6	51,2	43,1	131,6	57,6	4,36	2,24
2x7	77,2	50,6	36,8	143,4	46,5	2,60	1,95
2x8	89,7	51,7	43,5	136,5	58,2	3,62	1,73
2x9	62,7	50,2	51,5	142,0	60,1	2,88	1,12
2x10	67,2	50,6	43,8	127,7	45,8	2,96	1,38

Continua

Tabela 6. Continuação.

Genótipos ^{a/}	PPI	NDF	APF	NDM	APM	VA	AC
3x4	87,8	50,5	39,5	122,5	57,5	3,28	1,92
3x5	67,1	59,6	33,4	124,8	50,3	2,74	1,33
3x6	93,5	51,1	32,2	134,5	46,5	3,92	1,98
3x7	60,5	52,4	33,6	142,6	60,0	2,31	1,26
3x8	81,0	52,4	48,7	138,3	57,3	3,36	2,04
3x9	72,3	59,6	49,6	140,0	41,7	2,86	1,84
3x10	67,4	48,8	43,2	129,3	48,4	2,74	1,14
4x5	100,1	49,6	35,1	138,4	47,3	3,86	1,63
4x6	84,4	59,3	37,9	136,8	56,7	3,24	1,24
4x7	80,3	53,5	43,1	135,5	62,5	2,54	1,93
4x8	88,6	59,7	44,1	132,4	63,4	4,09	2,31
4x9	85,4	59,3	43,9	140,3	64,2	3,26	2,14
4x10	77,0	54,9	47,9	128,3	46,7	2,84	1,32
5x6	65,3	54,9	30,1	123,4	48,6	2,39	1,15
5x7	75,9	53,5	37,5	142,7	53,4	2,51	1,94
5x8	75,2	50,2	39,2	148,0	55,6	2,79	1,68
5x9	73,4	53,6	36,9	126,3	53,0	1,83	1,37
5x10	72,4	55,2	39,5	134,4	63,3	2,15	1,98
6x7	73,5	56,7	38,7	134,5	61,5	3,18	1,62
6x8	110,2	49,7	37,7	129,8	54,1	4,15	2,13
6x9	91,5	49,8	42,6	125,4	57,3	3,26	1,46
6x10	74,8	49,3	42,6	131,5	65,3	2,18	2,36
7x8	90,0	54,5	40,5	128,4	60,3	3,29	1,74
7x9	76,1	53,6	37,5	130,2	58,2	2,63	1,21
7x10	57,7	59,1	43,1	124,8	52,3	1,88	1,46
8x9	87,6	54,7	35,1	125,7	52,5	2,36	1,85
8x10	71,9	56,9	44,6	137,7	55,3	2,46	2,32
9x10	54,5	49,9	39,3	125,4	36,7	1,53	1,92
M	74,0	53,1	40,2	132,2	52,1	2,78	1,73
s ²	136,9	11,0	24,4	57,3	50,7	0,42	0,14
CV%	15,8	6,2	12,2	5,7	13,6	4,36	2,63

a/: Os números 1 a 10 representam parentais identificados na Tabela 3.

Tabela 7. . Médias para parental superior (PS), parental inferior (PI), cruzamento superior (CS), cruza-
mento inferior (CI), para sete caracteres de soja semi-precoce. Piracicaba, semeadura em 21/
11/89.

	CS	PS	M	PI	CI
NDF	59,7	61,6	53,1	49,5	47,2
APF	51,5	49,8	40,2	28,7	29,8
NDM	148,0	142,0	132,2	118,0	120,3
APM	65,3	61,3	52,1	43,2	36,7
ACM	2,63	2,18	1,73	1,14	1,12
VA	3,86	3,14	2,78	2,36	1,53
PPI	110,2	81,4	74,0	50,5	51,5

Tabela 8. Análise de variância pelo método 2, modelo misto B de Griffing (1956 b), a partir de médias de 6 repetições.

F.V.	G.L.	SQ	QM	E (QM)	F
CGC	n-1	SQg	QMg	$\sigma^2 + \frac{(n+2)}{(n-1)} \sum g_i^2$	$\frac{QMg}{QM_e'}$
CEC	$\frac{n(n-1)}{2}$	SQs	QMs	$\sigma^2 + \frac{2}{n(n-1)} \sum_{s \leq j} s_{ij}^2$	$\frac{QMs}{QM_e'}$
Resíduo	$\left \frac{(r-1)n(n+1)}{2} - 1 \right $	SQe	QM _{e'}	σ^2	

tendo-se que:

$$SQ_g = \frac{1}{n+2} \left| \sum_i (Y_{i..} + Y_{ii})^2 - \frac{4}{n} Y_{..}^2 \right| ;$$

$$SQ_s = \sum_{i < j} Y_{ij}^2 - \frac{1}{n+2} \sum_i (Y_{i.} + Y_{ii})^2 \frac{2}{(n+1)(n+2)} Y_{..}^2 ;$$

$$QM_{e'} = \frac{QM_4}{b} ; \text{ } QM_4 \text{ é o quadrado médio da interação grupos x blocos, } b \text{ é o número de repetições (nesta pesquisa, } b = 6 \text{).}$$

sendo:

$$Y_{i.} = \sum_j Y_{ij} = Y_{i1} + Y_{i2} + \dots + Y_{in} ;$$

$$Y_{..} = \sum_{i < j} Y_{ij} = Y_{11} + Y_{12} + \dots + Y_{22} + Y_{23} + \dots + \\ + Y_{n1} + Y_{n2} + \dots + Y_{nn}$$

Tabela 9. Análise de variância para capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), relação CGC e CEC, método 2 e modelo misto B de GRIFFING (1956). Esquema dialélico 10x10 com 45 progênies F_2 de soja semi-precoce. Piracicaba, semeadura em 21/11/89.

Parâmetro	Caracteres (QM)						
	G.L.	NDF	APF	NDM	APM	ACM ¹	VA ¹ PPI
CGC	9	48,3194**	137,68**	138,43**	204,36**	0,0603**	0,0729** 2692,772**
CEC	45	4,2486	12,37	8,64	23,94	0,0054	0,0043 142,2056
Resíduo	270	2,91	15,62	20,05	36,52	0,0361	0,0129 47,68
CGC/CGC+CEC(%)		91,92	91,76	94,12	89,51	91,78	94,43 94,98

¹ Análise a partir de dados transformados para $\sqrt{x+1}$.

** Significativo ao nível de probabilidade de 1% pelo teste "F".

Tabela 10. Estimativas da capacidade geral de combinação ($\bar{g}_i$), método 2 e modelo misto B de GRIFFING (1956 b). Esquema dialélico com 45 progênies F_2 de soja semi-precoce para sete caracteres. Piracicaba, semeadura em 21/11/89.

Genótipos	NDF	APF	NDM	APM	ACM	VA	PPI
1: Davis	1,1	0,85	-2,43	-1,03	0,083	0,026	-6,19
2: Bossier	-2,06	0,006	5,62	1,23	-0,076	0,032	-4,95
3: Vi oja	-0,71	0,02	3,57	-3,27	-0,084	0,038	-2,06
4: IAC-10	-0,63	0,008	-3,34	2,24	0,053	0,068	1,86
5: IAC-12	1,84	-2,15	0,36	-2,86	-0,014	-0,046	5,05
6: IAC-1	0,97	-3,21	1,27	1,49	0,062	0,051	3,41
7: BR-1-Fosca	-0,29	-0,46	1,68	3,20	-0,038	-0,062	0,41
8: GO 81-11646	0,23	1,23	5,36	2,48	0,086	0,062	8,43
9: SOC 81-228	0,89	1,74	-4,86	-2,62	-0,088	-0,063	2,71
10: FT 81-2706	-1,36	1,61	-7,23	-0,86	0,016	-0,101	-8,67

Tabela 11. Estimativas da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$), método 2 e modelo misto B e Griffing (1956b). Esquema dialélico com 45 progênies F_2 de soja semi-precoce para sete caracteres. Piracicaba, semeadura em 21/11/89.

EFEITO	ESTIMATIVA						
	PPI	NDF	APF	NDM	APM	AC	VA
SC1, 1)	7,995	-3,017	-1,259	-4,668	-5,892	0,091	-0,178
SC1, 2)	-13,254	-2,733	9,174	-0,326	6,990	-0,057	0,052
SC1, 3)	-1,737	8,008	4,432	11,065	2,274	-0,183	-0,023
SC1, 4)	2,837	0,424	3,449	-2,843	6,374	-0,010	-0,766
SC1, 5)	-5,946	-1,833	-9,717	-3,376	-6,517	0,071	-0,138
SC1, 6)	8,387	2,125	-4,350	7,431	9,265	0,279	-0,040
SC1, 7)	-13,513	-0,600	3,599	8,965	0,115	0,001	-0,014
SC1, 8)	4,270	2,767	-4,592	-2,863	5,524	0,019	0,456
SC1, 9)	2,787	0,908	1,399	-3,759	-7,525	-0,240	0,075
SC1, 10)	0,178	-3,033	-0,875	-4,926	-4,425	-0,102	0,270
SC2, 2)	4,395	0,449	4,007	5,915	9,119	-0,231	-0,097
SC2, 3)	-1,088	2,391	-0,434	6,216	-7,534	0,109	-0,828
SC2, 4)	8,987	-0,691	-3,717	2,498	-5,834	0,542	-0,194
SC2, 5)	-8,896	-1,450	-4,484	-8,734	-5,525	0,001	-0,090
SC2, 6)	11,937	3,308	1,782	-3,626	-3,242	-0,010	-0,336
SC2, 7)	-14,562	4,983	-3,467	-11,293	-5,392	-0,152	0,028
SC2, 8)	6,720	-1,250	-1,859	0,248	-3,484	0,135	0,091
SC2, 9)	1,037	-4,808	-4,767	-8,718	-1,034	0,077	0,410
SC2, 10)	0,328	-0,650	-0,242	11,915	7,165	-0,002	-0,230
SC3, 3)	-3,471	-0,067	-10,275	-10,001	-0,999	0,017	0,003
SC3, 4)	-0,196	-3,150	-2,459	-7,909	7,540	-0,160	0,212
SC3, 5)	-10,379	1,391	0,574	8,057	-10,650	-0,004	0,016
SC3, 6)	17,353	-2,250	6,440	-5,234	6,432	0,424	-0,001
SC3, 7)	3,953	-1,575	-2,609	5,298	-7,417	0,085	-0,001
SC3, 8)	8,437	-1,008	2,399	0,740	3,790	-0,001	-0,423

Continuação Tabela 11.

EFEITO	ESTIMATIVAS						
	PPI	NDF	APF	NDM	APM	AC	VA
SC3, 9)	-12,846	-3,167	9,890	7,573	9,240	-0,193	0,624
SC3, 10)	3,445	-0,508	2,315	-5,793	-1,759	-0,521	-0,352
SC4, 4)	9,178	-1,433	-0,342	-7,118	4,940	0,055	0,000
SC4, 5)	-14,704	5,208	-4,209	7,551	-0,950	-0,134	0,476
SC4, 6)	13,328	-2,433	-4,342	2,456	-7,267	0,092	0,114
SC4, 7)	-16,671	0,142	-5,692	9,290	3,482	-0,241	0,336
SC4, 8)	-4,187	-0,392	7,716	7,331	0,290	0,051	-0,001
SC4, 9)	-7,171	6,149	8,107	10,365	-11,759	0,034	-0,001
SC4, 10)	-0,579	-2,391	1,832	0,598	-1,758	-0,032	-0,036
SC5, 5)	15,112	-7,250	-0,275	3,315	-2,942	-0,006	-0,292
SC5, 6)	1,045	3,308	3,590	2,023	4,240	-0,194	-0,706
SC5, 7)	-0,054	-1,216	6,040	-0,543	7,290	0,027	-0,116
SC5, 8)	0,228	4,449	5,349	-1,301	7,699	0,234	0,006
SC5, 9)	2,745	3,391	4,640	7,931	12,049	0,224	-0,068
SC5, 10)	5,737	1,249	-1,234	-3,134	-2,150	-0,015	-0,774
SC6, 6)	-16,421	-0,234	-3,142	-11,068	-6,375	-0,260	0,073
SC6, 7)	-2,821	-0,358	1,507	6,965	-4,325	0,039	-0,436
SC6, 8)	-11,537	-4,192	1,516	14,607	-2,617	-0,154	0,757
SC6, 9)	-7,621	-1,450	-1,292	-5,759	-1,667	-0,072	-0,504
SC6, 10)	2,770	2,408	1,432	3,273	11,932	0,078	0,372
SC7, 7)	-2,221	4,117	-0,024	-2,501	1,024	-0,193	0,314
SC7, 8)	26,462	-3,416	-2,734	-4,859	-6,867	0,057	0,004
SC7, 9)	13,478	-3,975	1,657	-7,926	-0,117	-0,067	0,002
SC7, 10)	8,170	-2,216	1,782	-0,893	11,182	0,348	-0,102
SC8, 8)	-1,754	0,849	-1,625	-3,918	-1,159	-0,041	0,169
SC8, 9)	-9,937	-0,708	-5,134	-0,784	0,290	-0,032	-0,032
SC8, 10)	-16,946	2,049	0,590	-5,251	-2,309	-0,137	0,002
SC9, 9)	7,278	-0,267	-8,042	-3,951	-1,859	0,048	-0,004
SC9, 10)	2,970	4,191	1,582	8,981	4,240	0,409	-0,044
SC10, 10)	-3,037	-0,550	-3,593	-2,384	-11,059	0,040	-0,026

Tabela 12. Estimativas da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$), para $i=j$, método 2 e modelo misto B de Griffing (1956b). Esquema dialélico com 45 progênies F_2 de soja semi-precoce para sete caracteres. Piracicaba, semeadura em 21/11/89.

EFEITO	ESTIMATIVAS						
	PPI	NDF	APF	NDM	APM	AC	VA
SC1 , 1)	7,995	-3,017	-1,259	-4,668	-5,892	0,091	-0,178
SC2 , 2)	4,395	0,449	4,007	5,915	9,1190	-0,231	-0,097
SC3 , 3)	-3,471	-0,067	-10,275	-10,001	-0,999	0,017	0,003
SC4 , 4)	9,178	-1,433	-0,342	-7,118	4,940	0,055	0,000
SC5 , 5)	15,112	-7,250	-0,275	3,315	-2,942	-0,006	-0,292
SC6 , 6)	-16,421	-0,234	-3,142	-11,068	-6,375	-0,260	0,073
SC7 , 7)	-2,221	4,117	-0,024	-2,501	1,024	-0,193	0,314
SC8 , 8)	-1,754	0,849	-1,625	-3,918	-1,159	-0,041	0,169
SC9 , 9)	7,278	-0,267	-8,042	-3,951	-1,859	0,048	-0,004
SC10 , 10)	-3,037	-0,550	-3,593	-2,384	-11,059	0,040	-0,026

APÊNDICES

Apêndice 1. Esquema de recombinação em dialelo e cruzamentos múltiplos entre 40 parentais para síntese de populações com base genética ampla e alta produção de grãos. Soja, Piracicaba, SP. (VELLO, 1992b).

1ª recombinação: 180 cruzamentos simples (biparentais)

precoce (p)	:	dialelo 10 x 10	→	45 F ₁ 's (p)
semi-precoce (sp)	:	dialelo 10 x 10	→	45 F ₁ 's (sp)
semi-tardio (st)	:	dialelo 10 x 10	→	45 F ₁ 's (st)
tardio (t)	:	dialelo 10 x 10	→	45 F ₁ 's (t)

Apêndice 2 . Origem genealógica dos dez parentais do dialelo 10x10 de soja semi-precoce.

Parentais	Origem
Davis	D49 - 2573 x N45-1497
Bossier	S-100 x CNS
Viçoja	D-49-2491 x Pelican
IAC-10	Hardee x Hill
IAC-12	Paranã x IAC 73-231
IAC-1	Aliança Preta x Palmeto
BR-1-Fosca	Hill x L-356
GQ 81-11646	Paranã x Mandarin
SOC 81-228	Desconhecido
FT 81-2706	Dare x BR-5

Apêndice 3. Correlação entre capacidade geral de combinação e produção de grãos de dez parentais do dialelo 10x10 de soja semi - precoce.

Parentais	GCG	PPI
Davis	-6,19	70,5
Bossier	-4,95	50,5
Viçoja	-2,06	64,9
IAC-10	1,86	73,4
IAC-12	5,05	67,8
IAC-1	3,41	80,5
BR-1-Fosca	0,41	55,6
Go 81-11646	8,43	81,4
SOC 81-228	2,71	74,2
FT 81-2706	-8,67	60,2
$r_s \text{ (CGC x PPI)} = 0,6848$		