

CRUZAMENTOS EM CADEIA ENTRE GENÓTIPOS ADAPTADOS
E EXÓTICOS DE SOJA COM ÊNFASE NA PRODUÇÃO DE ÓLEO

LÉO ZIMBACK
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção de título de Doutor em Agronomia, área de concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

Piracicaba
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1992

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

Zimback, Léo
Z71c Cruzamentos em cadeia entre genótipos adaptados e
exóticos de soja com ênfase na produção de óleo.
Piracicaba, 1992.
178 p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Óleo de soja Produção 2. Soja - Cruzamento 3.
Soja - Melhoramento I. Escola Superior de Agricultu-
ra Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.34

CRUZAMENTOS EM CADEIA ENTRE GENÓTIPOS ADAPTADOS
E EXÓTICOS DE SOJA COM ÊNFASE NA PRODUÇÃO DE ÓLEO

LÉO ZIMBACK

Aprovada em 15.02.93

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Natal Antonio Vello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Geraldo Antonio Tosello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Isaias Olívio Geraldi	ESALQ/USP
Prof. Dr. Deonísio Destro	UEL/Londrina
Dr. Otavio Tisselli Filho	IAC/Campinas

1-1-1 | 115.

Prof. Dr. Natal Antonio Vello
- Orientador -

À minha mãe Tereza (in memoriam)
E meu pai Larry (in memoriam)

Eu dedico

À Deus e a
tudo e a todos
que Ele criou com
seu infinito amor

Eu ofereço

AGRADECIMENTOS

- A Deus pela força, fé e presença constante, guiando-me para a completa realização desta pesquisa.
- Ao Professor Dr. Natal Antonio Vello, pela orientação, competência, cautela e amizade manifestadas sempre, fundamentais à efetivação deste estudo.
- Ao CNPq pela bolsa de estudos que possibilitou a realização de mais esta etapa na carreira.
- À EMBRAPA, FAPESP e FINEP pelos apoios proporcionados aos projetos relacionados às pesquisas, parte das quais estão incluídas nesta tese.
- Ao Dr. Luiz Alberto Colnago e equipe da EMBRAPA - UAPDIA - São Carlos pelas cooperações e facilidades proporcionadas durante a realização das análises do teor de óleo no NMR.
- Ao Professor Dr. Geraldo Antonio Tosello pelas facilidades proporcionadas como Chefe do Departamento de Genética e pelo interesse e cooperação às pesquisas envolvendo o uso de NMR para análises do teor de óleo.
- Aos senhores Antônio Roberto Cogo, Claudinei Antônio Didoné, José Roberto Alonso e Osmair José da Silva, funcionários do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas do Departamento de Genética, ESALQ, USP, pelas cooperações na condução do experimento.
- Aos Professores do Departamento de Genética da ESALQ, pelos ensinamentos e atenção.

- Aos colegas e funcionários do Instituto Agronômico de Campinas, em especial ao PqC Pery Figueiredo, Chefe da Seção de Cana-de-Açúcar, pelo apoio e amizade.
 - À funcionária Raquel Lopes da Silva, pelo auxílio na elaboração dos arquivos de dados da tese.
 - À funcionária Elisabete A. Leone Rodrigues pelo auxílio nas análises por computador.
 - Aos colegas do grupo soja Milton Krieger, Rosângela M. P. Moreira, Carlos Eduardo L. S. Pires, Deonísio Destro e Marcos C. Nekatschalow, pela cooperação e convívio amigoso.
 - À minha esposa, Engenheira Agrônoma Célia Regina Lopes Zimback pelo apoio e auxílio na tese, e minha filha Laís Lopes Zimback pelo estímulo e carinho.
- Aos demais funcionários e colegas do Departamento de Genética que contribuíram para que este trabalho fosse complementado.
- Aos meus sogros Benedito Lopes Batista e Ana Giacomelli Lopes pelo carinho e apoio na acolhida em Piracicaba.
 - À funcionária Rosilei Felismino da Silva pelos trabalhos de datilografia.

SUMÁRIO

	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Germoplasma exótico	07
2.2. Genética quantitativa	11
2.2.1. Ação gênica para produção e outros caracteres	13
2.2.2. Ação gênica para teor de óleo	19
2.2.3. Capacidade de combinação	24
2.2.4. Heterose e heterobeltiose	27
2.2.5. Correlação entre caracteres	33
2.2.6. Divergência genética	36
2.2.6.1. Medição da distância gené- tica	36
3. MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1. Material genético	40
3.2. Caracterização do ambiente	40
3.3. Procedimentos experimentais	41
3.3.1. Obtenção de sementes F_1	41
3.3.2. Obtenção de sementes F_2	43
3.3.3. Delineamento e características do experimento	43
3.3.4. Caracteres avaliados	44
3.4. Análises estatístico-genéticas	45
3.4.1. Análise de variância	46
3.4.2. Análise de correlações	46
3.4.3. Estimativas de herdabilidade	48
3.4.4. Cálculo de heterose, heterobeltiose e heterose padrão	49
3.4.5. Medição de distância genética e dis- persão acumulada	51
3.4.6. Componentes de médias	52
3.4.7. Critérios de seleção	53

	<u>página</u>
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1. Análise de variância	56
4.2. Análise entre cadeias de cruzamentos	57
4.3. Comportamento dos parentais e progênies F ₂	58
4.3.1. Caracteres relacionados ao florescimento	58
4.3.2. Caracteres relacionados à maturidade	60
4.3.3. Acamamento, valor agronômico e peso de cem sementes	63
4.3.4. Produção de grãos, teor de óleo e produção de óleo por planta	66
4.4. Herdabilidade no sentido amplo	71
4.4.1. Caracteres relacionados ao florescimento	71
4.4.2. Caracteres relacionados à maturidade	73
4.4.3. Acamamento, valor agronômico e peso de cem sementes	74
4.4.4. Produção de grãos, teor de óleo e produção de óleo por planta	75
4.5. Heterose, heterobeltiose e heterose padrão	78
4.5.1. Caracteres relacionados com o florescimento	78
4.5.2. Caracteres relacionados à maturidade	80
4.5.3. Acamamento, valor agronômico e peso de cem sementes	83
4.5.4. Produção de grãos, teor de óleo e produção de óleo por planta	86
4.6. Correlações entre caracteres	91
4.7. Divergência genética	95
4.7.1. Diversidade genética entre genótipos	95

	<u>página</u>
4.7.2. Agrupamento de parentais em função das distâncias genéticas Euclidianas.	99
4.8. Análise da frequência de genótipos superiores	101
4.8.1. Em relação aos melhores parentais do experimento	102
4.8.2. Em relação ao melhor parental do cruzamento	104
4.8.3. Estratégia de seleção	107
5. CONCLUSÕES	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
TABELAS E FIGURAS	129
APÊNDICES	178

**CRUZAMENTOS EM CADEIA ENTRE GENÓTIPOS ADAPTADOS
E EXÓTICOS DE SOJA COM ÊNFASE NA PRODUÇÃO DE ÓLEO**

Autor: LÉO ZIMBACK

Orientador: Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

RESUMO

Com o objetivo de identificar os melhores parentais para cruzamentos, foram utilizados 40 genótipos com alto teor de óleo em duas séries de cruzamentos em cadeia. Na primeira cadeia, cada um dos 20 cruzamentos envolveu um parental adaptado e um exótico. Na segunda cadeia, todos os 20 parentais eram genótipos adaptados. Os 40 cruzamentos representam a primeira geração de recombinação de um programa de seleção recorrente, procurando a ampliação da base genética do germoplasma de soja e, simultaneamente, o melhoramento para produção de óleo. Este programa está em desenvolvimento no Departamento de Genética da ESALQ/USP.

Todas as etapas da pesquisa foram desenvolvidas em Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil, latitude 22°42' Sul, longitude 47°38' Oeste e 540m de altitude. Um experimento em lâtilice (reticulado quadrado) 9x9 com seis repetições, foi semeado em 23 de novembro de 1989, incluindo: 40 progênies F₂, seus 40 parentais e a testemunha de baixo teor de óleo IAC-Santa Maria-702. A parcela experimental foi constituída de 12 covas de plantas individuais. Onze caracteres foram avaliados: número de dias para o florescimento (NDF) e para maturidade (NDM), altura de planta no florescimento (APF) e na maturidade (APM), número de internódios na maturidade (NIM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA), peso de cem sementes (PCS), produção de grãos (PG) em gramas por planta, porcentagem de óleo (%OL) e produção de óleo em gramas por planta (PO).

A cadeia de cruzamentos com 50% de parentais exóticos mostrou médias inferiores para NDF, NDM, APF, APM, Ac, VA, PG e PD; esta mesma cadeia mostrou média superior para PCS. Ambas as cadeias foram similares em %DL. Correlações fenotípicas e genotípicas altamente positivas foram estimadas entre os caracteres: NDF, NDM, APF, APM, Ac, VA, PG e PD. Todos estes caracteres foram negativamente correlacionados com PCS. A %DL mostrou baixas estimativas de correlações genotípicas e fenotípicas com os outros caracteres.

As distâncias genéticas Euclidianas classificaram os 40 parentais em quatro grupos. As maiores distâncias ocorreram entre o grupo III (BR-11, EMGDPA-301 e UFFV-4) e o grupo IV (PI 371.610).

Baseado em estimativas de médias, heteroses heterobeltioses, heteroses padrão, amplitude de dados, herdabilidade e vários critérios de seleção simuladas os seguintes cruzamentos apresentaram os melhores potenciais de melhoramento para alto %DL: GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, e outros cruzamentos envolvendo os parentais BR 80-15.725-B-s, Planalto-s e BR-9. Para altos valores de VA, PG, PD e valores intermediários de %DL foram: GO 81-11.094 x BR-11, e outros cruzamentos envolvendo os parentais GO 81-11.094, GO 81-8491, BR-9, IAC-9 e EMGDPA-301. Para altos valores de VA, PG, %DL e PD foi o cruzamento BR-9 x EMGDPA-301, que se mostrou ser mais promissor.

CHAIN CROSSES BETWEEN ADAPTED AND EXOTIC
GENOTYPES OF SOYBEAN EMPHASIZING OIL YIELDING

Autor: LEO ZIMBACK

Adviser: Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

SUMMARY

With the objective of to identify the best parents for crossing, 40 high oil soybean genotypes were used in two series of chain crosses. In the first chain of 20 crosses, each cross, involved one adapted and one exotic parent. In the second chain of 20 crosses, all the 20 parents were adapted genotypes. The set of 40 crosses represents the first recombining generation of a recurrent selection program aiming the enhancement of the germplasm genetic basis and simultaneously the soybean breeding for oil yield. This program is in development at Genetics Department, Faculty of Agriculture "Luiz de Queiroz", University of São Paulo.

All the research steps were carried out in Piracicaba City, State of São Paulo, Brazil, at 22°42' South latitude, 47°38' West longitude and 540m altitude. A 9x9 lattice experiment with six replications was sowed on November 23, 1989, including: 40 F₂ progenies, 40 parents and one check (IAC Santa Maria-702, with low oil content). The experimental plot was formed by 12 hills of individual plants. Eleven characters were evaluated: time to flowering (NDF) and to maturity (NDM), plant height at flowering (APF) and at maturity (APM), number of internodes at maturity (NIM), lodging (Ac), agronomic value (VA), one-hundred seeds weight (PCS), seed-yield (PG) in grams per plant, oil percentage (%OL) in the seeds, oil yield (PO) in grams per plant.

The 50% exotic chain showed lower

means for NDF, NDM, APM, AC, VA, PG, PO; and higher mean for PCS. Both chains showed similar mean values of %OL.

Positive and high values of genetic and phenotypic correlations were estimated among the characters: NDF, NDM, APF, APM, Ac, VA, PG, PO. All these characters were negatively correlated with PCS. The %OL showed low estimates of genetic and phenotypic correlations with the other characters.

The Euclidian's genetic distance classified the 40 parents in four groups. The greatest distance occurred between group III (BR-11, EMGOPA-301, UFV-4) and group IV (PI 371.610).

Based on estimates of means, heterosis, heterobeltiosis, standard heterosis, data amplitude, heritability, and several criteria of simulated selection, the following crosses presented the highest breeding potential for high %OL: GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, and other crosses involving the parents BR 80-15.725-B-s, Platanalto-s and BR-9. For high values of VA, PG, PO, and intermediate %OL: GO 81.11094 x BR-11, and other crosses having as parents GO 81-11.094, GO 81-8.491, BR-9, IAC-9 and EMGOPA-301. For high values of VA, PG, %OL and PO the most promising cross was BR-9 x EMGOPA-301.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*(L.)Merrill) no Brasil tem expressiva participação econômica no setor agrícola. Dos grãos produzidos no recente período de 1985 a 1989, tanto na produção por área quanto na área plantada só foi ultrapassada pelo milho. Entretanto, em termos de valor de produção foi superior ao milho, atingindo em 1989, cerca de 9,253 bilhões de dólares americanos (oficiais correntes), ficando atrás apenas dos valores de laranja e cana-de-açúcar. Em 1990, a soja produziu 19,837 milhões de toneladas de grãos em 11,481 milhões de hectares, o que proporcionou uma produção média de 1.732 Kg/ha (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1989-1990). Além disso, a soja é a mais importante oleaginosa do mundo, participando com mais de 50% do óleo vegetal obtido por meio de esmagamento de grãos e com mais de 30% do suprimento total de outras modalidades de origem vegetal (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1982). O desenvolvimento de genótipos com alto teor de óleo é uma das maneiras de se diminuir o custo da produção de óleo comestível e, aliado a uma boa produção de grãos, pode melhorar a rentabilidade neste setor agroindustrial. Atualmente, os preços de grão de soja no mercado internacional têm como fator determinante o teor de óleo, fato que irá pressionar os produtores de grãos a optar por cultivares com maior produção de óleo em um futuro próximo.

O número limitado de pesquisas sobre óleo em soja tem se concentrado no aumento do teor de óleo em si e na

obtenção de maiores rendimentos industriais. Raras informações consideram produção de óleo por área.

A soja produzida no Brasil já possui teor mais elevado de óleo em função do clima tropical e subtropical (CIANZIO *et alii*, 1985); se esta potencialidade for otimizada com o melhoramento genético, a soja brasileira pode se tornar muito interessante no mercado internacional, além de favorecer a agroindústria nacional.

Para atender estes objetivos é imprescindível que se disponha de ampla variabilidade genética. Contudo, HIROMOTO & VELLO (1986) mostraram que dos 74 cultivares recomendados para cultivo no ano agrícola 1983-84, 69 foram obtidos basicamente de 11 ancestrais com contribuições individuais variáveis de 3 a 15% e contribuição acumulada de cerca de 90% do conjunto gênico; alguns destes ancestrais foram procedentes das mesmas regiões da China e da Coreia. Esses dados mostram que a base genética do germoplasma de soja adaptado às condições brasileiras é muito restrita.

O esquema de cruzamentos dialélicos é o mais eficiente instrumento para estimar parâmetros genéticos visando-se a seleção de parentais. Entretanto, quando o número de candidatos a parentais é muito grande ($n > 10$), a obtenção de todos os cruzamentos dialélicos possíveis [$n(n-1)/2$] torna-se inviável; neste caso, uma das opções possíveis, é o esquema de cruzamentos em cadeia (1x2, 2x3, ..., nx1), que inclui apenas n cruzamentos. Este esquema apresenta como desvantagem a falta de ortogonalidade na matriz quando $s=2$, sendo s o número de cruzamentos em que cada parental é envolvido. Apesar desta limitação, FREIRE FILHO (1988) considera que o esquema de cruzamentos em cadeia constitui-se em uma alternativa de grande aplicabilidade no melhoramento de espécies autógamas principalmente para sucessivos ciclos de recombinação de parentais, visando-se a

formação de populações com base genética ampla.

Esta pesquisa faz parte de um programa em andamento no Departamento de Genética da ESALQ/USP, que visa a ampliação da base genética do germoplasma cultivado e, simultaneamente, o melhoramento da soja para produção de óleo (VELLO, 1991). A presente pesquisa tem os seguintes objetivos principais:

- a) Avaliar o potencial genético ao nível de campo de todos os cruzamentos mais promissores para produção de óleo e de grãos e outros caracteres agronômicos;
- b) Estimar parâmetros genéticos para avaliar caracteres agronômico, produção de óleo e teor de óleo;
- c) Verificar associações entre caracteres, especialmente a produção de óleo com os demais caracteres agronômicos;
- d) Avaliar parentais para capacidade de combinação, por meio da frequência de genótipos superiores para os principais caracteres.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A soja é uma planta autógama e anual pertencente à família Leguminosae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinae (Glycininae), gênero *Glycine* L., subgênero Soja (Moench), J. Germ. e à espécie *Glycine max* (L.) Merrill, tendo $2n=40$ cromossomos.

Estudo de diversos autores não mostram concordância quanto ao local exato da origem da soja cultivada, entretanto, é aceito que a sua origem se deu na região leste da Ásia (BONETTI, 1981). De acordo com HIMOWITZ (1970), a soja emergiu como planta na região nordeste da China por volta do século XI A.C.. A partir dessa região, que provavelmente foi o centro primário de diversidade da espécie, expandiu-se para outras regiões do país e para outros países asiáticos, em um período que seria em torno do ano 1027 ao ano 221 A.C. Especificamente na região da Manchúria, a cultura sofreu um grande desenvolvimento, tornando-se um importante centro secundário de diversidade genética da espécie.

A distribuição da soja recentemente ocorreu pela Europa no século XVIII, na América do Norte no início do século XIX e no final desse mesmo século na América do Sul (BONETTI, 1981).

Existem relatos indicando que a soja foi introduzida no Brasil por volta do século XIX, po-

rêm, apenas na década de 70 a cultura atingiu larga escala, apresentando um crescimento anual de 32% entre os anos de 1970 e 1977 (BONATO & DAL'AGNOLL, 1985). Os cultivos foram iniciados nas regiões Sul e Sudeste, sendo o Rio Grande do Sul o estado onde se deu o início da exploração econômica da cultura. Atualmente, a soja é cultivada em quase todas as regiões do país, mas o Rio Grande do Sul ainda é o maior produtor brasileiro. As regiões Centro-Oeste e Nordeste estão se tornando as principais áreas de expansão, apresentando grandes perspectivas de cultivo. No momento, o estado do Mato Grosso é o segundo produtor brasileiro. A seleção entre e dentro de cultivares e linhagens experimentais introduzidos dos Estados Unidos no Brasil, foi o principal método de melhoramento no início do cultivo da soja. Os grupos de maturidade mais utilizados nas introduções eram dos grupos V a X (VELLO, 1985), que apresentam mais chances de adaptação em climas tropicais e subtropicais, fato esse muito bem explorado pelos melhoristas brasileiros. Segundo BONATO & BONATO (1987), a fácil adaptação de cultivares e técnicas de cultivo oriundas do sul dos Estados Unidos, foram alguns dos principais fatores que contribuíram para a fixação e desenvolvimento da cultura no Sul do Brasil.

Com o passar dos anos a cultura foi crescendo de importância e os programas de melhoramento foram se estruturando e começando a liberar seus primeiros cultivares. No Estado de São Paulo o programa de melhoramento do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) se iniciou em 1936 por Neme A. Neme, programa este coroado de sucesso na adaptação a menores latitudes e trazendo uma experiência útil para novos programas (KIIHL & MIYASAKA, 1970; KIIHL, 1976), como é o caso do Centro Nacional de Pesquisa de Soja da EMBRAPA, (TOLDO & KIIHL, 1982). A expansão do cultivo da soja para regiões de baixas latitudes (abaixo de 15°) é consequência dos trabalhos iniciados no IAC e continuados na EMBRAPA pela equipe do Dr. Romeu Afonso de Souza Kiihl.

Segundo KASTER & BONATO (1981), dentre 48 cultivares recomendados para o cultivo no Brasil em 1980, cerca de 26 eram oriundos de cruzamentos feitos por estes programas. Entretanto, é fato conhecido que os materiais melhor adaptados têm sido utilizados repetidamente em cruzamentos.

Os atuais programas de melhoramento de soja no Brasil podem ser considerados como um terceiro ciclo de seleção recorrente (HIROMOTO & VELLO, 1986); a base genética do germoplasma cultivado é estreita, pois 11 e 15 ancestrais contribuíram respectivamente com 89% e 96% dos genes. Em vista desse quadro, surge a necessidade de, na medida do possível, se evitar cruzamentos entre parentais muito aparentados e de se ampliar a base genética do germoplasma brasileiro.

2.1. Germoplasma exótico

Considera-se como genótipo exótico aquele que é divergente do germoplasma cultivado, em caracteres qualitativos (um ou poucos genes) e/ou em caracteres quantitativos (muitos genes). Este conceito é amplo, incluindo divergência genética dos níveis intra e inter-específico (VELLO, 1992).

VELLO (1985) estudando os efeitos da introdução de germoplasma exótico sobre a produção, testou cruzamentos envolvendo 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de materiais exóticos. Neste trabalho observou-se dois efeitos visíveis: decréscimo da média de produção e aumento da variabilidade genética, à medida que aumentava a contribuição do material exótico nos cruzamentos.

Entretanto, a população com 25% de material exótico foi a que sofreu menos os efeitos da introdução, com decréscimo de 4% na produção média das famílias testadas e de 5% na produção na média das famílias selecionadas. As diferenças entre 25% e 50% não foram significativas, porém em 25% a frequência de progênies superiores aos padrões era mais acentuada.

Por outro lado, a população 0% apresentou menor variabilidade, cerca da metade apresentada pelas populações 25%, 50%, 75% e 100%. A quantidade máxima de variabilidade genética ocorreu na população 25%. A superioridade de 25% sobre 50% de germoplasma exótico também foi verificada por KHALAF *et alii* (1984), mas estes autores não fornecem dados para outros níveis de contribuição. Uma informação contraditória é apresentada por SHOENER & FEHR (1979), com população de 50% de material exótico apresentando maior variabilidade que população com 25% de material exótico. No caso, o que ocorreu é particular às populações

utilizadas, devido ao fato de possuírem base genética estreita: apenas quatro parentais adaptados e quatro parentais exóticos participaram na síntese das populações.

No trabalho de VELLO (1985), a maior variabilidade genética na população com 25% de material exótico também foi indicada pelos coeficientes de herdabilidade da produção de grãos ajustada: $h^2 = 0,432$ para 25% contra $h^2 = 0,274$ para 0%, ao nível de parcelas (covas). Este nível de variabilidade obtido ultrapassa o valor médio relatado por BRIM (1973) para produção de soja ($h^2 = 0,38$).

A baixa variabilidade nos cultivares americanos é devido ao alto grau de parentesco, consequência do tamanho efetivo, estimado em apenas 11 ancestrais (SPECHT & WILLIAMS, 1983; HIROMOTO & VELLO, 1986), de onde são derivados os parentais utilizados nos programas brasileiros, onde só recentemente está ocorrendo um interesse em materiais exóticos.

Um valor máximo de variabilidade em 25% de material exótico na população, deve ter relação com o tipo de ação gênica controlando o caráter. De acordo com FALCONER (1960), a variância aditiva máxima de uma população ocorre com frequências gênicas iguais a 0,25 e 0,50, respectivamente para herança com dominância completa e herança aditiva. Com base neste postulado, os resultados apontam mais em direção de um tipo de herança envolvendo dominância completa, pelo menos quando estão envolvidos os materiais exóticos em cruzamentos, pois a diversidade entre os materiais aumenta, até certo ponto, a magnitude da dominância gênica (MOLL *et alii*, 1965; DUDLEY, 1982).

Evidências favoráveis à dominância gênica controlando produtividade de soja, foram obtidas por LEFFEL & WEISS (1958) mostrando a existência de tanto a capacidade geral de combinação como de capacidade específica de combi-

nação para produção. Assim como WEBER *et alii* (1970) que detectaram heterose em materiais heterozigóticos em soja. Diversos outros trabalhos mostraram a existência de heterose em cruzamentos, o que torna indiscutível a componente dominante nestes cruzamentos. Dois cuidados podem ser lembrados ao interpretar estas informações. Em primeiro lugar, deve-se considerar que os autores (BRIM & COCKERHAM, 1961; LEFFEL & HANSON, 1961; HANSON & WEBER, 1962; HANSON *et alii*, 1967) utilizaram populações de soja obtidas a partir de genótipos adaptados, sem grande diversidade genética, de modo a que os alelos de ação aditiva foram favorecidos. Outro ponto é que os pesquisadores trabalharam com linhagens relativamente homozigóticas, de maneira que não houve oportunidade para os alelos dominantes manifestarem a sua ação.

A concordância entre as evidências experimentais obtidas com as populações estudadas, assim como os conhecimentos teóricos disponíveis, levam a crer que 25% de germoplasma exótico em populações de soja provoca o benefício máximo de variabilidade genética em termos de aumentar a produtividade em cultivares. Esta constatação deve entretanto ser limitada ao nível de diversidade encontrada dentro da espécie cultivada *Glycine max*, com seleção prévia do germoplasma exótico de maior potencial produtivo.

Com a utilização de uma espécie aparentada à espécie cultivada, provavelmente a taxa ótima de introgressão gênica deve envolver menos que 25% de germoplasma exótico (VELLO, 1992). De fato LAWRENCE & FREY (1975) e RODGERS (1982) obtiveram segregantes transgressivos mais vigorosos e produtivos com 5% e 8% de germoplasma exótico em a-

veia e cevada respectivamente, cruzando com espécies aparentadas e obtendo retrocruzamentos sucessivos com o parental adaptado.

BAKER (1976) a partir de um modelo de herança aditiva demonstrou teoricamente que não existe vantagem em se utilizar mais de dois retrocruzamentos, cerca de 12,5% de introgressão, quando os parentais diferirem em até 20 genes; acima de 20 genes, a introgressão ótima seria conseguida em três retrocruzamentos (cerca de 6,25% de introgressão).

Quanto aos parentais adaptados, no cálculo de coeficiente de parentesco, VELLO (1985) considera que se assume que cada indivíduo recebeu 50% dos genes de um parental, mas não consideram que os cultivares resultam de um processo intensivo de seleção, de maneira que um dos parentais pode ter contribuído com mais genes. Entretanto, ST. MARTIN (1982) demonstrou que em um cruzamento biparental, 88% das progênes devem receber 40 a 60% de seus genes de cada parental, mesmo sob um processo intensivo de seleção. Analisando-se sob este aspecto, os genes do parental superior têm maior probabilidade de fixação, relativamente aos genes do parental inferior, de maneira que os coeficientes de parentesco estimados representariam valores mínimos para os ancestrais menos frequentes. Como consequência, a base genética seria ainda mais estreita do que $N=11$ ancestrais.

Tendo em vista o que foi discutido, a ampliação da base genética do gemoplasma brasileiro é desejável e poderá ser conseguida através da introdução de germoplasma exótico que seja divergente do germoplasma elite aqui cultivado. Segundo VELLO (1985), uma porcentagem de 25% de germoplasma exótico representa o nível apropriado para obter resultados a curto e médio prazos. Também representa uma solução apropriada para se obter progressos genéticos em programas de seleção recorrente a longo prazo.

A princípio, os bancos de germoplasma (EMBRAPA, 1982) podem fornecer genótipos exóticos para testes de produtividade visando-se a seleção dos genótipos com maior potencialidade para servirem de parentais. Esta sugestão já foi colocada em prática por CREGAN *et alii* (1981), os quais verificaram que muitas introduções de plantas têm superado os ancestrais dos cultivares recentes e que alguns deles produziram tão bem quanto os cultivares do mesmo grupo de maturidade.

CHAUHAN & SINGH (1982) apresentaram resultados de heterose e variabilidade nas gerações F_1 e F_2 respectivamente, utilizando para tal parentais divididos em grupos de divergência genética. Neste estudo, os dados de heterose indicaram que com o aumento da divergência entre parentais, há um incremento na heterose até certo nível de divergência, considerado ótimo, a partir do qual a heterose é diminuída, devido a heteroses negativas relacionadas a outros caracteres morfológicos e fisiológicos, interferindo na produção. Resultados similares também foram encontrados por MOLL *et alii* (1965) em milho. De maneira geral, os cruzamentos que exibiram máxima heterose na geração F_1 , também produziram a máxima variabilidade na geração F_2 na maioria dos casos. A heterose então pode indicar, juntamente com a avaliação de variabilidade, os cruzamentos com níveis ótimos de diversidade, cujo potencial já tem sido discutido no presente item. Além da produção, o uso de genótipos exóticos também pode contribuir para o melhoramento de outros caracteres: resistência a doenças e pragas e lipoxigenases (VELLO, 1992).

2.2. Genética quantitativa

Os métodos de melhoramento de plantas vêm so-

frendo modificações com as observações de inúmeros pesquisadores, a partir do avanço das áreas correlatas da ciência. Em autógamas, basicamente consistem na hibridação de um número pequeno de genótipos, seguidos de um dos processos de condução das populações segregantes durante várias gerações, até a obtenção de genótipos homozigóticos e finalmente, os testes de produção e desempenho agronômico.

Apesar de delineados com base na prática do melhoramento, a eficiência na obtenção de genótipos superiores através destes métodos é notória. Isto é verificado pelos progressos havidos nas espécies cultivadas, a maioria delas muito diferentes de seus ancestrais silvestres. De um modo geral, o sucesso desta metodologia em plantas autógamas ocorre, principalmente, quando os trabalhos são realizados com caracteres qualitativos que apresentam alta herdabilidade.

No caso de caracteres, os quais são encontrados por muitos genes, como por exemplo a produção de grãos, o progresso obtido pelo emprego dos métodos tradicionais de melhoramento não são acentuados; isto ocorre com soja, onde geralmente são observados pequenos progressos por seleção (BRIM, 1973). A análise de um suposto incremento de 100 Kg/ha, por ciclo de seleção na produção de um cultivar de soja foi realizado por FEHR (1978). Utilizando-se os métodos tradicionais, e com uma geração por ano, conclui o autor que seriam necessários 18 anos de trabalhos para obtenção de 300 Kg/ha a mais, em um cultivar.

O fato da utilização de um pequeno número de genótipos parentais para a formação de populações segregantes, por melhoristas de plantas autógamas, aliado à base genética restrita destes genótipos como ocorre em soja, contrasta amplamente com as técnicas utilizadas no melhoramento de plantas alógamas. Nestas, a preocupação maior dos

melhoristas é com referência à elevação das frequências gênicas de alelos favoráveis, uma vez que a formação de populações de ampla variabilidade não é um impedição (PALUDZYSZYN FILHO, 1982).

Com o desenvolvimento das teorias e métodos da genética quantitativa, foram proporcionadas melhores condições para obtenção dos caracteres desejáveis nas espécies agrícolas. Isto se deve, em parte, aos caracteres serem melhorados pela utilização adequada de processos seletivos. A outra vantagem do emprego da genética quantitativa, como instrumento auxiliar na escolha do método de melhoramento a ser utilizado, deve-se ao fato de ser possível, além da caracterização das populações segregantes quanto ao desempenho sob seleção, o conhecimento das ações gênicas envolvidas e da estrutura genética per se dos genótipos parentais dos cruzamentos. SPRAGUE (1966) observa que o conhecimento das ações gênicas envolvidas é o passo fundamental na tomada de decisão sobre a utilização do melhor método de hibridação, do melhoramento de populações e seleção.

2.2.1. Ação gênica para produção e outros caracteres

O bom conhecimento sobre a genética das espécies e das potencialidades genéticas do material com que o melhorista vai trabalhar, são fundamentais para a implementação de um programa de melhoramento. Na cultura da soja, diversos estudos de genética dos caracteres agrônômicos e tecnológicos têm sido realizados com vistas à obtenção de subsídios para o estabelecimento de estratégias eficientes de seleção.

O estudo de covariâncias entre gerações de seleção realizado por BRIM & COCKERHAM (1961), utilizou

progênes F_3 , F_4 e F_5 dos cruzamentos N48-4860 x Lee e Roanoke x Lee para estudar a genética de nove caracteres, entre os quais a produção. Foram estudados seis modelos genotípicos diferentes: aditivo; dominante; epistático aditivo x aditivo; aditivo e dominante; aditivo e epistático aditivo x aditivo; e aditivo, dominante e epistático aditivo x aditivo. Excetuando o modelo dominante, todos apresentaram altos coeficientes de determinação. Observou-se considerável efeito aditivo nos resultados observados para todos os caracteres.

Estes resultados fortaleceram a opinião de que a dominância tem tido pouca significância evolucionária e é de pequena importância em espécies autógamas. Os autores relataram também que a completa ausência de efeitos gênicos de dominância é improvável, mas que os mesmos são de pequena magnitude comparados aos efeitos aditivos e que essa mesma conclusão pode ser tirada em relação aos efeitos epistáticos aditivo x aditivo.

HANSON & WEBER (1961, 1962), estudando linhagens homozigóticas derivadas de plantas F_2 , obtidas do cruzamento Adams x Howkeye, utilizaram a covariância entre gerações para fazer a partição da variabilidade genética (σ_B^2) nos componentes aditivos (σ_A^2) e epistático aditivo x aditivo (σ_{AA}^2). Neste caso, como se admite que todos os locos estão em homozigose, não é incluída a variância devido à dominância nem à variância devido a efeitos epistáticos que envolvem a dominância. Para produção de grãos e porcentagem de óleo a variância genética epistática foi superior à variância aditiva, e o inverso para os demais caracteres. As variâncias epistáticas para os caracteres altura e acamamento foram negativas. Com exceção do peso da semente, os erros das estimativas epistáticas foram maiores que a própria estimativa. A epistasia ficou bem caracterizada para produção de grãos como fonte de variabilidade genética. As relações entre a variância epistá-

tica e genética ($\sigma_{AA}^2 / \sigma_G^2$) para produção de grãos, maturidade e peso da semente, foram respectivamente de 0,70, 0,19 e 0,38.

Também utilizando covariância e linhagens obtidas de um dialelo 8x8, após dois ciclos consecutivos de intercruzamentos, realizaram a partição da variância genética em aditiva e epistática aditiva x aditiva. Para a maioria dos caracteres estudados houve predominância da variância aditiva. A razão entre variância epistática e variância genética estimada apresentou valores médios de 0,69; 0,49; 0,17 e 0,17, respectivamente para produção, maturidade, acamamento e altura de planta. Para resistência à mancha purpúrea e mosqueamento, essa relação foi respectivamente de 0,58 e 0,56 (HANSON *et alii*, 1967).

Estes resultados em relação aos dados de variância epistática de BRIM & COCKERHAM (1961) que não constata evidências contundentes, devem diferir pelo fato destes últimos trabalharem com alto grau de heterozigosidade, de maneira que a presença de efeitos de dominância poderia ser a razão (ou uma das razões) para a diferença entre os resultados obtidos.

CECON *et alii* (1985) utilizando o delineamento II de COMSTOCK & ROBINSON (1948), estudaram nas gerações F_2 e F_3 a genética de cinco caracteres. Em ambas gerações constataram predominância da variância genética aditiva para os caracteres dias para maturidade, altura da planta e número de nós por planta. Para os caracteres número de vagens por planta e número de sementes por planta houve predominância da variância genética dominante em F_2 e da variância aditiva em F_3 . Os autores relataram que o maior número de observações realizadas em F_2 parece ter melhorado a eficiência do método de estimação dos parâmetros. Por outro lado, CAMACHO (1971) através de covariâncias, a partir das

gerações F_3 e F_4 obteve predominância da variância genética dominante para a altura da planta no florescimento e para o período reprodutivo.

LEFFEL & WEISS (1958), utilizando a metodologia de HAYMAN (1954), observaram estimativas de variância genética aditiva maiores que para a variância genética dominante para os caracteres dias para florescimento, período reprodutivo, dias para a maturidade, altura da planta e tamanho da semente, na geração F_1 . Para produção de grãos foram realizadas duas análises; na primeira só foi constatada variância aditiva; na segunda, na qual foram excluídos e acrescentados alguns parentais em relação à primeira, a variância devido à dominância foi maior que a aditiva. Desse modo, se evidencia que os parentais e suas progênes influíram na expressão do controle do caráter. Outro trabalho com geração F_1 (BHATADE *et alii* 1977), obtiveram estimativas significativas para variância genética aditiva para os caracteres produção de grãos, vagens por planta, ramos por planta e altura da planta. Nenhum destes caracteres apresentou estimativas significativas de variância genética aditiva, o que já foi observado nas gerações F_2 e F_3 por LEFFEL & HANSON (1961) para o caráter produção com acréscimo na variância genética total e estimada. Para os outros caracteres estudados não houve consistência entre as estimativas. Entretanto, os autores relataram que a variância devido à dominância foi significativa para tamanho e qualidade da semente, maturidade, altura e acamamento. Para o caráter dias para florescimento e número de folhas trifolioladas, TOLEDO & KIIHL (1982) obtiveram a predominância de variância genética aditiva.

De acordo com FREIRE FILHO (1988), os estudos genéticos com soja em diversas gerações de autofecundação demonstraram que para a maioria dos caracteres predomina a ocorrência do modelo aditivo-dominante, geralmente com a

predominância da variância genética aditiva. Este fato é importante pois com isto a média relativa pouco se altera de geração para geração, com a variância genética prontamente transmitida para a geração seguinte. Além disso, permite a realização de testes em gerações iniciais (testes de geração precoce) para a seleção (HUBRIM & CDDKERHAM, 1961). No caso específico de produção, nos estudos de HANSON & WEBER (1961, 1962) e HANSON *et alii* (1967), que estudaram linhagens homozigóticas, que é o estado natural das plantas autógamas, a epistasia é uma importante fonte de variabilidade para este caráter.

ST. MARTIN (1981) discutiu a importância da epistasia no melhoramento de soja considerando: a) seleção de linhagens; b) cruzamento; c) seleção recorrente. É importante frisar que esta discussão é válida também para outras plantas autógamas. Segundo aquele autor, para seleção entre linhagens extraídas ao acaso de uma população em equilíbrio de ligação, o valor genético das linhagens pode ser ajustado para o modelo $G = u + A + AA$, onde u é a média da população, A e AA representam os desvios associados aos efeitos gênicos aditivo e epistático aditivo $A \times A$ aditivo, respectivamente. Desse modo, a variância genética (σ_G^2) entre as linhagens pode ser decomposta em $\sigma_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_{AA}^2$, onde σ_A^2 é a variância genética aditiva e σ_{AA}^2 a variância genética epistática aditiva $A \times A$. Portanto, partindo do conhecimento de que neste caso o coeficiente de regressão (b) entre as progênies e o valor genético médio dos parentais é $b = 1 - 1/2 k$ e que $k = \sigma_{AA}^2 / \sigma_G^2$ corresponde à parte da variância genética atribuída à epistasia, verifica-se que quanto maior o valor de k , menor será o de b , e por conseguinte, as progênies apresentarão um valor menor que o esperado com base no diferencial empregado nos parentais. Por exemplo, tomando $k = 0,70$ e duas linhagens produzindo 10% acima da média da população, nas progênies do cruzamento

dessas linhagens, o valor real esperado será de apenas 6,5% e não 10% acima da média de população. Em termos qualitativos a seleção entre linhagens homozigóticas atua sobre ambos os componentes aditivo e epistático, enquanto o componente aditivo está associado a alelos epistáticos decorrentes de combinações interalélicas, estas combinações estão sujeitas a quebras e redistribuição ao acaso, não sendo necessariamente transmitidas de maneira íntacta.

Esse mesmo raciocínio ST. MARTIN (1981) estendeu para cruzamentos multiparentais seguidos de inter-cruzamentos, afirmando que o número de gerações de inter-cruzamentos não tem efeito na depressão da produção, exceto quando os locos epistáticos são ligados. No caso da seleção recorrente, o ganho genético esperado (ΔG) por ciclo é $\Delta G = 1/2 (i(1+I) \sigma_A^2 / \sigma_P)$, onde i é o coeficiente de endogamia dos parentais e σ_P é o desvio padrão fenotípico com base na média das famílias. O autor chamou a atenção para o fato de que a epistasia contribui para o denominador mas não para o numerador. Desse modo, se a epistasia for um componente importante, as estimativas de ganho genético baseadas na suposição de que toda a variância genética é aditiva, poderão ser imprecisas.

Seguindo este raciocínio, OLIVEIRA *et alii* (1987b) desenvolveram um trabalho acompanhando as gerações de autofecundação até a geração F_6 , com o objetivo de verificar a possibilidade de utilização do teste de geração precoce no desenvolvimento de cultivares de soja em condições brasileiras. Os resultados médios obtidos nas gerações F_5 e F_6 mostraram que progênies F_3 deram boas indicações de futuras linhagens mais promissoras; as médias dos caracteres estudados indicam que o grupo de linhagens de plantas altas tardias mostraram maior média de produção de grãos do que a dos experimentos com o grupo de plantas altas precoces. Isto confirma a possibilidade de seleção

precoce para produção de grãos em gerações precoces por via indireta, associando com caracteres para altura e ciclo. Essa possibilidade, como será visto em caracteres correlacionados, é consequência da maior herdabilidade destes dois caracteres associados com a produção.

Além disto, o trabalho mostrou que o teste de geração precoce é eficiente na avaliação dos cruzamentos mais promissores, evidenciado pelas médias obtidas a cada geração nos cruzamentos estudados pelos cruzamentos, geralmente associado às características de altura e ciclo dos parentais envolvidos e o hábito de crescimento determinado no caso estudado.

Resultados semelhantes também são encontrados por DESTRO (1983), envolvendo caracteres correlacionados com a produção. Entretanto, os trabalhos anteriormente não recomendam a seleção direta para produção em gerações precoces, principalmente em vista do efeito epistático envolvido em linhagens com elevada homozigose. Entretanto, o que mais limita a seleção direta para produção em gerações iniciais é a baixa herdabilidade em relação aos outros caracteres estudados, naturalmente associado a um componente aditivo pequeno em relação ao componente epistático em gerações avançadas.

2.2.2. Ação gênica para teor de óleo em soja

As primeiras pesquisas para os componentes de herança do teor de óleo em soja mostraram um controle de genes aditivos com pequena evidência para ação dominante (GATES *et alii*, 1960; BRIM & COCKERHAM, 1961; SINGH & HADLEY, 1968). O ciclo da cultura parece não afetar estes componentes, pois McKENDRY *et alii* (1985) obtiveram os mesmos resultados utilizando parentais precoces, mostrando tam-

bém evidência de ação dominante para alto teor de óleo. No entanto, estas estimativas se referem a valores obtidos de gerações F_1 , F_2 e retrocruzamentos, pois HANSON & WEBER (1961, 1962) trabalhando com linhagens homocigóticas a partir de plantas F_2 , obtiveram variância epistática aditiva x aditiva superior à variância genética aditiva para teor de óleo. A razão entre a variância genética epistática e a variância genética para óleo ficou em 0,52.

HANSON *et alii* (1967) também utilizaram linhagens homocigóticas para as estimativas de parâmetros genéticos para diversos caracteres; porém, neste trabalho, a variância genética epistática para teor de óleo foi próxima a zero, enquanto outros caracteres apresentaram efeito epistático. Desde então, não foram mais conduzidos experimentos que avaliassem o efeito epistático para teor de óleo, ficando em aberto a questão da herança em linhagens com alto grau de homocigose.

Herdabilidades no sentido amplo para teor de óleo têm apresentado uma variação de 49 a 74% (WEBER & MOORTHY, 1952; JOHNSON *et alii*, 1955a; HANSON & WEBER, 1962; KWON & TORRIS, 1964; MCKENDRY *et alii*, 1985), com boa correspondência com estimativas de herdabilidade no sentido restrito; isto mostra a importância da magnitude da variância genética aditiva em progênies heterocigóticas (MCKENDRY *et alii*, 1985). Utilizando a covariância entre plantas F_2 e progênies F_3 na estimativa de herdabilidade no sentido restrito, MIRANDA *et alii* (1989) obtiveram valores de 66% a 85%, com média de 73% para o experimento, mostrando que a média de progênies não dá altas estimativas de herdabilidade.

SHORTER *et alii* (1976) estudaram a herdabilidade no sentido amplo em progênies F_4 e herdabilidade no sentido restrito com base na regressão entre plantas F_3 e progênies F_4 . No primeiro caso, as estimativas variaram de

75 a 84% e no segundo caso variaram de 1 a 66% para o caráter teor de óleo. No trabalho de CIANZIO *et alii* (1985), as herdabilidades no sentido amplo para total de parcelas de linhagens F_4 , os resultados foram de 39 a 46% e para médias de linhagens as estimativas de herdabilidade variaram de 89 a 92%. Neste trabalho, também foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo em base de plantas individuais, com resultados variando de 34 a 41%.

Observando estes dados, pode-se considerar que a herdabilidade para teor de óleo assume valores médios a altos, dependendo dos cruzamentos utilizados e do tipo de progênie avaliado. Geralmente, progênies com alto grau de homozigose apresentaram melhores estimativas de herdabilidade no sentido amplo em relação ao sentido restrito, sendo que em progênies segregantes as herdabilidades no sentido restrito são de igual magnitude. De acordo com CIANZIO *et alii* (1985), a herdabilidade é pouco afetada pela interação com anos agrícolas, mas SHORTER *et alii* (1976) mostraram alguma interação com locais, sendo que o local que apresenta condições desfavoráveis à cultura mostrou as menores estimativas de herdabilidade.

FONTES *et alii* (1980) avaliaram cultivares e linhagens nas localidades de Viçosa e Capinópolis, e os resultados mostraram que apesar de encontrarem variabilidade para teor de óleo em Capinópolis, não foi possível detectar diferenças significativas entre os cultivares e linhagens para o caráter em Viçosa, indicando que os fatores de ambiente influenciam grandemente a composição química da semente. Este trabalho corrobora a observação feita por SHORTER *et alii* (1976), pois se ocorre um coeficiente de variação considerável em determinado local, o efeito ambiental vai influir nas estimativas de herdabilidade para conteúdo de óleo no grão.

Outro aspecto no melhoramento para teor de óleo é a indução de variabilidade, trabalho este que foi realizado com radiações ionizantes por UPADHYAYA (1985) nas cultivares Bragg e Type-49. As sementes foram irradiadas com 10, 15 e 20 Krad de raios gama, sendo que as sementes foram plantadas para a coleta de sementes da geração M_1 , para obtenção de plantas M_2 , as quais forneceram as sementes para a análise pela Ressonância Nuclear Magnética comparado com os cultivares colhidos do mesmo experimento, que foi plantado em parcelas subdivididas onde as parcelas são os cultivares e as subparcelas os cultivares originais e as gerações M_2 das dosagens utilizadas. A herdabilidade estimada no sentido amplo na dose de 20 Krad foi 69,2% em Bragg, o que não ocorreu com nenhuma das dosagens do outro cultivar. As demais estimativas de variância foram próximas à estimativa de variância ambiental estimada nos cultivares.

A seleção recorrente para teor de óleo no grão de soja também é possível através do uso de machoesterilidade genética nas populações obtidas dos cruzamentos. Um trabalho realizado por BURTON & BRIM (1981) conseguiu um progresso linear de $0,35 \pm 0,03\%$ por geração em três ciclos de seleção combinando seleção massal e seleção dentro de famílias de meio irmãos dos indivíduos obtidos na seleção massal. Ao final dos três ciclos, a média aumentou de 18,8 para 19,9% no cruzamento estudado. A variabilidade para teor de óleo sofreu algumas oscilações nas gerações ou ciclos, porém sem grandes decréscimos desta variabilidade, indicando que ainda se poderia realizar ao menos mais um ciclo de seleção. A herdabilidade realizada na seleção massal foi de $0,28 \pm 0,03\%$ e dentro de família de meios irmãos $0,2 \pm 0,04$, o que mostrou uma herdabilidade média com maior eficiência na seleção massal devido a uma variância fenotípica menor dentro das famílias. Os progressos observados neste trabalho mostram uma evolução lenta nos teores de óleo,

mas se isto partir de parentais já com altos teores e boa variabilidade na população, pode-se aumentar o potencial genético desta população, ~~permeio~~ da oportunidade de se recombinar os genes envolvidos no caráter, assim como romper os usuais desequilíbrios de ligação que ocorrem em trabalhos convencionais de seleção de plantas autógamas. Isto se torna mais acentuado quando se introduz material exótico nos cruzamentos onde a variabilidade gerada pode ser explorada de maneira mais eficiente pelos motivos já expostos.

Em outras espécies como no girassol

variância genética aditiva para teor de óleo. Em milho, onde o caráter é bem estudado a variância genética aditiva também é o mais importante (ALEXANDER, 1988), e controlado por mais de 50 genes (DUDLEY, 1977), coincidindo na condição de caráter poligênico e de pouca importância da variância dominante na soja. WEBER (1950) determinou que o caráter na soja é controlado por um número grande de genes e na maior parte de ação aditiva. (WILCOX, 1985, 1989).

2.2.3. Capacidade de combinação

No trabalho de melhoramento de plantas autógamas existe a necessidade de se identificar os parentais de alto potencial para originar progênies superiores. Para este fim, os esquemas dialélicos completo ou parcial têm atendido a solução desta dificuldade. Mesmo em plantas que apresentam um certo grau de dificuldade prática para realização de cruzamentos, como a soja, o esquema dialélico tem sido usado. GILBERT (1958) afirmou que a análise poligênica de um cruzamento dialélico sofre vários defeitos técnicos, mas em alguns casos os resultados desses defeitos não parecem ser diretamente relevantes para o melhoramento prático.

SPRAGUE & TATUM (1942) definiram os termos "capacidade geral de combinação" (CGC) e "capacidade específica de combinação" (CEC). A CGC corresponde ao efeito médio de um cultivar, linhagem ou outro material em uma série de combinações híbridas. A CEC representa o desvio apresentado por um cruzamento em particular, em relação ao esperado com base na média das CGC de seus parentais.

Estes conceitos foram inicialmente desenvolvidos para plantas alógamas na seleção de linhagens para a produção de híbridos, mas vêm sendo utilizados também para

estudos genéticos e seleção de parentais em plantas autógamas; neste caso, a metodologia mais utilizada é a apresentada por GRIFFING (1956), mais precisamente o método 2, modelo 1 (BHATADE *et alii*, 1977; KAW & MENON, 1980, 1981) e método 4, modelo 1 (LEFFEL & WEISS, 1958; WEBER *et alii*, 1970; KUNTA *et alii*, 1985; SABBOUH & EDWARDS, 1985). No método 2 são usados os parentais e o conjunto de F_1 sem recíprocos e no método 4 é usado apenas o conjunto de F_1 , sem parentais e sem recíprocos. No modelo 1 todos os efeitos são fixos, com exceção do erro. Estes métodos são empregados também em progênies F_2 (BHATADE *et alii*, 1977; SABBOUH & EDWARDS, 1985; FREIRE FILHO, 1988; FREIRE FILHO & VELLO, 1989; NASS, 1989; KRIEGER, 1991) e para progênies F_3 (MOURIRA, 1992). DESTRO (1991) e PACOVA (1992) realizaram topocruzamentos para estimar CGC e CEC e FREIRE FILHO (1988) se utilizou da metodologia de HAYMAN (1954).

Vários caracteres têm sido estudados para avaliação da capacidade de combinação de genótipos de soja, destacando-se: produção de grãos, números de vagens por planta, tamanho da semente, número de dias para a maturidade, altura de planta na maturidade e número de dias para florescimento. Na verdade, estes caracteres estão entre os mais importantes quando se visa o melhoramento para produção e adaptação, apresentando quadrados médios de CGC significativos ao nível de 1% de probabilidade, tanto na geração F_1 quanto na F_2 . O que não ocorreu para CEC, onde apenas em alguns casos foi significativa, excetuando o trabalho de KUNTA *et alii* (1985), onde no caráter produção apenas a CEC foi significativa. Consequentemente, os caracteres mencionados apresentaram uma relação CGC/CEC superior a um. Para produção de grãos, os valores CGC/CEC foram 1,63 (WEBER *et alii*, 1970); 10,4 (PASCHAL II & WILCOX, 1975) e 1,9 (KAW & MENON, 1980). Para F_2 os valores foram de 3,85 (BHATADE *et alii*, 1977) e 1,5 (SRIVASTAVA *et alii*, 1978). Para os demais caracteres mencionados essa relação

foi bem superior, apresentando em alguns casos valores maiores que vinte, como no caráter tamanho da semente (KAW & MENON, 1980) e altura de planta na maturidade (KAW & MENON, 1981).

Outros caracteres menos estudados como altura da planta no florescimento (BHATADE *et alii*, 1977; KAW & MENON, 1981) e acamamento, peso da planta, índice de colheita e número de sementes por vagem (PASCHAL II & WILCOX, 1975) também apresentaram relação entre CGC e CEC maior do que um, evidenciando o mesmo tipo de controle genético observado nos outros caracteres estudados. Recentemente, a mesma tendência foi observada por FREIRE FILHO (1988), para os caracteres número de dias para o florescimento, altura de planta no florescimento, número de internódios no florescimento, número de dias para a maturidade, número de internódios e altura na maturidade, acamamento, valor agrônomico, produção de grãos da planta individual e produção de parcela, mostrando o mesmo comportamento do ~~parental~~ ~~genótipo~~ ~~plasma~~ utilizado no Brasil em programas de melhoramento.

PASCHAL II & WILCOX (1975) constataram interações entre CGC e CEC com ano para vários caracteres, ao passo que KUNTA *et alii* (1985) mencionaram interação entre CGC e ano. Provavelmente, este fato se deva à pequena magnitude da CEC em relação à CGC, fato este observado nos dois trabalhos. KAW & MENON (1980, 1981) obtiveram correlações significativas, geralmente superiores a 0,90, entre comportamento médio dos parentais e suas respectivas estimativas de CGC para produção, componentes de produção e outros caracteres. A mais importante interpretação para este resultado é que a seleção preliminar para CGC poderá ser realizada com base no comportamento médio dos genótipos.

Segundo KAW & MENON (1981) um valor superior de CGC sugere que o parental tem maior chance de produzir

progênes superiores, em relação aos demais parentais do dialelo. Entretanto, vale salientar que a CGC terá um bom poder de predição na medida em que a variância epistática aditiva x aditiva for de pequena magnitude. Se a interação for de grande magnitude e como ela está sujeita a quebras de ligação e redistribuição ao acaso de genes, a CGC terá pouco valor de predição.

2.2.4. Heterose e Heterobeltiose

O comportamento de gerações híbridas, ou seja, o efeito do vigor de híbridos pode ser medido em relação a vários pontos referenciais. Teoricamente, o vigor de híbrido é medido pela diferença entre a média da geração F_1 e a média dos parentais; esta medida é denominada heterose. Uma medida prática do vigor é dada pela heterobeltiose, ou seja, a diferença entre a média da geração F_1 e a média do parental superior. O termo heterose padrão foi sugerido por VIRMANI & EDWARDS (1983) para a diferença entre a média da geração F_1 e a média de um ou alguns cultivares elites. A heterose padrão é vantajosa sobre a heterobeltiose porque fornece uma medida prática de vigor, mesmo para cruzamentos entre parentais exóticos; neste tipo de cruzamentos, valores altos de heterobeltiose podem não apresentar nenhum valor prático, se os parentais exóticos tiverem níveis muito baixos de performance agronômica.

A soja é uma espécie autógama, na qual a obtenção de sementes híbridas é relativamente difícil e a exploração comercial do vigor híbrido ainda é apenas um sonho. Apesar disso, a espécie tem sido objeto de estudos sobre heterose e heterobeltiose. WENTZ & STEWART (1924) realizaram um dos primeiros estudos sobre heterose em soja. Para quatro cruzamentos avaliados juntamente com os respectivos pa-

rentais, obtiveram valores de heterose para altura de planta de -8,70 a 11,93%, com um dos cruzamentos apresentando a heterobeltiose de 7,56%. Para produção por planta obtiveram valores de heterose que variaram de 59,90 a 299,85%, todos os cruzamentos apresentaram heterobeltiose para este caráter.

Para o caráter produção observa-se a tendência de elevada heterose para alguns cruzamentos (VEATCH, 1930; LEFFEL & WEISS, 1958; CAVINESS & PRONGSIRIVATHANA, 1968; CHAUDHARY & SINGH, 1974; PASCHAL II & WILCOX, 1975; CHAUHAN & SINGH, 1982; RAUT *et alii*, 1988). Entretanto, WEISS *et alii* (1947) encontraram valores altos de heterose e heterobeltiose em uma condição ambiental, ao mesmo tempo que em outras condições os valores obtidos dos mesmos cruzamentos foram baixos. Com o avanço em "bulk" até a geração F₅, os resultados não se mostraram consistentes no comportamento, evidenciando que a heterose e a heterobeltiose não são critérios para predizer o potencial dos cruzamentos. LEFFEL & HANSON (1961) também chegaram a esta mesma conclusão. Deve-se também observar que estes estudos foram realizados em espaçamentos largos, o que pôde ter influenciado os resultados.

WEBER *et alii* (1970) constataram heterose para produção, tamanho da semente, altura da planta, maturidade, peso seco da planta, número de nós, ramos primários, número de vagens e produção de sementes por planta. A heterobeltiose foi observada em produção (variando de 13,4 a 25,1), e em quase todos os caracteres citados. O que chama a atenção é a heterose para os componentes de produção obtida pelos autores, indicando a contribuição destes na produção da planta.

A primeira referência para heterose em óleo e proteína na soja foi de WILCOX & SIMPSON (1977), quando

pesquisavam o efeito maternal e de citoplasma em diversos caracteres. Para o caráter teor de óleo, encontraram valores positivos de heterose que variaram de 3,9 a 8,4%, valores estes muito baixos com os cruzamentos se comportando como intermediários em relação aos parentais e com heterobeltiose ultrapassando a -20% em todos os cruzamentos, não indicando evidências de ação dominante para o caráter. Resultados semelhantes foram obtidos por NELSON & BERNARD (1984), estudando o desempenho e produção de híbridos de soja, com heterose quase ausente (-0,6 a 1,6%). Os híbridos com heterose para produção não mostraram quedas acentuadas em teores de proteína e óleo, o que traz grandes vantagens em termos de melhoramento para a exploração de heterose, partindo de parentais que já possuem teores desejáveis de óleo ou proteína.

A diversidade de origem geográfica do material genético tem sido relatada como chave para a diversidade genética e conseqüentemente para a heterose (PASCHALL II & WILCOX, 1975). Entretanto, a partir de um estudo que envolveu cruzamentos entre genótipos de diferentes origens, esses autores observaram que esta relação não se mostrou tão evidente, inclusive ocorrendo heterose e heterobeltiose para produção levemente superiores entre parentais de mesma origem (16,4 e 9,4%), do que nos cruzamentos envolvendo parentais de origens diferentes (15,5 e 7,0%). Estes autores também notaram que o caráter peso da planta pode ser um bom indicador de heterose em cruzamentos, mostrando resultados semelhantes à heterose para produção. Para parentais de mesma origem a heterose e a heterobeltiose foram 15,1 e 77,2% e para parentais de origens diferentes foram 14,5 e 6,4%, respectivamente. A hipótese apresentada foi de que as populações das quais esses genótipos foram obtidos não estiveram suficientemente isoladas para possibilitar uma marcante divergência de biótipos.

Em um trabalho relacionando a heterose com a distância genética em soja, CHAUDHAN & SINGH (1982) obtiveram uma grande variação para as estimativas de heterose para vários caracteres: produção (-2,3 a 177,8%), número de vagens por planta (-7,9 a 143,5%), número de ramos primários (3,7 a 57,1%) e altura da planta (-4,4 a 29,8%). Relataram que com o aumento da divergência entre parentais há um acréscimo da heterose, até um certo limite. A partir desse limite, a heterose para produção é parcialmente cancelada devido à heterose negativa em alguns de seus componentes; porém, foram observadas algumas inconsistências. Os autores mencionaram que geralmente as progênes que exibiram maior vigor de híbrido em F_1 apresentaram maior variabilidade em F_2 , de maneira que a relação entre heterose e variabilidade foi evidente. Os autores também relataram que a diversidade genética parece ser essencial para a manifestação de heterose; contudo, consideraram que os dados disponíveis são insuficientes para estabelecer uma correlação definitiva entre divergência genética e heterose.

DESTRO (1991) estudou 67 cruzamentos entre soja tipo alimento e soja tipo grão e estimou as correlações de D^2 com a heterose para 11 caracteres. Observou-se que para nove dos 11 caracteres avaliados, as estimativas foram altas, negativas e significativas ao nível de 1% de probabilidade. Estes nove caracteres foram influenciados, possivelmente, pelos genes para período juvenil longo presentes no testador Doko, os quais são recessivos e causam heterose negativa. Portanto, a presença de genes para período juvenil longo em Doko, genótipo este utilizado em 37 dos 67 cruzamentos utilizados nesta análise, pode explicar estas correlações negativas.

CAMPOS (1979) estudou a influência dos grupos de maturidade na heterose, utilizando um dialelo 4x4

no qual foram incluídos dois parentais de cada um dos seguintes grupos de maturidade: VI, VII, VIII e IX. O autor constatou heterose positiva para a maioria dos caracteres estudados; porém, a heterose média apresentou valores muito baixos com exceção da produção (19,0%), peso da planta (15,8%), número de sementes por planta (11,1%) e número de vagens (9,5%). A heterobeltiose média foi negativa para a maioria dos caracteres, exceções feitas à produção com média de 3,3% e tamanho da semente com média de 0,5%. O resultado final do trabalho mostrou que a heterose é mais dependente da capacidade de cada parental do que do grupo de maturidade.

Com relação às interações parentais x anos e híbridos x anos, KUNTA *et alii* (1985) constataram que os híbridos eram mais estáveis que os parentais para produção e outros componentes da produção. Esse é um resultado importante e apresenta-se como uma possível vantagem dos híbridos em relação aos genótipos homozigóticos de soja. Neste trabalho, os valores médios obtidos foram: produção 24,6%, número de vagens por planta 18,0%, peso da planta 19,5% e altura da planta 13,5%. Esses mesmos caracteres apresentaram os maiores valores para heterobeltiose, que deram respectivamente: 20,1; 6,9; 14,0 e 7,6%.

Contudo, outro aspecto da heterose é a queda de vigor por homozigose nas gerações seguintes, onde se espera que o vigor pouco se altere (VEATCH, 1930) para obter elevadas médias de progênies. Seguindo esta linha de trabalho, MEHTA *et alii* (1984) estudaram o comportamento da produção de 12 cruzamentos de soja nas gerações F_1 , F_2 e F_3 , onde obtiveram heterose e heterobeltiose significativas para vários cruzamentos. A maioria destes cruzamentos também mostraram perdas significativas por endogamia em F_2 e F_3 . Esses resultados mostram que o efeito heterótico em grande parte deveu-se à ação gênica não-aditiva. Contudo,

houve alguns cruzamentos que, mesmo com perdas significativas por endogamia, apresentaram em F_3 médias aproximadamente iguais ou um pouco superior ao parental mais produtivo.

é um resultado importante porque, dependendo da magnitude da variância genética desses cruzamentos em F_3 , pode haver possibilidade de serem obtidas linhagens superiores ao parental mais produtivo, as quais são conceituadas em genética quantitativa com segregantes transgressivos.

Esta revisão mostra que a soja apresenta heterose e heterobeltiose para produção, componentes de produção e alguns caracteres agronômicos. No melhoramento convencional da soja, a heterose tem um valor limitado em função da ação gênica não-aditiva; entretanto, o vigor de híbrido tem potencial para promover um grande aumento na produtividade da soja, com evidências de grande estabilidade para diversos ambientes. A exploração comercial esbarra no desenvolvimento de um método econômico para produção de sementes híbridas em larga escala, associado com a limitação no processo de polinização. A macho-esterilidade pode ser um caminho, mas a produção de sementes das linhagens machoestéreis giraria em torno de 25 a 30% da produção normal (NELSON, 1987). Muitos aspectos de reprodução devem ser estudados para superar estas dificuldades, onde caracteres como tamanho da flor, coloração, abundância; cleistogamia, aroma, produção de néctar e seqüência de abertura dos botões, devem ser observados nas linhagens utilizadas (PALMER *et alii*, 1983).

2.2.5. Correlação entre caracteres

A correlação indica o grau de associação entre caracteres estudados. Para o melhorista é uma importante informação, porque mostra como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres.

Nos estudos de populações, a correlação entre caracteres tem duas causas principais: uma genética e outra de ambiente. As causas genéticas são principalmente a pleiotropia e a ligação gênica; essa ligação causa correlações passageiras, particularmente quando as populações são derivadas de parentais divergentes. A correlação de ambiente entre caracteres ocorre quando os mesmos são influenciados pelas mesmas diferenças de condições do ambiente (FALCONER, 1960).

A correlação pode ser estimada em três níveis: fenotípica, genotípico e de ambiente. No nível fenotípico estão envolvidas tanto as causas genéticas como as

de ambiente. VENCOVSKY (1978) chamou a atenção para o fato de que a correlação fenotípica é o que se observa no campo e a genotípica é a que mede realmente a associação genética entre os caracteres.

Grande número de estudos de correlação de caracteres têm sido realizados em soja, principalmente entre os caracteres de valor agronômico. Nos trabalhos em que foram estimadas as correlações genotípicas e fenotípicas constata-se que geralmente eles têm o mesmo sinal e que, com poucas exceções, as correlações genotípicas são maiores que as fenotípicas (ANAND & TORRIE, 1963; KWON & TORRIE, 1964; SMITH & WEBER, 1968; FEHR & WEBER, 1968; DAVINESS & PRONGSIRIVATHANA, 1968; BYTH *et alii*, 1969; FREIRE FILHO, 1988).

Para produção têm sido obtidas estimativas de correlação positiva com número de vagens por planta, número de sementes por vagem (ANAND & TORRIE, 1963; PANDEY & TORRIE, 1973; CAMPOS, 1979), número de dias para a maturidade (ANAND & TORRIE, 1963; KWON & TORRIE, 1964; HARRISON *et alii*, 1981; SIMPSON & WILCOX, 1983; FREIRE FILHO, 1988) e período de frutificação (ANAND & TORRIE, 1963; KWON & TORRIE, 1964; BYTH *et alii*, 1969).

Nas correlações da produção com acamamento, altura da planta e número de dias para o florescimento, embora predominando as estimativas positivas (ANAND & TORRIE, 1963; KWON & TORRIE, 1964 e SIMPSON & WILCOX, 1983), têm sido obtidas também estimativas negativas (BYTH *et alii*, 1969). Já as correlações da produtividade com peso de cem sementes apresentaram uma ampla variação, tanto em magnitude como em direção (ANAND & TORRIE, 1963; HARRISON *et alii*, 1981).

Para o caráter número de vagens por planta ANAND & TORRIE (1963) obtiveram correlações negativas com o

número de sementes por vagem, e peso de cem sementes, resultados que estão em acordo com os obtidos por JOHNSON *et alii*, (1955b). Obtiveram também correlações positivas desse caráter com número de dias para florescimento, número de dias para a maturidade, acamamento e período de frutificação. Por outro lado, JOHNSON *et alii* (1955b) correlacionando o número de vagens por planta com esses mesmos caracteres obtiveram correlação positiva somente com acamamento. No caráter peso de cem sementes, as estimativas de correlação com a maioria dos caracteres mencionados foi negativa, exceção feita ao número de dias para a maturidade (JOHNSON *et alii*, 1955b; KWON & TORRIE, 1964).

Os teores de óleo e proteína no grão de soja são caracteres de grande importância, e no caso da proteína, as correlações são geralmente negativas ou próximas a zero para a maioria dos caracteres (JOHNSON *et alii*, 1955b; KWON & TORRIE, 1964; SMITH & WEBER, 1968; SIMPSON & WILCOX, 1983). As correlações entre óleo e proteína obtidas por vários autores têm sido invariavelmente negativas (JOHNSON *et alii*, 1955b; KWON & TORRIE, 1964; GUPTA *et alii*, 1980; SIMPSON & WILCOX, 1983). Entretanto, entre teor de óleo e produção as associações são pequenas e positivas (SIMPSON & WILCOX, 1983), mostrando uma certa independência entre os caracteres, apresentando inclusive correlações positivas com dias para a maturidade, altura da planta, tamanho e peso de semente (SHORTER *et alii*, 1976), como também correlações negativas pequenas para estes mesmos caracteres (SIMPSON & WILCOX, 1983).

Em soja, com raras exceções, se observa uma grande variação entre as estimativas de correlação entre caracteres, em direção e principalmente magnitude, entre trabalhos diferentes e entre cruzamentos diferentes. Esse é um fato importante porque mostra que o grau de associação entre caracteres pode ser bastante diferente de uma população para

outra. Evidentemente que, com o acúmulo de estimativas se obtém uma indicação de direção predominante da correlação e do nível de associação entre caracteres, o que constitui um subsídio importante para o melhorista. Entretanto, para que o melhorista tenha maior eficiência no processo de seleção em populações que deverão ser trabalhadas a médio e longo prazos, as correlações devem ser estimadas nas próprias populações que estão sendo melhoradas.

2.2.6. Divergência genética

A divergência genética corresponde à manifestação das diferenças entre dois indivíduos ou populações. A quantificação destas diferenças é feita, geralmente, por meio de uma distância estatística que, quando aplicada à genética, é chamada de distância genética.

A divergência genética enfoca o grau de diversidade dos parentais, como um importante instrumento que possa contribuir para a obtenção de heterose de alta produção ou para a segregação transgressiva.

2.2.6.1. Medição da distância genética

As medições de distância genética podem ser feitas baseando-se em:

- a) estudos dos ancestrais;
- b) na diversidade de origem (diversidade geográfica) e
- c) na sua composição genética (GHADERI *et alii*, 1984)

É comum ocorrerem indivíduos aparentados semelhantes uns aos outros, o que é indicativo de sua relação genética. Segundo LEFORT-BUSON (1985), as distâncias base-

adas em coeficientes de parentesco representam uma informação condensada, mais ou menos precisa, da genealogia desses indivíduos, embora estejam baseados na hipótese de ausência de seleção gamética e zigótica e de seleção natural e artificial. Cabe salientar que a distância baseada em dados genealógicos só é possível entre indivíduos com algum grau de parentesco, e que não pode ser aplicada a grande parte das comparações entre genótipos do germoplasma usado em programas de melhoramento. Também deve ser considerado que a semelhança genética entre dois indivíduos aparentados não é de 100%, como indicam os dados genealógicos.

Na ausência de outras informações, a diversidade de origem dos parentais tem sido usada como uma medida de sua divergência, embora este critério tenha exceções (OLIVEIRA, 1989). Não por acaso, MURTY & ARUNACHALAM (1966) não encontraram paralelismo entre diversidade genética e distribuição geográfica. Segundo estes autores, a deriva genética e a seleção em diferentes ambientes podem causar maior diversidade que a distância geográfica.

A distância genética baseada na composição genética de populações pode ser observada em função da frequência de diferentes genótipos (distância genotípica) ou frequência de vários alelos em um dado loco (distância gênica) (GHADERI *et alii*, 1984).

A idéia de distância estatística, na sua abordagem mais simples, pode ser vista em literatura especializada de estatística (MANLY, 1986), de biologia (GOODMAN, 1972), ou até mesmo de genética (JACQUARD, 1974; ARUNACHALAM, 1981 & LEFORT-BUSON, 1985). Segundo estes autores, quando duas entidades (objetos, indivíduos, populações, etc.), forem totalmente tipificadas por uma simples característica, então será fácil ver que a diferença entre os valores desse caráter corresponde à melhor medida de sua

distância.

Em soja, CHAUHAN & SINGH (1982) apresentaram resultados de heterose e variabilidade nas gerações F_1 e F_2 respectivamente, utilizando para tal parentais divididos em grupos divergentes sob o ponto de vista genético. O estudo mostrou que com o aumento da divergência entre parentais há um incremento na heterose até certo nível de divergência considerado ótimo, a partir do qual a heterose é diminuída devido a heteroses negativas para certos componentes de produção. Resultados similares também foram encontrados por MOLL *et alii* (1965) em milho e CHAUDHARY & SINGH (1974) em soja. Mas RAMANUJAM *et alii* (1974) observaram que há uma tendência definida na relação diversidade genética e heterose para número de grãos e produção para o feijão guandu.

Com relação à variabilidade na geração F_2 , CHAUHAN & SINGH (1982) mostraram que os cruzamentos nos quais os parentais eram moderadamente divergentes, produziram progênies variáveis. Mas de maneira geral, as progênies dos cruzamentos que exibiram máxima heterose na geração F_1 , também produziram a máxima variabilidade na geração F_2 . Em outro trabalho realizado por DESTRO (1991), as correlações de D^2 com as médias das populações F_2 , para oito caracteres estudados em soja, foram positivas e significativas ao nível de 5 ou 1% de probabilidade. Embora estas correlações tenham sido positivas e significativas, a sua magnitude foi baixa. A maior correlação foi observada entre D^2 e número de dias para florescimento (0,420**). Altas D^2 nem sempre eram associadas a altas produções, mas baixas produções geralmente correspondiam a baixas D^2 . Os melhores resultados foram obtidos nos cruzamentos com D^2 intermediário. VELLO & PIRES (1992) sugerem uma associação de métodos de coeficiente de parentesco, marcadores moleculares e análise multivariada para estimação da distância genética, juntamente com a performance agrônômica mé-

dia, para seleção eficiente e rápida dos parentais.

O uso do coeficiente de parentesco de Malécot, como medida da diversidade genética dos parentais, já vem sendo feito em soja (VELLO *et alii*, 1988).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material genético

A pesquisa incluiu 81 genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), sendo: 40 parentais; 40 cruzamentos em cadeia circulante, representados por suas progênes F_2 ; e uma testemunha com baixo teor de óleo, o cultivar IAC-Santa Maria-702 (20,8%). Os 40 parentais foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo, cujas características estão apresentadas na Tabela 1, consiste de dez parentais exóticos e dez parentais adaptados às condições ambientais brasileiras. O segundo grupo reúne 20 parentais adaptados, caracterizados na Tabela 2. Todos os genótipos parentais fazem parte da coleção do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, e foram deliberadamente escolhidos para este estudo. O critério de escolha baseou-se em experimentos anteriores (VELLO, 1991; SOLDINI, 1992), considerando altos valores de teor de óleo, produção de grãos, valor agrônômico e diversidade genética avaliada pelas genealogias.

3.2. Caracterização do ambiente

Os trabalhos experimentais foram realizados no município de Piracicaba-SP que situa-se a $22^{\circ}42'$ de la-

atitude sul, 47°38' de longitude oeste e a uma altitude de 537m acima do nível do mar. O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Genética da ESALQ, em solo Terra Roxa Estruturada série "Luiz de Queiroz" (RANZANI *et alii*, 1966). Na Figura 1 são apresentadas as condições meteorológicas, a precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do período em que o experimento de campo foi realizado.

3.3. Procedimentos experimentais

3.3.1. Obtenção de sementes F₁

Os parentais selecionados foram semeados em vasos de barro e cultivados dentro de telados. Um telado é uma construção semelhante a uma casa de vegetação tropical, medindo 6m de largura por 10m de comprimento e 2,5m (média) de altura, coberto com telhas plásticas translúcidas de PVC; os quatro limites laterais são feitos com tela plástica tipo sombrite, para permitir a ventilação natural e a passagem de 50% da luz solar.

O período de cruzamentos estendeu-se de agosto de 1987 a abril de 1988. Foram realizadas aproximadamente 400 hibridações para obtenção de cerca de sete sementes F₁ de cada um dos 40 cruzamentos.

Os cruzamentos foram realizados pela manhã e algumas vezes no final da tarde. Para a realização do cruzamento, no parental feminino, usaram-se botões florais que deveriam abrir no dia seguinte, extraíndo-se as pétalas com uma pinça de modo a expor o estigma, não se fazendo emasculação. No parental masculino colheram-se flores já abertas das quais extraiu-se o estigma impregnado de pólen, o qual

em seguida foi levemente friccionado sobre o estigma da flor do parental feminino, resultando na polinização controlada. Após esta etapa, fez-se a identificação do cruzamento com uma etiqueta que continha o código do cruzamento, localização relativa da flor da planta, o número de flores polinizadas na inflorescência, data do cruzamento e as iniciais do nome da pessoa que efetuou o cruzamento. As vagens oriundas dos cruzamentos foram colhidas individualmente à proporção em que iam atingindo a maturidade, completando-se a secagem à sombra. O pegamento foi de aproximadamente 20%.

Cada grupo de 20 parentais foi submetido a cruzamentos em cadeia, no qual cada parental foi cruzado com dois outros parentais ($s=2$). Sempre que possível, cada parental foi usado uma vez como fêmea e outra como macho. Com isto, procurou-se representar igualmente os parentais, tanto em termos de material genético nuclear como citoplasmático. Entretanto, alguns materiais não funcionam bem como parental feminino, sendo difícil obter sementes com citoplasma desses materiais.

Na primeira cadeia, um parental exótico foi cruzado com um parental adaptado, este foi cruzado com outro parental exótico, e, assim por diante, até se formar uma cadeia circulante do tipo: $1 \times 2, 2 \times 3, \dots, 19 \times 20, 20 \times 1$. Portanto, foram obtidos 20 cruzamentos biparentais cada um deles com 50% de genes adaptados.

Na segunda cadeia, um parental adaptado foi cruzado com um segundo parental adaptado, este com um terceiro parental adaptado e, assim por diante, até se obter uma cadeia circulante do tipo: $21 \times 22, 22 \times 23, \dots, 39 \times 40, 40 \times 21$. Assim foram obtidos outros 20 cruzamentos biparentais, todos eles com 100% de genes adaptados.

3.3.2. Obtenção de sementes F_2

A semeadura das sementes F_1 foi realizada em copos plásticos e, em torno de 14 dias após a emergência, as plântulas foram transplantadas para o campo e cultivadas em covas espaçadas 1x1m no inverno de 1988.

Como nos cruzamentos não foi feita a emasculação, houve a possibilidade de ocorrer a autofecundação. Para evitar a inclusão de autofecundações indesejáveis entre os híbridos, as vagens foram mantidas separadas e as plantas F_1 de cada vagem individual foram observadas quanto à expressão de genes marcadores como a cor da flor, hábito de crescimento, cor da pubescência, cor da vagem e ciclo de maturidade. As plantas nas quais o gene marcador não se manifestou foram descartadas.

As plantas F_1 foram colhidas individualmente e, com as sementes F_2 obtidas, foi preparado o experimento para a coleta dos dados experimentais.

3.3.3. Delineamento e características do experimento

Foi usado o delineamento em látice (retângulo dos quadrados) 9x9, com seis repetições. Os 81 tratamentos foram constituídos por 40 parentais, 40 cruzamentos F_2 e a testemunha IAC Santa Maria-702 para baixo teor de óleo.

A parcela foi representada por três fileiras de quatro covas cada, com espaçamento de 60x60 centímetros entre covas. Cada parcela foi espaçada das outras por uma fileira nos quatro lados da parcela, resultando um espaço de 1,20m entre parcelas. A semeadura foi realizada no dia 23 de novembro de 1989, colocando-se 5 sementes por cova.

para posterior desbaste das plantas, deixando-se uma planta por cova. Antes da sementeira foi feita uma adubação aplicando-se 25g da mistura 5-15-10 por metro linear de sulco. Foi incluída uma bordadura externa ao experimento, com o cultivar IAC-8.

3.3.4. Caracteres avaliados

No campo, as plantas foram numeradas de 1 a 12 a partir da planta inicial da parcela, seguindo em zigue-zague até a 12^a cova. O número de campo seguiu um caminho em zigue-zague dentro da repetição, orientando assim com o início da parcela a 1^a planta do corredor frontal no sentido do caminhamento. Vários caracteres foram coletados de plantas individuais até a colheita, quando as plantas foram etiquetadas e cortadas. Foram coletados os seguintes caracteres:

NDF: número de dias para o início do florescimento. Contados da sementeira até a antese da primeira flor.

APF: altura da planta (cm) no início do florescimento. Medida desde o colo até o ápice da haste principal.

NDM: número de dias para a maturidade. Contados desde sementeira até aproximadamente 95% das vagens apresentarem-se maduras.

NIM: número de internódios na maturidade. Contados desde o nó cotiledonar até o ápice da haste principal.

APM: altura da planta (cm) na maturidade. Medida desde o colo da planta até o ápice da haste principal.

Ac: acamamento, avaliado na maturidade. Para esse caráter foi usada uma escala de notas visuais de 1 a 5, onde a nota 1 corresponde a uma planta ereta e 5 a uma planta

completamente acamada.

- VA:** valor agronômico, avaliado na maturidade. Nesse caráter foi usada uma escala de notas visuais de 1 a 5, onde 1 correspondeu a uma planta sem nenhum valor agronômico e nota 5 a planta com excelentes características agronômicas (grande número de vagens, sem acamamento, ausência de hastes verdes, sem debulha de vagens e sem sintomas de doenças).
- PCS:** peso de cem sementes (g), avaliado após a colheita de grãos, amostrados ao acaso dentro de cada planta com teor de umidade estabilizado dentro de uma câmara seca.
- PG:** produção de grãos (g), avaliada na maturidade em gramas por planta; a pesagem ocorreu após um período de armazenamento em câmara seca com 30% de umidade relativa.
- SO:** teor de óleo (%) nos grãos produzidos em plantas individuais, utilizando-se uma amostra de 20 grãos inteiros com umidade interna em torno de 6%, pelo método da Ressonância Nuclear Magnética (NMR). Utilizou-se o NMR desenvolvido recentemente no convênio FINEP/EMBRAPA-UAPDIA-São Carlos/USP-ESALQ-Genética -Piracicaba.
- PO:** Produção de óleo em gramas por planta individual, multiplicando-se o teor de óleo pela produção de grãos de cada planta.

3.4. Análises estatístico-genéticas

As análises dos caracteres foram realizadas com base na média aritmética das observações feitas nas plantas individuais de cada parcela.

3.4.1. Análise de variância

Foram realizadas análises de variância inicialmente em látice e depois em blocos completos casualizados na ausência de eficiência do látice.

Na análise de blocos casualizados, fez-se a decomposição da soma de quadrados de genótipos em seus componentes: parentais, progênie F_2 , testemunha e contrastes entre grupos (Tabela 3). O teste F foi realizado usando-se o resíduo geral (QM 1). As comparações entre as médias das progênie F_2 e entre as médias dos parentais foram feitas usando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As comparações entre médias de cadeias de cruzamentos foram realizadas pelo teste "t" bilateral ao nível de 5% de probabilidade para avaliar o seu de genótipos exóticos nos cruzamentos.

3.4.2. Análise de correlações

As correlações entre os 11 caracteres foram estimadas, considerando-se correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e de ambiente (r_E). No cálculo de correlações foi usada a relação apresentada por KEMPTHORNE (1969), a qual é a seguinte:

$$V(x+y) = V(x) + V(y) + 2Cov(xy)$$

de modo que:

$$Cov(xy) = \frac{V(x+y) - V(x) - V(y)}{2}$$

onde se tem que:

$V(x)$ = variância do caráter x;

$V(y)$ = variância do caráter y;

$V(x+y)$ = variância da soma dos caracteres x e y;

$Cov(xy)$ = covariância entre os caracteres x e y.

Para a obtenção desses parâmetros fez-se a análise de variância dos caracteres x e y individualmente e da soma desses caracteres (x+y). A partir dessas análises e utilizando a relação apresentada por KEMPTHORNE (1969), foram estimadas as covariâncias ou produtos médios para os pares de caracteres (x,y) (Tabela 4). Usando a nomenclatura da Tabela 4, tem-se que:

$$PM(xy) = \frac{QM(x+y) - QMx - QMy}{2}$$

A partir dos quadrados médios (variâncias) e dos produtos médios (Covariâncias), foram estimadas correlações através das seguintes fórmulas:

Correlação fenotípica (r_F):

$$r_F = \frac{PMT(xy)}{(QMTx \cdot QMTy)^{0.5}}$$

Correlação genotípica (r_G):

$$r_G = \frac{\phi_g(xy)}{(\phi_g^2(x) \cdot \phi_g^2(y))^{0.5}}$$

onde:

$$\phi_g(xy) = \frac{PMT(xy) - PME(xy)}{R} ;$$

$$\phi_g^2(x) = \frac{QMT(x) - QME(x)}{R} e$$

$$\phi_g^2(y) = \frac{QMT(y) - QME(y)}{}$$

sendo que:

$\phi_g^2(x)$ e $\phi_g^2(y)$ = variância genotípica dos caracteres x e y;

$\phi_g(xy)$ = covariância genotípica dos caracteres x e y;

3.4.3. Estimativas de herdabilidade

Para as estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h^2) dentro dos cruzamentos (progênie F_2), estimaram-se as variâncias entre plantas dentro das parcelas de parentais e de progênie, de acordo com a expressão:

$$h_{ij}^2 = \frac{(\hat{\sigma}_F^2 - \hat{\sigma}_E^2)}{\hat{\sigma}_F^2} \cdot 100$$

onde:

h_{ij}^2 = herdabilidade no sentido amplo da progênie F_2 obtida do cruzamento entre os parentais i e j;

$\hat{\sigma}_F^2 = \sigma_{F_2}^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$; e

$\hat{\sigma}_E^2 = (\sigma_{P_i}^2 + \sigma_{P_j}^2) / 2$

sendo que:

$\hat{\sigma}_{F_2}^2$ = variância fenotípica dentro da progênie F_2 ;

$\hat{\sigma}_{P_i}^2$ = variância ambiental dentro do parental i;

$\hat{\sigma}_{P_j}^2$ = variância ambiental dentro do parental j e

$\hat{\sigma}_G^2$ = variância genética dentro da progênie F_2 ,

de modo que a expressão anterior se transforma em:

$$h_{ij}^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}_G^2 + \hat{\sigma}_E^2} \cdot 100$$

3.4.4: Cálculo de heterose, heterobeltiose e heterose padrão

Conforme discutido na revisão de literatura, estes três parâmetros são medidas do vigor de híbrido na geração F_1 , de acordo com as expressões:

$$\text{heterose} = h = \frac{\bar{F}_1 - \bar{MP}}{\bar{MP}} \cdot 100$$

$$\text{heterobeltiose} = hb = \frac{\bar{F}_1 - \bar{PS}}{\bar{PS}} \cdot 100$$

$$\text{heterose padrão} = hp = \frac{\bar{F}_1 - \bar{C}}{\bar{C}} \cdot 100$$

Nesta pesquisa foram utilizadas progênies F_2 . Por esta razão, as expressões foram adaptadas, utilizando-se a relação: $\bar{F}_1 = 2\bar{F}_2 - \bar{MP}$. Assim, foram obtidas as se-

guintes expressões para estimação destes três parâmetros a partir de dados da geração F_2 :

$$h = \frac{2(\bar{F}_2 - \overline{MP})}{\overline{MP}} \cdot 100$$

$$hb = \frac{2\bar{F}_2 - \overline{MP} - \overline{PS}}{\overline{PS}} \cdot 100$$

$$hp = \frac{2\bar{F}_2 - \overline{MP} - \bar{C}}{\bar{C}} \cdot 100$$

As siglas anteriores significam:

\bar{F}_1 = média da progênie F_1 ;

$\overline{MP} = \frac{P_i + P_j}{2}$, média dos parentais i, j da progê-

nie F_2 ;

\bar{F}_2 = média da progênie F_2 ;

\overline{PS} = média do parental superior;

\bar{C} = média do cultivar Cristalina

O cultivar Cristalina foi utilizado em face de sua grande aceitação pelos agricultores em vista de sua produção e características agromorfológicas.

3.4.5. Medição de distância genética e dispersão acumulada

Considerando-se dois genótipos G_1 e G_2 , os quais podem ser perfeitamente individualizados por duas características independentes x_1 e x_2 , pode-se adotar a convenção de que x_{ij} denota o valor do genótipo i no caráter j . Neste caso, o genótipo G_1 é caracterizado por (x_{11}, x_{12}) e o genótipo G_2 por (x_{21}, x_{22}) . Nestas condições, a distância Euclidiana entre G_1 e G_2 pode ser obtida por $D^2 = (x_{21} - x_{11})^2 + (x_{22} - x_{12})^2$. Considerando as diferenças nos valores dos caracteres dos genótipos G_1 e G_2 como sendo d_1 e d_2 , tem-se:

$$d_1 = x_{21} - x_{11}$$

$$d_2 = x_{22} - x_{12}$$

tal que:

$$D^2 = d_1^2 + d_2^2$$

Para j caracteres, a distância Euclidiana será:

$$D^2 = \sum_{j=1}^J d_j^2$$

A partir destas medições, foi constituída a matriz das distâncias entre os parentais do experimento, com a finalidade de se proceder o agrupamento destes.

Para isto, foi utilizado o método divisivo de Tócher, citado por RAO (1952). O par de genótipos mais

próximos (D^2 menor) constituirá o primeiro grupo. A seguir, é analisada a possibilidade de entrada de novos genótipos ao grupo inicial, o que é aceito se o acréscimo na média de D^2 intragrupo, devido sua incorporação, for menor que a maior das distâncias mínimas, que envolve cada um dos genótipos.

A distância genética foi comparada com a dispersão acumulada:

$$DA = \sum_{i=1}^I s_i$$

sendo:

s_i = desvio padrão dos dados dentro da progênie F_2
para o caráter i

DA = dispersão acumulada

3.4.6. Componentes de médias

Por meio de metodologia proposta por MATHER & JINKS (1984) utilizou-se o seguinte modelo matemático para estimar os componentes de média das progênies F_2 :

$$Y = \mu + a + d$$

Chegou-se às seguintes expressões que foram utilizadas neste trabalho:

$$a = \frac{\bar{P}_i - \bar{P}_j}{2} ;$$

$$s = 2.(\bar{F}_2 - \overline{MP})$$

onde:

a: efeitos gênicos aditivos do cruzamento;

d: efeitos gênicos dominantes do cruzamento;

\bar{P}_i e \bar{P}_j : médias dos parentais da progênie F_2 .

3.4.7. Critérios de seleção

Com o intuito de avaliar as capacidades de combinação dos cruzamentos, utilizou-se alguns critérios de seleção divididos em dois sistemas de comparação. O primeiro sistema seleciona em porcentagem plantas dentro do cruzamento (6 repetições x 12 covas por parcela) que foram superiores à média do melhor parental do experimento em dez critérios de seleção, envolvendo os caracteres PO, PG, %O e VA, mais as combinações: PO + %O; PG + %O; PO + VA; e PG + %O + VA, simulando assim uma seleção com padrões pré-estabelecidos para todos os cruzamentos e com objetivos diferentes.

No segundo sistema, os cruzamentos utilizados tinham mais de 20g de óleo por planta e boa variabilidade, porque aí foi utilizada a seleção em relação ao melhor parental dentro do cruzamento para os critérios: PO; PG, %O; VA; PO + PG; PO + VA; PG + %O + VA; PO + PG + %O; e PO+PG+%O + VA. Neste sistema, o objetivo foi determinar o nível de transgressivos nos melhores cruzamentos do experimento e, com isto, determinar quais deles promoveram maior variabilidade favorável à seleção, isto porque no primeiro sistema

apenas identifica cruzamentos com indivíduos acima de determinada média, mas não garante que possa haver indivíduos superiores aos parentais envolvidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de frutificação (pegamento) de 20% é classificada como baixa, pois em condições de telado este percentual pode chegar facilmente a 50%. A frutificação reduzida pode ser explicada por hibridadores inexperientes, ataque intenso de trips e cigarrinhas, víruses em alguns parentais e baixo pegamento quando os parentais FT 81-2706, Paranagoiana, Bienville, BR-11 e UFV-4, foram usados como fêmeas, causando muitas tentativas sem êxito. O cultivo de plantas derivadas de vagens F_2 , individualizadas, permitiu a identificação e eliminação de 15% de autofecundações indesejáveis. Durante a condução do experimento contendo as progênies F_2 , foi possível comprovar visualmente a segregação entre as plantas de cada parcela, comprovando se tratar realmente de cruzamentos.

O período experimental foi de 203 dias, iniciando-se com a semeadura em 23/11/89. A colheita da planta mais precoce (91 dias) ocorreu em 23/02/90 e da planta mais tardia (203 dias) em 15/06/90. Os desenvolvimentos vegetativo e reprodutivo foram normais para cultivo em covas, alcançando as seguintes médias e variações: 54 (10 a 190) cm para APM; 89 (04 a 369) g para PG; 24 (19 a 32) % para %OL e 22 (1 a 87) g para PO.

Foi obtida uma boa precisão experimental, conforme pode ser constatado pelos baixos valores de coeficiente de variação experimental (Tabela 5), ao redor de 18% para PG e PO (baixo para covas) e cerca de 2,5% para %OL.

A falta de eficiência do delineamento em lâ-

tice sobre o delineamento em blocos casualizados permitiu que as análises estatístico-genéticas fossem prosseguidas de acordo com o delineamento de blocos casualizados. Estes resultados corroboram os dados obtidos por FREIRE FILHO (1988) e DESTRO (1991).

4.1. Análise de variância

Os resultados das análises de variância para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM) e altura da planta na maturidade (APM) são apresentados na Tabela 6; acamamento (Ac), valor agronômico (VA) e peso de cem sementes (PCS), na Tabela 7 e produção de grãos por planta (PG), teor de óleo nos grãos (%OL) e produção de óleo por planta (PO), na Tabela 8. Nessas tabelas, para todos os caracteres são apresentados também o coeficiente de variação e o valor do coeficiente de variação genética (CVg%).

A precisão das análises avaliadas por meio de coeficientes de variação, apresentou níveis bastante satisfatórios, com exceção do caráter acamamento (23,36%), talvez em função das plantas estarem espaçadas entre si (covas) e, portanto, mais sujeitas a fatores ambientais tais como o vento, ataque de pragas e patógenos, contato com pessoas e equipamentos. Os coeficientes de variação pouco diferiram daqueles obtidos da análise em látice. Para sete caracteres foi inferior a 10% e em três caracteres foram inferiores a 20%; para os caracteres PG e PO foram em torno de 18%, para VA em torno de 10%; os menores CV ocorreram nos caracteres NDM (3,20%) e %OL (2,65%).

Os caracteres foram analisados a partir da média das observações de plantas individuais amostradas na parcela. As Tabelas 6, 7 e 8 mostram, para todos os ca-

caracteres, que os tratamentos utilizados apresentaram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade. Mostram também que tanto parentais como progênies F_2 diferiram entre si ao nível de 1% de probabilidade para todos os caracteres. A comparação dos parentais com o grupo das progênies foi feita através da fonte de variação parentais versus F_2 (P vs F_2), e PCS, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, o que corresponde à heterose média dos caracteres. A testemunha IAC Santa Maria-702 versus os outros dois grupos (test. vs (P + F_2)) foi altamente significativo para todos os caracteres testados, apresentando uma grande magnitude de quadrado médio para quase todos os caracteres.

A significância ao nível de 1% para os quadrados médios dos parentais e das progênies F_2 mostra que há uma grande variabilidade nesse conjunto de parentais e evidencia a possibilidade de formação de uma população de base genética bastante ampla a partir desse material.

4.2. Análise entre cadeias de cruzamentos

As médias da Tabela 9 mostram que a cadeia de cruzamentos com 50% de parental exótico foi estatisticamente inferior à cadeia de cruzamentos com 100% de cruzamentos de parentais adaptados em nove dentre 11 caracteres; para %0, não houve diferença entre as duas cadeias; para PCS, a cadeia com 100% de parentais adaptados foi inferior à cadeia com 50% de parentais exóticos. Os resultados mostram uma tendência que é muito comum a este nível de participação do material exótico (VELLO, 1985), principalmente com caracteres associados à produção que costuma decair em progênies com 50% de material exótico, o que não aconteceu por exemplo, com o caráter teor de óleo nos grãos. A cadeia com material exótico apresentou sementes mais pesadas. Isto já

deve estar em função dos parentais desta cadeia, que apresentam os maiores pesos (Tabela 17).

4.3. Comportamento dos parentais e progênes F_2

4.3.1. Caracteres relacionados ao florescimento

A média, variância e amplitude de dados de todos parentais e progênes F_2 e os desvios mínimos (MS) pelo teste de Tukey ao nível de 5% e 1% para comparações entre parentais e entre progênes F_2 , para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF) e altura da planta no florescimento (APF), estão apresentadas nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

Os parentais utilizados são de vários grupos de maturação ocorrendo, em função disto, várias diferenças significativas a 1% para NDF. O parental PI 371.610 foi o mais precoce em florescimento apresentando uma média de 33 dias, diferindo estatisticamente dos demais parentais ao nível de 1%. O parental mais precoce a seguir é Jackson 4028-s com 44,1 dias, que está agrupado estatisticamente a FT 81-2706, Paraná-s, Kirby, FT-2, SOC 81-127-s, Wright, Foster, FT 79-3408, AX 53-55-s, FT 81-2129, BR-8, Bienville e OC 79-7, que corresponde ao material precoce do experimento e cuja maioria participa da primeira cadeia com materiais exóticos. O material mais tardio foi o cultivar BR-11, com 83,3 dias e que diferiu estatisticamente de todos os materiais ao nível de 1% de probabilidade, seguido de EMGOPA-301 e UFV-4 ambos com 74,8 dias, agrupados ao nível de 5% com Paranaoiana, IAC-9 e IAC-6 como o material mais tardio, e os demais parentais intermediários ficaram entre 50,8 e 68,1 dias. Os parentais SOC 81-127-s, FT 81-2129, IAPI 1200.521, BR 80-15.725-B-s e BR-11 mostraram variâncias relativamente

altas, fato que leva a suposição de que estes parentais não estão totalmente em homozigose para o caráter NDF.

Nas progênes F_2 , o NDF variou de 41,9 dias (FT 81-2706 x PI 371.610) a 72,5 dias (EMGOPA-301 x IAC-9), ocorrendo um número menor de diferenças estatísticas entre médias.

Os cruzamentos que apresentaram as melhores progênes F_2 em termos de amplitude e variância para NDF envolveram os parentais PI 371.610, Paranagoiana, SOC 81-216, Bossier-s, BR-11 e BR-9, com destaque para os cruzamentos AX 53-55-s x Paranagoiana (64,89 dias²) e GO 81-11094 x BR-11 (82,11 dias²). O cruzamento FT81-2706 x PI 371.610 foi o que apresentou maior potencial para seleção em favor da precocidade; BR-11 x FT-8, tem potencial para seleção de descendentes tardios para cultivo em condições de dias mais curtos (menores latitudes e ou safrinhas de inverno). Outros cruzamentos possuem médias maiores mas apresentam menor variabilidade. Os cruzamentos AX 53-55 x Paranagoiana e Paranagoiana x Jackson 4028-s apresentam segregação semelhante ao cruzamento anterior. Nestes três cruzamentos, a média das populações F_2 aproximaram-se mais do parental precoce, indicando o controle recessivo do período juvenil longo, como nos resultados obtidos por TISSELLI JUNIOR (1981) e DESTRO (1991).

Também para APF ocorreram várias diferenças significativas a 1% entre médias de parentais, que apresentaram desde valores reduzidos (p. ex. PI 371.610 com 21cm) até valores elevados (BR-11) com 76cm); o parental BR-11 apresentou variância elevada (70,15cm²) sugerindo conter pouca homozigosidade para o caráter. Nos cruzamentos, uma ampla variação nas médias também foi observada, desde 28cm no cruzamento FT81-2706 x PI371.610 até 65cm no cruzamento BR-9 x EMGOPA-301. Não diferiram estatisticamente deste último, os cruzamentos GO81-11094 x BR-11, EMGOPA301 x IAC-9, IAC-9 x GO79-1030 e GO79-1030 x Cristalina's, cujas progênes também mostraram boas amplitudes de variação, o

que é interessante porque o porte é um caráter fundamental para a seleção.

4.3.2. Caracteres relacionados à maturidade

Nas Tabelas 12, 13 e 14 estão representados os dados relativos ao número de dias para a maturidade (NDM) ao número de internódios na maturidade (NIM) e altura da planta na maturidade (APM) respectivamente.

No caráter NDM, também ocorreram diferenças significativas a 1% de probabilidade entre médias de parentais em ambas as cadeias e entre cadeias. Os parentais mais precoces foram o PI 371.610 e Paraná-s com 117 dias, e o parental mais tardio foi o BR-11 com 174 dias. Foi interessante notar uma variância elevada no parental PI 371.610, que também mostrou as plantas mais precoces. Não diferiram estatisticamente deste parental os parentais FT 81-2706, FT-2, SOC 81-127-s, Wright, SOC 81-76, FT 79-3408, FT 81-42129, Planalto-s e DC 79-7. Nenhum parental foi estatisticamente semelhante a BR-11; os mais próximos, com 158 dias, foram Cristalina-s e UFV-4 que foram estatisticamente semelhantes a SOC 81-216, UFV-Araguaia, BR-9, EMGOPA-301, IAC-9, GO 79-1030, IAC-6 e UFV-1, caracterizados como tardios.

Um agrupamento estatístico de cruzamentos precoces em NDM inclui:

FT 81-2706	x	PI 371.610	:	117 dias
Paraná	x	Kirby	:	121 dias
N82-2764-s	x	Soc 81-127-s	:	127 dias
SOC81-127-s	x	Wright	:	127 dias
Wright	x	SOC 81-76	:	127 dias
SOC 81-76	x	Foster	:	127 dias

Da mesma forma, um agrupamento estatístico

de cruzamentos tardios em NDM, inclui:

BR-9	x	EMGOPA-301	:	156 dias
EMGOPA-301	x	IAC-9	:	156 dias
IAC-9	x	GO 79-1030	:	156 dias
BR-11	x	FT-8	:	150 dias
GO 79-1030	x	Cristalina-s	:	153 dias
IAC-6	x	UFV-4	:	151 dias

Destes cruzamentos destaca-se BR-11 x FT-8 com excelente variância (374,40 dias²) para NDM.

Destes cruzamentos NIM apresentou várias diferenças significativas a 1% de probabilidade entre parentais, principalmente na cadeia com parentais exóticos e entre cadeias. Nas progêneses F_2 , foram mais freqüentes diferenças entre as progêneses das duas cadeias, apesar de ocorrerem diferenças também dentro das cadeias. A progênesis que apresentou a maior média (NIM = 23) foi a do cruzamento GO 81-11094 x BR-11, a segunda maior variância (28,14 internódios²) e boa amplitude de variação. Outro cruzamento, Planalto-s x GO 81-11094, com média de 19 internódios, apresentou a maior variância de 30,32 internódios² e boa amplitude de variação. Os dois cruzamentos diferiram ao nível de 1%. O primeiro cruzamento foi estatisticamente semelhante aos cruzamentos UFV-2 x GO 81-8491 e Cristalina-s x IAC-6, ambos com 20 internódios e bons valores de variância. Com relação a estes dois últimos cruzamentos, os cruzamentos Jackson 4028-s x FT 81-2129 (17 internódios), FT 81-2129 x Cobb (17 internódios), GO 81-8491 x BR 80-15725-B-s (19 internódios), Br-11 x FT-8 (17 internódios), FT-8 (17 internódios), FT-8 x OC 79-7 (18 internódios), OC 79-7 x BR-9 (19 internódios), BR-9 x EMGOPA-301, EMGOPA-301 x IAC-9, IAC-9 x GO 79-1030, GO 79-1030 x Cristalina-s, IAC-6 x UFV-4 e UFV-4 x BR 80-16309 (os últimos com 18 internódios), são estatisticamente semelhantes.

As diferenças entre parentais para APM foram grandes e significativas a 1% entre e dentro das cadeias. O parental mais desenvolvido foi BR-11 com 91cm, que não diferiu de GO 81-8491 com 79cm, GO 81-11094 com 84cm, EMGOPA-301 com 84cm, EMGOPA-301 com 80cm e UFV-4 com 82cm. O menor parental foi Planalto-s com 34cm, sem contrastar de FT 81-2706 (44cm), PI 371.610 (42cm), Paraná-s (44cm), Kirby (44cm), FT-2 (38cm), FT 79-3408 (41cm), AX 53-55-s (44cm), Jackson 4028-s (41cm), PI 200.521 (45cm), BR-8 (36cm), Bienville (37cm), Bossier-s (45cm) e FT-8 (43cm), mostrando que boa parte dos parentais exibiram porte baixo. Realmente, nos sistemas de cultivo em covas de plantas individuais parece existir uma tendência da APM ser menor, em favor de maior número e vigor das ramificações laterais (NASS, 1989; KRIEGER, 1992; MOREIRA, 1992).

As menores médias de progênies F_2 para APM agrupadas estatisticamente foram as seguintes:

N 82-2764	x	SOC 81-127-s	:	34cm
Andrews Púrpura	x	FT 81-2706	:	46cm
Paraná	x	Kirby	:	42cm
Kirby	x	FT-2	:	40cm
FT-2	x	N 82-2764-s	:	45cm
SOC 81-127-s	x	Wright	:	40cm
Wright	x	SOC 81-76	:	44cm
SOC 81-76	x	Foster	:	45cm
Foster	x	FT 79-3408	:	37cm
FT 79-3408	x	AX 53-55-s	:	44cm
Cobb	x	BR-8	:	39cm
BR-8	x	PI 200.521	:	37cm
PI 200.521	x	SOC 81-216	:	43cm

É interessante notar que há parentais participando frequentemente de dois cruzamentos de baixa APM e eles próprios com baixos valores no experimento, mostrando uma forte contribuição destes para suas progênies, à seme-

lhança do que se espera com a capacidade geral de combinação. O cruzamento de maior APM foi GO 81-11.094 x BR-11 com 91cm, que diferiu ao nível de 1% de todos os outros cruzamentos; seguem-se a ele:

GO 81-11.094	x	BR-11	: 91cm
BR-9	x	EMGOPA-301	: 75cm
Cristalina-s	x	IAC-6	: 75cm
UFV-2	x	GO 81-8491	: 72cm
GO 81-8491	x	BR 80-15725-B-s	: 71cm
DC 79-7	x	BR-9	: 71cm
EMGOPA-301	x	IAC-9	: 72cm
IAC-9	x	GO 79-1030	: 70cm
GO79-1030	x	Cristalina-s	: 67cm
IAC-6	x	UFV-4	: 70cm

Estes dados mostram a tendência para CGC em função da frequência dos parentais nos extremos, corroborando resultados apresentados por BHATADE *et alii* (1977), FREIRE FILHO (1988) e SABBOUH & EDWARDS (1985), onde a CGC tem maior expressão em relação a CEC para APM. Os resultados desta pesquisa também corroboram para aqueles de FREIRE FILHO (1988) para os caracteres NDF, APF, NDM e NIM. De maneira geral, os cruzamentos de maior APM também foram acompanhados das maiores variâncias, como é o caso de GO 81-11.094 x BR-11 (590,41cm²), que mostrou uma dispersão altamente positiva (45 a 190cm). De acordo com FREIRE FILHO (1988) os cruzamentos em cadeia representam satisfatoriamente o esquema de cruzamentos dialélicos, tanto em termos de média quanto de variabilidade genética.

4.3.3. Acamamento, valor agronômico e peso de cem sementes

Médias, variâncias e amplitude de dados observados em parentais e progênes F_2 para os caracteres aca-

amento (Ac), valor agrônômico (VA) e peso de cem sementes (PES), estão apresentadas nas Tabelas 15, 16 e 17, respectivamente.

Como foi discutido anteriormente, o caráter Ac apresentou um erro experimental elevado, o que é confirmado pelas pequenas diferenças observadas entre a maioria dos parentais. O parental BR-11 com média 3,3 foi o que mais se destacou em acamamento, não diferindo de GO 81-8491 (nota 2,6), que por sua vez não diferiu de Cristalina-s (nota 1,9); a partir deste limite, há um agrupamento de parentais com notas menores. Além disso, ocorreram frequentemente variâncias mais elevadas nos parentais que nas progêneses F_2 para o caráter, prejudicando a confiabilidade das estimativas de herdabilidade.

Nas progêneses F_2 as diferenças entre médias de Ac foram menores ainda. A maior nota foi obtida por GO 81-8491 x BR 80-15725-B-s (2,0), agrupado estatisticamente com mais de 15 cruzamentos. A nota hum (1,0) ficou com Jackson 4028-s x FT-81-2129, BR-8 x PI: 2001521, FT-8 x OC 79-7 e UFV-1 x Bienville, que não diferiram de 32 outros cruzamentos.

O caráter Ac tem sido o mais alterado no sistema de cultivo em covas de plantas individuais, no qual se minimiza a competição entre plantas por meio de espaçamentos largos (>30cm) relativamente ao sistema de cultivo em fileiras de plantas "corridas" (cultivos comerciais), onde existe forte competição entre as plantas dentro das fileiras devido ao espaçamento limitado (cerca de 5cm) entre elas (CARNIELLI, 1989; NASS, 1989). Em função deste fato, pode-se realmente aceitar que os dados de Ac, obtidos em covas de plantas individuais sejam usados apenas para se detectar plantas que apresentam forte tendência para sofrerem acamamento.

Contrastes maiores foram observados em VA ao nível de 1% entre os parentais. O parental GO 81-11094 apresentou a maior média (4,3), estatisticamente agrupado com os parentais GO 81-8591 (4,0), BR-11 (3,7), DC 79-7 (4,0), EMGOPA-301 (3,9) e UFV-4 (4,0). A nota VA = 2 foi a menor e ficou para os parentais PI 371.610 e BR-8, agrupados estatisticamente com mais 16 parentais. O cruzamento GO 81-11094 x BR-11 de média 4,1, foi o de maior VA do experimento, sem contrastar de UFV-2 x GO 81-8491 (3,6), GO 81-8491 x BR 80-15725-B-s (3,7), Planalto-s x GO 81-11094 (3,4), DC 79-7 x BR-9 (3,6), BR-9 x EMGOPA-301 (3,8), EMGOPA-301 x IAC-9 (3,6), IAC-9 x GO 79-1030 (3,4) e Cristalina-s x IAC-6 (3,6). A menor média obtida foi 2,0 com os cruzamentos N 82-2764-s x SOC 81-127-s e BR-8 x PI 200.521, que não diferiu de outros 17 cruzamentos. Apesar deste grande agrupamento nas notas mais baixas de VA, muitas diferenças ao nível de 1% se observam entre as piores e melhores notas. Na cadeia de cruzamentos com 100% de parentais adaptados, se concentram as melhores médias, ocorrendo contrastes a 1% de probabilidade principalmente entre cruzamentos das duas cadeias.

Para o caráter PCS, entre os parentais ocorreram muitas diferenças ao nível de 1%, onde o maior PCS (18,8g) foi estimado em GO 79-1030 e não contrastou com as médias de FT 81-2706 (17,2g), Paraná-s (17,0g), Kirby (16,2g), SOC 81-76 (16,3g), Foster (17,3g), Paranagoiana (16,3g), Jackson 4028-s (18,0g), FT 81-2129 (17,8g), Cobb (17,1g), PI 200.521 (16,8g), SOC 81-216 (16,3g), Bossier-s (16,8g), BR 80-15725-B-s (16,0g), DC 79-7 (16,7g) e BR-9 (16,9g); a maioria destes cruzamentos pertencem à cadeia com 50% de parentais exóticos. Também se constatou uma considerável variância e amplitude de dados entre plantas dos parentais, indicando forte efeito ambiental nas plantas espaçadas, frequentemente com desvios de 1 a 2 gramas e amplitudes quase iguais àquelas dos cruzamentos.

Para PCS, as diferenças entre as médias dos cruzamentos foram menores que entre os parentais, mas ainda assim ocorreram alguns contrastes significativos ao nível de 1%. As médias mais elevadas agrupadas estatisticamente foram:

FT-2	x	N 82-7264-s	:	18,1g
Paranagoiana	x	Jackson 4028-s	:	18,1g
IAC-9	x	GD 79-1030	:	15,1g
GD 79-1030	x	Cristalina-s	:	15,1g
UFV-2	x	GD 81-8491	:	15,0g
BR-11	x	FT-8	:	15,0g
UFV-1	x	Bienville	:	14,9g
BR-8	x	PI 200.521	:	14,8g
UFV-4	x	BR 80-16309	:	14,8g
GD 81-8491	x	BR 80-15725-B-s	:	14,5g
GD 81-11.094	x	BR-11	:	14,0g
EMGOPA-301	x	IAC-9	:	13,8g
IAC-6	x	UFV-4	:	13,8g
Cristalina-s	x	IAC-6	:	13,1g

Houve também uma tendência de maiores médias de PCS estarem associadas a maiores variâncias e amplitude de dados, como pode ser observado na cadeia com 50% de parentais exóticos, nos cruzamentos com média acima de 16g.

4.3.4. Produção de grãos, teor de óleo e produção de óleo por planta

Estimativas de médias, variâncias e amplitude de dados de parentais e progênes F_2 , para os caracteres produção de grãos por planta (PG), teor de óleo nos grãos (%OL) e produção de óleo por planta (PO), estão apresentadas nas Tabelas 18, 19 e 20, respectivamente.

O caráter PG mostrou diferenças ao nível de

1%, entre os parentais. O parental UFV-4 foi o mais produtivo, com média de 155,5 g/planta; estatisticamente, agrupou-se com Andrews Púrpura (121,5g), N B2-2764-s (136,8g), Paranagoiana (136,3g), SOC 81-216 (118,5g), UFV-Araguaia (132,4g) UFV-2 (114,6g), GO 81-11.094 (113,9g), BR-9 (117,5g), EMGOPA-301 (145,3g), IAC-9 (122,0g), Cristalina-s (139,7g) e IAC-6 (134,7g). A menor PG foi apresentada pela PI 371.610 (13,1g); portanto há grande variação de PG entre os parentais.

Entre os cruzamentos, as maiores médias de PG semelhantes estatisticamente são:

Cristalina-s	x	IAC-6	:	141,3g
SOC 81-216	x	Andrews Púrpura	:	112,4g
UFV-2	x	GO 81-8491	:	116,8g
GO 81-8491	x	BR 80-15725	:	102,2g
Planalto-s	x	GO 81-11.094	:	105,4g
GO 81-11.094	x	BR-11	:	139,5g
BR-11	x	FT-8	:	115,6g
BR-9	x	EMGOPA-301	:	136,8g
EMGOPA-301	x	IAC-9	:	138,9g
IAC-9	x	GO 79-1030	:	137,6g
GO 79-1030	x	Cristalina-s	:	109,3g
IAC-6	x	UFV-4	:	131,0g
UFV-4	x	BR 80-16309	:	107,4g

O cruzamento FT 81-2706 x PI 371.610 com PG de 43,2 g/planta, foi a menor média do experimento, com outros 18 cruzamentos estatisticamente semelhantes; vários destes cruzamentos são contrastantes ao nível de 1% com o grupo mais produtivo. Um outro fato observado é que a magnitude das variâncias está muito associada ao parental utilizado no cruzamento, como é o caso de Paranagoiana e GO 81-8491; em geral, o valor da média tem pequena influência na variância.

Com o caráter %O ocorreram muitas diferenças ao nível de 1% entre parentais, embora a dispersão de médias não tenha sido grande em função do alto teor de óleo dos parentais. O parental que mais se destacou em %O (27,6%) foi BR 80-15.725-s que esteve estatisticamente acima dos demais parentais ao nível de 1%. A seguir vem parentais com %O próxima de 25,8%, FT 81-2706 e Cobb, que não diferiram de outros 22 parentais. A menor %O (22,7%) foi observado na PI 371.610, que agrupa estatisticamente os restantes 15 parentais.

A dispersão de médias nos cruzamentos foi um pouco menor para o caráter %O, mas ainda assim ocorreram diferenças ao nível de 1% entre progênies F_2 . Estão agrupadas as melhores progênies do experimento como segue:

GO 81-8491	x	BR 80-15725-B-s	: 26,7%
N 82-2764-s	x	SOC 81-127-s	: 25,6%
SOC 81-76	x	Foster	: 25,6%
Cobb	x	BR-8	: 25,8%
BR 80-15725-B-s	x	Planalto-s	: 25,5%
Planalto-s	x	GO 81-11094	: 25,2%
OC 79-7	x	BR-9	: 25,3%
BR-9	x	EMGOPA-301	: 25,2%

O valor mais baixo foi 23,2% no cruzamento FT 79-3408 x AX 53-55-s, agrupado a outros 26 cruzamentos; portanto, ocorre uma concentração de cruzamentos nesta faixa de %O em relação ao extremo superior da amplitude. A magnitude das variâncias se mostrou relativamente uniforme; entretanto, os cruzamentos com alto teor de óleo foram caracterizados por uma amplitude concentrada em valores altos.

Para o caráter PO, também ocorreram muitas diferenças, ao nível de 1%, entre parentais. A maior média de produção de óleo foi 39,6 g/planta no parental UFV-4, seguido de EMGOPA-301 (38,5g), Cristalina-s (35,3g), N 82-

2764-s (33,9g), Paranagoiana (33,7g), UFV-Araguaia (32,2g), BR-11 (31,8g), IAC-6 (31,7g), BR 80-15.725-B-s (30,3g), Andrews Púrpura (29,7g), GO 81-8491 (29,6g), BR-9 (29,5g) e SDC 81-216 (29,4g), sem contrastes significativos. O parental PI 371.610 apresentou a menor média de PO (3,8 g/planta) não diferindo ao nível de 5% de FT 81-2.706 (12,7g), Paraná-s (10,2g), Kirby (12,6g), FT-2 (12,7g), SDC 81-127-s (13,1g), Wright (11,3g), FT 79-3408 (10,7g), Jackson 4028-s (12,6g), Bienville (13,0g) e Planalto-s (13,0g).

Entre os cruzamentos foram observados muitos contrastes ao nível de 1%, apesar da menor dispersão de médias em relação aos parentais. As maiores médias foram agrupadas estatisticamente como segue:

BR-9	x	EMGOPA-301	: 35,0g
SDC 81-216	x	Andrews Púrpura	: 26,9g
UFV-2	x	GO 81-8491	: 28,9g
GO 81-11.094	x	BR-11	: 33,6g
BR-11	x	FT-8	: 28,6g
OC 79-7	x	BR-9	: 25,1g
EMGOPA-301	x	IAC-9	: 33,3g
IAC-9	x	GO 79-1030	: 33,6g
GO 79-1030	x	Cristalina-s	: 26,5g
Cristalina-s	x	IAC-6	: 33,3g
IAC-6	x	UFV-4	: 31,1g
UFV-4	x	BR 80-16.309	: 26,4g

A menor média foi obtida pelo cruzamento Paraná-s x Kirby, com 10,9 g/planta, não diferindo de outros 18 cruzamentos. Na literatura, não foram encontrados trabalhos com CEC e CGC para produção de óleo em soja, apenas para teor de óleo. Observando as médias obtidas no caráter PO, também se nota que os parentais influenciaram bastante o desempenho de suas progêneses F_2 , especialmente em relação aos parentais EMGOPA-301, IAC-9, IAC-6 e GO 81-11.094. Ana-

lizando as médias do caráter PG, nota-se forte correlação com PE, indicando o grande peso de PE na composição da média de PG. Em face disto e considerando que foi obtida para PG uma boa relação CGC/(CGC + CEC), igual a 88,75% (FREIRE FILHO, 1988), e que os mesmos parentais se destacaram tanto em PO quanto em PG, pode-se inferir que a CGC é importante para o caráter PO. No caráter %O, talvez em função de todos os parentais serem de alto teor de óleo, não há pareamentos frequentes de cruzamentos envolvendo um parental comum com desempenho superior. O único caso mais visível ocorreu no parental BR 80-15.725-B-s, que possui extraordinário teor de óleo (27,6%) e que em seus cruzamentos, o componente aditivo deve ter tido grande influência. Na literatura os dados são contraditórios, uma vez que LEFFEL & WEISS (1958) obtiveram apenas CEC significativa para %O e SABBOUH & EDWARDS (1985) encontraram apenas CEC significativa. O único consenso que existe é que o caráter tem predominância de efeitos aditivo e epistático aditivo x aditivo, como já discutido na revisão bibliográfica, o que corresponde à CGC.

Em vista dos resultados das médias nas cadeias, e do fato que a cadeia com S=2 não é balanceada para testes paramétricos, sugere-se o desenvolvimento de testes não paramétricos para capacidade geral de combinação, agrupando-se os cruzamentos dois a dois em um dialelo completo, e testá-lo com relação à CGC obtida no dialelo.

Em termos de variância os caracteres PG e PO apresentaram alguns cruzamentos com valores elevados, destacando-se AX 53-55-s x Paranagoiana com 5272,8g² para PG e 298,67g² para PO. O cruzamento em questão não mostrou médias muito elevadas para PG (87,4g) e PO (20,7g), mas a amplitude de dados mostra a boa potencialidade do cruzamento com indivíduos ultrapassando valores obtidos em cruzamentos com médias superiores. Também neste caso, o parental Paranagoiana parece ter influenciado a variância do cruzamento; fato semelhante também ocorreu em relação à GO 81-8491,

Cristalina-s e IAC-6, em PD, PG e outros caracteres.

4.4. Herdabilidade no sentido amplo

4.4.1. Caracteres relacionados ao florescimento

Os dados de herdabilidade dos caracteres número de dias para o florescimento (NDF) e altura da planta no florescimento (APF), assim como as médias, variâncias e amplitudes dos dados para parentais e cruzamentos, estão nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

Observa-se na Tabela 10, que a herdabilidade no sentido amplo do caráter NDF, variou de 29,26 a 98,66; com média de 74,58%; estes valores estão muito próximos dos obtidos por outros autores (ANAND & TORRIE, 1963; KWON & TORRIE, 1964; TOLEDO & KIIHL, 1982; CHAUDHAN & SINGH, 1984; DESTRO *et alii*, 1987 e FREIRE FILHO, 1988). Cerca de dez cruzamentos apresentaram herdabilidade acima de 90% e apenas quatro abaixo de 50%; nestes casos, os cruzamentos envolveram parentais de mesmo ciclo de florescimento; da mesma forma as maiores herdabilidades na maioria dos casos se relacionaram a diferenças de ciclo entre parentais, provocando grande amplitude de variação na progênie F_2 .

Reunindo-se os dados de médias e herdabilidade para NDF dos cruzamentos 29x30, 13x14 e 14x15, em que envolveram parentais com genes para período juvenil longo, observou-se que as médias aproximaram-se mais do parental precoce e as herdabilidades foram altas (89,79 a 98,66%). Portanto, o caráter período juvenil longo deve ser recessivo e governado por poucos genes. Resultados semelhantes foram encontrados por DESTRO (1991).

No caráter APF, a herdabilidade variou de 20,73 a 82,63, com média de 51,74. Este resultado está dentro do que DESTRO *et alii* (1987) conseguiram (0,0 a 90,0%) e próximo ao obtido (87,8%) por FREIRE FILHO (1988). Herdabilidades altas foram mais freqüentes na cadeia de cruzamentos com 100% de parentais adaptados, sendo que ocorreu o mesmo com as amplitudes de variação e variâncias dentro das progênes.

4.4.2. Caracteres relacionados à maturidade

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo, assim como as médias e variâncias dos parentais e progênie F_2 . Para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM) e altura da planta na maturidade (APM), estão apresentadas nas Tabelas 12, 13 e 14, respectivamente.

No caráter NDM, as estimativas de herdabilidade variaram de 22,32 a 98,61%, com média de 66,66%. Estes resultados estão muito próximos aos obtidos por outros autores (MAHMUD & KRAMER, 1951; HANSON & WEBER, 1962; ANAND & TORRIE, 1963; e KWON & TORRIE, 1964). Cerca de 13 cruzamentos obtiveram herdabilidade baixa, mostrando que na maioria dos casos a herdabilidade é satisfatória. Verificou-se que os cruzamentos Paranagoiana x Jackson 4028-s, AX 53-55 x Paranagoiana, GO 81-11094 x BR-11 e BR-11 - FT-8, as amplitudes e variâncias do NDM foram excepcionais, atingindo várias classificações. Isto parece estar associado a grandes diferenças entre os parentais com relação a este caráter; além disso, os genótipos Paranagoiana e BR-11 possuem período juvenil longo (NISSELLI JUNIOR, 1981), que é controlado por alelos recessivos, cuja segregação deve ter contribuído muito na amplitude de variação, como também foi observado no caráter NDF (Tabela 10). Entretanto, o período juvenil longo não é o único mecanismo envolvido até a maturidade; vários genes controlam o desenvolvimento da planta havendo indícios de que ocorrem outros contrastes entre os parentais.

O caráter NIM apresentou uma grande variação de estimativas de herdabilidade (6,79 a 84,95) com média de 58,10%, valor próximo dos 63% obtidos por JOHNSON *et alii* (1955a) e abaixo dos 94,7% obtidos por FREIRE FILHO (1988) e dos 77,0% obtidos por KAW & MENON (1983); apesar disto, vários cruzamentos se colocaram entre estes valores. Os pa-

parentais que mais se destacaram em variabilidade para NIM foram Planalto-s, GO 81-11.094, BR-11, FT-8, GO 81-8.491 e UFV-4, conforme se observou nas progênies dos cruzamentos em que estão envolvidos.

Os resultados obtidos para o caráter APM, foram semelhantes àqueles do caráter NIM, devido à forte associação entre estes dois caracteres. No entanto, os níveis de herdabilidade no sentido amplo foram mais elevados no caráter APM. A menor estimativa foi de 38,03 e a maior 91,45% girando em torno da média 72,24%. ANAND & TORRIE (1963) obtiveram valores que variaram de 55,0 a 94,0%. CHAUHAN & SINGH (1984) de 34,0 a 80,0%; KWON & TORRIE (1964) de 37,0 a 79,0%; JOHNSON *et alii* (1955a) de 61,0 a 81,0% e MAHMUD & KRAMER (1951) de 35,0 a 91,0%. Os resultados obtidos neste estudo, para APM, portanto, estão em acordo com a literatura. Os mesmos parentais apontados em NIM (Planalto-s, GO 81-11.094, BR-11, FT-8, GO 81-8.491 e UFV-4), também apresentaram excelente expressão de variabilidade em seus cruzamentos, assim como médias elevadas.

4.4.3. Acamamento, valor agrônomo e peso de cem sementes

Não foi possível obter as estimativas de herdabilidade no caráter acamamento (Ac) devido a um erro experimental muito grande, ocorrendo várias estimativas negativas. Este problema deve ocorrer em função do sistema de cultivo em covas, no qual o espaçamento entre plantas de 60x60cm deve ter exposto as mesmas à ação de um maior número de fatores ambientais, conforme já discutido no item 4.4.3.1. As estimativas de herdabilidade no sentido amplo, assim como médias, variâncias e amplitude dos dados de parentais e progênies F_2 , para os caracteres valor agrônomo (VA) e peso de cem sementes (PCS), estão respectivamente nas Tabelas

16 e 17.

As estimativas de herdabilidade para o caráter VA giram em torno da média 61,64 (41,70 a 85,65%), um pouco abaixo dos 80,40% obtidos por FREIRE FILHO (1988). Neste caráter é mais comum encontrar grande variabilidade em cruzamentos específicos.

No caráter PCS, a média das estimativas de herdabilidade está em 59,78, variando de 31,71 a 83,50, dentro dos limites das estimativas obtidas por: DESTRO *et alii* (1987), 15,2 a 72,4; OLIVEIRA *et alii* (1988), 43,6 a 74,7. Na cadeia com 50% de material exótico, observou-se a maior variabilidade para PCS em vários cruzamentos, exatamente o oposto do que se observou em NDF, APF, NDM, NIM, APM e VA. É provável que esteja relacionado aos maiores PCS dos parentais desta cadeia, incluindo materiais adaptados.

4.4.4. Produção de grãos, teor de óleo e produção de óleo por planta

As médias, variâncias e amplitudes de dados de parentais e progênes F_2 , assim como as estimativas de herdabilidade no sentido amplo para os caracteres produção de grãos por planta (PG), teor de óleo nos grãos (%OL) e produção de óleo por planta (PO), estão apresentadas nas Tabelas 18, 19 e 20 respectivamente.

Para PG a variação dos dados de herdabilidade foi grande, começando por 20,77 e indo até 91,62, com uma concentração de estimativas em torno da média 57,30%. Sete cruzamentos estão acima de 80,0 e nove abaixo de 40,0.

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se aceitar que as influências ambientais foram comuns a todos os genótipos, a grande varia-

ção nas estimativas de herdabilidade permite a seleção de cruzamentos com maior potencial de desenvolvimento de linhagens superiores, conforme será discutido mais adiante.

Na literatura também se observa uma ampla variação de estimativas de herdabilidade para PG. ANAND & TORRIE (1963) obtiveram estimativas que variaram de 23,0 a 50,0%; DESTRO *et alii* (1987) de 0,0 a 90,0%; CHAUHAN & SINGH (1984) de 50,0 a 90,0%; HANSON & WEBER (1962) de 40,0 a 53,0%; JOHNSON *et alii* (1955a) de 25,0 a 40%; KWON & TORRIE (1964), de 3,0 a 10,0%; MAHMUD & KRAMER (1951) de 43,0, 67,0 e 76,0%.

Dentro deste estudo verifica-se cruzamentos com boa amplitude e variabilidade e, conseqüentemente, com bom potencial de obtenção de linhagens superiores, o que será discutido mais adiante.

Para o caráter %OL (teor de óleo nos grãos) a média de herdabilidade foi 60,23% (36,67 até 79,44%), com 13 dos 40 cruzamentos com valores acima de 70,0%. Apesar de apresentar valores altos de herdabilidade o caráter mostrou uma dispersão pequena. Aparentemente existe um número limitado de genes controlando a herança da %OL, fato que minimizaria as influências ambientais. Além disso, o fato dos parentais terem sido selecionados para alta %OL, deve ter diminuído o contraste entre eles, de maneira a também minimizar as influências ambientais. Em favor desta idéia, pode-se também recorrer dos valores baixos de CV (2,46% em látice, Tabela 5; 2,65% em blocos casualizados, Tabela 8).

Na literatura as estimativas de herdabilidade para %OL também são muito variáveis: 49 a 59% (WEBER & MORTHY, 1952); 47 a 84% (SHORTER *et alii*, 1976); 28% (BURTON & BRIM, 1981); 40 a 41% (CIANZIO *et alii*, 1985); 57 a 68% (MCKENDRY *et alii*, 1985). De acordo com estas informações, as estimativas obtidas neste trabalho foram muito sa-

tisfatórias. No caráter PO, que é uma consequência do produto de PG e %DL, a estimativa média foi 61,44%, a mais baixa foi 27,32% e a mais alta 91,76%, com 15 estimativas acima de 70,0%. SHORTER *et alii* (1976) obtiveram estimativas de 49,0 a 77,0%, mostrando que os resultados são relativamente concordantes. Outro fato que ocorreu é a associação das estimativas de herdabilidade de PG e PO, mostrando que o caráter PG tem grande influência nos dados de PO porque o caráter %DL tem pequena variação. Realmente, nos caracteres PG e PO, há coincidência entre os cruzamentos com as melhores médias, variâncias e amplitude de variação, os quais estão associados a parentais tais como Paranagoiana, Jackson 4028-s, SOC 81-216, UFV-2, GO 81-8491, FT-8, OC 79-7 e BR-9. Ocorrem ainda, alguns casos específicos, tais como os cruzamentos GO 79-1030 x Cristalina-s e IAC-6 x UFV-4, nos quais há grande coincidência entre PG e PO.

Analisando em conjunto a discussão sobre estimativas de herdabilidade, notam-se parentais e cruzamentos com bom potencial de seleção. Alguns dos caracteres (APM , VA e PG) têm pequeno valor de herdabilidade no sentido restrito, de acordo com o que foi relatado na revisão de literatura, mas deve-se ressaltar que em gerações precoces há alto grau de heterozigosidade e, com o avanço das autofecundações, o componente aditivo é ampliado em detrimento do dominante. No caso da PG, o componente epistático aditivo x aditivo torna-se superior ao aditivo (HANSON & WEBER, 1961 , 1962).

4.5. Heterose, heterobeltiose e heterose padrão

4.5.1. Caracteres relacionados com o florescimento

Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes de médias, para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF) e altura da planta no florescimento (APF), estão apresentadas nas Tabelas 21 e 22, respectivamente.

A heterose do NDF foi negativa em 20 cruzamentos e positiva em 19, sendo a magnitude das positivas menor que das negativas. A tendência de heterose negativa sugere que os alelos para precocidade são dominantes sobre os alelos para florescimento tardio apesar da heterose média não significativa (Tabela 6). Ocorreu neste experimento uma heterose positiva e significativa no cruzamento PI 371.610 x Paraná-s. Isto talvez se deva ao fato da PI 371.610 ser extremamente precoce; de fato, o cruzamento FT 81-2706 x PI 371.610 também apresentou heterose positiva.

Quanto à heterobeltiose baseada no parental mais tardio, a proporção de valores negativos aumentou ainda mais, confirmando a tendência observada na heterose; novamente, o cruzamento PI 371.610 x Paraná-s é elevado e positivo na heterobeltiose em relação ao parental mais tardio. Com base no parental mais precoce, a heterobeltiose foi predominantemente elevada e positiva, demonstrando que a maioria das progênes apesar de tenderem à precocidade, ainda são intermediárias em relação aos parentais. Mesmo assim, algumas heterobeltioses elevadas e negativas são observadas, principalmente com parentais tardios como o IAC-6 e UFV-4.

Pelo modelo de MATHER & JINKS (1984), o componente aditivo (a) corresponde à metade do diferencial entre os parentais, e o dominante (d) corresponde à diferença entre os parentais e a média teórica da progênie F_1 . Observando os dados do componente dominante para NDF (Tabela 21), nota-se que, grande maioria de componentes negativos, alguns de valor considerável, se comparados aos aditivos. Estes componentes foram responsáveis por todas as heterobeltioses negativas para o parental mais precoce. Onde ocorreram componentes aditivos altos, os cruzamentos foram intermediários aos parentais.

A heterose padrão medida em relação ao cultivar Cristalina-s (tardio) mostrou a tendência da cadeia com 50% de parentais exóticos, ser mais precoce em seus cruzamentos, apesar de que os parentais adaptados utilizados também eram mais precoces nesta cadeia. A ampla gama de variações em NDF entre os cruzamentos, aliada às boas estimativas de herdabilidade, favorece a escolha de progênies com ciclo desde super precoce até super tardio, incluindo-se alguns descendentes com período juvenil longo, que seriam indicados para condições tropicais e/ou para safrinha de inverno no Estado de São Paulo.

Também foram negativas em sua maioria as estimativas de heterose para o caráter APF, em concordância com os dados de HIROMOTO (1990) e DESTRO (1991) e contrastando com as observações de FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989). A APF parece estar bem relacionada à NDF, pois as heteroses obtidas são coincidentes em sinal e magnitude, como é o caso do cruzamento PI 371.610 x Paraná-s, que mostrou a maior heterose positiva nos dois caracteres e considerável componente dominante na média da progênie. Observa-se também valores elevados de componente aditivo na cadeia com 100% de parentais adaptados, onde se no-

tam maiores contrastes entre os parentais dos cruzamentos.

Com uma heterose média significativa para APF (Tabela 6), a heterobeliose acentuou esta expressão. De fato, ocorreram apenas cinco cruzamentos com heterobeliose positiva, sendo a maior de 26,6% para PI 371.610 x Paraná-s; a heterobeliose mais negativa (-60,41%) ocorreu no cruzamento UFV-4 x BR 80-16.309. Analisando a heterose padrão, apenas seis cruzamentos apresentaram APF acima do cultivar Cristalina-s: GO 81-11.094 x BR-11 (5,47%), BR-9 x EMGOPA-301 (24,77%), EMGOPA-301 x IAC-9 (19,94%), IAC-9 x GO 79-1030 (21,06%), GO 79-1030 x Cristalina-s (4,66%) e Cristalina-s x IAC-6 (14,84%). Entre estes, as melhores herdabilidades no sentido amplo ficaram com IAC-9 x GO 79-1030 (62,16%) e GO 79-1030 x Cristalina-s (62,62%), o que leva a inferir sobre o grande potencial do parental GO 79-1030 para o caráter APF, que é um importante componente da produção em soja. Os cruzamentos deste parental têm um comportamento tardio em NOF, mas as herdabilidades são altas para o caráter, permitindo certa flexibilidade na seleção para ciclo.

4.5.2. Caracteres relacionados à maturidade

Estimativas de heterose, heterobeliose e componentes de médias para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM) e altura da planta na maturidade (APM), estão apresentadas nas Tabelas 23, 24 e 25, respectivamente.

No caráter NDM, a heterose tendeu a ser intermediária entre os parentais, como no caso de PASCHAL II & WILCOX (1975), FREIRE FILHO (1988) e NASSI (1989). Já KAW & MENON (1979), HIROMOTO (1990) e DESTRO (1991) estimaram valores negativos na maioria dos casos. As estimativas de heterobeliose negativa em relação aos parentais mais tardios

e de heterobeltiose positiva em relação aos parentais mais precoces caracterizam bem esta tendência. Na maioria dos cruzamentos, o componente aditivo mostrou valores elevados. Ocorreram poucos cruzamentos com componente dominante alto para NDM. Porém, a heterose média para NDM foi significativa (Tabela 6).

Os dados de heterose padrão mostram que a maioria dos cruzamentos são mais precoces que o cultivar Cristalina-s, o que faz sentido uma vez que este cultivar é tardio. Na cadeia de cruzamentos contendo 100% de parentais adaptados, as variâncias e amplitude de dados são maiores do que na cadeia com 50% de parentais exóticos, indicando maior possibilidade de escolha para ciclo de maturidade.

A média das estimativas de heterose para NIM foi de -0,21%, variando desde -42,25% até +29,25%. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por FREIRE FILHO (1988), mas as heteroses positivas ou negativas não estavam relacionados com hábito de crescimento dos parentais, e sim com a expressão da progênie: progênies contendo plantas com hábito indeterminado ou semi-determinado, mostraram heterose positiva; já as progênies com plantas de hábito de crescimento determinado mostraram heterose negativa para NIM. Na pesquisa de DESTRO (1991) predominaram heteroses negativas, quando os cruzamentos envolveram soja tipo alimento, de hábito determinado e ciclo precoce, com soja tipo grão e período juvenil longo (tardio).

Foram obtidas heterobeltioses positivas e significativas para NIM nos cruzamentos PI 371.610 x Paraná-s (21,94%), IAC-9 x GO 79-1.030 (19,46%) e Cristalina-s x IAC-6 (18,33%), ao nível de 5% de probabilidade, e outras não significativas em FT 81-2.706 x PI 371.610 (17,63%), GO 79-1.030 x Cristalina-s (9,20%) e OC 79-7 x BR-9 (6,54%). Dentre estes cruzamentos, heteroses padrões positivas elevadas ocorreram em OC 79-7 x BR-9 (16,95%) e Crisiali-

na-s x IAC-6 (22,41%). Entretanto, a maior heterose padrão foi obtida pelo cruzamento GO 81-11.094 x BR-11 (31,32%), que não apresentou heterobeltiose significativa mas apresentou média, variância e herdabilidade elevadas para NIM, isto porque os parentais já apresentavam as maiores médias de entrenós do experimento. A grande maioria dos demais cruzamentos apresentou heterose padrão negativa.

Para o caráter APM, também houve distribuição de valores negativos e positivos de heterose, com uma tendência para o negativo, como atesta a média -3,41%. O maior valor foi de 46,08% de PI 371.610 x Paranã-s e o menor de -55,45% de N 82-2764-s x SOC 81-127-s. Resultados semelhantes foram obtidos por KAW & MENON (1979), HIROMOTO (1990) e DESTRO (1991) enquanto que vários autores obtiveram heterose média positiva (WENTZ & STEWART, 1924; VEATCH, 1930; WOODWORTH, 1933; WEBER *et alii*, 1970; CAMPOS 1979; CHAUHAN & SINGH, 1982; KUNTA *et alii* (1985); FREIRE FILHO, 1988). O que parece ter influenciado as estimativas negativas foi a presença de 50% de material exótico; este fato foi considerado por DESTRO (1991) como sendo devido a não adaptação das progênies derivadas de parentais exóticos. Quando os parentais são todos adaptados, a tendência da heterose é ser positiva.

Prevaleceu mais heterobeltioses negativas no caráter APM. Resultados semelhantes foram obtidos por WEBER *et alii* (1970), CAMPOS (1979), FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989), embora fossem obtidas heterobeltioses positivas por VEATCH (1930), CHAUDHARY & SINGH (1974) e KUNTA *et alii* (1985). Houve, entretanto, algumas heterobeltioses positivas elevadas, que foram dos cruzamentos PI 371.610 x Paranã-s (42,91%), OC 79-7 x BR-9 (25,24%), FT 81-2706 x PI 371.610 (24,83%) e Cristalina-s x IAC-6 (23,22%). Dentro deste grupo, os cruzamentos OC 79-7 x BR-9 e Cristalina-s x IAC-6, são os que apresentaram heterose pa-

drão positiva de grande magnitude, exibindo assim elevados componentes dominantes nas médias. A heterose padrão mais alta, no entanto, foi do cruzamento GO 81-11.094 x BR-11, cujas heterose e heterobeltiose não foram grandes em função de médias elevadas dos parentais. Este cruzamento apresentou também boa variação e herdabilidade no sentido amplo, demonstrando elevado potencial de seleção para o caráter.

4.5.3. Acamamento, valor agronômico e peso de cem sementes

Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes de médias, para os caracteres acamamento (Ac), valor agronômico (VA) e peso de cem sementes (PCS), são apresentadas nas Tabelas 26, 27 e 28, respectivamente.

No caráter acamamento (Ac), em função do elevado erro experimental, as heteroses estimadas foram sem magnitude em sua maioria, apesar da heterose média ser significativa (Tabela 7). Porém, os valores obtidos mostraram um equilíbrio entre heteroses positivas e negativas, com tendência para negativas como demonstra a média 4,68, isto é, as progênes tendem a um menor acamamento semelhante ao obtido por FREIRE FILHO (1988), enquanto que NASS (1989) obteve valores positivos. HIROMOTO (1990) analisando estes resultados, conclui que a diferença de resultados dos autores pode ser atribuída ao grupo de maturidade dos genótipos, relacionado ao porte, e ao tipo de parcela utilizado.

Em comparação com os resultados de heterose, a heterobeltiose do caráter Ac obteve poucos resultados significativos. A maioria das heterobeltioses foram positivas, mas ocorreram 16 negativas, geralmente associadas à presen-

ça de um parental com maior nota de acamamento, indicando o controle recessivo do acamamento, como mostram os componentes dominantes negativos de elevada magnitude. FREIRE FILHO (1988) também obteve estes resultados, mas PASCHAL II & WILCOX (1975) relatam que não obtiveram nenhuma F_1 que superasse o parental mais resistente e as progênies F_1 tenderam a ser intermediárias entre os parentais. Esta controvérsia só é desfeita por outros resultados apresentados na literatura que aponta a ação gênica aditiva como o componente mais importante do Ac (BRIM & COCKERHAM, 1961; HANSON & WEBER, 1962; HANSON *et alii*, 1967; CROISSANT & TORRIE, 1971) o que explica a expressão de dominância em apenas alguns casos e a ocorrência de vários cruzamentos intermediários.

Entre os valores de heterose padrão são encontrados valores negativos significativos, indicando maior resistência ao acamamento dos cruzamentos em relação ao cultivar Cristalina-s, com poucas exceções. Isto é mais evidente em cruzamentos com material exótico de ciclo precoce. Apesar das limitações das estimativas de herdabilidade no sentido amplo, estes resultados de heterose padrão apontam certa potencialidade destes cruzamentos para resistência ao acamamento. Os cruzamentos de maior acamamento não diferiram do padrão, e apresentaram elevados valores de APM, caráter muito associado ao Ac.

Para o caráter VA, as heteroses tenderam a ser intermediárias de baixa magnitude tanto com sinal negativo quanto positivo. Esta concentração de valores intermediários é confirmado pelos valores negativos de heterobeltiose maiores em relação à heterose, aliado aos poucos valores de componente dominante que ultrapassavam a média das aditivas. Idêntico resultado foi obtido por FREIRE FILHO (1988), mas este autor alerta para o fato de VA, ser uma escala visual onde se associam vários caracteres agromorfológicos e que BRIM (1973) indica que a avalia-

ção visual é efetiva para caracteres de alta herdabilidade. Tanto é que HIROMOTO (1990) apresentou predominância de heteroses negativas e DESTRO (1991) obteve tanto heteroses negativas como positivas significativas. O que há em comum nestes autores é a heterose negativa, sugerindo que talvez haja uma dominância parcial para valores baixos. Para o método do "Pedigree" ou genealógico, o VA é um caráter importante nas fases iniciais de seleção, mas fica o alerta com relação a eventuais vigores de heterose que são perdidos em gerações subsequentes de autofecundação.

Só ocorreu uma heterobeltiose positiva considerável em VA, os maiores valores foram obtidos pelos cruzamentos FT 81-2706 x PI 371.610 (35,71%), PI 371.610 x Paraná-s (24,90%), Jackson 4028-s x FT 81-2129 (14,85%) e Cristalina-s x IAC (22,03%), sendo o último de boa magnitude também para heterose parental (22,03%), isto é, em relação ao próprio parental. Quanto às demais heteroses padrões positivas, ainda ocorreram nos cruzamentos UFV-2 x GO 81-8491 (12,34%), GO 81-8491 x BR 80-15725-B-s (17,50%), DC 79-7 x BR-s (11,72%), GO 81-11094 x BR-11 (29,69%), BR-9 x EMGOPA-301 (27,03%) e EMGOPA-301 x IAC-9 (11,88%). Com exceção do último cruzamento, todos acima também apresentaram boa variância e herdabilidade no sentido amplo, cujas progênes são indicadas para seleção do caráter VA.

No caráter PCS as heteroses em sua maioria foram positivas, com uma heterose média de 4,95%. Analisando as componentes aditivas e dominantes nota-se valores do componente dominante que ultrapassam bastante a média do aditivo, valores estes freqüentemente positivos. Estes dados são concordantes com os obtidos por CAMPOS (1979), mas discordam dos obtidos por CHAUHAN & SINGH (1984), RAUT *et alii* (1988) e HIROMOTO (1990), que tiveram tendência negativa.

Analisando agora as heterobeltioses para PCS do experimento em relação ao parental de semente maior, no-

ta-se que a tendência positiva persiste, apesar das diferenças positivas elevadas diminuírem e algumas negativas se tornarem altas. Isto mostra claramente a tendência do cruzamento apresentar PCS mais próximo do parental de semente grande. Em termos de heterobeltiose, chamaram a atenção os cruzamentos FT-2 x N 82-2764-s (31,97%) e FT 79-3408 x AX 53-55-s (29,37%), que foram de grande magnitude, aumentando consideravelmente o PCS com 18,1g e 18,0g respectivamente, em relação às médias dos parentais que giram em torno de 15,5g, aproximadamente. Estes cruzamentos podem ser objeto de estudo de soja para alimentação humana, em função das propriedades que grãos grandes trazem (DESTRO, 1991). Outro fato a ser relatado é a tendência de cruzamentos entre pais muito contrastantes mostrarem PCS intermediário como é o caso dos cruzamentos IAC-9 x GO 79-1.030 e GO 79-1.030 x Cristalina-s que tiveram heteroses não significativas e heterobeltioses negativas altamente significativas.

Em função de pequeno PCS do padrão Cristalina-s, a maioria dos cruzamentos e, em especial os com material exótico, apresentaram heterose padrão positiva e de grande magnitude, mostrando maior potencial de seleção de grãos com peso médio a alto, embora haja alguns cruzamentos com boa proporção de PCS pequenos como é o caso do BR 80-16.309 x UFV-1.

4.5.4. Produção de grãos, teor de óleo nos grãos e produção de óleo por planta

Dados referentes a heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes de médias, para os caracteres produção de grãos por planta (PG), teor de óleo nos grãos (%OU) e produção de óleo por planta (PO), estão apresen-

tadas nas Tabelas 29,30 e 31, respectivamente.

As estimativas de heterose para o caráter PG variaram de -104,87% (N 82-2764-s x SOC 81-127-s) até o valor +175,64% (PI 371.610 x Paraná-s), com uma média de $6,81 \pm 44,29\%$, mostrando uma pequena tendência positiva em vista da amplitude de heteroses obtidas. Na literatura consultada todos os resultados médios de heterose, geralmente obtidos a partir da produção em gramas por planta, são positivos e apresentam grande variação. WENTZ & STEWART (1924) obtiveram média de 171,8%; VEATCH (1930), 35,5%; WOODWORTH (1933), 93,7%; WEBER *et alii* (1970), 25,71%, CAMPOS (1979), 19,0%; CHAUHAN & SINGH (1982), 48,4% e MEHTA *et alii* (1984), 26,4%. Os dados deste trabalho foram mais concordantes com os obtidos por FREIRE FILHO (1988), apresentando uma média de $5,2 \pm 38,0\%$. Ocorreram ainda valores negativos, como é o caso de DESTRO (1991) onde todas as estimativas foram negativas e HIRODMOTO (1990), com média de $-47,5 \pm 24,08\%$ ocorrendo alguns valores positivos. É interessante notar que nestes dois últimos trabalhos, as produções obtidas foram baixas para todos os cruzamentos em relação ao obtidos neste experimento e, em FREIRE FILHO (1988) onde, nas progênies F_2 , os indivíduos inferiores sofrem uma pressão muito grande, diminuindo a expressão da heterose por não serem capazes de competir por poucos nutrientes e ou água com plantas vigorosas ao seu lado. Nestas condições, progênies F_1 são mais eficientes pela homogeneidade genética, outra opção é utilizar plantas espaçadas, como neste experimento para progênies F_2 .

A média de heterobeltiose para PG no experimento foi de $-10,8 \pm 34,36\%$, valor este próximo ao obtido por FREIRE FILHO (1988) de $-22,2 \pm 35,1\%$ para o caráter PG. Mas, na literatura, os dados de heterobeltiose são positivos: VEATCH (1930) obteve média de 19,5%; WOODWORTH (1933), 30,9%; WEBER *et alii* (1970), 13,4%; CHAUDHARY &

SINGH (1974), 26,1%; PASCHAL II & WILCOX (1975), 8,0%; KAW & MENON (1979), 4,3%; CAMPOS (1979), 3,3%; MEHTA *et alii* (1984), 57,8% e KUNTA *et alii* (1985), 20,1%. Mesmo apresentando média negativa, algumas heterobelioses foram positivas e elevadas para PG, como é o caso de PI 371.610 x Paraná-s (81,42%), Jackson 4028-s x FT 81-2129 (77,15%), FT 79-3408 x AX 53-55-s (31,79%) e IAC-9 x GO 79-1.030 (34,22%). Dentre estes cruzamentos, apenas o IAC-9 x GO 79-1.030 apresentou heterose padrão positiva de 17,24%, que foi a maior apesar de não ser muito grande. Em termos de heterose padrão positiva, vem em seguida o cruzamento GO 81-11.094 x BR-11 com 11,77%, e heterobeliosidade de 18,39%.

Apesar de GO 81-11.094 x BR-11 possuir média elevada de PG, a herdabilidade e variância são baixas; o mesmo acontece com IAC-9 x GO 79-1.030. É um fato interessante o que acontece nos cruzamentos entre parentais com alta PG, onde invariavelmente mostram pouca variabilidade genética para o caráter e também pequenos componentes de médias (aditivo e dominante), em relação a cruzamentos com parentais contrastantes. Isto teoricamente pode ser explicado pelo alto grau de parentesco dos cultivares com alto PG, relativamente aos cultivares contrastantes em PG (VELLO *et alii*, 1988).

O ideal seria compor estes cruzamentos adaptados com os cruzamentos de 50% de material exótico de baixas médias e altas herdabilidades, para atingir os 25% de germoplasma exótico preconizado por VELLO (1985), obtendo-se assim tanto médias como herdabilidades altas nos cruzamentos. Esta estratégia está sendo implementada no programa geral em andamento no Departamento de Genética da ESALQ /USP (VELLO, 1991); os 40 parentais desta pesquisa passaram pela 2ª e 3ª gerações de recombinação e, atualmente, já foram obtidos híbridos quádruplos e óctuplos com 25% de germoplasma

exótico.

O caráter teor de óleo nos grãos (%O_L) apresentou heterose desprezível, apesar de algumas significâncias estatísticas, como no cruzamento N 82-2764-s x SOC 81-127-s de 13,09%, chegando a obter heterobeltiose de 10,20% e componente dominante de 3,14% de óleo. Depois deste cruzamento, os outros valores são bem menores, estando de acordo com os obtidos por NELSON & BERNARD (1984) de -0,6 a 1,6% e WILCOX & SIMPSON (1977) de 3,9 a 8,4%. O menor valor obtido neste trabalho foi de -5,12% no cruzamento Paranagoiana x Jackson 4028-s, mostrando também que a heterose teve tendência para valores positivos e confirmando o controle genético aditivo para o caráter, o que é uma vantagem para o trabalho de melhoramento partindo de parentais que já possuem teores desejáveis de óleo.

Analisando os dados de heterobeltioses para %O_L, verifica-se que estes variam de -9,89% (BR 80-15.725-s x Planalto-s) a 10,20% (N 82-2764-s x SOC 81-127-s) com a média -1,3 ± 4,09%, também desprezível, talvez em função de todos os parentais serem de alto teor de óleo. Entretanto, nota-se um acréscimo de valores negativos em relação à heterose, deixando claro a tendência das progênieis serem intermediárias aos parentais.

Na heterose padrão em relação ao cultivar Cristalina-s para %O_L, apenas 13 cruzamentos tiveram valores negativos; apesar de serem maioria, os valores positivos não foram muito grandes. Para exemplificar, o menor valor negativo foi de -3,73% (PI 371.610 x Paraná-s) e os positivos de maior valor foram: Kirby x FT-2, com 6,3%; FT-2 x N 82-2764-s, de 4,67%; N82-2764-s x Paraná-s, 13,57%; SOC 81-127-s x Wright, 8,37%; Jackson 4028-s x FT 81-2129, 4,42%; FT 81-2129 x Cobb, 4,71%; Cobb x BR-8, 9,19%; BR-8 x PI 200.521 6,02%; GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, 13,67%; BR 80-15.725-

B-s x Planalto-s, 4,19%; Planalto-s x GO 81-11.094, 6,37%; OC 79-7 x BR-9, 6,10%; BR-9 x EMGOPA-301, 6,07% e UFV-4 x BR 80-16.309, 5,34%.

Neste caráter deve-se basear mais no critério de variabilidade e herdabilidade. Dentre os cruzamentos positivos antes citados, chama a atenção o cruzamento GO 81-8.491 x BR 80-15.725-B-s, com boa variabilidade e herdabilidade em PG e %Q, além das médias consideráveis nos dois caracteres (113,3g e 26,7%, respectivamente); a seguir tem-se os cruzamentos Planalto-s x GO 81-11.094, BR-11 x FT-8 e OC 79-7 x BR-9, utilizando os mesmos critérios de escolha.

No caráter PO, observa-se uma relação muito estreita com as heteroses de PG, mostrando a importância do PG para PO. A heterose média foi 4,97% ⁺ 44,18%; a maior heterose foi 157,30% do cruzamento PI 371.610 x Paraná-s e a menor -100,64% do cruzamento N 82-2.764-s x SOC 81-127, confirmando-se os mesmos cruzamentos limites observados na PG. Na literatura, as informações sobre heterose e heterobeltiose se limitam a %Q, não tendo sido encontradas referências para PO.

Para heterobeltiose da PO, a média obtida foi de -13,93 ⁺ 34,32, mostrando forte tendência negativa e indicando que boa parte dos cruzamentos possuem comportamento intermediário em relação aos parentais, embora haja ocorrência de heterose positiva. O que se nota é um equilíbrio entre os componentes aditivo e dominante nas médias; poucos componentes dominantes apresentaram valores consideráveis, o que explica a heterose média não significativa (Tabela 8). Mesmo assim, ocorreram algumas heterobeltioses positivas de boa magnitude.

Para heterose padrão da PO em relação ao cultivar Cristalina-s, a maioria dos valores foram negativos e de grande magnitude, ocorrendo algumas he-

teroses positivas pouco elevadas. Nos cruzamentos onde as heterobelioses foram positivas e elevadas, a heterose padrão foi negativa. As heteroses padrões positivas coincidem com as obtidas em PG, que correspondem aos cruzamentos GO 81-11.094 x BR-11, de 4,56%, BR-9 x EMGOPA-301, de 1,79% e IAC-9 x GO 79-1.030, de 15,09%. Como no caráter PG, as herdabilidades para PO também não foram elevadas: nestes três cruzamentos, em função das razões já discutidas em PG, que envolvem a base genética restrita, de que para este caráter seria aconselhável a composição de cruzamentos entre as duas cadeias estudadas neste experimento, atingindo níveis elevados de média e herdabilidade.

Na discussão do caráter teor de óleo (%O) foram apontados os cruzamentos GO 81-8.491 x BR 80-15.725-B-s, Planalto-s x GO 81-11094, BR-11 x FT-8 e OC 79-7 x BR-9, que em PO apresentaram pequenas heteroses padrões negativas, mas repetiram um bom equilíbrio de médias e herdabilidades, com boas possibilidades de ocorrer indivíduos transgressivos na seleção. Apenas que para PO, o destaque é para o cruzamento Planalto-s x GO 81-11094, com heterose de 59,58% e heterobeliose de 15,98%. A média de 27,0 g/planta não é a maior, mas a amplitude de dados e a variância são altas, mostrando o elevado potencial de cruzamento não só para PO como também para %O e PG.

4.6. Correlações entre caracteres

As correlações fenotípica e genotípica são apresentadas na Tabela 32, envolvendo os onze caracteres estudados.

Neste experimento, as correlações genotípicas tiveram o mesmo sinal e foram maiores que as fenotípicas

Correlações genotípicas com sinal igual e valores maiores que as fenotípicas tem sido comuns em soja (ANAND & TORRIE, 1963; CAVINESS & PRONGSIRIVATHANA, 1968; FEHR & WEBER, 1968; BYTH *et alii*, 1969; FREIRE FILHO, 1988). Comparando parentais homozigóticos e progênes F_2 heterozigóticas, portanto tendo diferentes componentes de variância genética, FREIRE FILHO (1988) mostrou que as correlações genotípicas e fenotípicas foram bastante concordantes nos dois grupos de materiais.

O caráter PO mostrou-se positivamente correlacionado com PG, VA, Ac, APM, NIM, APF e NOF e negativamente correlacionado com PCS. Os caracteres PO e %OL mostraram ausência de correlação, ao contrário de SHORTER *et alii* (1976), que foi positiva de 0,49 a 0,90. Não foi possível localizar mais trabalhos com correlações para o caráter PO, assim como outros parâmetros genéticos. Chama a atenção a correlação genotípica entre PO e PG, que foi de 0,992 associada a uma correlação-baixa de PG x %OL, indicando uma associação muito estreita entre PG e PO em relação a %OL, por causa da baixa variação de %OL.

Isto fica mais evidente quando se analisa as correlações genotípicas de PG com VA, VA_o, Ac, APM, NIM, NDM, APF, NOF e PCS, que foram de mesmo sinal e mesma magnitude das obtidas com PO e a correlação entre PG e %OL que também foi desprezível. Com relação às estimativas obtidas, correlações positivas da produção de grãos com NDM, APM e Ac foram também constatadas por JOHNSON *et alii* (1955b), ANAND & TORRIE (1963), KWON & TORRIE (1964), SIMPSON & WILCOX (1983) e FREIRE FILHO (1988). Correlação positiva de PG com NIM foi relatada por CAMPOS (1979), SIMPSON & WILCOX (1983) e FREIRE FILHO (1988). Para PG e PO, essas correlações foram positivas e relativamente altas (>0,50), com exceção de PO x %OL e PG x %OL.

SHORTER *et alii* (1976) obtiveram correlações genotípicas positivas para PG x %OL, enquanto WEBER & MOORTHY (1952) e SIMPSON & WILCOX (1983) encontraram variações nas estimativas desde negativas até positivas, e FONTES *et alii* (1980) encontraram apenas correlações fenotípicas negativas. Como os valores obtidos em sua maioria foram de pequena magnitude, assume-se que a tendência é para ausência de correlação ou muito baixa, com exceções para alguns cruzamentos (WEBER & MOORTHY, 1952 e SHORTER *et alii*, 1976).

As correlações de teor de óleo com VA, Ac, APM, NIM, NDM, APF e NDF foram negativas mas de valores baixos (<0,30) sendo %OL x VA, %OL x APM e %OL x NIM quase nulas. Na bibliografia, as correlações de teor de óleo com AC, APM, NIM e NDF também apresentaram valores baixos e negativos (WEBER & MOORTHY, 1952; SHORTER *et alii*, 1976; FONTES *et alii*, 1980 e SIMPSON & WILCOX, 1983). Já para o teor de óleo e PCS a estimativa foi pequena e positiva, de acordo com as obtidas por SHORTER *et alii* (1976), mas discordante ~~comparado~~ com as obtidas por WEBER & MOORTHY (1952) e SIMPSON & WILCOX (1983), que foram também pequenas mas negativas. A conclusão a que se chega com estes dados, é que o ~~caráter~~ teor de óleo vai apresentar muito pouca influência sobre qualquer caráter, no material deste experimento, não havendo portanto, nenhuma relação nociva ou favorável na escolha de parentais envolvendo o caráter. Isto contrasta com o caráter PG, que tem uma relação positiva forte com seus componentes e o ciclo de florescimento e maturidade, e negativa para PCS, o que explica a grande ocorrência de cultivares mais produtivos com porte elevado, ciclos mais tardios e sementes menores.

Em função disto, o caráter PCS mostrou correlações negativas e relativamente altas com VA, Ac, APM, NIM, NDM, APF e NDF, exatamente o inverso das obtidas por PG e PD. Enquanto que, para WEBER & MOORTHY (1952) e OLIVEI-

RA *et alii* (1987a) as estimativas de PCS com Ac, APM, NDM e NDF, mostraram valores tanto negativos como positivos, dependendo do cruzamento, com exceção para PCS x NDM em WEBER & MOORTHY (1952), onde as estimativas foram só positivas de pequeno valor.

O caráter VA também mostrou associações altas e positivas com Ac, APM, NIM, NDM, APF e NDF, em especial com APM e NIM, superando as estimativas obtidas com PO e PG. O que mostra a grande influência de APM e NIM no julgamento de VA, corroborada por altas correlações ambientais obtidas em VA x APM e VA x NIM. De qualquer modo, isto mostrou a eficiência do caráter em quantificar caracteres associados à produção de grãos. FREIRE FILHO (1988) obteve correlações positivas de VA x PG, mas de pequena magnitude, além disso o autor frisa a necessidade de mais de um avaliador para obter uma média de avaliação para VA.

Entre os caracteres APM, NIM, NDM, APF e NDF, as correlações genotípicas foram altas e positivas, concordando com os dados obtidos por FREIRE FILHO (1988) apenas entre caracteres de maturidade e entre caracteres de florescimento, porque entre florescimento e maturidade, as correlações foram pequenas. Isto talvez se deva ao tipo de parentais utilizados, que foram todos precoces. Os caracteres relacionados com o desenvolvimento da planta na maturidade (NIM, APM, e NDM) estão com estimativas semelhantes às obtidas por JOHNSON *et alii* (1955b), ANAND & TORRIE (1963) e KWON & TORRIE (1964) com poucas exceções. Em resumo, todos os caracteres envolvendo o desenvolvimento, floração e maturidade apresentam uma forte associação.

Observando agora o caráter Ac, que foi bem relacionado com PO, PG e VA, também mostrou associações positivas de grande magnitude com NIM, APM, NDM, APF e NDF, o que é relativamente esperado em função da estreita relação entre estes caracteres neste experimento.

Com todas estas considerações, constata-se que PG e PO, que estão em alto grau de associação, também estão muito relacionados a VA, Ac, APM, NIM, NDM, APF e NDF, o que tende para obtenção de cultivares tardios, com tendência ao acamamento e porte alto, e a associação negativa com PCS levará ao menor peso de sementes. Como o caráter %OL não mostrou associações elevadas, é um caráter a ser selecionado independentemente, apesar da baixa variação de %OL.

4.7. Divergência genética

4.7.1. Diversidade genética entre genótipos

Analisando agora os dados sob o ponto de vista da diversidade genética, na Tabela 33 estão apresentados a genealogia dos parentais e a distância genética Euclidiana com dispersão acumulada dos cruzamentos.

Teoricamente, era de se esperar maiores distâncias genéticas e maior dispersão de dados na cadeia com 50% de material exótico, mas é conhecido que a origem dos parentais nem sempre é um bom indicador de diversidade (OLIVEIRA, 1989). Isto se confirmou nas duas cadeias, onde os valores na cadeia 100% adaptada foram maiores. A correlação entre distância e dispersão foi positiva (0,33) e relativamente pequena, principalmente as distâncias de valores

altos que estão associadas a valores de dispersão altos, já os valores de D^2 baixos nem sempre corresponderam às dispersões pequenas. DESTRO (1991) obteve resultado de estimativa semelhante, mas os valores mais baixos de herdabilidade foram mais relacionados com valores baixos de D^2 de Mahalanobis.

Pelo lado da genealogia, a lógica seria se obter maiores valores de D^2 na cadeia com 50% de material exótico, principalmente nos cruzamentos envolvendo as PI 371.610 e PI 200.521, que não apresentam ascendência comum aos materiais aqui cultivados. Segundo MURTY & ARUNACHALAM (1966), a deriva genética de populações e a seleção em diferentes ambientes podem causar maior diversidade que a distância geográfica, e os estudos genealógicos atuam na hipótese de ausência de seleção gamética, zigótica, seleção natural e artificial. Além disso, pode ocorrer paralelismo de seleção em duas regiões geográficas diferentes. Isto tudo pode explicar os dados contraditórios quando se estuda as distâncias genéticas entre parentais.

No caso deste experimento, um dos fatores que pode ter influenciado na menor D^2 na primeira cadeia de cruzamentos, foi a concentração de parentais com ciclos precoce e conseqüente semelhança de porte e desenvolvimento envolvendo até os mesmos alelos. Observou-se na cadeia de parentais adaptados, maiores contrastes fenotípicos envolvendo ciclo, porte, hábito de crescimento, produção e teor de óleo entre parentais, como já foi observado por DESTRO (1991) para NDF.

Todas as D^2 possíveis entre os 40 parentais do experimento, estão apresentados na Tabela 34. Analisando os dados observa-se que a média de D^2 entre os parentais de cada cadeia foram de $46,3 \pm 31,98$ e $52,7 \pm 28,76$, respectivamente, semelhantes às obtidas na Tabela 33. Mas se detivermos a atenção para as D^2 entre os parentais das duas cadeias, a média vai para $61,8 \pm 35,60$, sendo que as

distâncias com os exóticos foi de $61,05 \pm 36,57$ e com os adaptados desta cadeia foi de $62 \pm 34,64$. Estes resultados concordam com o que foi discutido sobre as médias obtidas no experimento, onde as diferenças entre cadeias foram maiores do que dentro das cadeias, sem diferenciar materiais exóticos dos adaptados na cadeia 1 quando comparados com os da cadeia 2.

Estas constatações reforçam uma das recomendações da discussão sobre heterose, onde a composição de cruzamentos entre duas cadeias orienta para cruzamentos com 25% de material exótico e, com isto obter boas médias e alta herdabilidade nas progênies. As estimativas de D^2 podem orientar na escolha das melhores composições partindo da premissa de diversos autores que recomendam a utilização de parentais com maior divergência possível para maximizar a heterose manifestada nos híbridos, aumentando a probabilidade de ocorrência de segregantes superiores em gerações avançadas e ampliar a base genética. Portanto, as informações na Tabela 34 devem ser utilizadas para recomendação de cruzamentos, mas com o devido cuidado de analisar o comportamento "per se" dos parentais, isto é, já devem mostrar algum potencial agrônomo.

Com relação aos caracteres VA, PG, %OL e PO que são os mais importantes deste experimento, as D^2 mostraram respostas diferenciadas com relação aos desvios das médias como mostram as Figuras 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Os caracteres VA e %OL, apresentaram correlação quase nula em função da distância genética, indicando que estes caracteres não estão muito relacionados com as diferenças entre parentais e que podem ser critério de escolha de parentais antes da avaliação de D^2 .

Já os caracteres PG e PO apresentaram correlações positivas não muito altas com D^2 , mas que mostram uma tendência de maior variabilidade nos cruzamentos onde D^2 é alta. Isto é mais visível em PG, onde os dados se encon-

tram mais próximos da reta de regressão enquanto que PO, por influência do caráter %Q, apresenta dispersão de pontos maior quando os valores de D^2 são baixos, resultado este semelhante ao obtido na Tabela 33, onde é apresentada a correlação com a dispersão acumulada dos caracteres nos cruzamentos. De acordo com isto, os valores altos de D^2 são índices mais seguros de escolha dos cruzamentos, enquanto que DESTRO (1991), utilizando D^2 de Mahalanobis, encontrou que os valores baixos estavam relacionados à baixa variabilidade em PG. Os melhores resultados foram obtidos nos cruzamentos com D^2 intermediários.

Ainda na Tabela 33, os valores de D^2 observados, comparados aos valores de heterose das Tabelas 21 a 31, não mostraram nenhuma relação com estes, ocorrendo valores negativos e positivos para uma mesma magnitude de D^2 . DESTRO (1991) encontrou correlações altas e negativas, às quais relacionou aos alelos para período juvenil longo do testador 'Doko', os quais são recessivos e causam heterose negativa. Neste presente experimento, os parentais utilizados sob este aspecto, são dos mais variados possíveis, o que pode explicar a grande influência do ciclo e porte nas estimativas de D^2 onde, nos cruzamentos, mostrou o mais variado tipo de resposta nas heteroses.

Dos cruzamentos realizados, o de maior valor de D^2 (99) correspondeu ao Paranagoiana x Jackson 4028-s com um alto desvio da média para PG e PO, e o maior desvio de PG e PO ficou com AX 53-55-s x Paranagoiana com $D^2=85$. O valor de D^2 igual a 7 foi obtido por SOC 81-216 x Andrews Púrpura, mas neste caso a variabilidade foi alta para PG e PO, mostrando as exceções que ocorrem para D^2 baixas. De maneira geral, os valores baixos de D^2 estavam associados a médias de PG e PO muito próximas entre os parentais dos cruzamentos e também a baixas estimativas de herdabilidade em cruzamentos com médias de PG e PO elevadas, onde os dois pa-

rentais exibiam alta produção.

Ocorreu no cruzamento BR-11 x FT-8, onde D^2 é igual a 97, a maior dispersão acumulada entre os cruzamentos na segunda cadeia, não apresentando nenhum grau de parentesco até os avós dos parentais. Além disso, foram selecionados em ambientes diversos: BR-11, para ambiente tropical e FT-8 subtropical. Considerações sobre ambiente ou tipo de pressão de seleção e genealogia, devem auxiliar no critério de escolha de parentais em cruzamentos, juntamente com distância entre parentais.

4.7.2. Agrupamento de parentais em função das distâncias genéticas Euclidianas

Na Figura 6 está o dendrograma com o agrupamento de parentais pelo método de Tocher. Neste dendrograma observa-se quatro grupos e no grupo I concentra a maior parte dos parentais da cadeia 50% exótica, encontrando neste grupo tanto parentais exóticos como adaptados, mostrando a proximidade fenotípica destes parentais, que apesar de alguns serem exóticos, a base genealógica é de parentais de base genética restrita (Tabela 33) e as características de porte e ciclo se assemelham muito.

Tanto é que o Paranagoiana (14), que difere muito para estes caracteres neste grupo, apesar de ter a mesma base genealógica, entrou no grupo II com Andrews Púrpura (1), Cobb (17), SOC 81-216 (20) e N 82-2764-s (7), que foram responsáveis por alguns destaques em variabilidade e ou heteroses em vários caracteres. O mesmo se sucedeu com PI 371.610 (3) do grupo IV, apesar de não estar muito distante de FT 81-2706 (2) e Paraná-s (4) que estão no grupo I. Estes dois últimos estão bem próximos de FT-2 (6), SOC 81-127-s (8), Wright (9), FT 79-3408 (12), Jackson 4028-s (15),

Bienville (21) e Planalto-s (27) dentro do grupo I, quase que formando um subgrupo, onde está o pareamento FT-2 x SOC 81-127-s, com a distância mínima que ficou em 4,7.

Quanto à maioria dos parentais da segunda cadeia, estes ficaram distribuídos entre o grupo II e III, um pouco mais afastados do que se observou no grupo I, de modo que as distâncias intragrupo no II e III foram maiores. Isto pode explicar em parte as maiores variâncias e amplitudes de variação na segunda cadeia de cruzamentos, apesar das heteroses e herdabilidades no sentido amplo não serem altas na maioria dos casos. No grupo II, nota-se um agrupamento de descendentes de Paranã ou de seus parentais, como é o caso de Hill e Ogden, influenciando deste modo nas distâncias obtidas. O IAC-2 também participou bastante neste grupo.

O grupo III parece estar relacionado a materiais tropicais como o BR-11 (29), EMGOPA-301 (33) e UFV-4 (38), e materiais do grupo II como Paranagoiana (14), Cristalina-s (36) e IAC-6 (37) estão bem próximos a estes, também com adaptação a condições tropicais. E é justamente com o grupo III e o PI 371.610 do grupo IV que ocorreram as maiores distâncias do experimento. A maior delas foi entre BR-11 e PI 371.610 ($D^2 = 471$), uma super precoce com uma super tardia de origens e genealogias diversas. Fica aí uma sugestão de composição de cruzamentos entre as duas cadeias, de modo a envolver estes dois parentais na ampliação da base genética em uma população de alto teor de óleo. Outras composições similares podem se basear neste critério para atingir os 25% de material exótico, evitando-se material de base genética restrita como parental exótico.

Os demais parentais adaptados podem ser escolhidos mais com base na distância, origem geográfica (latitude) e genealogia até o nível de avós. Aliado a este fa-

to, a %OL parece não interferir na escolha de parentais, o que auxilia em muito na obtenção de um cultivar de alta produção de óleo, permitindo se concentrar apenas a atenção sobre o caráter PG com parentais que já possuem alta %OL, procurando quebrar a correlação genética negativa com teor de proteína já citada na revisão bibliográfica.

4.8. Análise da frequência de genótipos superiores

Outro parâmetro que pode ser empregado para mensurar a potencialidade dos cruzamentos é a frequência de genótipos que reúnem um ou mais caracteres desejáveis. Os caracteres escolhidos para este trabalho foram VA, PG, %OL e PO, que são os mais importantes e cujas médias e desvios dos cruzamentos estão representados nas Figuras 7, 8, 9 e 10 respectivamente.

Nos caracteres VA, PG e PO os cruzamentos da cadeia de materiais adaptados mostra uma frequência maior de progênies superiores ao nível de médias, e para PG e PO os desvios foram maiores nesta cadeia, embora as herdabilidades nestes cruzamentos não serem tão grandes em relação à cadeia com 50% de material exótico. Em uma análise de frequência de genótipos superiores estes desvios dão uma resposta considerável, pois consideram também o patamar atingido pela média do cruzamento, que já é um bom ponto de partida.

Já para o caráter teor de óleo (%OL), houve muitas oscilações de valores dentro das cadeias, com uma leve tendência para desvios maiores em cruzamentos de parentais adaptados. O que mais chama a atenção na Figura 9 é o cruzamento GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, com a média de 26,7% e um desvio padrão que está acima de várias médias do experimento, aliado a boas médias e desvios para VA, PG e PO.

As baixas variâncias encontradas na cadeia com materiais exóticos nos caracteres PG e PO, estão em parte relacionadas com as correlações genéticas altas com os caracteres APF, NDF, APM e NDM uma vez que estes parentais são na maioria de baixo porte e precoces, gerando uma baixa magnitude de variação embora as heteroses sejam altas. Por isso foram utilizados dois sistemas de critérios: o primeiro sistema foi uma comparação com os melhores parentais do experimento para cada caráter e o segundo sistema de critérios foi com base no melhor parental do cruzamento.

4.8.1. Em relação aos melhores parentais do experimento:

Nas Tabelas 35 e 36 estão os critérios de classificação e as respectivas frequências expressas em porcentagem, para as cadeias com 50% e 0% de material exótico, respectivamente.

O primeiro critério usado para classificar as progênes F_2 foi a produção de óleo por planta (PO maior que 38,5g). As maiores frequências de genótipos superiores ocorreram nos cruzamentos GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, GO 81-11.094 x BR-11, BR-11 x FT-8, BR-9 x EMGOPA-301, EMGOPA-301 x IAC-9, IAC-9 x GO 79-1.030, Cristalina-s x IAC-6 e IAC-6 x UFV-4, mostrando a potencialidade dos parentais BR-11, EMGOPA-301, IAC-9 e IAC-6 para o caráter PO, o mesmo acontecendo para o caráter PG que está muito ligado a PO.

Nas discussões anteriores, estes parentais já tinham sido apontados como os melhores, e que, apesar de participarem de apenas dois cruzamentos, mostraram tendência para alta capacidade geral de cruzamentos.

No critério teor de óleo (%O), foram esco-

lhidas plantas superiores a 27,6%, onde se destacaram os cruzamentos N 82-2764-s x SOC 81-127, SOC 81-76 x Foster, Cobb x BR-8, GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s e Planalto-s x GO 81-11.094, exibindo uma tendência para destaque em cruzamentos específicos, entre parentais, de maior teor de óleo, mostrando que o componente aditivo ou epistático aditivo x aditivo é que comanda o caráter, uma vez que as heteroses obtidas foram desprezíveis.

A quarta limitação testada foi VA com o patamar de 4,3, onde se destacaram os cruzamentos UFV-2 x GO 81-8491, GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, Planalto-s x GO 81-11.094, GO 81-11.094 x BR-11, FT-8 x OC 79-7, OC 79-7 x BR-9 e UFV-4 x BR 80-16.309. Neste caráter os destaques ficaram com os parentais GO 81-8491, GO 81-11.094 e OC 79-7 em cujos cruzamentos as herdabilidades também foram altas, confirmando o alto potencial dos parentais. É interessante notar que apesar da alta correlação com PO e PG, os parentais superiores não são coincidentes, embora alguns cruzamentos sejam coincidentes, determinando boas escolhas para seleção, como será visto nos critérios seguintes.

Dois critérios que se seguem envolve os caracteres PO com %O_L e PG com %O_L, nos limites já estabelecidos. Como o caráter teor de óleo é independente de PO e PG, a quantidade de plantas superiores, quando se somam os caracteres nos critérios, diminui drasticamente a frequência de genótipos superiores. De modo que só houve destaque nos cruzamentos GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, Planalto-s x GO 81-11.094 e BR-9 x EMGOPA-301, ainda assim com pouco mais de 4% de plantas apenas.

Como o caráter VA é mais correlacionado com PO e PG, os dois critérios seguintes, PO + VA e PG + VA, já mostraram uma quantidade intermediária com bom desempenho nos cruzamentos UFV-2 x GO 81-8491, GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, Planalto-s x GO 81-11.094, GO 81-11.094 x BR-

11, OC 79-7 x BR-9 e UFV-4 x BR 80-16.309. Se o objetivo deste trabalho não fosse produção de óleo e teor de óleo nos grãos, o melhor cruzamento seria GO 81-11.094 x BR-11 com 27,8% de genótipos superiores para VA e PG simultaneamente.

Entretanto avaliou-se também os critérios PG + %OL + VA e PO + %OL + VA. Nestes critérios, a quantidade de plantas diminuiu mais ainda, sobrando apenas os cruzamentos Jackson 4028-s x FT 81-2129, GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s, Planalto-s x GO 80-11.094, FT-8 x OC 79-7, OC 79-7 x BR-9, BR-9 x EMGOPA-301 e UFV-4 x BR-80-16.309. As poucas plantas obtidas nestes cruzamentos não oferecem distinção a nenhum deles, mas se forem observados os critérios PO + VA, PG + VA, PO + %OL e PG + %OL, os cruzamentos que equilibraram mais os quatro caracteres foram GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s e Planalto-s x GO 81-11.094.

Na Tabela 37 estão os coeficientes de correlação entre os critérios onde eles estão presentes indicando as correlações entre PO e PG, que são altas nos critérios onde se apresentam, em função das baixas magnitudes de variação do caráter %OL no experimento. Já o caráter VA esteve associado a PG e PO nos critérios isolados e em grupo. Os critérios PG + %OL e PO + %OL estiveram mais associados aos critérios %OL, PO + %OL + VA e PG + %OL + VA. Do mesmo modo, VA esteve mais associado a PG + VA e PO + VA do que a PG e PO isoladamente, mostrando que VA foi mais determinante que PO e PG nos critérios PO + VA e PG + VA. Por isso, em alguns critérios do item seguinte, PO e PG estarão agrupados ou um deles foi omitido.

4.8.2. Em relação ao parental superior dentro do cruzamento

Cruzamentos escolhidos com média maior de 20g de óleo por planta e boa variabilidade, estão apresenta-

dos na Tabela 38, onde são mostrados os critérios de classificação e as respectivas frequências expressas em porcentagem.

Neste item, baseado em um mínimo de produção de óleo e variabilidade, foi analisado o nível de transgressivos nos cruzamentos de alto potencial. O primeiro critério baseado em PO, juntamente ao segundo que foi PG, mostraram que os cruzamentos Jackson 4028-s x FT 81-2129, GO 81-11.094 x BR-11, IAC-9 x GO 79-1.030 e Cristalina-s x IAC-6, atingiram porcentagens de transgressivos acima de 50%, mostrando que o cruzamento GO 81-11.094 x BR-11 repete seu potencial em termos de produção de óleo e grãos também em relação ao parental superior, apesar das herdabilidades estimadas serem baixas para PO e PG. O mesmo se observa no critério 5, onde PO e PG estão juntos. Além desses cruzamentos, outros cruzamentos com mais de 40% de transgressivos como UFV-2 x GO 81-8491, GO 81-8.491 x BR 80-15.725-B-s, BR 80-15.725-B-s x Planalto-s, BR-11 x FT-8 e BR-9 x EMGOPA-301 também mostraram bom potencial.

Apenas nos cruzamentos EMGOPA-301 x IAC-9 e BR 80-16309 x UFV-1 houve diferenças entre os critérios 1 e 2, onde o primeiro foi melhor no critério 2 com 47,8% e o segundo no critério 1 com 51,6%, contra 46,8% no critério 2.

No critério 3, em relação à %OL, quatorze cruzamentos apresentados que mostraram porcentagens acima de 50% foram: PI 200.521 x SOC 81-216, Bienville x UFV-Araguaia, OC 79-7 x BR-9, BR-9 x EMGOPA-302, IAC-9 x GO 79-1.030, GO 79-1.030 x Cristalina-s e Cristalina-s x IAC-6. Os cruzamentos Bienville x UFV-Araguaia (79,1%), OC 79-7 x BR-9 (78,3%), IAC-9 x GO 79-1.030 (77,2%) e GO 79-1.030 x Cristalina-s (85,7%) mostraram alto potencial de transgressivos e o parental GO 79-1.030, em especial no cruzamento IAC-9 x GO 79-1.030 mostrou o mais elevado nível de transgressivos para PG e PO, mais em função do patamar alto de

produção e não em herdabilidade.

Para o critério 4, os cruzamentos Jackson 4028-s x FT 81-2129, FT 81-2129 x Cobb, BR-9 x EMGOPA-301, IAC-9 x GO 79-1.030, Cristalina-s x IAC-6 e BR 80-1.6309 x UFV-1 mostraram mais de 40% de transgressivos para VA e, o cruzamento IAC-9 x GO 79-1.030 (68,4%) apresentou a melhor performance, repetindo isto nos próximos critérios em que os caracteres são acumulados, com exceção do critério 6 (PO + VA).

O critério 5 pouco diferiu do 1 pois envolve os caracteres PO e PG, que são altamente correlacionados. Já o critério 6 mostrou reduções maiores no número de transgressivos, quando envolve os caracteres PO e VA juntos. Neste critério, atingiram porcentagem superior a 30%, os cruzamentos: Jackson 4028-s x FT 81-2129 (49,2%), GO 81-11.094 x BR-11 (31,8%), BR-9 x EMGOPA-301 (32,8%), IAC-9 x GO 79-1.030 (40,4%), Cristalina-s x IAC-6 (38,6%) e BR 80-16.309 x UFV-1 (50,0%).

Os caracteres PG, %OL e VA fazem parte das restrições do critério 7, com resultados muito próximos dos obtidos pelo critério 9 (PO + PG + %OL + VA), com número mais reduzido de genótipos superiores em relação ao critério 6. Nos critérios 7 e 9 os cruzamentos em destaque foram o Jackson 4028-s x FT 81-2129, BR-9 x EMGOPA-301, IAC-9 x GO 79-1.030, GO 79-1.030 x Cristalina-s e BR 80-16.309 x UFV-1. Se não fosse levado em conta a média dos cruzamentos, estes seriam os cruzamentos com maiores chances de progressos de seleção. Entretanto, como já foi visto, houve grande variação de médias nos cruzamentos por PG, PO, VA e %OL.

No critério 8 (PO + PG + %OL), os melhores cruzamentos foram Jackson 4028-s x FT 81-2129, Planalto-s x GO 79-1.030, GO 79-1.030 x Cristalina-s, Cristalina-s x IAC-6 e BR 80-16.309 x UFV-1. Mesmo neste critério, os me-

lhores cruzamentos em sua maioria são coincidentes com os critérios 1, 2, 5, 6, 7, e 9, indicando que aqueles apontados nos critérios 7 e 9 mostraram considerável número de indivíduos transgressivos em todos os caracteres utilizados para adoção de critérios de seleção, mas apenas BR-9 x EMGOPA-301 e OC 79-7 x BR-9 mostraram desempenhos acima do melhor parental do cruzamento e do experimento simultaneamente.

4.8.3. Estratégia de seleção

Com esta grande quantidade de informações acerca dos parentais e cruzamentos, é necessário estabelecer critérios dentro dos objetivos do experimento.

Os cruzamentos com materiais exóticos não atingiram patamares elevados de produção de óleo, inclusive porque os parentais adaptados utilizados não tinham elevado potencial de produção. Portanto, os melhores cruzamentos se concentraram entre os cruzamentos de materiais adaptados e de ciclo longo, e o melhor representante conforme discussões anteriores, foi o cruzamento BR-9 x EMGOPA-301.

Esta escolha foi baseada em alta produção de óleo, teor de óleo elevado, porcentagem de indivíduos transgressivos em todos os critérios dentro de dois sistemas de comparações, níveis de herdabilidade razoáveis e boa amplitude de variação para VA, PG, %OL e PO. Esta progênie é a mais indicada para avanço de gerações e seleção imediata.

Outras opções possíveis são GO 81-8491 x BR 80-15.725-B-s e GO 81-11.094 x BR-11. A primeira opção é indicada para obter cultivares com altos teores de óleo, e a segunda para cultivares de alta produção de grãos e óleo sem no entanto possuir elevados teores de óleo, apresentando ci-

clo médio e longo respectivamente.

Além destas opções a curto prazo, a médio prazo cruzamentos compostos de quatro parentais podem ser desenvolvidos, com o fim de se obter progênie com alta herdabilidade e boa média de produção, incorporando um parental exótico no cruzamento. Com os dados disponíveis e as medidas de distância genética, se utilizariam os parentais FT 81-2129, Cobb, BR-9 e EMGOPA-301, onde os dois primeiros apresentaram altas herdabilidades no sentido amplo, altas variâncias e produção média de óleo, sendo os dois outros exatamente o inverso e todos com alto teor de óleo. As genealogias também não mostraram parentais diretos comuns neste cruzamento.

Os parentais BR-9 e EMGOPA-301 também podem ser associados alternativamente a outros como PI 371.610 e Paranagoiana. Neste caso, a opção foi feita pelo potencial produtivo dos três parentais adaptados, a distância genética elevada da PI 371.610 com os demais e, na genealogia dos quatro não há parentais diretos em comum. Como a PI 371.610 é de baixo potencial produtivo, houve a necessidade de associá-la a três bons parentais neste aspecto, talvez com possibilidade da obtenção de um cultivar de ciclo médio e alta produção de óleo e grãos, mas este parental não apresentou teor de óleo muito alto "per se" e nos cruzamentos. Esta segunda opção já tem cunho mais experimental, os resultados não são totalmente previsíveis.

A longo prazo, um trabalho de seleção recorrente onde haja intercruzamento dos melhores parentais exóticos e os melhores adaptados na proporção de 25% de exóticos, é indicado para futuros ciclos de seleção e intercruzamento para desenvolver uma população de alta produção e teor de óleo, inclusive pelo uso de machoesterilidade genética (MIRANDA *et alii*, 1989), com uso de NMR para análises rápidas de óleo na planta, sem descuidar do caráter % proteína.

5. CONCLUSÕES

Para as condições em que foi realizado este estudo, pode-se concluir:

- a) De acordo com as análises estatísticas, o comportamento das progênes F_2 dos cruzamentos demonstraram alta variabilidade de médias para todos os caracteres, exceto para acamamento. Ocorreram diferenças entre médias das cadeias de cruzamentos, com a cadeia com 50% de material exótico sendo inferior para NDF, APF, NDM, NIM, APM, Ac, VA, PG e PD, mas superior para PCS em relação à cadeia com 100% de materiais adaptados e sem diferença para %OL.
- b) Para os caracteres PD, PG e VA, as melhores médias e variâncias ocorreram em progênes F_2 envolvendo os parentais GO 81-11.094, GO 81-8491, BR-9, IAC-9 e EMGOPA-301. Porém, não ocorreu nenhuma heterose padrão positiva e significativa em relação ao cultivar Cristalina-s para estes caracteres. Para teor de óleo, as melhores médias e variâncias foram das progênes de BR 80-15.725-B-s, Planalto-s e BR-9.
- c) Houve grande variação para as estimativas de herdabilidade no sentido amplo para todos os caracteres exceto para acamamento que não foi possível estimar. Estes resultados foram devidos às variâncias elevadas entre os parentais e base genética muito próxima entre materiais adap-

tados e mesmo com alguns materiais exóticos. Alguns parentais obtiveram altas herdabilidades em seus cruzamentos nas cadeias, sem estarem relacionadas a altas médias de PO, %OL e VA.

- d) Houve grandes correlações positivas genotípicas e fenotípicas entre os caracteres PO, PG, VA, APM, NIM, NOM, APF e APM, sendo o último caráter indesejável na seleção. Estes caracteres mostraram pouca associação com %OL e associação negativa para PCS. Em termos gerais permite a obtenção de cultivares produtivos com alto teor de óleo.
- e) Ocorreram grandes variações de heteroses e heterobelioses entre as progênies sem, no entanto, estarem associadas às médias e variâncias, ocorrendo na maioria dos caracteres tanto heteroses positivas quanto negativas de boa magnitude. Na maioria dos cruzamentos, as heterobelioses foram mais negativas para vários caracteres.
- f) No agrupamento de distâncias genéticas Euclidianas, quatro grupos foram identificados: o grupo I com 20 parentais; o grupo II com 16 parentais; o grupo III com os parentais BR-11, EMGOPA-301 e UFV4, e ainda o grupo IV com o parental exótico PI 371.610. Entre estes dois últimos grupos estão as maiores distâncias genéticas, sendo indicados para uso na ampliação da base genética da população para seleção.
- g) Na análise de frequência de genótipos superiores nas progênies F_2 , as porcentagens obtidas nos cruzamentos comparando-se com a média do melhor parental do cruzamento e com a média do melhor parental do experimento não foram muito coincidentes. O cruzamento que obteve uma seleção equilibrada para os caracteres PG, %OL, PO e VA pelos dois sistemas e ainda apresentou razoável herdabilidade no sentido amplo para estes caracteres foi BR-9 x EMGOPA-

301 o cruzamento GO 81-8491 x BR 15.725-B-s destacou-se com alto valor de %OL; outro destaque foi o cruzamento GO 81-11.094 x BR-11, com médias altas de PO,PG, VA e valores intermediários de %OL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, D.E. Breeding special nutritional and industrial types. In: SPRAGUE, G.F. & DUDLEY, J.W. ed. Corn and Corn Improvement. 2^a edição. Madison, American Society of Agronomy, 1988, p.869-80.
- ANAND, S.C. & TORRIE, J.H. Heritability of yield and other traits and interrelationships among traits in the F_3 and F_4 generations of there soybean crosses. *Crop Science*, Madison, 3: 508-11, 1963.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Produção Vegetal - 1989-1991 Rio de Janeiro, p. 49-51.
- ARUNACHALAM, V. Genetic distance in plant breeding. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Delhi, 41(20): 226-36, 1981.
- BAKER, R.J. Some thoughts about backcrossing and quantitative traits. *Annual Wheat Newsletter*, 22: 43-44, 1976.
- BHATADE, S.S.; SINGH, C.B.; TIWARI, A.S. Diallel analysis of yield and its components in soybean. *Indian J. Agric. Sci.*, New Delhi, 47(7): 322-4, 1977.
- BONATO, E.R. & BONATO, A.L.V. *A soja no Brasil: história e estatística*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1987. 61p. (Documentos, 21).
- BONATO, E.R. & DALL'AGNOLL, A. Soybean in Brazil-Production and research. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3. Ames, 1984. *Proceedings*. Boulder, Westview Press, 1985. p.1248-56.

- BONETTI, L.P. Distribuição da soja no mundo; origem, história e distribuição. In: MYIASAKA, S. & MEDINA, J.C., ed. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.1-6.
- BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: BERNARD, R.L. & WEISS, M.G., ed. *Soybeans; improvement production and uses*. Madison, American Society of Agronomy, 1973. cp. 5, p.155-85.
- BRIM, C.A. & COCKERHAM, C.C. Inheritance of quantitative characters in soybeans. *Crop Science*, Madison, 1:1987-90, 1961.
- BURTON, J.W.; BRIM, C.A. Recurrent selection in soybeans. III. Selection for increased percent oil in seeds. *Crop Science*, 21: 31-34, 1981.
- BYTH, D.E.; WEBER, C.R.; CALDWELL, B.E. Correlated truncation selection for yield in soybeans. *Crop Science*, Madison, 9: 699, 1969.
- CAMACHO, M.L.H. Varianzas genéticas y heredabilidad de características vegetativas y reprodutivas de la soya *Glycine max* (L.) Merr. *Acta Agronômica*, Palmira, 21(4); 139-52, 1971.
- CAMPOS, L.A.C. Estudo da heterose, da heterobeltiose e de correlações de algumas características agronômicas em cruzamentos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, 1979 76p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).
- CARNIELLI, A. Representatividade de parcelas com tamanho reduzido para avaliação de caracteres agronômicos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1989. 135p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- CAVINESS, C.E. & PRONGSIRIVATHANA, C. Inheritance and association of plant height and its components in soybean cross. *Crop Science*, Madison; 8(2): 221-4, 1968.
- CECON, P.R.; SEDYIAMA, C.S.; REGAZZI, A.J.; SEUYIAMA, T. Análise das gerações F_2 e F_3 , para estimar variâncias aditivas, de dominância e de ambiente, em um sistema fatorial de cruzamentos em soja. *Revista Ceres*, Viçosa, 32 (184):470-87, 1985.
- CHAUDHARY, D.N. & SINGH, B.B. Heterosis in soybean. *Indian J. of Genet. & Plant Breeding*, New Delhi, 34(1): 69-74, 1974.
- CHAUHAN, V.S. & SINGH, B.B. Heterosis and genetics variability in relation to genetic divergence in soybean. *Indian J. of Genet. & Plant Breeding*, New Delhi, 42(3): 324-8, 1982.
- CHAUHAN, V.S. & SINGH, B.B. Genetic variability and heritability in soybean. *Indian J. Agric. Sci.*, New Delhi, 54 (4):273-6, 1984.
- CIANZIO, S.R.; CAVINS, J.F. & FEHR, N.R. Protein and oil percentage of temperate soybean genotypes evaluated in tropical environments. *Crop Science*, Madison, 25:602-606, 1985
- COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics*, Raleigh, 4: 254-66, 1948.

- CREGAN, P. B.; YOCUM, J. O.; JUSTIN, J. R. & BUSS, G.R. Evaluation of soybean introductions, ancestral varieties and cultivars. *Agronomy Abstr. Am. Soc. of Agronomy*, Madison, pp. 59-59, 1981.
- CROISSANT, G.L. & TORRIE, J.H. Evidence of nonadditive effects and linkage in two hybrid populations of soybeans *Crop Science*, Madison, 11:675-7, 1971.
- DESTRO, D. Teste de geração precoce na seleção de linhagens de soja (*Glycine max*(L.) Merrill). Viçosa, 1983. 115 p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa/UFV).
- DESTRO, D. Capacidade de combinação de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) apropriado para o consumo humano. Piracicaba, 1991, 157p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP).
- DESTRO, D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, J.C.; SEDIYAMA, C.S.; THIEBAUT, J.T.L. Estimativas de herdabilidade de alguns caracteres em dois cruzamentos de soja. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, 22(3): 291-304, 1987.
- DUDLEY, J.W. Seventy-six generations for oil and protein percentage in maize. In: *International Conference on Quantitative Genetics*, Ames, 1976. Proceedings, Iowa State University Press, 1977. p. 459-73.
- DUDLEY, J.W. Theory for transfer of alleles. *Crop Sci.*, 22: 631-637, 1982.
- EMBRAPA, *Catálogo de germoplasma de soja*. Brasília, CENARGEN, 192 p, 1982.
- FALCONER, D.S. *Introduction to quantitative genetics*. New York, Ronald Press Comp., 1960, 365 p.

FEHR, W. R. Breeding. In: NORMAN, A.G. (ed.), *Soybean physiology, agronomy, and utilization*. New York, Academic Press, 1978, pp. 119-155.

FEHR, W.R. & WEBER, C.R. Mass selection by seed size and specific gravity in soybean populations. *Crop Science*, Madison, 8: 551-554, 1968

FONTES, L.G.; ALMEIDA FILHO, J. de; REIS, M.S.; SEDIYAMA T.; SEDIYAMA, C.S. Conteúdo de óleo e proteína nos grãos e correlações com algumas características agronômicas de linhagens de soja. *Revista Ceres*, Viçosa, 27 (149): 17-22, 1980.

FREIRE FILHO, F.R. Análise genética de um dialelo entre genótipos precoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1988. 224p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

FREIRE FILHO, F.R. & VELLO, N.A. Combining ability, heterosis, heterobeltiosis in early soybean genotypes. In: A.J. Pascale (editor) WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, IV., Buenos Aires, 1989. *Proceedings*. Buenos Aires, AASOJA, 1989. p. 953-957.

GATES, C.E.; WEBER, C.R. & HORNER, T.W. A linkage study of quantitative characteristics in a soybean cross. *Agronomy Journal*, Madison, 52: 45-49, 1960.

GHADERI, A.; ADAMS, M.W.; NASSIB, A.M. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morfological traits in dry edible beans and faba bean. *Crop Science*, Madison, 24(1): 37-42, 1984.

GILBERT, N.E.G. Diallel cross in plant breeding. *Heredity*, Edinburg, 12(4): 477-92, 1958.

- GODDARD, M.M. Distance analysis in biology. *Systematic Zoology*, Washington, 21(2): 174-86, 1972.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.*, Melbourne, 9: 462-93, 1956.
- GUPTA, V.P.; SOOD, D.R.; NAINAWATTI, H.S.; WAGLE, D.S. Heritability and correlation estimates for protein, oil, and crushing hardness in photo-sensitive and insensitive groups of soybean. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 7: 50-5, 1980.
- HANSON, W.D.; PROBST, A.H.; CALDWELL, B.E. Evaluation of a population of soybean genotypes with implications for improving self-pollinated crops. *Crop Science*, Madison, 7: 99-103, 1967.
- HANSON, N.D. & WEBER, C.R. Resolution of genetic variability in self-pollinated species with an application to the soybean. *Genetics*, Austin, 45(11): 1425-34, 1961.
- HANSON, W.D. & WEBER, C.R. Analysis of genetic variability from generations of a plant progeny lines in soybeans. *Crop Science*, Madison, 2: 63-7, 1962.
- HARRISON, S.A.; BOERMA, H.R.; ASHLEY, D.A. Heritability of canopy-apparent photosynthesis and its relationships to seed yield in soybeans. *Crop Science*, Madison, 21:222-6, 1981.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses: *Genetics*, Baltimore, 39(6): 780-809, 1954.

HIROMOTO, D.M. Parentais exóticos como fonte de genes para precocidade e produtividade da 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. *Rev. Bras. Genet.*, Ribeirão Preto, 9(2): 925-306, 1986.

HYMOVITZ, T. On the domestication of the soybean. *Economic Botany*, Lancaster, 24: 408-21, 1970.

JACQUARD, A. The genetic structure of populations. Berlin, Springer Verlag, 1974. 569 p.

JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. *Agric. Journal*, Madison, 47: 314-18, 1955a.

JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. *Agric. Journal*, Madison, 47: 477-83, 1955b.

KASTER, M. & BONATO, E.R. Introdução e evolução da soja no Brasil; evolução da cultura da soja no Brasil. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. ed. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.58-64.

KAW, R.N. & MENON, P.M. Heterosis in a ten-parental diallel cross in soybean. *Indian J. Agric. Sci*, New Delhi, 49 (5):322-4, 1979.

KAW, R.N. & MENON, P.M. Combining ability in soybean. *Indian J. of Genet. & Plant Breeding*, New Delhi, 40(1): 305-9, 1980.

KAW, R.N. & MENON, P.M. Combining ability for development traits in soybean. *Indian J. of Genet. & Plant Breeding*, New Delhi 41(3): 303-8, 1981.

KAW, R.N. & MENON, P.M. Diallel analysis in soybean. *Indian J. Agric. Sci.*, New Delhi, 52(12): 991-7, 1983.

KEMPTHORNE, O. *An introduction to genetic statistics*. Ames; Iowa State University Press, 1969. 545p.

KHALAF, A.G.M.; BROSSMAN, G.D. & WILCOX, J.R. Use of diverse populations in soybean breeding. *Crop Science* , 24: 358-360, 1984.

- KIIHL, R.A.S. Inheritance studies of two characteristics in soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill): I. Resistance of soybean mosaic virus. II. Late flowering under short a day conditions. These de PhD. Agron., Mississippi State University, Mississippi, 1976, 56p.
- KIIHL, R.A.S. & MIYASAKA, S. Trabalhos de melhoramento de soja no Estado de São Paulo. *I Simpósio Brasileiro de Soja*, Campinas, 1970, p. 107-126.
- KRIEGER, M. Cruzamentos dialélicos entre gênótipos semi-precoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) Piracicaba, 1991. no prelo. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- KUNTA, T.; EDWARDS, L.H.; MacNEW, R.W.; DINKINS, R. Heterosis performance and combining ability in soybeans. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 12: 97-9, 1985.
- KWON, S.H. & TORRIE, J.H. Heritability of and interrelationships among traits of two soybean populations. *Crop Science*, Madison, 4: 196-8, 1964.
- LAWRENCE, P.K. & FREY, K.J. Backcross variability for grain yield in oat species crosses (*Avena sativa* x *A. sterilis* L.). *Euphytica*, 24: 77-85, 1975.
- LEFFEL, R.C. & HANSON, W.D. Early generation testing of diallel crosses of soybean. *Crop Science*, Madison, 1(2): 169-74, 1961.

- LEFFEL, R.C. & WEISS, M.G. Analysis of diallel crosses among ten varieties of soybeans. *Agr. Journal*, Madison, 50:528-34, 1958.
- LEFORT-BUSON M. & VIENNE, D. *Les distances génétiques*. Paris, INRA Publications, 1985. 181p.
- MAHMUD, I. & KRAMER, H.H. Segregation for yield, height, and maturity following a soybean cross. *Agr. Journal*, Madison, 43: 605-9, 1951.
- MANLY, B.F.J. Multivariate statistical methods; a primer. New York, Chapman and Hall, 1986. 158p.
- MATHER, F.R.S.; JINKS, F.R.S. Introdução à genética Biométrica. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1984, 242p.
- McKENDRY, A.L.; VETTY, P.B.E. & VOLDENG, H.D. Inheritance of seed protein and seed oil content in early maturing soybean. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, 27: 603-607, 1985.
- MEHTA, S.K.; LAL, M.S.; BEOHAR, A.B.L. Heterosis in soybean crosses. *Indian J. Agric. Sci.*, New Delhi, 54(8): 682-4, 1984.
- MIRANDA, M.A.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; MASCARENHAS, H. A. A. & RETTORI, C. Recurrent selection to increase the oil concentration using genetic male sterility and NMR spectroscopy. *IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja*. 1989. Buenos Aires, p.74.

- MOLL, R.H.; LONNQUIST, J.N.; FORTURE, J.V.; JOHNSON, E. F. .
The relationship of heterosis and genetic divergence in
Maize. *Genetics*, 52: 139-144, 1965.
- MOREIRA, R.M.P. Predição do comportamento de cruzamentos
dialélicos de soja avaliados na geração F_3 em cultivo de
inverno. Piracicaba, 1992. 96p. (Mestrado - Escola Su-
perior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MURTY, B.R. & ARUNACHALAM, V. The nature of genetic diver-
gence in relation to breeding system in crop plants,
Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, New Delhi,
26: 188-9, 1966.
- NASS, L.L. Potencialidades de genótipos de soja (*Glycine*
max (L.) Merrill) para cultivo de inverno avaliada por
cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 1989. 112p. (Mes-
trado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Quei-
roz"/USP).
- NELSON, R.L. Measuring seed yield in soybean popula-
tions segregating for male sterility. *Crop Science*, 27(4):632-
634, 1987.
- NELSON, R.L. & BERNARD, R.L. Production and performance of
hybrid soybeans. *Crop Science*, Madison, 24: 549-53, 1984.
- OLIVEIRA, A.B.; SEDYIAMA, T.; SEDYIAMA, C.S.; MUCIO, S.R.
& SILVA, J.C. Correlações entre alguns caracteres agro-
nômicos da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nas gerações
 F_5 e F_6 . *Revista Ceres*, Viçosa, 34(196): 549-561, 1987a.
- OLIVEIRA, A.B.; SEDYIAMA, T.; SEDYIAMA, C.S.; REIS, M.S. &
SILVA, J.C. Avaliação do teste de geração precoce no de-
senvolvimento de genótipos de soja com características
agronômicas específicas. *Revista Ceres*, Viçosa, 34(196):
598-618, 1987b.

- OLIVEIRA, A.B.; SEDYIAMA, C.S.; REIS, M. S. & SILVA J. C. Herdabilidade de alguns caracteres agronômicos de soja nas gerações F₅ e F₆. *Revista Ceres*, Viçosa 35 (197): 78-88, 1988.
- OLIVEIRA, E.J. Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa, 1989. 91p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- PACOVA, B.E.V. Análise genética de progênieis segregante de soja apropriada para o consumo humano. Piracicaba, 1992, 217p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- PALMER, R.G.; ALBERTSEN, M.C.; JOHNS, C.W. Pollen movement to two male-sterile soybean mutants grown in two locations. *Journal of Heredity*, 74(1): 55-57, 1983.
- PALUDZYSZIN FILHO, E. Análise do potencial genético de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) através de cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 1982, 120p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" / USP).
- PANDEY, J.P. & TORRIE, J.H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybeans (*Glycine max* [L.] Merr.) *Crop Science*, Madison, 13:505-7, 1973.
- PASCHAL II, E.H. & WILCOX, J.R. Heterosis and combining ability in exotic soybean germoplasm. *Crop Science*, Madison, 15: 344-9, 1975.
- RAMANUJAM, S.A.; TIWARI, S.; MEHRA, R.B. Genetic divergence and hybrid performance in mungbean. *Theoretical Applied Genetics*, 45: 221-214, 1974.

- RANZANI, G.; FREIRE, D.; KINJO, T. *Carta de solos do município de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ/Centro de Estudos de Solos, 1966. 86p. (mimeografado)..
- RAO, R.C., *Advanced statistical methods in biometric research*. New York, John Wiley and Sons, 1952. 390p.
- RAUT, V. M.; HALWANKAR, G. B.; PATIL, V.P. Heterosis in soybean. *Soybean Genetics Newsletter*, 15: 57-60, 1988.
- RODGERS, D.M. Improvement of cultivated barley (*Hordeum vulgare*) with germplasm introgressed from *H. spontaneum*. Ph.D. Dissertation. Iowa State University, 1982, 168p.
- SABBOUH, M.Y. & EDWARDS, L.H. Combining ability for seed protein and oil content in soybean. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 12:103-11, 1985.
- SHOENER, C.S. & FEHR, W.R. Utilization of plant introduction in soybean breeding populations. *Crop Science*, 19: 185-188, 1979.
- SHORTER, R.; BYTH, D.E. & MUNGOMERY, V.E. Estimates of selection parameters associated with protein and oil content of soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill). *Australian J. Agric. Res*, 28: 211-222, 1976.
- SIMPSON JR., A.M. & WILCOX, J.R. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean population. *Crop Science*, Madison, 23 : 1077-81, 1983.
- SINGH, B.B.; HADLEY, H.H. Maternal control of oil synthesis in soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill *Crop Science*, 8 : 622-625, 1968.

- SMITH, R.R. & WEBER, C.R. Mass selection by specific gravity for protein and oil in soybean populations. *Crop Science*, Madison, 8: 373-7, 1968.
- SOLDINI, D.O. Interação genótipos x locais e correlações entre caracteres com ênfase na produção de óleo em soja. Piracicaba, 1992. no prelo (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP).
- SPECHT, J.E. e J.H. WILLIAMS. Contribution of genetic technology to soybean productivity - retrospect and prospect. Paper nº 6791, Journal Series, Nebraska Agric. Exp. Stn. 58p., 1983.
- SPRAGUE, G.F. Quantitative Genetics in Plant Improvement. In: FREY, K.J. (Ed.) *Plant Breeding*. Ames, Iowa State University Press, 1966, p.315-354.
- SPRAGUE, G.F. & TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.*, Geneva, 34(10): 923-32, 1942.
- SRIVASTAVA, R.L.; AHMAD, Z.; SINGH, H. G.; SAXENA, J. K. Combining ability for yield and related attributes in soybean *Indian J. Agric., Sci*, New Delhi, 48(3): 148-55, 1978.
- ST. MARTIN, S.K. Epistasis and soybean breeding. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 8: 104-7, 1981.

- ST.MARTIN, S.K. Effective population size for the soybean improvement program in maturity groups 00 to IV. *Crop Sci.*, 22: 151-152, 1982.
- TISSELLI JUNIOR, O. Inheritance study of the long-juvenile characteristics in soybean under long-day and short-day conditions. Mississippi, 1981. 77p. (Ph.D. - Mississippi State University).
- TOLEDO, J.F.F. de & KIIHL, R.A. de S. Métodos de análise dialéctica do modelo genético em controle das características dias para floração e número de folhas trifoliadas em soja. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, 17(5): 745 - 55, 1982.
- UNITED STATES DEPARTMENT of AGRICULTURE. Agricultural statistics. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, p. 168-175, 1982.
- UPADHYAYA, H.D. Induced genetic variability for oil content in soybean. *Journal of Nuclear Agricultural Biology*, 14: 119-122, 1985.
- VEATCH, C. Vigor in soybeans as affected by hybridity. *J. Amer. Soc. Agron.*, Washington, 22(4): 289-310, 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. (Livre-Docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).
- VELLO, N.A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento da soja na ESALQ/USP. In: CÂMARA, G.M.S. (éd), *Cultura e produtividade da soja*. Piracicaba, FEALQ, 1991, 27p., no prelo.

- VELLO, N.A. Contribuições do aumento da base genética para o melhoramento da soja. *Anais do 9º Encontro sobre temas de Genética e Melhoramento*, Piracicaba, 7 a 8 de Outubro de 1992, p. 31 a 40
- VELLO, N.A.; HIROMOTO, D. M.; AZEVEDO FILHO, A. J. B. V. Coefficient of parentage and breeding of Brazilian soybean germplasm. *Brazilian Journal of Genetics*, Ribeirão Preto, 11: 679-697, 1988.
- VELLO, N.A., PIRES, C.E.L.S. Estratégias para seleção de parentais. *Brazilian Journal of Genetics*, Ribeirão Preto 15: 45-49, 1992. (Proceedings, 10º Congresso Latino-Americano de Genética).
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., coord. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*, Campinas, Fundação Cargill, 1978. p. 122-201.
- VIRMANI, S.S. & EDWARDS, I.B. Current status and future prospects for breeding hybrid rice and wheat. *Advances in Agronomy*, New York, 36: 145 - 215, 1983.
- WEBER, C.R. Inheritance and interrelation of some agronomic and chemical characters in an interespecific cross in soybeans, *Glycine max* x *G. ussuriensis*. *Research* 374, Ames, Iowa, 1950. 25p.
- WEBER, C.R.; EMPIG, L.T.; THORNE, J.C. Heterotic performance and combining ability of two-way F_1 soybean hybrids. *Crop Science*, Madison, 10: 159,60, 1970.
- WEBER, C.P. & MOORTHY, B.R. Heritable and nonheritable relationships and variability of oil content and agronomic characters in the F_2 generation of soybean crosses. *Agronomy Journal*, Madison, 44: 202-9, 1952.

WEISS, M.G.; WEBER, C.R.; KALTON, R.R. Early generation testing in soybeans. *J. Amer. Soc. Agron.*, Geneva, 39: 791-811, 1947.

WENTZ, J.B. & STEWART, R.T. Hybrid vigor in soybeans *J. Amer. Soc. Agron.*, Madison, 16(8): 534-40, 1924,

WILCOX, J.R. Breeding soybeans for improved oil quantity and quality. In: *World Soybean Research Conference, III*, Ames, 1984. *Proceeding*. London, Westview Press, 1985.p. 380-6.

WILCOX, J.R. Soybean protein and oil quality. In: *World Soybean Research Conference IV*. Buenos Aires, *Proceeding*. Asociación Argentina de la Soja, 1989. p. 28-39.

WILCOX, J.R. e A.M. SIMPSON, JR. Performance of reciprocal soybean hybrids. *Crop Sci.*, Madison, 17: 351-352, 1977.

WOODWORTH, C.M. Genetics of soybeans. *J. American Soc. Agron.*, Washington, 25:36-51, 1933.

T A B E L A S E F I G U R A S

Tabela 1 Características botânicas e agronômicas de 20 genótipos utilizados nos cruzamentos entre parentais adaptados e exóticos. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Genótipo parentais a/	nº de registro (S)	Hábito de crescimento	Ciclo ^c Cor da flor	Características b			Teor de óleo	
				Cor da pubescência	vagem	Peso de cem sementes		
1-Andrews Púrpura	51	D	142	R	M	C	15,19	24,09
2-FT 81-2706	52	D	121	B	C	M	17,23	25,80
3-PI 371.610	53	D	117	R	M	M	15,60	22,73
4-Paraná (seleção)	54	D	117	B	C	M	17,00	24,33
5-Kirby	55	D	132	R	M	C	16,23	24,51
6-FT-2	56	D	126	B	C	C	15,72	24,72
7-N82-2764 (seleção)	57	D	141	R	M	M	15,27	24,61
8-SOC 81-127 (seleção)	58	D	125	R	C	C	16,02	23,35
9-Wright	59	D	127	R	M	C	15,79	24,71
10-SOC 81-76	60	D	126	B	M	C	16,30	25,38
11-Foster	61	D	129	R	C	C	17,27	25,14
12-FT 79-3408	62	D	122	B	C	C	15,78	23,27
13-AX 53-55	63	D	128	R	C	C	15,31	23,13
14-Paranagoiana	64	D	155	B	C	M	16,28	24,49
15-Jackson-4028 (seleção)	65	D	127	B	C	M	18,02	24,71
16-FT 81-2129	66	SD	125	R	C	C	17,83	24,26
17-Cobb	67	D	139	B	C	C	17,13	25,81
18-BR-8	68-A	D	134	R	C	C	15,19	25,16
19-PI 200.521	69	D	147	R	M	M	16,82	22,83
20-SOC 81-216	70	D	147	B	C	C	16,27	24,39

a Números ímpares representam genótipos exóticos; números pares correspondem a genótipos adaptados.

b D= determinado; SD= semi-determinado; B= branca; R= roxa; C= cinza; M= marrom.

c Número médio de dias para maturidade.

Tabela 2 - Características botânicas e agronômicas de 20 genótipos (nº 21 a 40) utilizados em cruzamentos entre parentais adaptados e uma testemunha de baixo teor de óleo (nº 41). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Genótipos parentais	nº de registro (3)	Hábito de crescimento	Ciclo médio	Cor da flor	Cor da pubescência	Cor da vagem	Peso de cam sementes	Teor de óleo	Características ^a	
									Cor da pubescência	Cor da vagem
21-Bienville	71	D	130	R	M	C	15,34	23,70		
22-UFV-Araguaia	72	D	151	B	C	C	13,32	23,45		
23-Bossier (seleção)	73	D	134	R	M	C	16,83	23,78		
24-UFV-2	74	D	140	B	C	C	14,20	24,26		
25-GO 81-8491	75	D	131	R	C	M	14,39	24,98		
26-BR 80-15725-B (seleção)	76	D	133	B	M	C	15,96	27,61		
27-Planalto (seleção)	77	D	122	R	C	M	14,50	24,79		
28-GO 81-11094	78	I	136	R	C	M	13,17	25,16		
29-BR-11 (Carajás)	79	D	174	R	M	C	12,76	23,36		
30-FI-8 (Araucária)	80	D	135	R	C	C	14,47	25,12		
31-OC 79-7	81	D	121	R	M	M	16,70	24,70		
32-BR-9 (Savana)	82	D	149	R	C	C	16,85	24,67		
33-ENGOPA-301	83	D	157	R	M	C	13,91	25,31		
34-IAC-9	84	SD	155	R	C	C	13,33	23,22		
35-GO 79-1030	85	D	152	R	M	C	18,80	23,68		
36-Cristalina (seleção)	86	D	157	R	C	C	12,70	23,88		
37-IAC-6	87	D	155	R	M	C	11,59	23,18		
38-UFV-4	88	D	158	R	M	C	14,07	24,97		
39-BR 80-16309	89	D	131	R	M	C	14,79	24,60		
40-UFV-1	90	D	155	R	M	C	13,68	23,06		
41-IAC Santa Maria 702		D	148	R	M	M	10,77	20,79		

^a D= Determinado; SD= semi-determinado; I= indeterminado; B= branca; R= roxa; C= cinza; M= marrom

^b Número de dias para a maturidade

Tabela 3 Esquema de análise de variância em blocos casualizados, com desdobramento da soma de quadrados de genótipos em parentais progênie F_2 e contrastes entre grupos.

Fontes de variação	G L	S Q	Q M	Teste F
Repetições	R-1	SQ ₇	QM ₇	---
Tratamentos	(2N+1)-1	SQ ₆	QM ₆	QM ₆ /QM ₁
Parentais (P)	N-1	SQ ₅	QM ₅	QM ₅ /QM ₁
Progênie (F ₂)	N-1	SQ ₄	QM ₄	QM ₄ /QM ₁
P vs. F ₂	1	SQ ₃	QM ₃	QM ₃ /QM ₁
Test. ^a vs. (P+F ₂)	1	SQ ₂	QM ₂	QM ₂ /QM ₁
Resíduo	(R-1)((2N+1)-1)	SQ ₁	QM ₁	
Total	(R(2N+1))-1	SQT		

^a Testemunha comum.

Tabela 4 Esquema de análise de variância e covariância com esperanças matemáticas de quadrado e produto médio, para cálculo de correlações^a.

FONTE DE VARIACÃO	C A R A _ C T E R E S									
	x		y		x+y		xy		PM	
	QM	E(QM)	QM	E(QM)	QM	E(QM)	QM	E(QM)	PM	E(PM)
Repetições										
Genótipos ^b										
Resíduo										

^a $QM_{G(x)} \cdot QM_{G(y)} \cdot QM_{G(x+y)}$ = quadrado médio de genótipos para os caracteres x, y e (x+y), respectivamente.

$QME(x) \cdot QME(y) \cdot QME(x+y)$ = quadrado médio do resíduo para os caracteres x, y e (x+y), respectivamente.

$PMG_{(xy)}$ e $PME_{(xy)}$ = produto médio (covariâncias) de genótipos e resíduo dos caracteres x e y.

$\phi^2_{g(x)} \cdot \phi^2_{g(y)} \cdot \phi^2_{g(x+y)}$ = variância genotípica dos caracteres x, y, e (x+y), respectivamente.

$\sigma^2_{e(x)} \cdot \sigma^2_{e(y)} \cdot \sigma^2_{e(x+y)}$ = variância do resíduo dos caracteres x, y e (x+y), respectivamente.

$\phi_{g(xy)}$ = covariância genotípica dos caracteres x e y.

$\sigma_{e(xy)}$ = covariância dos resíduos dos caracteres x e y

^b Como os parentais foram deliberadamente escolhidos os efeitos de genótipos são fixos.

Tabela 5 Eficiência e coeficiente de variação da análise em látice para onze caracteres. Soja, Piracicaba, sementeado em 23/11/89.

Caracteres	Eficiência do látice (%)	C.V. (%)
NDF: Número de dias para o florescimento	98,95	3,53
APF: Altura da planta no florescimento (cm)	100,05	7,61
NDM: Número de dias para a maturidade	95,79	2,66
NIM: Número de internódios na maturidade	100,01	8,40
APM: Altura da planta na maturidade (cm)	100,93	8,47
Ac : Acamamento	100,06	20,47
VA : Valor Agronômico	100,13	9,69
PCS: Peso de cem sementes (g)	93,83	9,07
PG : Produção de grãos por planta (g/planta)	100,23	18,16
ZOL: Teor de óleo nos grãos (%)	100,09	2,46
PO : Produtividade de óleo por planta (g/planta)	100,74	18,11

Tabela 6 Análise de variância baseada em média de 12 plantas por parcela para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade e altura da planta na maturidade (APM). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/ 89.

Fontes de variação	G L	Q M dos C A R A C T E R E S				
		NDF	APF	NDM	APM	
Repetições	5	5,35	232,14	25,20	4,70	269,93
Tratamentos	80	510,27**	666,71**	861,93**	72,46**	1203,53**
Parentais (P)	39	670,40**	829,84**	1148,42**	79,59**	1309,65**
Progenies (F ₂)	39	343,47**	494,95**	594,50**	59,94**	1092,93**
P vs. F ₂	1	20,00n s	671,44**	260,00**	0,05n s	47,75n s
Test. vs. (P+F ₂)	1	1263,50**	998,94**	720,00**	354,60**	2535,00**
Resíduo	400	7,55	17,01	19,34	1,60	28,42

Unidades	dias	cm	dias	nº	cm
C.V. (%)	4,86	9,32	3,20	8,38	9,80
C.V.g (%)	16,19	23,52	8,63	22,74	25,72

* e ** : significativo ao nível de probabilidade de 5 e 1%, respectivamente.
 Test. : testemunha 'IAC Santa Maria 702'.

Tabela 7 Análise de variância baseada em média de 12 plantas por parcela para os caracteres acamamento (Ac), valor agronômico (VA) e peso de cem sementes (PCS). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Fontes de variação	G.L.	QM dos C A R A C T E R E S		
		Ac	VA	PCS
Repetições (R)	5	1,5831	0,4339	10,048
Tratamentos	80	0,8208	2,0313	14,945
Parentais (P)	39	1,1587	2,3289	15,789
Progenies (F ₂)	39	0,3933	1,6679	10,507
P vs F ₂	1	0,3848	0,2412	27,688
Test. vs. (P+F ₂)	1	4,7471	6,3872	142,453
Resíduo	400	0,0969	0,0934	1,364
Unidades		notas (1 a 5)	notas (1 a 5)	g
C.V. (%)		23,36	10,51	7,48
C.V.g (%)		26,06	19,55	9,63

* e ** : significativo ao nível de probabilidade 5 e 1%, respectivamente.
 Test.: testemunha 'IAC Santa Maria 702'.

Tabela 8 Análise de variância baseada em média de 12 plantas por parcela para os caracteres produção de grãos (PG), teor de óleo nos grãos (%O) e produção de óleo (PO = PG x %O: 100). Soja, Piracicaba, sementeira em 23/11/89.

Fontes de variação	G L	QM dos C A R A C T E R E S		
		PG	%O	PO
Repetições (R)	5	5114,95	13,1313	359,25
Tratamentos	80	6753,55	5,5211	406,57
Parentais (P)	39	8262,48	5,7308	523,95
Progênes (F ₂)	39	5232,95	3,5737	302,97
P vs F ₂	1	13,00	0,9375	3,59
Test. vs. (P+F ₂)	1	13951,50	78,1563	272,33
Resíduo	400	299,99	0,4182	18,08
Unidades		g/planta	%	g/planta
C.V. (%)		19,43	2,65	19,26
C.V. g (%)		36,78	3,79	36,43

* e ** : significativo ao nível de probabilidade de 5 e 1%, respectivamente.

Test. : Testemunha 'IAC Santa Maria 702'.

Tabela 9 Estimativas de médias de duas cadeias de cruzamentos em F_2 , para 11 caracteres. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

CARACTERES	UNIDADES	CADEIAS DE CRUZAMENTOS	
		EXÓTICO x ADAPTADO	ADAPTADO x ADAPTADO
NDF	dias	50,99 b ¹	60,29 a
APF	cm	37,28 b	48,52 a
NDM	dias	130,23 b	142,60 a
NIM	nº	13,06 b	16,99 a
APM	cm	45,49 b	62,17 a
AC	notas (1 a 5)	1,18 b	1,41 a
VA	notas (1 a 5)	2,6 b	3,2 a
PCS	g	16,89 a	14,95 b
PG	g	68,51 b	108,91 a
ZOL	%	24,44 a	24,48 a
PO	g	17,05 b	26,78 a

1: Para cada caráter (linha da tabela), médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste t (5%).

Tabela 10 NDF: número de dias para o florescimento. Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/ 89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLITUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLITUDE	h^2
1-Andrews Púrpura ^a	60,3	1,80	57-64	1x2	53,2	6,24	46-60	71,60
2-FT81-2706	46,7	1,74	46-50	2x3	41,9	46,58	33,50	98,06
3-PI371610	33,0	0,06	33-35	3x4	51,0	34,20	33-79	98,58
4-Paraná-s ^b	48,8	0,90	46-53	4x5	47,3	19,39	33-67	91,87
5-Kirby	47,8	2,25	46-49	5x6	49,3	2,67	46-55	40,94
6-FT-2	49,2	0,91	46-49	6x7	50,8	9,38	43-64	74,53
7-N82-2764-s	60,3	3,86	53-67	7x8	46,7	11,00	43-53	54,64
8-SOC81-127-s	50,2	6,12	46-55	8x9	47,7	10,46	40-55	55,04
9-Wright	44,6	3,28	42-53	9x10	49,5	8,02	46,60	71,56
10-SOC81-76	53,9	1,28	53-57	10x11	50,0	9,39	42-57	81,55
11-Foster	47,3	2,18	43-49	11x12	49,0	11,78	40-60	77,12
12-FT79-3408	49,6	3,21	46-53	12x13	50,3	10,91	42-60	78,73
13-Ax53-55-s	49,1	1,43	46,53	13x14	56,5	64,89	46-82	98,66
14-Paranagoiana	68,2	0,31	67-69	14x15	54,3	58,02	46-69	97,18
15-Jackson 4028-s	44,1	2,95	42-46	15x16	50,1	10,27	40-60	29,26
16-FT81-2129	49,8	11,58	42-53	16x17	51,0	12,79	46-60	49,23
17-Cobb	52,3	1,41	49-53	17x18	51,8	5,50	46-60	67,85
18-BR-8	49,9	2,13	49-55	18x19	54,5	7,93	49-62	44,30
19-PI200521	52,9	6,70	43-60	19x20	58,4	20,72	53-71	80,27
20-SOC81-216	61,3	1,48	60-64	20x1	56,7	33,98	49-74	95,18
21-Bienville	45,0	2,92	40-49	21x22	56,5	9,36	50-64	77,37
22-UFV-Araguaia	67,8	1,32	67,71	22x23	59,0	30,59	50-71	93,15
23-Bossier-s	51,1	2,88	49-53	23x24	54,2	30,77	46-71	88,47
24-UFV-2	61,4	4,22	57-67	24x25	59,2	12,48	49-67	78,25
25-G081-8491	53,3	1,21	49,55	25x26	56,0	21,12	49-74	75,98
26-BR80-15725-B-s	57,9	8,94	53-62	26x27	52,4	12,61	46,57	46,83
27-Planalto-s	50,5	4,47	49-64	27x28	55,0	8,93	49-60	66,13
28-G081-11094	54,4	1,58	53-57	28x29	64,0	28,46	55-79	70,66
29-BR-11	83,3	15,13	74-97	29x30	66,9	82,11	57-89	89,29
30-FT-8	54,2	2,46	50-57	30x31	53,0	3,54	49-60	52,60
31-OC79-7	48,8	0,90	46-50	31x32	57,5	32,23	49-76	97,60
32-BR-9	67,0	0,64	67-69	32x33	70,9	13,63	67-84	89,70
33-EMGOPA-301	74,8	2,17	69-76	33x34	72,5	3,42	67-79	49,14
34-IAC-9	70,4	1,31	69-74	34x35	70,3	8,62	62-79	81,90
35-G079-1030	65,5	1,81	50-69	35x36	68,1	3,13	64-74	63,88
36-Cristalina-s	67,6	0,46	67-69	36x37	69,7	10,54	60-76	96,28
37-IAC-6	74,1	0,33	73-76	37x38	65,9	17,15	50-74	97,30
38-UFV-4	74,8	0,66	74-76	38x39	59,5	13,45	50-64	78,54
39-BR80-16309	57,2	5,17	53-64	39x40	63,7	12,05	53-74	60,53
40-UFV-1	63,9	4,34	60-67	40x21	51,8	13,97	33-62	74,03

Teste de Tukey: DMS a 5% = 6,7 dias; DMS a 1% = 7,3 dias

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 11 APF: altura da planta (cm) no florescimento. Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	h^2
1-Andrews Purpura ^a	50	25,27	40-60	1x2	40	35,05	20-53	42,94
2-FT81-2706	38	14,73	25-45	2x3	28	34,44	15-40	68,75
3-PI371610	21	6,80	15-25	3x4	38	41,76	20-67	82,63
4-Paraná-s ^b	37	7,71	30-45	4x5	31	42,16	15-45	75,44
5-Kirby	40	13,00	35-45	5x6	36	24,58	20-45	30,80
6-FT-2	33	21,01	20-45	6x7	39	34,53	25-57	29,48
7-N82-2764-s	51	27,69	35-65	7x8	32	68,27	20-45	60,47
8-SOC81-127-s	35	26,28	15-45	8x9	36	33,39	20-47	37,00
9-Wright	38	15,79	30-50	9x10	40	43,68	20-55	54,78
10-SOC81-76	48	23,72	30-56	10x11	39	29,72	25-50	42,86
11-Foster	35	10,25	30-40	11x12	32	23,26	15-40	37,48
12-FT79-3408	35	18,83	25-50	12x13	38	30,07	20-50	47,72
13-Ax53-55-s	39	12,61	30-45	13x14	41	107,37	15-67	81,05
14-Paranagoiana	53	28,09	37-67	14x15	43	108,31	27-72	76,99
15-Jackson 4028-s	36	21,77	25-45	15x16	39	29,26	25-55	21,95
16-FT81-2129	36	23,92	25-45	16x17	37	51,90	15,50	57,69
17-Cobb	41	20,00	30-55	17x18	35	39,32	25-45	47,00
18-BR-8	35	21,68	20-45	18x19	37	30,36	20-47	20,73
19-PI200521	43	26,45	25-60	19x20	40	96,67	25-70	76,97
20-SOC81-216	47	18,07	37-55	20x1	47	90,02	30-72	75,93
21-Bienville	34	24,27	15-50	21x22	43	60,91	20-62	57,75
22-UFV-Araguaia	55	27,20	43-70	22x23	41	101,69	20-65	76,98
23-Bossier-s	41	19,60	30-50	23x24	46	120,46	20-80	75,46
24-UFV-2	51	39,53	35-65	24x25	44	71,66	22-67	58,87
25-G081-8491	41	19,42	27-47	25x26	45	67,55	32-70	62,04
26-BR80-15725-B-s	53	31,86	37-65	26x27	38	30,45	30-50	24,23
27-Planalto-s	31	14,28	22-45	27x28	38	57,76	15-55	74,50
28-G081-11094	43	15,18	25-55	28x29	58	62,04	37-82	31,23
29-BR-11	76	70,15	60-92	29x30	50	131,95	22-85	69,24
30-FT-8	39	11,04	30-47	30x31	37	42,54	20-50	61,13
31-OC79-7	38	22,13	25-45	31x32	48	69,61	28-70	66,85
32-BR-9	57	24,12	43-67	32x33	65	85,49	40-87	57,09
33-EMGOPA-301	70	49,25	55-85	33x34	64	70,00	45-87	39,05
34-IAC-9	57	36,08	40-70	34x35	61	90,26	33-80	62,16
35-G079-1030	56	32,22	25,70	35x36	56	101,65	33-80	62,62
36-Cristalina-s	54	43,77	35-75	36x37	60	57,88	40-80	34,46
37-IAC-6	62	32,08	45-75	37x38	49	74,90	27-65	48,21
38-UFV-4	71	45,50	55-102	38x39	43	59,60	30-60	50,27
39-BR80-16309	43	13,78	35-52	39x40	48	65,92	25-67	62,81
40-UFV-1	50	35,24	27-60	40x21	38	46,97	46,97	36,65

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 10,0 cm; DMS a 1% = 11,0 cm

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 12 NDM: número de dias para a maturidade. Estimativas de médias (\bar{x}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Parentais	\bar{x}	S^2	AMPLI- TUDE	F_2	\bar{x}	S^2	AMPLI- TUDE	h^2
1-Andrews Purpura ^a	143	11,62	135-150	1x2	131	26,37	120-140	60,49
2-FT-81-2706	122	9,21	113-126	2x3	117	135,47	93-129	65,92
3-PI371610	117	83,13	93-129	3x4	129	119,05	91-158	54,30
4-Paraná-s ^b	117	25,69	107-129	4x5	121	53,33	93-147	69,00
5-Kirby	132	7,37	129-137	5x6	130	15,30	126-137	46,66
6-FT-2	126	8,95	120-133	6x7	133	25,96	120-154	72,73
7-N82-2764-s	142	5,22	135-147	7x8	127	18,74	120-133	62,96
8-SOC81-127-s	126	8,66	113-129	8x9	127	13,19	117-135	45,27
9-Wright	127	5,78	120-135	9x10	127	13,79	117-137	64,63
10-SOC81-76	127	3,98	120-129	10x11	127	16,72	117-137	81,19
11-Foster	130	2,30	129-137	11x12	129	17,19	115-140	49,05
12-FT79-3408	122	15,21	113-135	12x13	129	16,91	117-137	50,02
13-Ax53-55-s	129	1,69	126-133	13x14	135	244,46	117-186	98,61
14-Paranagoiana	155	5,10	150-158	14x15	132	148,19	117-165	93,30
15-Jackson 4028-s	128	14,77	115-140	15x16	129	39,71	105-158	33,54
16-FT81-2129	125	38,01	113-133	16x17	129	33,27	115-142	29,38
17-Cobb	140	8,99	120-149	17x18	136	17,66	129-150	53,12
18-BR-8	134	7,57	120-140	18x19	139	17,27	129-147	50,64
19-PI200521	147	9,48	142-150	19x20	141	63,30	129-161	83,82
20-SOC81-216	148	11,00	129-152	20x1	136	78,22	126-161	85,53
21-Biénville	130	1,96	129-137	21x22	141	17,46	133-150	76,01
22-UFV-Araguaia	151	6,42	147-158	22x23	142	66,45	129-161	90,46
23-Bossier-s	134	6,25	129-137	23x24	136	58,31	129-161	89,26
24-UFV-2	140	6,27	135-147	24x25	138	19,16	129-147	70,12
25-G081-8491	131	5,18	129-135	25x26	133	26,29	120-154	71,67
26-BR80-15725-B-s	134	9,72	129-140	26x27	128	20,62	115-135	34,46
27-Planalto-s	123	17,35	117-150	27x28	131	22,93	120-144	54,25
28-G081-11094	136	3,62	129-142	28x29	145	195,93	135-191	90,59
29-BR-11	174	33,23	152-186	29x30	150	374,40	133-201	93,09
30-FT-8	135	18,50	129-147	30x31	129	26,81	113-147	49,61
31-OC79-7	121	8,53	115-126	31x32	135	77,88	126-165	84,96
32 BR-9	149	14,90	140-170	32x33	136	62,87	142-191	78,82
33-EMGOPA-301	157	11,73	147-203	33x34	156	21,25	147-165	56,56
34-IAC-9	155	6,73	147-158	34x35	156	31,44	140-175	67,68
35-G079-1030	152	13,59	120-165	35x36	153	16,44	144-161	22,32
36-Cristalina-s	158	11,95	150-172	36x37	154	21,68	140-170	58,89
37-IAC-6	155	5,88	150-163	37x38	151	46,90	135-163	90,64
38-UFV-4	158	2,90	150-163	38x39	138	29,34	129-158	79,54
39-BR80-16309	131	9,10	126-137	39x40	145	42,75	128-161	80,07
40-UFV-1	156	7,93	150-161	40x21	135	38,90	91-152	87,30

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 10,7 dias; DMS a 1% = 11,7 dias

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 13 NIM: Número de internódios na maturidade. Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLITUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLITUDE	h^2
1- Andrews Purpura ^a	16	4,77	11-21	1x2	13	6,67	7-19	54,31
2- FT81-2706	11	1,32	9-13	2x3	14	10,13	9-20	82,60
3- PI371610	14	2,20	11-17	3x4	15	8,70	8-22	77,06
4- Paranã-s ^b	13	1,79	10-16	4x5	12	10,96	6-22	84,95
5- Kirby	12	1,51	9-15	5x6	11	6,27	5-14	74,88
6- FT-2	11	1,64	8-15	6x7	13	2,96	8-20	45,56
7- N82-2764-s	17	4,50	1-20	7x8	11	3,79	9-14	10,55
8- SOC81-127-s	12	2,28	6-15	8x9	12	2,97	6-16	30,55
9- Wright	11	1,84	8-15	9x10	11	2,65	7-15	6,79
10-SOC81-76	14	3,10	9-18	10x11	12	3,20	8-16	30,93
11-Foster	11	1,32	7-14	11x12	11	6,97	5-15	55,81
12-FT79-3408	12	4,84	8-16	12x13	12	9,84	9-19	63,71
13-Ax53-55-s	12	2,30	7-16	13x14	14	12,14	9-26	72,80
14-Paranagoiana	17	4,30	12-21	14x15	13	9,37	10-22	64,17
15-Jackson 4028-s	12	2,41	8-14	15x16	17	13,14	10-23	62,26
16-FT81-2129	20	7,51	14-25	16x17	17	21,54	5-30	74,95
17-Cobb	13	3,29	8-17	17x18	12	3,43	9-16	24,92
18-BR-8	11	1,86	8-14	18x19	12	2,70	8-15	31,96
19-PI200521	13	1,82	8-16	19x20	13	7,97	6-19	61,22
20-SOC81-216	18	4,36	12-21	20x1	15	7,96	8-23	42,63
21-Bienville	11	2,73	6-14	21x22	13	5,87	9-18	43,81
22-UFV-Araguaia	17	3,87	12-20	22x23	13	7,91	8-18	65,95
23-Bossier-s	11	1,52	8-14	23x24	13	6,47	6-20	51,76
24-UFV-2	16	4,72	11-20	24x25	20	20,03	11-27	71,55
25-GO81-8491	23	6,68	13-29	25x26	19	22,15	9-26	78,74
26-BR80-15725-B-s	16	2,74	12-19	26x27	13	3,39	9-17	24,41
27-Planalto-s	10	2,39	8-16	27x28	19	30,32	6-29	83,85
28-GO81-11094	24	7,41	11-28	28x29	23	28,14	11-29	73,92
29-BR-11	23	7,27	13-27	29x30	17	20,93	7-31	78,23
30-FT-8	13	1,84	10-16	30x31	18	13,47	10-28	72,01
31-OC79-7	19	5,70	13-23	31x32	19	27,17	11-27	80,75
32-BR-9	17	4,77	12-21	32x33	18	7,13	11-24	39,59
33-EMGOPA-301	18	3,85	14-22	33x34	18	6,94	11-23	43,80
34-IAC-9	17	3,95	11-20	34x35	18	7,98	11-25	45,75
35-GO79-1030	17	4,71	10-21	35x36	18	11,98	11-27	63,04
36-Cristalina-s	17	4,14	13-21	36x37	20	12,77	13-29	65,76
37-IAC-6	18	4,60	9-21	37x38	18	21,11	10-31	79,26
38-UFV-4	18	4,15	12-22	38x39	18	14,84	10-27	73,82
39-BR80-16309	14	3,62	10-20	39x40	14	7,10	8-19	56,43
40-UFV-1	13	2,57	9-18	40x21	13	12,76	7-21	79,25

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 3,1 ; DMS a 1% = 3,4

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 14 APM: altura da planta (cm) na maturidade. Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	h^2
1-Andrews Purpura ^a	56	51,67	42-70	1x2	46	65,63	20-65	45,88
2-FT81-2706	44	19,37	27-54	2x3	49	206,31	10-78	91,19
3-PI371610	42	16,99	30-50	3x4	53	142,19	23-80	88,86
4-Paraná-s ^b	44	14,68	30-51	4x5	42	173,07	14,84	91,35
5-Kirby	44	15,27	34-52	5x6	40	52,69	25-50	66,62
6-FT-2	38	19,90	26-48	6x7	45	107,54	25-65	70,39
7-N82-2764-s	58	43,77	38-75	7x8	34	75,67	12-47	55,60
8-SOC81-127-s	37	23,41	18-48	8x9	40	75,78	20-55	69,10
9-Wright	44	23,40	30-60	9x10	44	73,96	22-65	56,32
10-SOC81-76	58	41,21	42-75	10x11	45	74,39	34-64	62,02
11-Foster	38	15,29	29-45	11x12	37	38,08	15-64	48,77
12-FT79-3408	41	23,72	31-57	12x13	44	46,53	33-62	51,61
13-A*53-55-s	44	21,31	37-57	13x14	49	139,46	25-82	83,30
14-Paranagoiana	62	25,28	43-80	14x15	50	154,03	27-84	84,19
15-Jackson 4028-s	41	23,41	30-50	15x16	61	181,26	34-94	77,31
16-FT81-2129	67	58,85	50-85	16x17	61	319,18	17-94	86,72
17-Cobb	47	25,91	30-60	17x18	39	105,37	30-52	78,56
18-BR-8	36	19,26	20-45	18x19	37	34,16	24-48	38,03
19-PI200521	45	23,08	27-62	19x20	43	119,82	15-75	71,93
20-SOC81-216	54	44,20	12-66	20x1	54	155,20	30-86	69,11
21-Bienville	37	26,76	15-50	21x22	46	82,87	27-70	63,95
22-UFV-Araguaia	60	32,99	52-80	22x23	46	111,14	21-70	77,60
23-Bossier-s	45	16,81	32-53	23x24	50	153,24	20-80	77,76
24-UFV-2	59	51,35	40-75	24x25	72	375,07	42-121	84,06
25-G081-8491	79	68,24	40-100	25x26	71	326,67	39-117	84,29
26-BR80-15725-B-s	60	34,43	48-75	26x27	42	40,97	30-60	44,30
27-Planalto-s	34	11,21	25-45	27x28	58	335,43	20-100	91,45
28-G081-11094	84	46,15	40-105	28x29	91	590,41	45-190	86,06
29-BR-11	91	118,41	65-120	29x30	59	285,89	25-115	76,08
30-FT-8	43	18,34	35-60	30x31	56	169,49	27-94	81,41
31-OC79-7	63	44,68	43-81	31x32	71	420,99	35-120	89,19
32-BR-9	63	46,35	50-75	32x33	75	112,24	45-99	55,07
33-EMGOPA-301	80	54,51	53-93	33x34	72	95,65	50-95	49,65
34-IAC-9	64	41,82	52-78	34x35	70	137,77	38-95	66,41
35-G079-1030	67	50,73	28-83	35x36	67	319,04	33-115	83,59
36-Cristalina-s	62	53,95	40-85	36x37	75	174,19	40-110	69,00
37-IAC-6	69	54,04	53-85	27x38	70	504,17	40-150	89,77
38-UFV-4	82	48,33	70-110	38x39	60	216,01	32-100	81,68
39-BR80-16309	49	30,82	35-65	39x40	52	94,15	26-75	68,32
40-UFV-1	52	28,83	35-70	40x21	43	165,56	20-68	83,21

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 12,9 cm; DMS a 1% = 14,2cm

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 15 Ac: Acamamento (notas de 1 a 5). Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLITUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLITUDE
1-Andrews Purpura ^a	1,3	0,44	1 a 3	1x2	1,3	0,28	1 a 4
2-FT81-2706	1,0	0,01	1 a 2	2x3	1,2	0,15	1 a 2
3-PI371610	1,1	0,11	1 a 2	3x4	1,4	0,48	1 a 5
4-Paraná-s ^b	1,1	0,13	1 a 3	4x5	1,3	0,40	1 a 4
5-Kirby	1,2	0,36	1 a 5	5x6	1,2	0,30	1 a 5
6-FT-2	1,1	0,10	1 a 2	6x7	1,1	0,15	1 a 3
7-N82-2764-s	1,5	0,75	1 a 4	7x8	1,1	0,03	1 a 2
8-SOC81-127-s	1,2	0,22	1 a 4	8x9	1,2	0,15	1 a 3
9-Wright	1,3	0,44	1 a 4	9x10	1,1	0,08	1 a 2
10-SOC81-76	1,1	0,13	1 a 3	10x11	1,2	0,06	1 a 3
11-Foster	1,2	0,16	1 a 3	11x12	1,2	0,22	1 a 4
12-FT79-3408	1,1	0,21	1 a 2	12x13	1,4	0,37	1 a 4
13-Ax53-55-s	1,2	0,18	1 a 3	13x14	1,2	0,14	1 a 3
14-Paranagoiana	1,2	0,26	1 a 4	14x15	1,2	0,42	1 a 4
15-Jackson 4028-s	1,2	0,22	1 a 4	15x16	1,0	0,03	1 a 2
16-FT81-2129	1,1	0,12	1 a 3	16x17	1,1	0,27	1 a 4
17-Cobb	1,1	0,22	1 a 4	17x18	1,2	0,28	1 a 4
18-BR-8	1,1	0,17	1 a 3	18x19	1,0	0,02	1 a 2
19-PI200521	1,3	0,24	1 a 3	19x20	1,1	0,06	1 a 2
20-SOC81-216	1,2	0,52	1 a 5	20x1	1,5	0,70	1 a 4
21-Bienville	1,1	0,13	1 a 3	21x22	1,1	0,04	1 a 2
22-UFV-Araguaia	1,5	0,96	1 a 5	22x23	1,2	0,98	1 a 4
23-Bossier-s	1,1	0,15	1 a 3	23x24	1,3	0,42	1 a 4
24-UFV-2	1,1	0,07	1 a 3	24x25	1,6	1,44	1 a 5
25-G081-8491	2,6	1,37	1 a 5	25x26	2,0	1,42	1 a 5
26-BR80-15725-B-s	1,7	0,69	1 a 4	26x27	1,1	0,08	1 a 2
27-Planalto-s	1,0	0,07	1 a 3	27x28	1,4	0,60	1 a 4
28-G081-11094	1,6	0,80	1 a 5	28x29	1,9	1,49	1 a 5
29-BR-11	3,3	1,84	1 a 5	29x30	1,3	0,81	1 a 5
30-FT-8	1,1	0,13	1 a 4	30x31	1,0	0,02	1 a 2
31-OC79-7	1,1	0,05	1 a 2	31x32	1,4	0,69	1 a 5
32-BR-9	1,5	0,79	1 a 5	32x33	1,8	0,97	1 a 5
33-EMGOPA-301	1,6	1,27	1 a 5	33x34	1,5	0,82	1 a 5
34-IAC-9	1,3	0,39	1 a 4	34x35	1,5	0,75	1 a 5
35-G079-1030	1,4	0,60	1 a 4	35x36	1,7	1,41	1 a 5
36-Cristalina-s	1,9	0,97	1 a 4	36x37	1,8	1,25	1 a 5
37-IAC-6	1,7	1,15	1 a 5	37x38	1,4	0,74	1 a 4
38-UFV-4	1,8	1,14	1 a 5	38x39	1,2	0,49	1 a 4
39-BR80-16309	1,1	0,05	1 a 2	39x40	1,1	0,11	1 a 2
40-UFV-1	1,2	0,29	1 a 4	40x21	1,0	0,00	1 a 1

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 0,75 ; DMS a 1% = 0,82

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 16 VA: valor agronômico (notas de 1 a 5). Estimativas de médias (\bar{X}) variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo. Soja, Piracicaba, sementeira em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	h^2
1-Andrews Purpura ^a	3,1	0,233	2-4	1x2	2,7	0,368	1-4	53,11
2-FT81-2706	2,7	0,112	2-3	2x3	3,0	1,126	1-4,5	85,65
3-PI371610	2,0	0,211	1-3	3x4	2,8	0,954	1-5	77,29
4-Paraná-s ^b	2,6	0,222	1,5-3,5	4x5	2,4	0,624	1-4	76,34
5-Kirby	2,1	0,073	1,5-2,5	5x6	2,2	0,156	1-3	57,05
6-FT-2	2,4	0,061	1,5-3,5	6x7	2,4	0,248	1-4	68,95
7-N82-2764-s	3,3	0,093	2,5-4,0	7x8	2,0	0,209	1-3	53,83
8-SOC81-127-s	2,3	0,100	1-3	8x9	2,4	0,229	1-3,5	53,71
9-Wright	2,4	0,112	1,5-3,5	9x10	2,6	0,253	1-4	41,70
10-SOC31-76	3,4	0,183	2-4	10x11	2,5	0,244	1-3,5	48,16
11-Foster	2,2	0,070	1,5-3	11x12	2,2	0,312	1-3,5	58,10
12-FT79-3408	2,7	0,191	2-3,5	12x13	2,6	0,276	1-3,5	45,54
13-Ax 53-55-s	2,5	0,109	2-3	13x14	2,7	0,533	1-4,5	76,55
14-Paranagoiana	3,1	0,140	2-4	14x15	2,8	0,541	1-4	74,93
15-Jackson 4028-s	2,2	0,131	1,5-3	15x16	3,3	0,825	1-4,5	59,03
16-FT81-2129	3,3	0,545	1-5	16x17	3,2	0,988	1-4,5	67,37
17-Cobb	2,5	0,100	2-3,5	17x18	2,1	0,179	1-2,5	50,26
18-BR-8	2,0	0,078	1-2,5	18x19	2,0	0,172	1-2,5	42,86
19-PI200521	2,4	0,119	1,5-3,5	19x20	2,4	0,498	1-4	61,74
20-SOC81-216	3,0	0,262	2-4	20x1	3,0	0,405	1,5-4,5	51,08
21-Bienville	2,1	0,134	1-3	21x22	2,5	0,350	1-4	54,23
22-UFV-Araguaia	3,1	0,187	2-4	22x23	2,4	0,428	1-4	63,51
23-Bossier-s	2,3	0,125	1,5-3	23x24	2,7	0,467	1-4	61,98
24-UFV-2	3,3	0,230	2-4	24x25	3,6	0,877	1-5	74,23
25-GO81-8491	4,0	0,222	2-5	25x26	3,7	0,557	2-5	65,26
26-BR80-15725-B-s	3,2	0,165	2-4	26x27	2,6	0,271	1-4	45,39
27-Planalto-s	2,3	0,131	1-3	27x28	3,4	0,878	1-5	83,28
28-GO81-11094	4,3	0,163	2-5	28x29	4,1	0,620	2,5-5	66,77
29-BR-11	3,7	0,249	2-4,5	29x30	3,0	0,552	1-4	65,53
30-FT-8	2,4	0,131	1,5-3,5	30x31	3,1	0,856	1-5	81,44
31-OC79-7	4,0	0,187	3-4,5	31x32	3,6	0,876	1-5	68,48
32-BR-9	3,1	0,366	2-4	32x33	3,8	0,542	1-4,5	55,35
33-EMGOPA-301	3,9	0,118	2-4,5	33x34	3,6	0,211	2,5-4,5	46,45
34-IAC-9	3,4	0,108	2,5-4,5	34x35	3,4	0,476	1,5-4,5	59,87
35-GO79-1030	3,1	0,274	2-4	35x36	3,0	0,494	1,5-4,5	41,94
36-Cristalina-s	3,2	0,300	2-4	36x37	3,6	0,984	1-5	70,83
37-IAC-6	3,5	0,274	2,5-4	37x38	3,3	0,523	1,5-4,5	59,90
38-UFV-4	4,0	0,146	2,5-4,5	38x39	3,2	0,627	1-5	68,22
39-BR80-16309	2,9	0,252	1,5-4	39x40	2,9	0,473	1-4	54,10
40-UFV-1	2,9	0,182	2-4	40x21	2,4	0,649	1-4,5	75,68

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 0,74 ; DMS a 1% = 0,81.

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 17 PCS: peso de cem sementes (gramas) . Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo. Soja, Piracicaba, sementeira em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLI-TUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLI-TUDE	h^2
1-Andrews Purpura ^a	15,2	0,835	6,2-22,5	1x2	16,5	2,931	11,3-21,7	54,26
2-FT-81-2706	17,2	1,846	14,0-19,6	2x3	17,0	7,677	10,7-24,0	70,79
3-PI371610	15,6	2,639	15,4-21,8	3x4	17,9	5,382	8,8-23,6	53,06
4-Paraná-s ^b	17,0	2,413	12,6-21,4	4x5	16,9	5,687	3,3-23,7	56,82
5-Kirby	16,2	2,498	13,5-21,8	5x6	17,2	3,509	12,2-25,3	31,71
6-FT-2	15,7	2,295	11,2-19,4	6x7	18,1	6,007	12,7-24,7	71,10
7-N82-2764-s	15,3	1,177	12,1-17,9	7x8	17,0	5,153	11,7-22,3	59,55
8-SOC81-127-s	16,0	2,991	12,9-23,2	8x9	15,7	3,923	11,6-20,3	30,48
9-Wright	15,8	2,463	11,9-20,9	9x10	16,7	4,546	12,0-20,5	60,39
10-SOC81-76	16,3	1,138	13,6-22,7	10x11	16,8	4,087	9,5-23,2	67,52
11-Foster	17,3	1,516	13,2-20,4	11x12	16,9	6,756	13,2-26,4	74,08
12-FT79-3408	15,8	1,986	12,3-21,8	12x13	18,0	5,964	11,8-25,6	76,34
13-Ax53-55-s	15,3	0,836	13,3-18,0	13x14	16,4	4,381	10,8-21,4	81,19
14-Paranagoiana	16,3	0,812	13,0-18,6	14x15	18,1	5,183	12,6-23,8	46,76
15-Jackson 4028-s	18,0	4,707	15,0-21,5	15x16	17,7	8,533	13,6-22,5	56,89
16-FT81-2129	17,8	2,649	14,2-23,3	16x17	17,6	4,678	12,4-23,0	63,73
17-Cobb	17,1	0,744	15,4-18,4	17x18	16,5	2,778	12,1-20,8	62,65
18-BR-8	15,2	1,331	12,6-18,1	18x19	14,6	2,116	12,0-18,0	35,88
19-PI200521	16,8	1,383	14,2-19,0	19x20	16,2	5,296	11,7-20,3	77,12
20-SOC81-216	16,3	1,041	12,2-18,5	20x1	16,1	2,274	10,0-18,9	58,75
21-Bienville	15,3	2,046	12,3-17,5	21x22	15,8	4,143	10,0-20,6	55,30
22-UFV-Araguaia	13,3	1,658	10,1-15,4	22x23	15,6	2,938	11,6-19,9	49,83
23-Bossier-s	16,8	1,290	13,8-19,5	23x24	16,2	3,425	10,3-21,7	65,67
24-UFV-2	14,2	1,061	10,2-1,71	24x25	15,0	3,977	11,1-19	65,53
25-GO81-8491	14,4	1,681	10,7-17,3	25x26	14,5	3,097	11,4-17,8	50,23
26-BR80-15725-B-s	16,0	1,402	14,1-18,3	26x27	16,2	3,632	9,2-19,9	61,08
27-Planalto-s	14,5	1,425	11,2-17,0	27x28	15,4	6,219	12,0-25,7	79,77
28-GO81-11094	13,2	1,091	9,8-17,9	28x29	14,0	3,833	8,7-17,7	53,12
29-BR-11	12,8	2,503	8,6-16,4	29x30	15,0	3,151	8,8-19,9	36,16
30-FT-8	14,5	1,521	11,4-18,5	30x31	15,3	5,227	9,4-21,1	61,82
31-OC79-7	16,7	2,471	12,1-22,6	31x32	16,6	6,073	9,1-24,5	67,72
32-BR-9	16,9	1,450	14,3-19,0	32x33	15,3	3,214	11,1-20,6	54,81
33-EMGOPA-301	13,9	1,456	8,0-16,7	33x34	13,8	2,432	10,3-17,8	54,65
34-IAC-9	13,3	0,750	11,4-15,5	34x35	15,1	3,433	10,4-20,8	60,15
35-GO79-1030	18,8	1,986	13,5-24,1	35x36	15,1	4,861	10,9-21,5	68,43
36-Cristalina-s	12,7	1,083	10,5-15,5	36x37	13,1	2,455	9,6-17,2	62,94
37-IAC-6	11,6	0,737	9,2-22,2	37x38	13,8	4,758	9,5-21,9	83,50
38-UFV-4	14,1	0,833	11,5-15,9	38x39	14,6	2,346	10,7-17,7	53,80
39-BR80-16309	14,8	1,334	10,0-18,2	39x40	13,8	1,902	8,5-16,7	46,13
40-UFV-1	13,7	0,715	10,2-15,8	40x21	14,9	4,829	10,9-19,9	71,41

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 2,84g ; DMS a 1% = 3,10 g

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 18 PG: produção de grãos por planta (gramas). Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	h^2
1-Andrews Purpura ^a	121,5	1019,0	6,5-174,0	1x2	92,8	1579,3	8,3-200,2	63,06
2-FT81-2706	49,4	147,8	23,1- 85,5	2x3	43,2	1177,3	3,0-204,0	91,62
3-PI371610	13,1	49,5	0,1- 33,0	3x4	51,4	659,0	2,5-141,3	87,46
4-Paraná-s ^b	41,5	115,8	15,8- 62,4	4x5	43,9	949,5	1,6-148,2	87,76
5-Kirby	51,3	116,5	26,5- 71,3	5x6	53,0	470,0	2,7-130,5	50,20
6-FT-2	50,8	351,5	12,6-124,0	6x7	73,2	864,0	3,1-175,1	46,70
7-N82-2764-s	136,8	569,4	40,4- 221,2	7x8	45,4	824,0	2,4- 89,1	34,41
8-SOC81-127-s	54,3	511,4	14,4-118,6	8x9	56,9	733,9	0,1-168,0	47,29
9-Wright	44,3	262,2	11,5-131,8	9x10	58,0	676,1	5,5-151,4	62,19
10-SOC81-76	57,1	249,1	16,3- 96,6	10x11	58,8	428,0	15,4-133,6	29,26
11-Foster	67,4	356,4	14,0-117,3	11x12	52,5	979,8	5,2-218,5	60,48
12-FT79-3408	45,8	418,1	14,0-105,8	12x13	69,1	751,1	8,5-131,3	55,72
13-Ax53-55	63,4	247,0	27,7- 98,1	13x14	87,4	5272,8	14,1-369,6	87,33
14-Paranagoiana	136,3	1088,7	28,9-237,3	14x15	82,8	3655,3	13,9-257,6	82,00
15-Jackson 4028-s	50,8	227,5	19,7- 82,1	15x16	83,9	1980,5	6,9-213,7	73,82
16-FT81-2129	62,7	809,5	6,9-136,6	16x17	80,3	2694,3	3,3-286,3	71,47
17-Cobb	107,0	727,8	26,4-194,4	17x18	78,6	1264,8	13,7-128,5	46,86
18-BR-8	69,5	616,5	24,8-119,7	18x19	59,3	1025,7	3,7-168,7	41,70
19-PI200521	80,7	579,5	7,3-140,3	19x20	87,3	2697,9	4,6-244,9	68,12
20-SOC81-216	118,5	1140,8	36,7-183,1	20x1	112,4	2461,7	18,9-247,5	56,13
21-Bienville	52,0	385,0	8,0-107,1	21x22	98,9	1979,8	3,6-169,0	59,85
22-UFV-Araguaia	132,4	1204,7	15,1-220,5	22x23	89,7	2166,7	10,0-214,3	59,38
23-Bossier-s	66,7	555,7	26,6-166,2	23x24	93,8	2356,7	11,8-225,5	66,64
24-UFV-2	114,8	1016,7	38,0-199,1	24x25	116,9	3230,6	4,2-218,5	65,58
25-G081-8491	113,2	1207,4	14,5-198,9	25x26	113,3	3236,5	27,0-259,3	57,16
26-BR80-15725-B-s	102,2	1565,9	2,9-168,7	26x27	78,2	1582,1	13,2-172,7	41,92
27-Planalto-s	51,0	271,6	8,1- 97,4	27x28	105,4	3081,6	2,4-234,4	81,00
28-G081-11094	113,9	899,2	9,9-191,8	28x29	139,5	1665,4	45,2-223,5	28,15
29-BR-11	131,8	1493,8	8,6-252,0	29x30	115,6	3058,9	12,4-260,9	69,40
30-FT-8	76,8	378,0	29,6-128,0	30x31	65,7	1757,7	1,8-220,3	83,20
31-OC79-7	58,3	212,5	24,3- 96,8	31x32	98,7	2923,6	7,5-260,8	72,07
32-BR-9	117,5	1420,8	34,0-193,9	32x33	136,8	2336,0	26,3-248,6	36,12
33-EMGOPA-301	145,3	1563,6	3,7-248,0	33x34	138,9	2718,6	42,0-248,8	46,47
34-IAC-9	122,0	1347,1	56,9-260,3	34x35	137,6	2046,7	2,8-248,2	35,08
35-G079-1030	101,1	1310,2	11,9-205,1	35x36	109,3	3347,6	23,9-284,8	57,02
36-Cristalinas-s	139,7	1567,2	19,2-245,3	36x37	141,3	2203,8	4,9-221,0	36,35
37-IAC-6	134,7	1237,9	39,8-226,2	37x38	131,0	2928,7	29,8-308,3	53,60
38-UFV-4	155,5	1479,8	69,1-253,1	38x39	107,4	2142,6	15,2-216,9	46,61
39-BR80-16309	82,1	808,0	4,4-155,5	39x40	93,5	1105,2	5,0-224,7	20,77
40-UFV-1	102,6	943,2	12,2-184,1	40x21	66,5	979,1	2,7-145,6	32,17

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 42,07g ; DMS a 1% = 46,04g

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 19 Σ 01: porcentagem de óleo nos grãos. Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênes F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido amplo. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	h^2
1-Andrews Purpura ^a	24,1	1,01	21,3-26,8	1x2	24,6	1,21	22,5-27,7	39,88
2-FT81-2706	25,8	0,45	24,0-27,1	2x3	24,5	1,72	21,6-27,2	67,19
3-PI371610	22,7	0,68	21,2-24,7	3x4	23,3	1,26	20,4-26,8	63,20
4-Paraná-s ^b	24,3	0,24	22,2-25,2	4x5	24,3	0,84	21,7-26,4	62,48
5-Kirby	24,5	0,39	22,2-26,5	5x6	25,0	1,05	21,7-28,0	54,09
6-FT-2	24,7	0,58	23,1-27,8	6x7	24,8	1,97	20,0-27,5	67,43
7-N82-2764-s	24,6	0,70	22,7-27,9	7x8	25,6	1,65	20,5-29,1	62,96
8-SOC81-127-s	23,4	0,52	21,3-25,3	8x9	24,0	0,86	20,3-26,4	45,06
9-Wright	24,7	0,43	23,1-26,0	9x10	24,7	1,01	21,8-26,8	58,38
10-SOC81-76	25,4	0,42	23,6-27,6	10x11	25,6	0,58	21,7-27,5	40,61
11-Foster	25,1	0,26	23,3-26,8	11x12	23,6	0,88	21,0-25,8	43,59
12-FT79-3408	23,3	0,73	21,0-26,5	12x13	23,2	0,86	21,2-25,4	36,63
13-Ax53-55-s	23,1	0,36	21,0-24,8	13x14	23,7	1,04	20,5-26,5	64,56
14-Paranagoiana	24,5	0,38	22,5-26,9	14x15	24,0	1,28	21,8-27,2	61,71
15-Jackson 4028-s	24,7	0,60	22,2-26,6	15x16	24,7	1,14	21,7-26,8	47,52
16-FT81-2129	24,3	0,59	22,2-25,8	16x17	25,0	1,54	22,6-27,6	70,00
17-Cobb	25,8	0,33	23,4-27,7	17x18	25,8	0,86	23,8-28,7	42,18
18-BR-8	25,2	0,66	23,3-26,7	18x19	24,7	2,48	20,7-29,7	79,44
19-PI200521	22,8	0,36	21,1-24,7	19x20	23,7	1,32	20,1-26,7	78,51
20-SOC81-216	24,4	0,20	22,8-26,2	20x1	23,9	0,97	22,0-27,0	37,23
21-Bienville	23,7	0,40	21,7-25,8	21x22	24,2	0,81	21,9-27,1	52,22
22-UFV-Araguaia	23,5	0,37	22,1-25,4	22x23	23,6	0,74	21,6-26,5	57,68
23-Bossier-s	23,8	0,25	21,8-25,6	23x24	23,9	1,41	21,0-29,0	77,62
24-UFV-2	24,3	0,38	22,8-26,1	24x25	24,2	1,59	21,0-29,4	76,68
25-GO81-8491	25,0	0,36	23,1-26,9	25x26	26,7	2,34	22,8-32,1	74,85
26-BR80-15725-B-s	27,6	0,82	25,2-29,7	26x27	25,5	2,32	22,0-29,8	75,30
27-Planalto-s	24,8	0,33	23,2-26,6	27x28	25,2	1,07	22,9-28,5	55,09
28-GO81-11094	25,2	0,63	22,6-28,2	28x29	23,9	1,89	20,5-26,7	73,27
29-BR-11	23,4	0,38	21,6-25,1	29x30	24,8	1,58	21,3-30,8	76,06
30-FT-8	25,1	0,38	23,5-27,8	30x31	24,7	0,84	22,9-26,7	41,93
31-OC79-7	24,7	0,60	22,4-27,9	31x32	25,3	1,52	19,6-29,7	72,04
32-BR-9	24,7	0,25	23,1-25,9	32x33	25,2	1,28	22,0-28,2	70,73
33-EMGOPA-301	25,3	0,50	22,2-27,2	33x34	24,3	1,61	22,0-28,8	74,72
34-IAC-9	23,2	0,32	21,6-24,7	34x35	24,1	1,92	22,0-26,3	77,74
35-GO79-1030	23,7	0,53	21,1-26,1	35x36	24,4	1,33	21,4-29,0	50,53
36-Cristalina-s	23,9	0,78	21,4-25,9	36x37	23,3	1,53	18,9-25,7	57,72
37-IAC-6	23,2	0,51	21,6-25,8	37x38	23,6	1,62	20,4-27,1	69,16
38-UFV-4	25,0	0,49	22,6-27,3	38x39	25,0	1,29	22,0-28,7	51,67
39-BR80-16309	24,6	0,76	22,7-26,5	39x40	24,3	1,60	21,3-31,3	64,98
40-UFV-1	23,1	0,36	21,4-25,9	40x21	23,8	0,60	21,5-25,3	36,67

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 1,57% ; DMS a 1% = 1,72

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 20 PO: produção de óleo por planta (gramas). Estimativas de médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e amplitude dos dados a partir de 40 parentais e de 40 progênies F_2 em cadeia; herdabilidade (h^2) no sentido do amplo. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Parentais	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	F_2	\bar{X}	S^2	AMPLI- TUDE	h^2
1- Andrews Purpura ^a	29,7	46,21	16,9-43,2	1x2	22,9	111,50	1,9-55,5	75,18
2-FT81-2706	12,7	9,14	5,6-21,9	2x3	11,8	69,69	1,3-51,3	91,76
3-PI371610	3,8	2,34	1,5-7,8	3x4	12,6	35,80	1,7-27,1	87,58
4-Paraná-s ^b	10,2	6,55	3,7-15,1	4x5	10,9	60,88	1,3-48,2	88,84
5-Kirby	12,6	7,04	6;6-18,5	5x6	13,4	24,71	2,8-33,5	47,40
6-FT-2	12,7	18,95	3,0-29,0	6x7	18,7	41,74	7,3-43,9	36,66
7-N82-2764-s	33,9	33,93	10,7-54,5	7x8	11,7	49,08	2,7-25,3	41,23
8-SOC81-127-s	13,1	23,76	5,8-27,0	8x9	13,7	42,89	3,1-41,5	57,28
9-Wright	11,3	12,89	5,0-31,1	9x10	14,5	37,30	3,4-42,7	63,51
10-SOC81-76	14,7	14,34	4,5-26,6	10x11	15,2	27,30	5,0-32,7	32,82
11-Foster	17,0	22,34	3,6-29,6	11x12	12,7	55,75	1,3-51,6	67,35
12-FT79-3408	10,7	14,07	3,1-23,4	12x13	16,1	42,58	2,0-31,1	69,47
13-Ax53-55-s	14,8	11,93	6,9-22,6	13x14	20,7	298,67	3,3-87,0	88,67
14-Paranagoiana	33,7	55,77	18,6-60,5	14x15	20,4	235,94	3,2-69,7	85,27
15-Jackson 4028-s	12,6	13,74	4,6-20,8	15x16	21,6	126,87	1,3-59,8	77,50
16-FT81-2129	15,5	43,37	4,7-34,4	16x17	20,7	176,78	2,1-71,4	76,68
17-Cobb	28,1	39,08	13,5-52,2	17x18	20,6	54,01	5,5-35,0	36,22
18-BR-8	18,5	29,81	4,7-30,7	18x19	14,7	42,56	1,0-43,7	42,16
19-PI200521	19,1	19,43	7,7-32,5	19x20	21,3	163,07	1,3-61,2	76,93
20-SOC81-216	29,4	55,80	9,4-49,0	20x1	26,9	149,66	4,5-60,0	65,92
21-Bienville	13,0	18,64	2,3-25,3	21x22	24,6	110,21	2,8-59,4	52,50
22-UFV-Araguaia	32,2	86,06	9,3-60,1	22x23	21,3	121,88	3,4-48,4	57,86
23-Bossier-s	16,1	16,67	6,0-28,3	23x24	22,4	131,53	2,6-51,6	75,40
24-UFV-2	28,5	48,06	8,7-48,4	24x25	28,9	160,92	1,1-56,3	69,90
25-GO81-8491	29,6	48,82	16,4-48,8	25x26	30,2	231,46	6,4-71,2	70,84
26-BR80-15725-B-s	30,3	86,18	10,5-59,1	26x27	19,9	97,50	3,0-44,6	49,00
27-Planalto-s	13,0	13,27	2,9-42,2	27x28	27,0	181,52	3,9-63,4	80,94
28-GO81-11094	28,6	55,93	4,5-47,8	28x29	33,6	151,56	10,9-52,1	47,26
29-BR-11	31,8	103,07	15,2-62,4	29x30	28,6	182,39	3,1-63,9	65,42
30-FT-8	19,1	23,06	7,2-34,8	30x31	16,6	114,92	3,0-57,2	84,60
31-OC79-7	14,4	12,33	5,9-23,6	31x32	25,1	186,85	1,5-69,1	75,68
32-BR-9	29,5	78,56	9,7-53,7	32x33	35,0	143,11	6,7-65,8	51,71
33-EMGOPA-301	38,5	59,66	16,6-67,4	33x34	33,3	102,39	15,1-60,7	34,64
34-IAC-9	28,3	74,17	12,9-60,6	34x35	33,6	97,26	2,1-61,2	34,34
35-GO79-1030	24,8	53,54	2,9-49,6	35x36	26,5	197,81	3,8-62,6	53,68
36-Cristalina-s	35,3	129,72	12,5-59,8	36x37	33,3	133,19	0,9-58,0	27,32
37-IAC-6	31,7	63,88	8,9-54,9	37x38	31,1	174,00	4,3-74,4	49,41
38-UFV-4	39,6	112,19	16,8-64,8	38x39	26,4	131,62	3,7-54,3	45,18
39-BR80-16309	20,9	32,11	6,7-38,7	39x40	22,6	124,08	1,6-55,5	72,70
40-UFV-1	24,6	35,65	8,1-43,2	40x21	16,0	55,21	2,5-36,2	50,84

Teste de Tuckey: DMS a 5% = 10,33g; DMS a 1% = 11,30g

a: os parentais ímpares de 1 a 19 representam germoplasma exótico;

b: o sufixo s refere-se à seleção de uma planta que apresentou teor de óleo superior.

Tabela 21 NDF: número de dias para o florescimento. Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes aditivo (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênes F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobeltiose		Heterose padrão B	a	d
		PMP	PMT			
1x2	-01,12	13,27	-12,27	-21,74	6,79	-0,59
2x3	10,29	33,18	- 5,89	-34,99	6,85	4,10
3x4	49,38	85,15	25,20	- 9,62	7,90	20,20
4x5	-04,14	- 3,14	- 5,12	-31,51	0,50	- 2,00
5x6	03,30	4,81	1,83	-25,89	0,70	- 1,60
6x7	-14,43	- 4,78	-22,31	-30,69	5,55	- 7,90
7x8	-30,95	-24,00	-36,73	-43,57	5,05	-17,10
8x9	01,27	7,62	- 4,38	-28,99	2,80	0,60
9x10	01,02	11,55	- 7,70	-26,41	4,65	- 0,50
10x11	-02,37	4,44	- 8,35	-26,92	3,30	- 1,20
11x12	02,27	4,76	- 0,10	-26,70	1,15	1,10
12x13	03,85	4,38	3,33	-24,19	0,25	1,90
13x14	-07,33	10,69	-20,31	-19,60	9,55	- 4,30
14x15	-06,59	18,93	-23,09	-22,41	12,05	- 3,70
15x16	13,42	20,75	6,93	-21,23	2,85	6,30
16x17	- 0,20	2,31	- 2,58	-24,63	1,25	- 0,10
17x18	4,14	5,21	0,38	-22,34	1,55	2,10
18x19	13,52	15,43	8,88	-14,79	1,85	6,90
19x20	4,55	12,85	- 2,61	-11,69	4,20	2,60
20x1	-13,48	-12,77	-14,19	-22,19	0,50	- 8,20
21x22	0,35	25,78	-16,52	-16,27	11,40	0,20
22x23	- 1,51	14,57	-13,64	-13,39	8,35	- 0,90
23x24	- 7,28	2,05	-15,06	-22,86	5,15	- 4,10
24x25	6,45	14,54	- 0,57	- 9,69	4,05	3,70
25x26	1,43	5,81	- 2,59	-16,57	2,30	- 0,80
26x27	- 6,64	0,19	-12,61	-25,15	3,70	- 3,60
27x28	9,72	13,46	5,79	-14,87	1,95	5,10
28x29	-14,09	8,73	-28,99	-12,50	14,45	- 9,70
29x30	- 5,39	20,02	-21,91	- 3,77	14,55	- 3,70
30x31	5,82	11,68	0,55	-19,38	2,70	3,00
31x32	- 1,38	17,01	-14,78	-15,53	9,10	- 0,80
32x33	0,0	5,82	- 5,21	4,88	3,90	0,0
33x34	- 0,28	2,84	- 3,20	7,10	2,20	- 0,20
34x35	6,92	10,92	3,20	7,47	2,45	4,70
35x36	4,66	6,33	3,03	3,03	1,05	3,10
36x37	- 3,25	1,41	- 7,49	1,41	3,25	- 2,30
37x38	-22,97	-22,60	-23,33	-15,16	0,35	-17,10
38x39	-19,70	- 7,34	-29,14	-21,60	8,80	-13,00
39x40	10,40	16,87	4,61	- 1,11	3,35	- 6,30
40x21	- 9,73	9,22	-23,08	-27,29	9,45	- 5,30

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1 e 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

PMP e PMT: parental mais precoce e o mais tardio, respectivamente.

Tabela 22 APF: altura da planta (cm) no florescimento. Estimativas de heterose, heterobeliose, heterose padrão e componentes aditiva (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênie F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobeliose	Heterose padrão ^B	a	d
1x2	-19,59	-29,11	-34,51	5,90	- 8,6
2x3	- 7,18	-28,55	-49,63	8,75	- 2,10
3x4	62,72	26,56	-13,36	8,20	18,00
4x5	-37,91	-40,03	-55,94	1,35	-14,50
5x6	- 3,57	-11,24	-34,79	3,15	- 1,30
6x7	-13,78	-28,68	-32,65	8,80	- 5,80
7x8	-49,83	-57,47	-59,83	7,75	-21,50
8x9	- 7,59	-11,20	-36,73	1,50	- 2,80
9x10	-16,03	-24,21	-32,93	4,65	- 6,90
10x11	- 9,45	-21,70	-30,71	6,45	- 3,90
11x12	-14,59	-14,96	-44,62	0,15	- 5,10
12x13	5,65	0,13	-27,18	2,05	2,10
13x14	-22,99	-33,02	-34,14	6,90	-10,60
14x15	- 8,31	-22,92	-24,21	8,45	- 3,70
15x16	13,55	13,71	-23,84	0,05	4,90
16x17	-10,39	-15,44	-35,99	2,30	- 4,00
17x18	-15,87	-22,06	-41,00	3,00	- 6,00
18x19	-12,82	-21,29	-36,92	4,20	- 5,00
19x20	-21,82	-24,68	-34,88	1,70	- 9,80
20x1	- 4,15	- 7,23	-14,29	1,60	- 2,00
21x22	- 8,97	-26,18	-24,67	10,40	- 4,00
22x23	-30,18	-39,00	-37,76	6,95	-14,50
23x24	- 2,38	-12,01	-16,42	5,05	- 1,10
24x25	- 8,03	-17,29	-21,43	5,15	- 3,70
25x26	- 5,78	-16,25	-18,27	5,85	- 2,70
26x27	-17,70	-34,60	-36,18	10,80	- 7,40
27x28	3,53	-10,66	-29,22	5,85	1,30
28x29	- 4,53	-25,59	5,47	16,85	- 2,70
29x30	-27,68	-45,62	-22,91	18,95	-15,90
30x31	- 3,42	- 4,55	-31,82	0,45	- 1,30
31x32	1,69	-15,61	-10,76	9,70	0,80
32x33	6,16	- 3,51	24,77	6,34	3,90
33x34	1,73	- 7,25	19,94	6,14	1,10
34x35	14,57	13,68	21,06	0,45	8,30
35x36	2,17	- 0,18	4,64	1,30	1,20
36x37	7,28	0,65	14,84	3,80	4,20
37x38	-50,98	-54,29	-39,70	4,80	-33,80
38x39	-50,48	-60,41	-47,77	14,25	-28,70
39x40	6,70	- 1,10	- 8,44	3,65	3,10
40x21	-21,17	-33,57	-38,49	7,85	- 8,90

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1 e 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

PMP e PMT: parental mais precoce e o mais tardio, respectivamente.

Tabela 23 NDM: número de dias para a maturidade. Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes aditiva (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênie F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos A	Heterose	heterobeltiose		Heterose padrão B	a	d
		PMP	PMT			
1x2	- 1,51	6,89	- 8,69	-17,37	10,40	- 2,00
2x3	- 5,10	- 3,10	- 6,85	-27,99	2,25	- 6,10
3x4	19,65	19,80	19,50	-10,81	0,15	23,10
4x5	- 5,60	0,17	-10,75	-25,24	7,20	- 7,00
5x6	1,78	4,16	- 0,49	-16,65	2,95	2,30
6x7	- 0,90	5,23	- 6,34	-15,79	7,80	- 1,20
7x8	-10,38	- 4,73	-15,41	-23,94	7,95	-13,90
8x9	0,55	1,15	- 0,04	-19,25	0,75	0,70
9x10	- 7,88	0,28	0,43	-19,56	0,45	- 0,10
10x11	- 1,10	0,16	- 2,31	-19,66	1,60	- 1,40
11x12	4,36	7,48	1,43	-16,58	3,65	5,50
12x13	5,74	8,41	3,19	-15,85	3,10	7,20
13x14	-10,21	- 0,89	-17,93	-19,18	13,35	-14,50
14x15	-13,56	- 4,30	-21,18	-22,38	13,70	-19,20
15x16	4,11	5,18	3,04	-16,42	1,30	5,20
16x17	- 4,61	0,84	- 9,49	-19,88	7,15	- 6,10
17x18	- 1,90	0,0	- 3,72	-14,77	2,60	- 2,60
18x19	- 3,20	1,38	- 7,38	-13,60	6,35	- 4,50
19x20	- 9,03	- 8,87	- 9,18	-15,00	0,25	-13,30
20x1	-12,06	-10,55	-13,52	-19,06	2,45	-17,50
21x22	0,50	8,58	- 6,46	-10,49	10,45	0,70
22x23	0,0	6,43	- 5,70	- 9,76	8,60	0,0
23x24	- 1,24	1,23	- 3,60	-14,17	3,35	- 1,70
24x25	3,02	6,76	- 0,46	-11,38	4,75	4,10
25x26	0,68	1,72	- 0,34	-15,57	1,35	0,90
26x27	- 0,39	4,12	-4,53	-19,12	5,55	- 0,50
27x28	2,63	8,33	- 2,50	-15,85	6,80	3,40
28x29	-13,08	- 0,92	-22,59	-14,49	19,05	-20,30
29x30	- 5,57	8,23	-16,25	- 7,48	19,70	- 8,60
30x31	2,12	8,17	- 3,30	-17,34	7,15	2,70
31x32	0,97	12,82	- 8,64	-13,79	14,15	1,30
32x33	3,92	6,92	1,08	0,89	4,30	6,00
33x34	- 0,77	0,09	- 1,52	- 1,71	1,20	- 1,20
34x35	2,73	3,68	1,81	0,06	1,40	4,20
35x36	- 2,00	- 0,23	- 3,71	- 3,71	2,75	- 3,10
36x37	- 3,26	- 2,48	- 4,03	- 4,03	1,25	- 5,10
37x38	- 6,84	- 6,09	- 7,58	- 7,58	1,25	-10,70
38x39	- 8,86	0,30	-16,49	-16,49	13,20	-12,80
39x40	2,02	11,54	- 6,00	- 7,13	12,25	2,90
40x21	-10,64	- 1,77	-18,04	-19,02	12,90	-15,20

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1 e 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

PMP e PMT: parental mais precoce e o mais tardio, respectivamente.

Tabela 24 NIM: número de internódios na maturidade. Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes aditiva (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênes F_2). Soja, Piraicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobeltiose	Heterose padrão ^B	a	d
1x2	- 3,64	-17,70	-23,85	2,35	-0,50
2x3	29,25	17,63	- 6,03	1,25	3,70
3x4	27,92	21,94	- 2,59	0,65	3,70
4x5	5,81	1,19	-26,72	0,55	0,70
5x6	-12,39	-13,91	-43,10	0,20	-1,40
6x7	-14,39	-28,74	-31,61	2,80	-2,00
7x8	-42,25	-50,90	-52,87	2,50	-6,00
8x9	- 2,62	0,43	-32,47	0,25	0,30
9x10	-21,18	-29,72	-42,24	1,55	-2,70
10x11	- 5,58	-17,13	-31,90	1,75	-0,70
11x12	- 3,51	- 8,33	-36,78	0,60	-0,40
12x13	3,33	3,33	-28,74	0,0	0,40
13x14	- 1,40	-15,06	-18,97	2,30	-0,20
14x15	- 7,83	-21,99	-25,57	2,55	-1,10
15x16	13,42	-10,35	2,01	4,15	2,10
16x17	6,10	-12,12	0,0	3,40	1,00
17x18	- 8,26	-14,62	-36,21	0,90	-1,00
18x19	- 6,72	-11,90	-36,21	0,70	-0,80
19x20	-25,91	-36,29	-35,92	2,45	-3,90
20x1	-20,24	-23,43	-22,99	0,70	-3,40
21x22	-11,59	-28,65	-29,89	3,30	-1,60
22x23	-19,22	-33,62	-34,77	3,05	-2,70
23x24	-14,60	-28,66	-32,76	2,70	-2,00
24x25	3,08	-11,06	15,52	3,10	0,60
25x26	3,14	-12,83	13,52	3,50	0,60
26x27	- 3,86	-20,19	-28,45	2,65	-0,50
27x28	17,00	-16,17	14,66	6,75	2,90
28x29	- 2,97	- 3,99	31,32	0,25	-0,70
29x30	- 9,32	-28,97	- 4,89	5,05	-1,70
30x31	17,96	- 0,26	9,48	2,95	2,90
31x32	11,51	6,54	16,95	0,85	2,10
32x33	1,68	- 0,82	4,31	0,45	0,30
33x34	0,0	- 4,37	0,57	0,80	0,0
34x35	19,82	19,46	14,66	0,05	3,30
35x36	11,76	9,20	9,20	0,40	2,00
36x37	20,34	18,33	22,41	0,30	3,60
37x38	1,11	1,11	4,60	0,0	0,20
38x39	17,39	5,00	8,62	1,90	2,80
39x40	7,30	3,52	-15,52	0,50	1,00
40x21	10,97	- 0,38	-24,43	1,35	1,30

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1 e 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

Tabela 25 APM: altura da planta (cm) na maturidade. Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes aditiva (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênie F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobeltiose	Heterose padrão ^B	a	d
1x2	-16,37	-25,31	-32,53	6,00	-8,20
2x3	28,17	24,83	-11,35	1,15	12,10
3x4	46,08	42,91	0,56	0,95	19,70
4x5	- 9,61	- 9,61	-36,39	0,0	- 4,20
5x6	- 6,11	-12,01	-38,08	2,75	- 2,50
6x7	-14,78	-29,27	-34,06	9,85	- 7,10
7x8	-54,55	-62,87	-65,38	10,60	-25,80
8x9	- 3,23	-11,39	-37,36	3,55	- 1,30
9x10	-25,76	-34,89	-39,29	7,05	-13,10
10x11	-11,45	-26,51	-31,48	9,85	- 5,50
11x12	-14,07	-17,39	-44,93	1,60	- 5,60
12x13	7,06	4,36	-26,73	1,10	3,00
13x14	-15,33	-27,94	-27,94	9,25	- 8,10
14x15	- 6,61	-22,71	-22,71	10,70	- 3,40
15x16	24,86	0,30	8,37	13,20	13,40
16x17	12,96	- 3,87	3,86	10,00	7,40
17x18	-14,01	-24,42	-42,67	5,70	- 5,80
18x19	-18,27	-26,93	-46,70	4,80	- 7,40
19x20	-27,54	-33,49	-41,95	4,45	-13,70
20x1	- 5,26	- 6,86	-15,86	0,95	- 2,90
21x22	-10,72	-27,47	-30,27	11,20	- 5,20
22x23	-24,14	-33,67	-36,23	7,50	-12,60
23x24	- 6,78	-17,83	-22,46	6,95	- 3,50
24x25	9,33	- 4,58	20,77	10,00	6,40
25x26	5,93	- 6,81	17,95	9,45	4,10
26x27	-20,13	-37,52	-39,94	13,00	- 9,40
27x28	- 2,89	-31,92	- 8,13	25,05	- 1,70
28x29	7,80	3,75	51,37	3,40	6,80
29x30	-24,22	-44,04	-18,36	23,70	-16,20
30x31	9,79	- 7,46	- 6,11	9,90	5,20
31x32	25,44	25,24	27,05	0,10	16,00
32x33	10,96	- 0,75	27,21	8,40	7,80
33x34	0,0	-10,05	15,30	8,00	0,0
34x35	15,83	13,30	21,34	1,45	10,30
35x36	8,40	4,81	12,24	2,20	5,40
36x37	29,62	23,22	36,71	3,40	19,40
37x38	-15,22	-22,08	3,14	6,65	-11,50
38x39	-17,79	-34,25	-12,96	16,45	-11,70
39x40	3,75	1,06	-15,38	1,35	1,90
40x21	-9,18	-22,02	-34,70	7,35	- 4,10

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1 e 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

Tabela 26 Ac: acamamento (notas de 1 a 5). Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes aditiva (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênes F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobeltiose	Heterose padrão ^B	a	d
1x2	26,09	45,00	-23,68	0,15	0,30
2x3	28,57	35,00	-28,95	0,05	0,30
3x4	54,54	54,55	-10,53	0,0	0,60
4x5	26,09	31,82	-23,68	0,05	0,30
5x6	8,70	13,64	-34,21	0,05	0,10
6x7	-30,70	-18,18	-52,63	0,20	-0,40
7x8	-37,04	-29,17	-55,26	0,15	-0,50
8x9	-8,00	-4,17	-39,47	0,05	-0,10
9x10	-16,67	-9,09	-47,37	0,10	-0,20
10x11	8,70	13,64	-34,21	0,05	0,10
11x12	8,70	13,64	-34,21	0,05	0,10
12x13	43,48	50,00	-13,16	0,05	0,50
13x14	0,0	0,0	-36,84	0,0	0,0
14x15	0,0	0,0	-36,84	0,0	0,0
15x16	-26,09	-22,73	-55,26	0,05	-0,30
16x17	0,0	0,0	-42,11	0,0	0,0
17x18	18,18	18,18	-31,58	0,0	0,20
18x19	-33,33	-27,27	-57,89	0,10	-0,40
19x20	-24,00	-20,83	-50,00	0,05	-0,30
20x1	40,00	45,83	-7,89	0,05	0,50
21x22	-30,77	-18,18	-52,63	0,20	-0,40
22x23	-15,38	0,0	-42,10	0,20	-0,20
23x24	36,36	36,36	-21,05	0,0	0,40
24x25	-27,03	22,73	-28,95	0,75	-0,50
25x26	-13,95	8,82	-2,63	0,45	-0,30
26x27	-37,04	-15,00	-55,26	0,35	-0,50
27x28	15,38	50,00	-21,05	0,30	0,20
28x29	-44,90	-15,63	-28,95	0,85	-1,10
29x30	-81,82	-63,64	-78,95	1,10	-1,80
30x31	-18,18	-18,18	-52,63	0,0	-0,20
31x32	-15,38	36,36	-21,05	0,20	0,20
32x33	32,26	36,67	7,89	0,05	0,50
33x34	6,90	19,23	-18,42	0,15	0,10
34x35	22,22	26,92	-13,16	0,05	0,30
35x36	6,06	25,00	-7,89	0,25	0,10
36x37	0,0	5,88	-5,26	0,10	0,0
37x38	-40,00	-38,23	-44,74	0,05	-0,70
38x39	-34,48	-13,64	-50,00	0,35	-0,50
39x40	-8,70	-4,55	-44,74	0,05	-0,10
40x21	-26,09	-22,73	-55,26	0,05	-0,30

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1, 2 e no Apêndice A.
 B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.
 a e d: componentes de aditividade e dominância.

Tabela 27 VA: valor agronômico (notas de 1 a 5). Estimativas de heterose, heterobelitiose, heterose padrão e componentes aditivo (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênies F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobelitiose	Heterose padrão ^B	a	d
1x2	-10,82	-16,78	-20,16	0,20	-0,31
2x3	53,62	35,71	12,81	0,31	1,26
3x4	40,69	24,90	2,66	0,30	0,95
4x5	3,36	- 6,46	-23,13	0,25	0,08
5x6	- 4,86	-10,21	-32,66	0,14	-0,11
6x7	-28,67	-38,00	-37,03	0,43	-0,81
7x8	-56,37	-62,62	-62,03	0,47	-1,57
8x9	- 1,68	- 4,10	-26,88	0,06	-0,04
9x10	-23,83	-34,18	-31,09	0,45	-0,69
10x11	-17,59	-31,49	-28,28	0,57	-0,50
11x12	-24,65	-31,68	-41,72	0,26	-0,61
12x13	1,14	- 2,75	-17,03	0,11	0,03
13x14	- 7,43	-16,45	-18,28	0,31	-0,21
14x15	14,74	- 3,04	- 5,16	0,49	0,40
15x16	38,83	14,85	18,44	0,57	1,06
16x17	18,75	3,64	6,88	0,42	0,57
17x18	-16,00	-23,17	-40,94	0,21	-0,36
18x19	-19,64	-26,23	-43,76	0,20	-0,44
19x20	-22,30	-28,91	-34,69	0,25	-0,60
20x1	1,66	- 0,49	- 4,53	0,06	0,05
21x22	- 4,69	-20,52	-23,75	0,51	-0,12
22x23	-19,07	-29,48	-32,34	0,40	-0,51
23x24	- 4,32	-18,90	-16,88	0,50	-0,12
24x25	- 0,83	- 9,45	12,34	0,35	-0,30
25x26	5,03	- 5,29	17,50	0,40	0,18
26x27	-13,19	-25,75	-25,94	0,46	-0,36
27x28	3,96	-20,58	6,72	1,02	0,13
28x29	3,49	- 3,49	29,69	0,30	0,14
29x30	- 5,23	-22,04	- 9,37	0,66	-0,16
30x31	- 5,29	-24,44	- 4,84	0,82	-0,17
31x32	0,85	-11,29	11,72	0,49	0,03
32x33	17,66	5,58	27,03	0,40	0,61
33x34	- 1,10	- 7,01	11,88	0,23	-0,04
34x35	11,44	6,34	12,66	0,16	0,37
35x36	- 8,92	-10,63	-10,63	0,06	-0,28
36x37	16,39	22,03	22,03	0,16	0,55
37x38	-24,64	-29,58	-11,09	0,27	-0,93
38x39	-15,03	-27,23	- 8,13	0,58	-0,52
39x40	- 0,35	- 0,87	-10,78	0,02	-0,01
40x21	- 0,82	-14,74	-24,06	0,40	-0,02

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1, 2 e no Apêndice A.

B: Comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: Componentes de aditividade e dominância.

Tabela 28 PCS: peso de cem sementes (gramas). Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes aditiv (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênes F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

CruzamentosA	Heterose	Heterobeltiose	Heterose padrão B	a	d
1x2	3,21	- 2,90	34,92	1,02	0,52
2x3	7,49	2,41	42,30	0,81	1,23
3x4	19,14	14,23	56,51	0,70	3,12
4x5	3,19	0,85	38,27	0,39	0,53
5x6	15,46	13,65	48,75	0,25	2,47
6x7	33,88	31,97	67,30	0,22	5,25
7x8	17,25	14,47	47,98	0,38	2,70
8x9	- 2,77	- 3,49	24,76	0,12	-0,44
9x10	7,54	5,86	39,15	0,25	1,21
10x11	0,18	- 2,63	35,60	0,49	0,03
11x12	4,78	0,26	39,64	0,75	0,79
12x13	31,33	29,37	64,64	0,23	4,87
13x14	7,03	3,84	36,33	0,49	1,11
14x15	10,96	5,60	53,47	0,87	1,88
15x16	- 2,51	- 3,02	40,93	0,10	-0,45
16x17	1,72	- 0,28	43,39	0,35	0,30
17x18	3,59	- 2,28	35,00	0,97	0,58
18x19	-17,56	-21,55	6,41	0,82	-2,81
19x20	- 4,05	- 5,62	28,02	0,27	-0,67
20x1	4,70	1,23	32,82	0,54	0,74
21x22	20,24	12,53	35,75	1,01	2,90
22x23	6,57	- 4,55	26,50	1,76	0,99
23x24	8,83	0,32	32,95	1,32	1,37
24x25	10,14	9,41	23,98	0,10	1,45
25x26	- 8,50	-13,00	9,33	0,78	-1,29
26x27	12,47	7,33	34,88	0,73	1,90
27x28	22,19	16,59	33,11	0,67	3,07
28x29	15,50	13,70	17,91	0,20	2,01
29x30	19,61	12,54	28,23	0,86	2,67
30x31	- 3,14	- 9,61	18,85	1,12	-0,49
31x32	- 1,85	- 2,28	29,65	0,07	-0,31
32x33	- 0,78	- 9,44	20,16	1,47	-0,12
33x34	2,79	0,65	10,24	0,29	0,38
34x35	-12,01	-24,81	11,30	2,74	-1,93
35x36	- 8,63	-23,46	13,31	3,05	-1,36
36x37	-15,72	10,67	10,67	0,55	1,91
37x38	-15,74	5,54	16,93	1,24	2,02
38x39	2,36	- 0,14	16,30	0,36	0,34
39x40	- 6,67	-10,18	4,60	0,55	-0,95
40x21	5,65	0,13	20,79	0,83	0,82

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1, 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-a.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

Tabela 29 PG: produção de grãos por planta (gramas). Estimativas de heterose, heterobelitiose, heterose padrão e componentes aditivo (a.) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênes F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobelitiose	Heterose padrão ^B	a	d
1x2	17,33	-17,51	-28,23	36,07	14,80
2x3	76,46	11,72	-60,52	18,11	23,89
3x4	175,64	81,42	-46,04	14,20	48,02
4x5	-10,75	-19,23	-70,34	4,88	-4,99
5x6	7,66	7,15	-60,65	0,25	3,91
6x7	43,83	-61,49	-62,28	42,99	-41,11
7x8	-104,87	-108,57	-103,33	41,24	-100,19
8x9	30,73	18,75	-53,83	4,98	15,16
9x10	28,62	14,29	-53,31	6,36	14,51
10x11	-11,00	-17,81	-60,35	5,16	-6,84
11x12	-14,29	-28,04	-65,28	10,81	-8,08
12x13	53,14	31,79	-40,13	8,84	29,01
13x14	-24,99	-45,03	-46,36	36,42	-24,95
14x15	-22,95	-47,11	-48,39	42,73	-21,47
15x16	95,62	77,15	-20,53	5,92	54,25
16x17	-10,74	-29,23	-45,80	22,16	-9,16
17x18	-21,84	-35,51	-50,61	18,72	-19,27
18x19	-42,01	-46,03	-68,81	5,59	-31,56
19x20	-24,76	-36,75	-46,34	18,89	-24,66
20x1	-12,58	-13,66	-24,89	1,50	-15,10
21x22	14,54	-20,24	-24,41	40,19	13,40
22x23	-19,76	-39,65	-42,80	32,81	-19,67
23x24	6,68	-15,65	-30,67	24,02	6,06
24x25	5,09	4,37	-14,21	0,78	5,80
25x26	10,41	5,04	-14,84	5,51	11,21
26x27	4,30	-21,85	-42,80	25,63	3,29
27x28	55,57	12,58	-8,15	31,49	45,82
28x29	27,02	18,39	11,77	8,95	33,20
29x30	21,74	-3,69	-9,07	27,54	22,68
30x31	-5,42	-16,82	-54,28	9,25	-3,66
31x32	24,66	-6,77	-21,53	29,64	21,68
32x33	8,19	-2,15	1,81	13,88	10,76
33x34	7,86	-0,80	3,22	11,66	10,50
34x35	46,82	34,22	17,24	10,47	52,21
35x36	-18,31	-2,71	-29,60	19,30	-22,04
36x37	6,17	4,24	4,24	2,54	8,46
37x38	-19,31	-24,75	-16,19	10,48	-28,01
38x39	-19,24	-38,29	-31,28	36,70	-22,86
39x40	2,52	-7,69	-32,20	10,22	2,33
40x21	-27,79	-45,61	-60,05	25,30	-21,48

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1, 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

Tabela 30 %OL: porcentagem de óleo nos grãos. Estimativas de heterose, heterobeliose, heterose padrão e componentes aditivo (a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênes F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobeliose	Heterose padrão ^B	a	d
1x2	-2,77	-5,99	1,57	0,85	-0,69
2x3	2,27	-3,82	3,92	1,54	0,55
3x4	-2,29	-5,51	-3,73	0,80	-0,54
4x5	-0,66	-1,02	1,59	0,09	-0,16
5x6	3,13	2,69	6,30	0,10	0,77
6x7	1,34	1,11	4,67	0,05	0,33
7x8	13,09	10,20	13,57	0,63	3,14
8x9	0,08	-2,67	0,71	0,68	0,02
9x10	-2,68	-3,96	2,07	0,34	-0,67
10x11	2,45	1,97	8,37	0,12	0,62
11x12	-4,67	-8,21	-3,37	0,93	-1,13
12x13	0,34	0,65	-2,51	0,07	0,08
13x14	-1,26	-4,00	-1,55	0,68	-0,30
14x15	-5,12	-5,54	-2,26	0,11	-1,26
15x16	1,83	0,91	4,42	0,22	0,45
16x17	-0,12	-3,12	4,71	0,77	-0,03
17x18	2,32	1,03	9,19	0,32	0,59
18x19	5,50	0,64	6,03	1,16	1,32
19x20	0,97	-2,23	-0,14	0,77	0,23
20x1	-3,05	-3,65	-1,59	0,15	-0,74
21x22	5,64	5,08	4,29	0,13	1,33
22x23	-0,38	-1,07	-1,48	0,17	-0,09
23x24	-1,42	-2,39	-0,84	0,24	-0,34
24x25	-3,74	-5,12	-0,75	0,36	-0,92
25x26	3,23	-1,68	13,67	1,32	0,85
26x27	-5,04	-9,89	4,19	1,41	-1,32
27x28	1,40	0,66	6,05	0,18	0,35
28x29	-2,64	-6,12	-1,09	0,90	-0,64
29x30	4,79	1,11	6,37	0,88	1,16
30x31	-1,93	-2,75	2,30	0,21	-0,48
31x32	4,58	4,64	8,10	0,02	1,13
32x33	1,36	0,08	6,07	0,32	0,34
33x34	0,04	-4,09	1,65	1,05	0,01
34x35	5,20	4,18	3,30	0,23	1,22
35x36	4,96	4,52	4,52	0,10	1,18
36x37	-1,78	-3,22	-3,22	0,35	-0,42
37x38	-3,78	-7,23	-2,99	0,89	-0,91
38x39	1,49	0,74	5,34	0,18	0,37
39x40	4,20	0,93	3,98	0,77	1,00
40x21	3,33	1,94	1,17	0,32	0,78

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1, 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

Tabela 31 PO: produção de óleo por planta (gramas). Estimativas de heterose, heterobeltiose, heterose padrão e componentes aditivo^(a) e dominante (d) de médias de 40 cruzamentos (progênes F₂). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Cruzamentos ^A	Heterose	Heterobeltiose	Heterose padrão B	a	d
1x2	15,81	-17,41	-30,54	8,52	3,35
2x3	85,33	20,68	-56,73	4,42	7,04
3x4	157,30	76,86	-48,85	3,20	11,05
4x5	-8,25	-16,80	-70,43	1,17	-0,94
5x6	12,50	11,79	-59,76	0,08	1,58
6x7	-39,49	-58,40	-60,06	10,61	-9,21
7x8	-100,64	-101,15	-100,42	10,44	-23,64
8x9	25,75	17,13	-56,75	0,90	3,13
9x10	23,75	9,33	-54,58	1,71	3,08
10x11	-8,53	-14,74	-59,01	1,16	-1,35
11x12	-16,27	-31,87	-67,25	3,17	-2,25
12x13	52,89	31,54	-44,95	2,07	6,73
13x14	-29,16	-49,04	-51,40	9,46	-7,07
14x15	-24,00	-47,74	-50,17	10,53	-5,56
15x16	107,22	88,27	-17,59	1,42	15,07
16x17	-9,38	-29,70	-44,20	6,29	-2,04
17x18	-23,14	-36,29	-49,43	4,80	-5,38
18x19	-43,39	-44,38	-69,91	0,34	-8,15
19x20	-24,36	-37,59	-48,06	5,15	-5,19
20x1	-18,10	-18,52	-31,48	0,15	-5,35
21x22	17,40	-17,58	-24,97	9,58	3,93
22x23	-23,82	-42,85	-47,98	8,03	-5,75
23x24	0,54	-21,35	-36,53	6,21	0,12
24x25	-1,03	-2,81	-18,65	0,53	-0,30
25x26	1,47	0,30	-14,06	0,35	0,44
26x27	-15,58	-39,72	-48,34	8,66	-3,37
27x28	59,58	15,98	-6,17	7,81	12,38
28x29	22,31	16,09	4,56	1,62	6,74
29x30	24,39	-0,49	-10,37	6,37	6,21
30x31	-1,91	-14,08	-53,56	2,37	-0,32
31x32	28,83	-4,21	-20,09	7,56	6,32
32x33	5,92	-6,44	1,79	4,49	2,01
33x34	-0,81	-13,88	-6,30	5,07	-0,27
34x35	53,12	43,63	15,09	1,76	14,11
35x36	-23,84	-35,19	-35,19	5,27	-7,17
36x37	-1,25	-6,34	-6,34	1,82	-0,42
37x38	-25,65	-33,04	-25,04	3,93	-9,14
38x39	-24,99	-42,71	-35,87	9,35	-7,55
39x40	-1,32	-8,82	-36,50	1,87	-0,30
40x21	-30,26	-46,71	-62,89	5,81	-5,69

A: Cruzamentos identificados nas Tabelas 1, 2 e no Apêndice A.

B: comparado ao cultivar comercial Cristalina-s.

a e d: componentes de aditividade e dominância.

Tabela 32 Estimativas de correlações fenotípica e genotípica obtidas para cerca de 5832 plantas (81 genótipos x 6 repetições x 12 covas por parcela), entre os caracteres produção de óleo por planta (PO), teor de óleo (ZOL), produção de grãos por planta (PG), peso de semes (PCS), valor agrônômico (VA), acamamento (Ac), altura de planta na maturidade (APM), número de internódios na maturidade (NIM), número de dias para a maturidade (NDM), altura de planta no florescimento (APF) e número de dias para o florescimento (NDF). Soja, Piracicaba, seadura em 23/11/89.

Caracteres	Correlações											
	PO	ZOL	PG	PC	VA	Ac	APM	NIM	NDM	APF	NDF	
PO	a 0,048 b 0,041		0,990 0,992	-0,548 -0,608	0,723 0,729	0,593 0,693	0,784 0,791	0,714 0,724	0,828 0,846	0,853 0,865	0,870 0,893	
ZOL			-0,068 -0,073	0,286 0,313	-0,005 -0,010	-0,121 -0,128	-0,041 -0,047	-0,080 -0,092	-0,244 -0,254	-0,113 -0,120	-0,185 -0,191	
PG				-0,588 -0,651	0,724 0,729	0,599 0,644	0,786 0,793	0,722 0,733	0,855 0,874	0,867 0,879	0,896 0,919	
PCS					-0,478 -0,528	-0,520 -0,592	-0,493 -0,536	-0,499 -0,535	-0,568 -0,609	-0,539 -0,585	-0,623 -0,658	
VA						0,625 0,678	0,943 0,953	0,922 0,933	0,469 0,488	0,683 0,690	0,640 0,663	
Ac							0,735 0,773	0,705 0,750	0,554 0,592	0,647 0,681	0,601 0,642	
APM								0,945 0,950	0,629 0,640	0,784 0,786	0,733 0,746	
NIM									0,518 0,529	0,627 0,632	0,632 0,643	
NDM										0,890 0,901	0,933 0,936	
APF											0,946 0,958	
NDF												

a: correlação fenotípica; b: correlação genotípica.

Tabela 33 Genealogia de 40 parentais, 40 cruzamentos e distância genética dos parentais comparada com a dispersão acumulada em F₂ para 11-caracteres. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

Genótipo	Genealogia	CRUZA- MENTOS	Distância genética ¹	Dispersão acumulada ²
1-Andrews Purpura	Seleção em Santa Rosa	1x2	80	78,54
2-FT81-2706	Dare x BR-5	2x3	44	85,50
3-PI371 610	o mesmo	3x4	37	72,82
4-Paraná (seleção)	Hill x (Roanoke x Ogden)	4x5	18	78,21
5-Kirby	Centennial x [Forrest x (Cobb x D68-216)] F ₆	5x6	10	47,63
6-FT-2	Hill x (Roanoke x Ogden)	6x7	94	63,03
7-N82-2764 (seleção)	População alto óleo (J.Burton)	7x8	91	47,96
8-SOC81-127 (seleção)	Coker 136 x (Dare x D64-6937)	8x9	14	57,64
9-Wright	Bragg x Lee	9x10	24	60,06
10-SOC81-76	Bedford x Lancer	10x11	27	31,68
11-Foster	Centennial x [Forrest x (Cobb x D68-216)]	11x12	24	63,47
12-FT79-3408	FT-246 x Davis	12x13	20	59,18
13-AX53-55 (seleção)	N74-1572 x F76-8846	13x14	85	141,46
14-Paranagoiana	Mutação natural em Paraná	14x15	99	126,26
15-Jackson-4028 (seleção)	Volstate x Palmetto	15x16	31	93,17
16-FT81-2129	Paraná x FT-332	16x17	53	109,23
17-Cobb	F57-735 x D58-3358	17x18	41	56,21
18-BR-8	Bienville x Hampton	18x19	22	57,31
19-PI200 521	o mesmo	19x20	41	107,47
20-SOC81-216	Co 72.260 x (AGP80 x D69.8201)	20x1	7	105,27
Média			43,1	77,12
21-Bienville	Pelican x Ogden	21x22	94	87,23
22-UFV-Araguaia	Hardee x IAC-2	22x23	75	98,89
23-Bossier (seleção)	S-100 x CHS	23x24	54	103,51
24-UFV-2	Hardee x IAC-2	24x25	27	115,17
25-G081-8491	Paraná x Mandarin	25x26	27	118,03
26-BR80-15725-B (seleção)	D69-442 x (Bragg x Santa Rosa)	26x27	65	64,68
27-Planalto (seleção)	Hood x Kedelle	27x28	85	113,41
28-G081-11094	Paraná x Mandarin (Baixo óleo)	28x29	62	112,31
29-BR-11 (Carajás)	UFV-1 x IAC-73-2736-10	29x30	97	134,86
30-FT-8 (Araucária)	Cobb x Planalto	30x31	32	87,23
31-OC79-7	(Halesoy x Volstate)x(Hood x Rhosa)	31x32	72	121,77
32-BR-9 (Savana)	Davis x (Hill x PI 240 664)	32x33	38	98,89
33-EMGOPA-301	IAC-4 x Júpiter	33x34	33	83,27
34-IAC-9	Davis x (Hill x PI 240 664)	34x35	23	92,29
35-C079-1030	IAC-2 Júpiter	35x36	41	114,07
36-Cristalina (seleção)	Davis x UFV-1	36x37	14	95,26
37-IAC-6	Viçoja x (Hill x PI 240 664)	37x38	28	118,91
38-UFV-4	Mineira x IAC-2	38x39	93	95,92
39-BR80-16.309	Paraná x Viçoja	39x40	34	78,54
40-UFV-1	Seleção em Viçoja	40x21	65	83,16
Média			53,0	100,87

Correlação entre distância genética e dispersão acumulada = 0,33

1: distância genética Euclidiana

2: soma de desvios padrões de cada caráter no cruzamento.

Tabela 35. Porcentagem de plantas F₂ superiores à média do melhor parental do experimento, com base no número ideal de 72 plantas (6 repetições x 12 covas por parcela) para produção de óleo (PO), produção de grãos (PG), teor de óleo (ZOL) e valor agronômico (VA), segundo dez critérios de seleção em cruzamentos entre parentais exóticos e adaptados. Soja, Piracicaba, sementeira em 23/11/89.

CRUZAMENTOS ^a	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO UTILIZADOS									
	PO >38,5g	PG >145,3g	ZOL >27,6%	VA >4,3	PO*ZOL	PG*ZOL	PO+VA	PG+VA	PO*ZOL+VA	PG*ZOL+VA
1x2	11,1	9,7	12,5	0	2,8	1,4	0	0	0	0
2x3	1,4	0	5,6	4,2	0	0	0	0	0	0
3x4	0	1,4	4,2	5,6	0	0	0	0	0	0
4x5	4,2	2,8	2,8	0	1,4	1,4	0	0	0	0
5x6	0	0	13,9	0	0	0	0	0	0	0
6x7	2,8	4,2	12,5	0	0	0	0	0	0	0
7x8	0	0	33,3	0	0	0	0	0	0	0
8x9	2,8	1,4	4,2	0	0	0	0	0	0	0
9x10	1,4	2,8	8,3	0	0	0	0	0	0	0
10x11	0	0	34,7	0	0	0	0	0	0	0
11x12	2,8	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0
12x13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13x14	12,5	12,5	2,8	1,4	0	0	1,4	1,4	0	0
14x15	12,5	12,5	6,9	0	0	0	0	0	0	0
15x16	11,1	9,7	9,7	9,7	1,4	1,4	2,8	2,8	0	0
16x17	5,6	5,6	16,7	6,9	1,4	1,4	4,2	4,2	1,4	1,4
17x18	0	0	37,5	0	0	0	0	0	0	0
18x19	1,4	1,4	12,5	0	0	0	0	0	0	0
19x20	11,1	11,1	1,4	0	0	0	0	0	0	0
20x1	19,4	19,4	2,8	1,4	0	0	1,4	1,4	0	0

a: cruzamentos entre parentais identificados na Tabela 1 e no Apêndice A.

Tabela 36 Porcentagem de plantas F₂ superiores à média do melhor parental do experimento, com base no número ideal de 72 plantas (6 repetições x 12 covas por parcela) para produção de óleo (PO), produção de grãos (PG), teor de óleo (%OL), e valor agronômico (VA), segundo dez critérios de seleção em cruzamentos entre parentais adaptados. Soja, Piracicaba, sementeira em 23/11/89.

CRUZAMENTOS a	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO UTILIZADOS									
	PO >38,5g	PG >145,3g	%OL >27,6%	VA >4,3	PO%OL	PG%OL	PO+VA	PG+VA	PO+%OL+VA	PG+%OL+VA
21x22	12,5	16,7	1,4	0	0	0	0	0	0	0
22x23	9,7	13,9	1,4	0	0	0	0	0	0	0
23x24	12,5	15,3	5,6	0	0	0	0	0	0	0
24x25	20,8	23,6	4,2	15,3	0	0	12,5	12,5	0	0
25x26	27,8	22,2	43,0	13,9	5,6	5,6	6,9	6,9	1,4	1,4
26x27	6,9	4,2	23,6	0	1,4	1,4	0	0	0	0
27x28	25,0	22,2	26,4	15,3	5,6	5,6	13,9	13,9	2,8	2,8
28x29	43,0	47,2	5,6	31,9	0	0	27,8	27,8	0	0
29x30	27,8	30,6	13,9	4,2	0	0	1,4	1,4	0	0
30x31	6,9	8,3	6,9	11,1	1,4	1,4	2,8	2,8	1,4	1,4
31x32	20,8	19,4	20,8	18,1	1,4	1,4	13,9	13,9	1,4	1,4
32x33	38,9	38,9	18,1	2,8	4,2	4,2	2,8	2,8	1,4	1,4
33x34	44,4	48,6	12,5	2,8	0	0	1,4	1,4	0	0
34x35	34,7	36,1	6,9	6,9	1,4	1,4	4,2	4,2	0	0
35x36	18,1	16,7	5,6	2,8	0	0	2,8	2,8	0	0
36x37	31,9	31,9	2,8	8,3	0	0	5,6	5,6	0	0
37x38	29,2	30,6	2,8	5,6	0	0	5,6	5,6	0	0
38x39	16,7	16,7	15,3	13,9	1,4	1,4	6,9	6,9	1,4	1,4
39x40	12,5	12,5	9,7	0	0	0	0	0	0	0
40x21	1,4	1,4	0	1,4	0	0	0	0	0	0

a: cruzamentos entre parentais identificados na Tabela 2 e no Apêndice A.

Tabela 37 Coeficientes de correlação entre os critérios de seleção utilizados. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	PO ≥38,5g	PG ≥145,3g	%OL ≥27,6%	VA ≥4,3	PO+%OL	PG+%OL	PO+VA	PG+VA	PO+%OL+VA
PG	0,99								
%OL	0,05	0,06							
VA	0,54	0,52	0,12						
PO+%OL	0,32	0,23	0,50	0,17					
PG+%OL	0,34	0,25	0,51	0,18	0,93				
PO+VA	0,60	0,58	0,25	0,95	0,29	0,27			
PG+VA	0,60	0,58	0,25	0,95	0,29	0,27	1,00		
PO+%OL+VA	0,25	0,18	0,42	0,47	0,57	0,64	0,42	0,42	
PG+%OL+VA	0,25	0,18	0,42	0,47	0,57	0,64	0,42	0,42	1,00

Tabela 38 Porcentagem de plantas F₂ superiores ao melhor parental dentro de cruzamentos previamente selecionados para produção de óleo (PO), produção de grãos (PG), teor de óleo (ZOL) e valor agronômico (VA), segundo nove critérios de seleção. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

CRUZAMENTOS SELECIONADOS	Critério 1 (PO)	Critério 2 (PG)	Critério 3 (ZOL)	Critério 4 (VA)	Critério 5 (PO + PG)	Critério 6 (PO+VA)	Critério 7 (PG+ZOL+VA)	Critério 8 (PO+PG+ZOL)	Critério 9 (PO+PG+ZOL+VA)
1x2	21,8	19,0	17,2	19,0	18,2	8,8	3,6	5,5	3,6
13x14	14,3	15,6	28,1	20,3	14,3	10,9	4,7	3,2	3,2
14x15	19,2	19,2	46,8	34,0	19,2	16,3	10,2	8,5	8,5
15x16	56,9	62,7	40,7	61,0	56,9	49,2	23,7	27,1	23,7
16x17	20,8	25,0	41,7	50,0	20,8	20,8	12,5	6,3	6,3
19x20	24,6	27,6	50,0	8,0	24,6	7,0	7,0	14,0	7,0
20x1	36,8	38,3	45,0	30,0	36,8	25,4	12,3	15,8	12,3
21x22	23,9	20,9	79,1	13,4	19,4	10,4	6,0	11,9	4,5
23x24	21,7	23,2	43,5	17,4	20,3	7,4	0,0	5,8	0,0
24x25	44,4	53,3	26,7	24,4	44,4	20,0	8,9	13,3	8,9
25x26	49,1	47,2	26,4	18,9	45,3	18,9	1,9	9,4	1,9
27x28	46,4	43,1	48,3	22,4	42,9	22,4	8,9	23,2	8,9
28x29	56,1	56,1	19,7	33,3	54,5	31,8	3,0	4,5	3,0
29x30	45,6	42,0	39,1	15,9	42,6	10,1	7,4	17,6	7,4
31x32	28,3	30,0	78,3	21,7	28,3	21,7	15,0	20,0	13,3
32x33	42,1	41,7	55,0	43,3	40,4	32,8	22,4	26,3	21,1
33x34	28,4	47,8	20,9	34,3	28,4	16,4	4,5	6,0	3,0
34x35	62,1	63,2	77,2	68,4	62,1	40,4	36,2	39,7	36,2
35x36	28,0	30,4	85,7	37,5	26,0	21,4	20,0	22,0	20,0
36x37	52,3	54,2	52,1	43,8	52,3	38,6	18,2	25,0	18,2
37x38	16,4	27,9	14,8	6,6	16,4	4,9	1,6	4,9	1,6
38x39	12,9	14,8	45,9	16,4	12,9	6,7	1,6	6,5	1,6
39x40	51,6	46,8	37,1	66,1	46,8	50,0	21,0	21,0	21,0

z: a seleção dos cruzamentos teve por critério média maior que 20g de óleo por planta e boa variabilidade; os parentais dos cruzamentos estão identificados nas Tabelas 1, 2 e no Apêndice A.

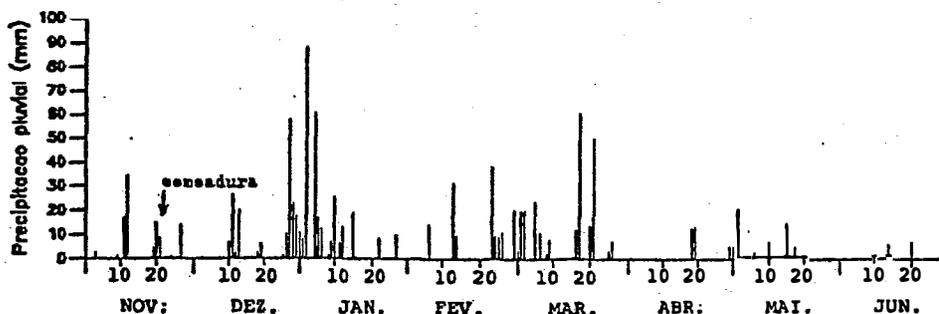
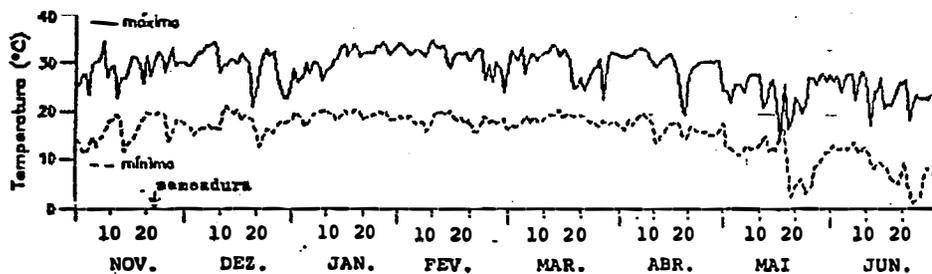
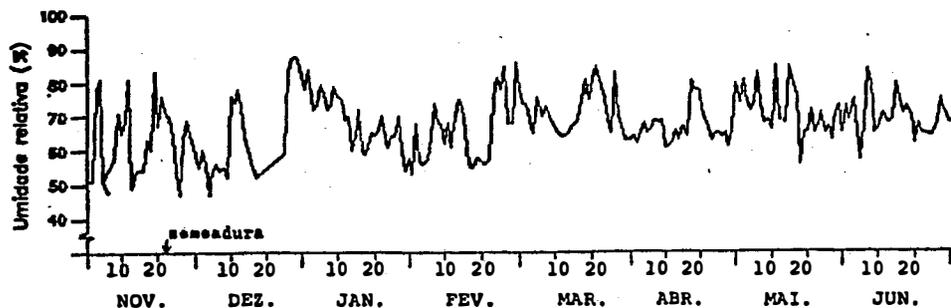


Figura 1 Umidade relativa do ar, temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial diária do período de novembro/89 a junho/90, no município de Piracicaba - SP.

Fonte: Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP.

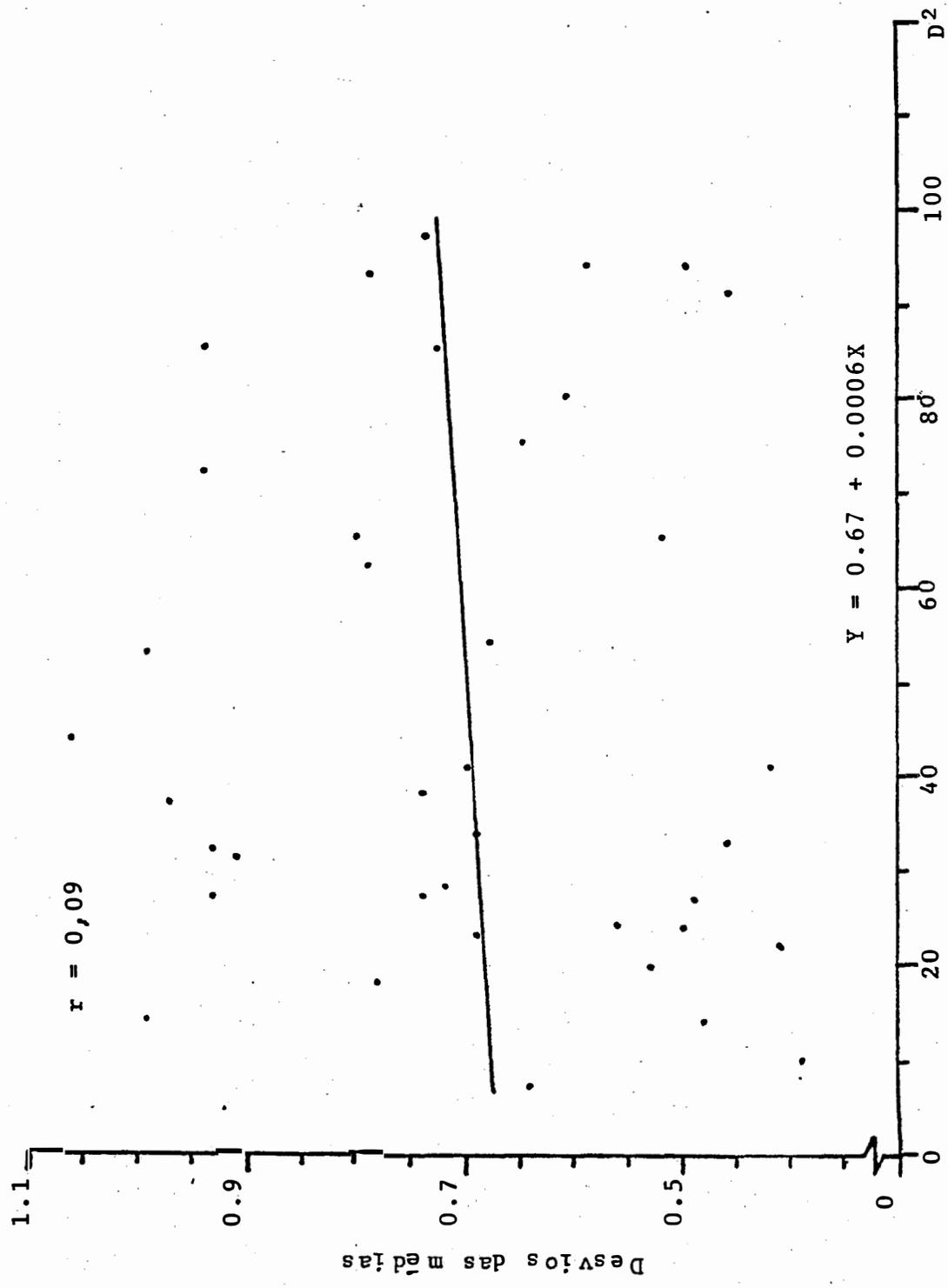


Figura 2 Regressão linear dos dados de distância genética Euclidiana (D²) com desvios das médias de 40 cruzamentos para valor agronômico. Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

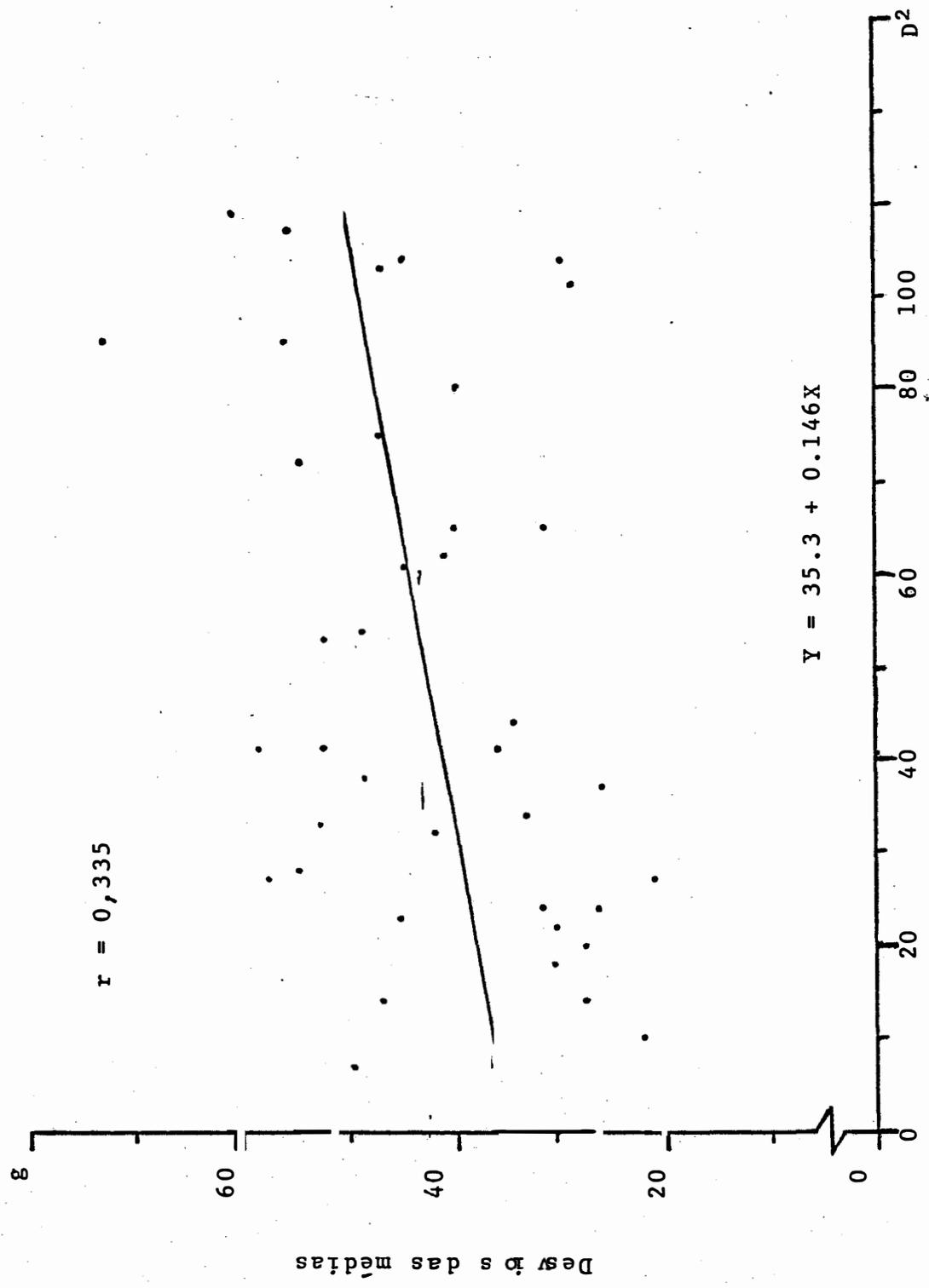


Figura 3. Regressão linear dos dados de distância genética Euclidiana (D²) com desvios das médias de 40 cruzamentos para produção de grãos (g). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

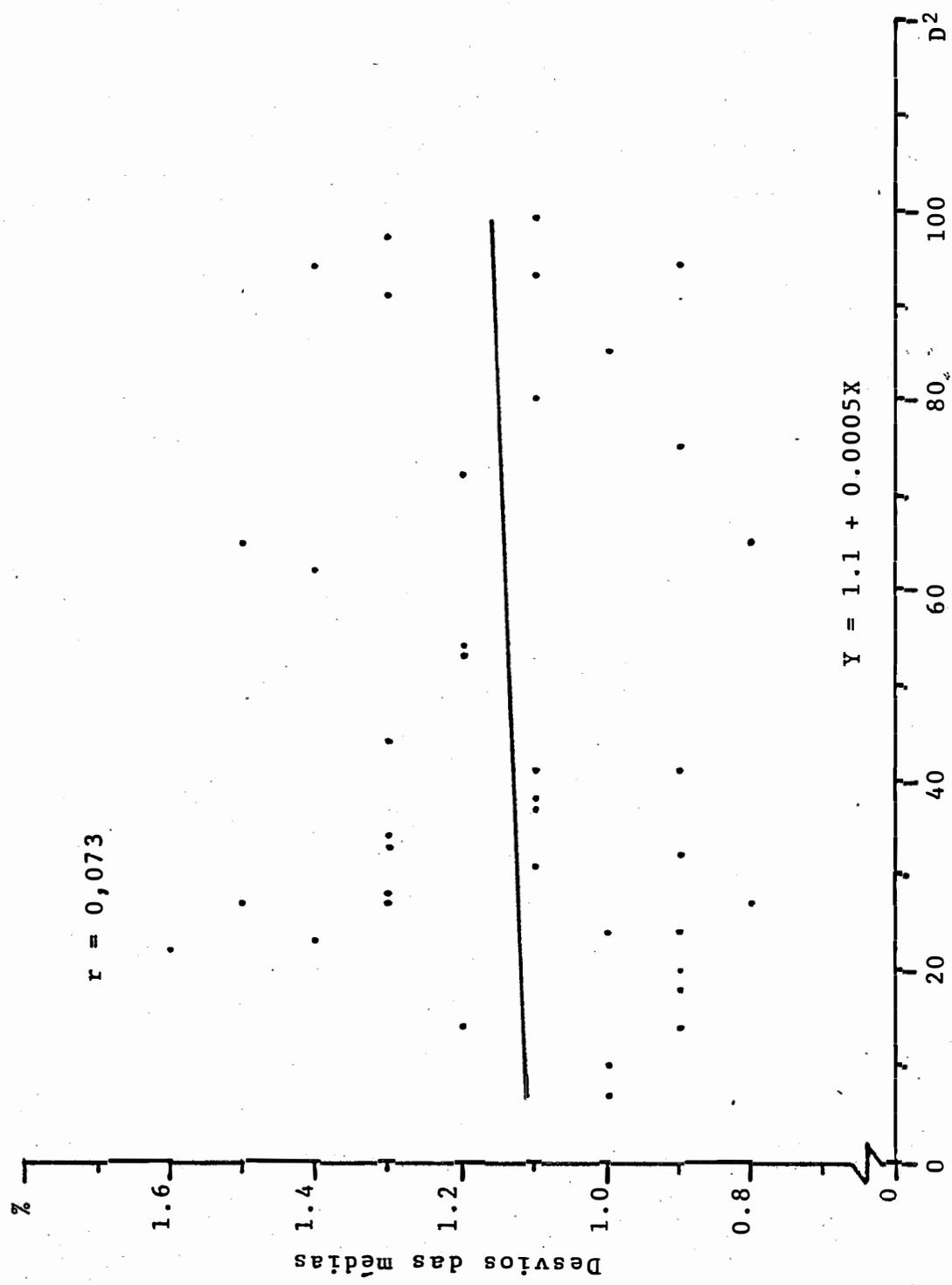


Figura 4 Regressão linear dos dados de distância genética Euclidiana (D²) com desvios das médias de 40 cruzamentos para teor de óleo (%). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

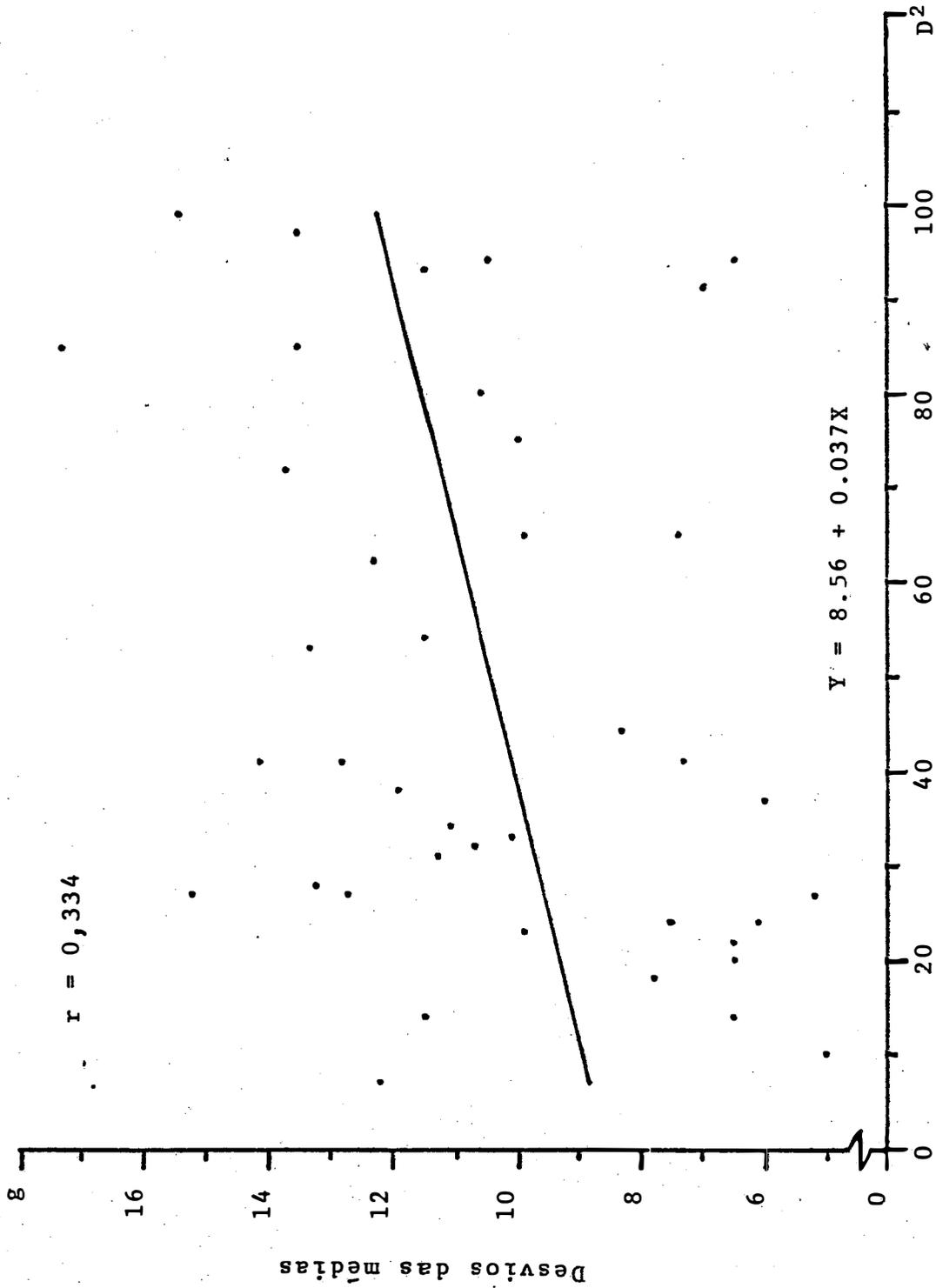


Figura 5 Regressão linear dos dados de distância genética Euclidiana (D²) com desvios das médias de 40 cruzamentos para produção de óleo por planta (g). Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

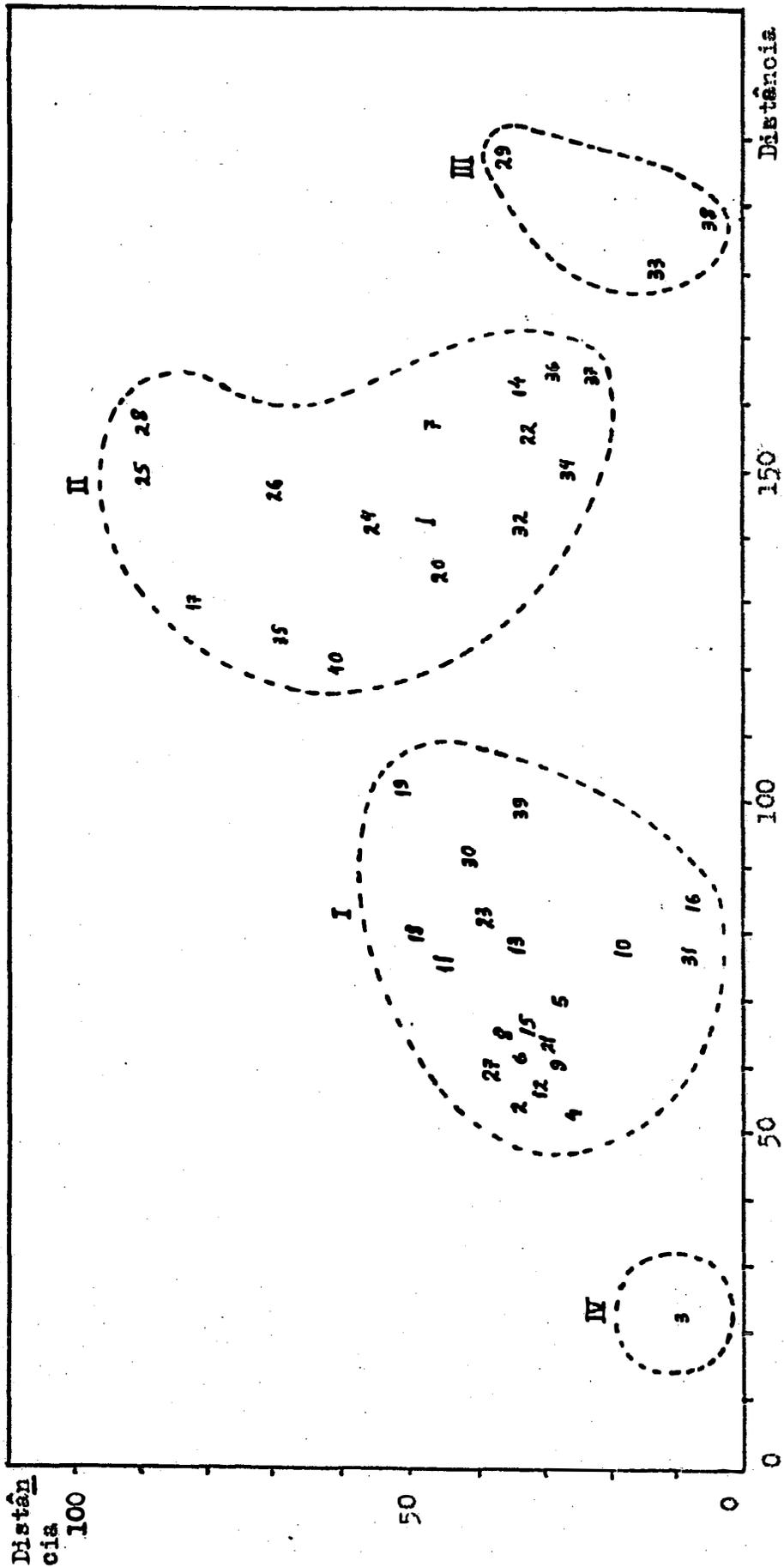


Figura 6 Distâncias genéticas Euclidianas dos 40 parentais, agrupados pelo método de Tócher dispostos em um dendrograma (os parentais estão identificados nas Tabelas 1, 2 e no Apêndice A).

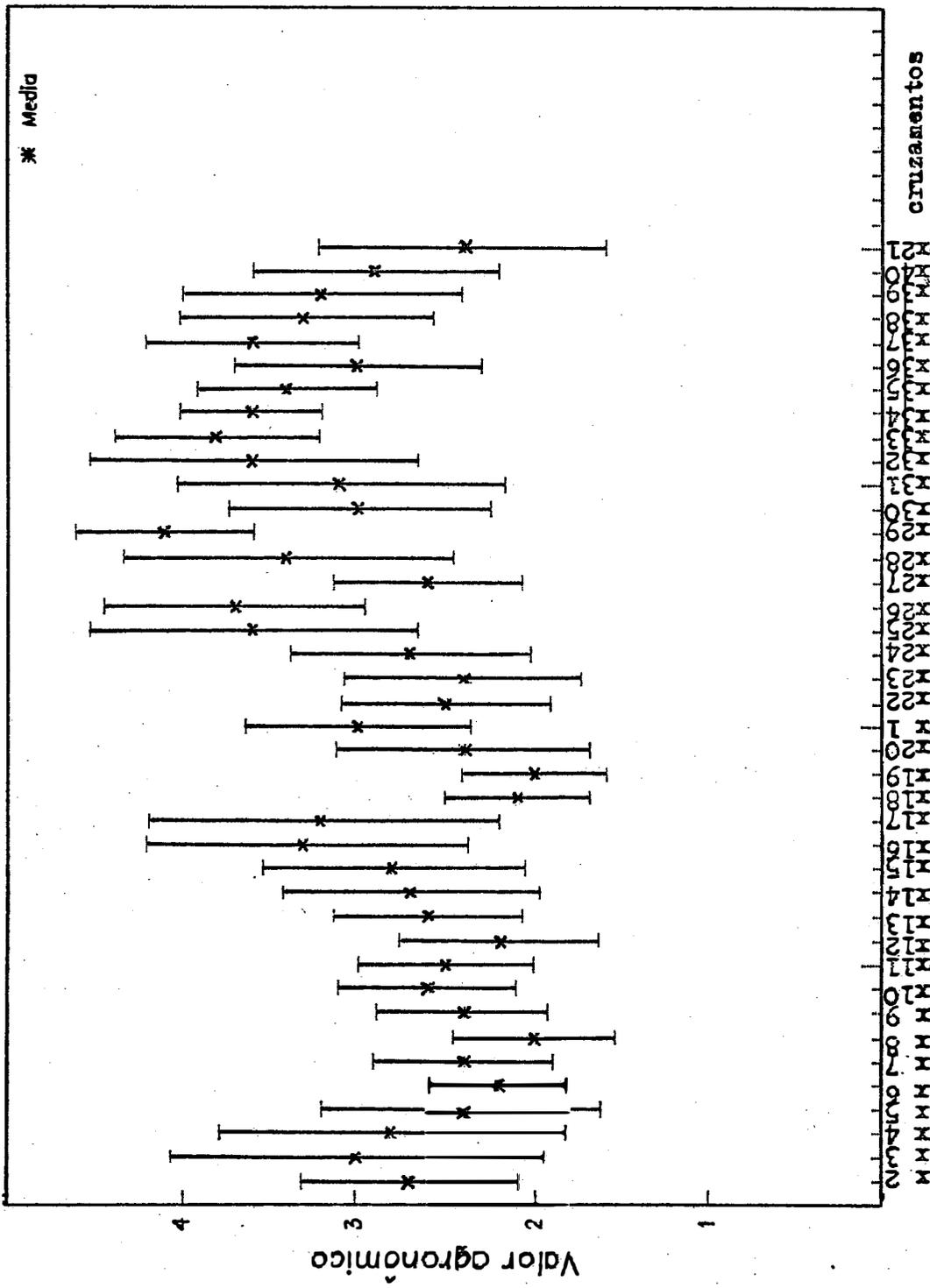


Figura 7. Comparação gráfica de 40 cruzamentos através do intervalo de média ± 2 desvios padrões do caráter valor agronômico (parentais estão identificados no Apêndice A).

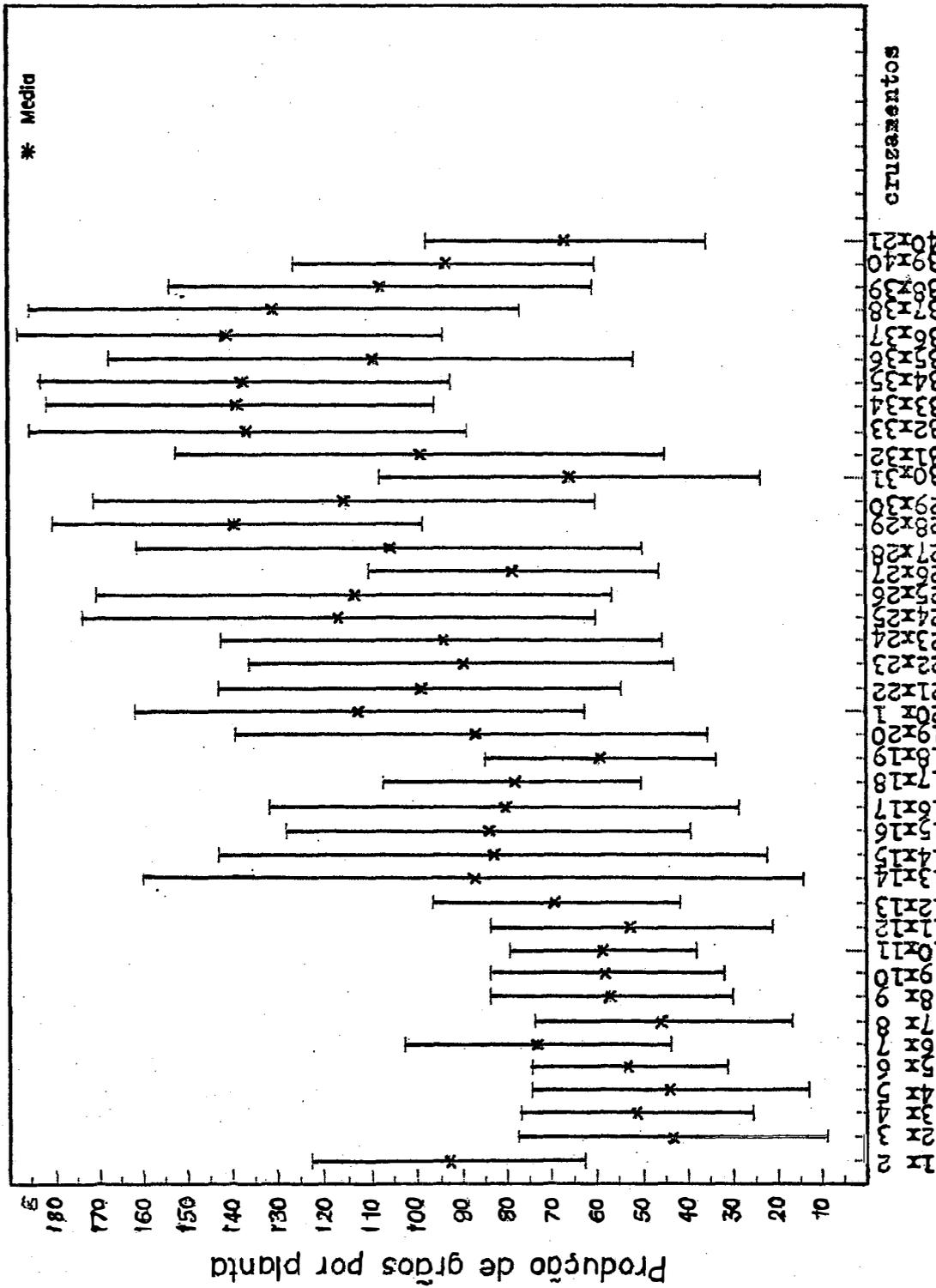


Figura 8 Comparação gráfica dos 40 cruzamentos através do intervalo de média \pm 2 desvios padrões do caráter produção de grãos por planta (PG) (parentais estão identificados no Apêndice A).

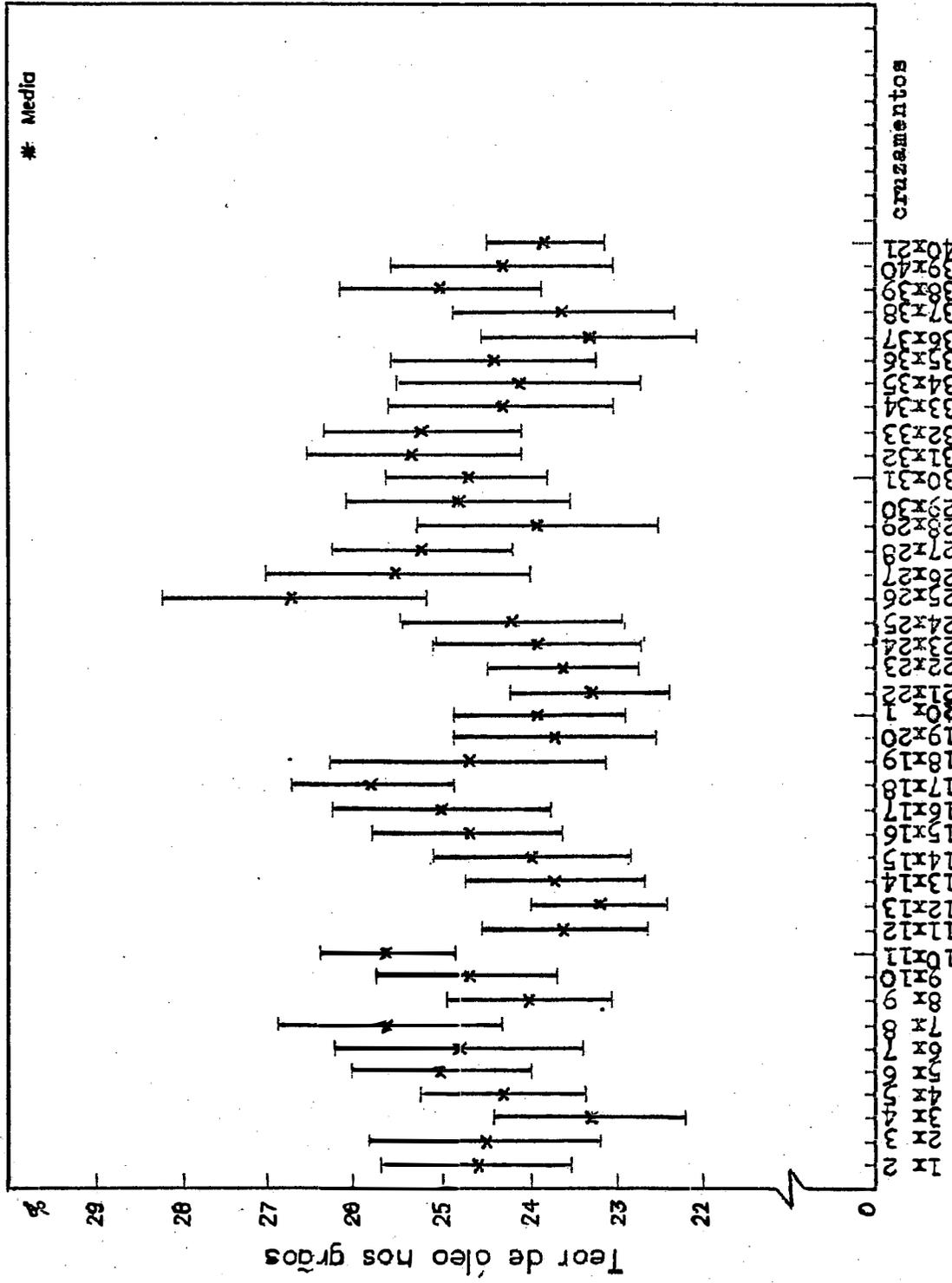


Figura 9 Comparação gráfica dos 40 cruzamentos através do intervalo de média \pm 2 desvios padrões do caráter teor de óleo nos grãos (%Ol) (parentais estão identificados no Apêndice A).

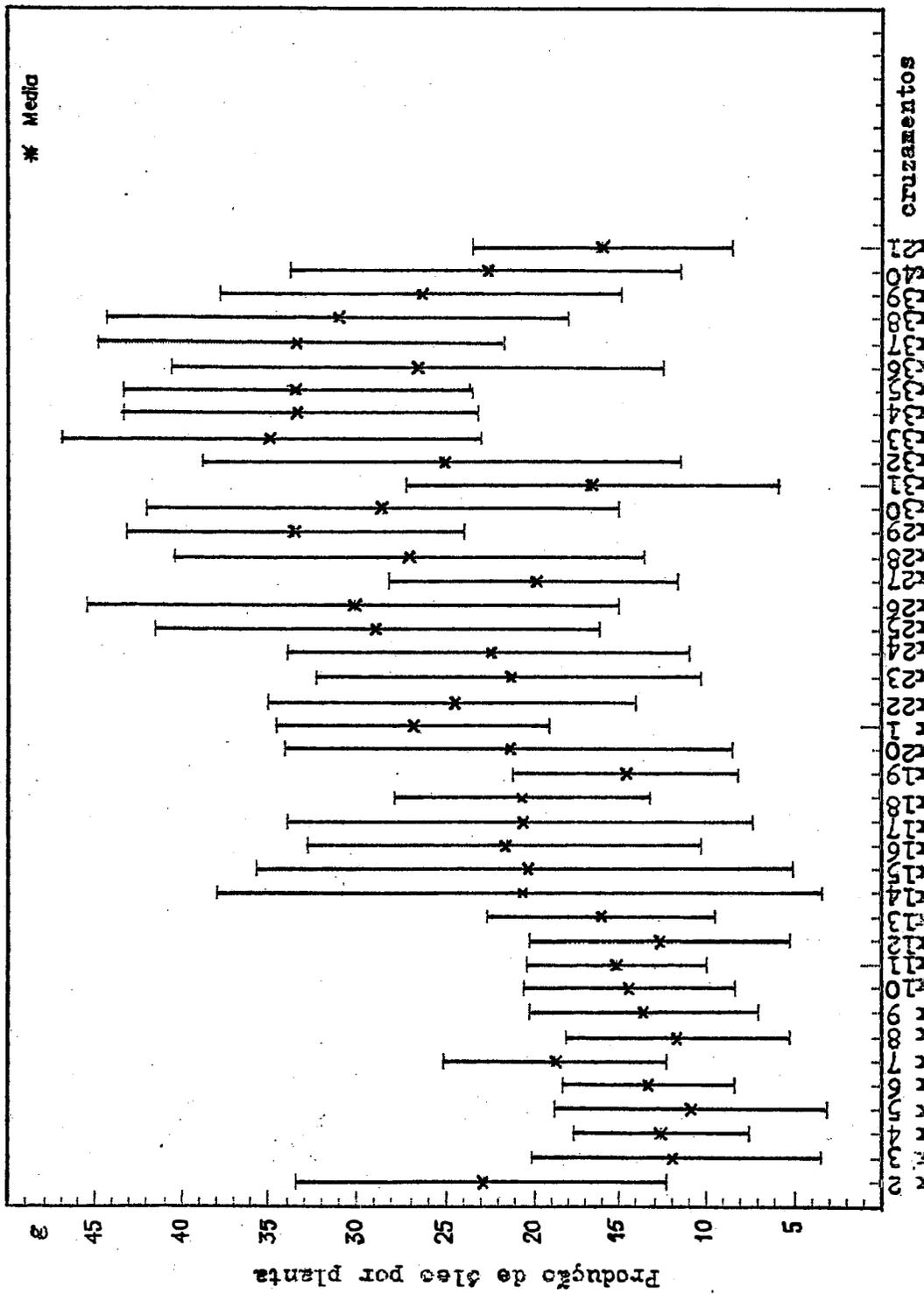


Figura 10. Comparação gráfica dos 40 cruzamentos através do intervalo de média ± 2 desvios padrões do caráter produção de óleo por planta (PO) (parentais estão identificados no Apêndice A).

Apêndice A Parentais de 40 cruzamentos em cadeia.
Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89

CADEIA 1		CADEIA 2	
nº	PARENTAL	nº	PARENTAL
1 -	Andrews Púrpura	21 -	Bienville
2 -	FT 81-2706	22 -	UFV-Araguaia
3 -	PI.371.610	23 -	Bossier (seleção)
4 -	Paraná (seleção)	24 -	UFV-2
5 -	Kirby	25 -	GO 81-8491
6 -	FT-2	26 -	BR.80-15.725-B (seleção)
7 -	N82-2764	27 -	Planalto (seleção)
8 -	SOC 81-127 (seleção)	28 -	GO.81-11.094
9 -	Wright	29 -	BR-11
10 -	SOC 81-76	30 -	FT-8
11 -	Foster	31 -	OC 79-7
12 -	FT 79-3408	32 -	BR-9
13 -	Ax 53-55	33 -	EMGOPA-301
14 -	Paranagoiana	34 -	IAC-9
15 -	Jackson-4028 (seleção)	35 -	GO 79-1030
16 -	FT 81-2129	36 -	Cristalina (seleção)
17 -	Cobb	37 -	IAC-6
18 -	BR-8	38 -	UFV-4
19 -	PI.200.521	39 -	BR.80-16.309
20 -	SOC 81-216	40 -	UFV-1

Apêndice B Caracteres estudados no experimento.
Soja, Piracicaba, semeadura em 23/11/89.

NDF - número de dias para o florescimento.
 APF - altura de planta no florescimento.
 NDM - número de dias para a maturidade.
 NIM - número de internódios na maturidade.
 APM - altura de planta na maturidade.
 Ac - acamamento (notas de 1 a 5).
 VA - valor agronômico (notas de 1 a 5).
 PCS - peso de cem sementes (g).
 PG - produção de grãos por planta (g).
 ZOL - teor de óleo nos grãos (%).
 PO - produção de óleo por planta (g).