**IMPLICAÇÕES DA INTERAÇÃO GÊNÓTIPOS X AMBIENTES NA
SELEÇÃO DE PROGENIES DE SOJA COM ÊNFASE NAS
PRODUTIVIDADES DE GRÃOS E ÓLEO**

JORGE RAMÓN LAÍNEZ-MEJÍA

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

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Novembro - 1996

**IMPLICAÇÕES DA INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES NA
SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA COM ÊNFASE NAS
PRODUTIVIDADES DE GRÃOS E ÓLEO**

JORGE RAMÓN LAÍNEZ-MEJÍA

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 do título de Doutor em
Agronomia. Área de Concentração:
Genética e Melhoramento de Plantas**

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1996

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Lainez-Mejía, Jorge Ramón

Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de progênies de soja com ênfase nas produtividades de grãos e óleo / Jorge Ramón Lainez-Mejía. - - Piracicaba, 1996.

145 p.

Tese (doutorado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997
Bibliografia.

1. Interação genótipo-ambiente 2. Óleo 3. Parâmetro genético 4. Progenie 5.
Soja I. Título

CDD 633.34

**IMPLICAÇÕES DA INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES NA
SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA COM ÊNFASE NAS
PRODUTIVIDADES DE GRÃOS E ÓLEO**

Aprovada em 07/02/97

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Natal Antonio Vello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Gerhard Bandel	ESALQ/USP
Prof. Dr. Isaías Olivio Geraldi	ESALQ/USP
Prof. Dr. José Francisco Ferraz de Toledo	CNPSo/EMBRAPA
Prof. Dr. Daniel Furtado Ferreira	UFLA-Lavras

Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

Orientador

Dedico especialmente à memória de
ROSA AMELIA BORJAS e ADELA PAGOAGA
por terem me dado o melhor do mundo:"

MEUS PAIS

Aos meus pais, pelo amor e dedicação

Gersan Laínez Borjas e

Blanca Edith Mejía Pagoaga

DEDICO

Aos meus filhos

Gersan Saady

Jorge Andres (*in memoriam*)

DEDICO

Aos meus irmãos Hector, Andres,
Benjamin, Gersan, Maria, Reina,
Rosa, Blanca, Miguel (*in memoriam*),
Carlos e Oscar.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir a finalização destes estudos.

Ao Prof. Dr. Natal Antonio Vello pela orientação, dedicação e amizade durante minha estadia na ESALQ/USP.

Em especial, à Ruth Yimna Blanco Rodriguez, pelo amor, compreensão, estímulo e apoio.

Ao Prof. Dr. Roland Vencovsky e ao Dr. Daniel Furtado Ferreira, pela orientação nas análises estatísticas.

Ao colega João Batista Duarte pela correção deste trabalho.

Aos docentes do Departamento de Genética da ESALQ/USP, pelos ensinamentos recebidos.

À CAPES - Convênio PEC-PG, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao CNPq, EMBRAPA, FAPESP e FINEP, pelo financiamento de várias etapas do programa de pesquisas que originaram o germoplasma utilizado nesta tese.

Aos funcionários da Seção de Espécies Autógamas do Departamento de Genética da ESALQ/USP: Antonio Roberto Cogo, Claudinei Antonio Didoné, Marcos Custódio Nekatschalow e Osmair José da Silva, pela cooperação nos trabalhos experimentais.

À Clotilde Maria Batochio Cunha, pela amizade e digitação deste trabalho.

Às funcionárias da Biblioteca do Departamento de Genética da ESALQ/USP: Silvana Marchizolli Gregório e Aparecida Elizabeth Santos da Silva, pela amizade e ajuda durante o curso.

Aos amigos latinos, pela convivência durante estes quatro anos.

Aos colegas do Grupo de Soja: Ângela Celis de Almeida Lopes, Gilberto Ken-Iti Yokomizo, Joaquim Adelino de Azevedo Filho, João Tomé de Farias Neto, José Baldin Pinheiro, Juan Carlos Montañó-Velasco, Luiz Fernando Alliprandini, Milton Krieger, Mônica Martins, Osvaldo Toshiyuki Hamawaki, Regina Lúcia Ferreira Gomes, Sérgio Augusto Morais Carbonell, Claudio Yuji Tsutsumi, Fernando Miranda, Sandra Helena Uneda Trevisoli, Maurisrael de Moura Rocha, Diego Soldini e Dario Minoru Hiromoto, pela sua amizade e companheirismo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Estimativas de parâmetros genotípicos e fenotípicos em soja.....	9
2.2. Melhoramento para teor de óleo.....	15
2.3. Interação genótipos x ambientes (G x E).....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1. Material experimental.....	26
3.2. Ambientes de condução dos experimentos.....	27
3.3. Condução experimental e caracteres avaliados.....	28
3.3.1. Geração $F_{6;3}$	28
3.3.2. Geração $F_{7;3}$	31
3.4. Análises estatístico-genéticas.....	32
3.4.1. Geração $F_{6;3}$	32
3.4.1.1. Análises individuais de variância.....	32

	viii
3.4.1.2. Análise conjunta de variância.....	37
3.4.2. Geração $F_{7:3}$	38
3.4.2.1. Análises individuais de variância.....	38
3.4.2.2. Análise conjunta de variância.....	40
3.4.3. Parâmetros genéticos.....	40
3.4.3.1. Componentes de variância, herdabilidade, coeficiente de variação genética e índice de variação genética.....	40
3.4.3.2. Ganhos genéticos esperados e observados com a seleção.	43
3.4.3.3. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais.....	48
3.4.4. Análise de variância e parâmetros genéticos reunindo as gerações $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1. Geração $F_{6:3}$	52
4.1.1. Análises individuais de variância.....	52
4.1.2. Análise conjunta de variância.....	54
4.2. Geração $F_{7:3}$	56
4.2.1. Análises individuais de variância.....	56
4.2.2. Análise conjunta de variância.....	59
4.3. Avaliação geral das progênes $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$	60

4.3.1. Número de dias para a maturidade e altura da planta na maturidade.....	61
4.3.2. Valor agrônômico e produtividade de grãos.....	64
4.3.3. Teor e produtividade de óleo.....	67
4.4. Componentes de variância e parâmetros genéticos.....	69
4.5. Magnitude e natureza da interação G x E.....	74
4.6. Ganhos genéticos com a seleção.....	77
4.7. Comparação entre cadeias de cruzamentos.....	82
4.8. Correlações entre caracteres.....	84
4.9. Análise reunindo as gerações F _{6:3} e F _{7:3}	87
4.9.1. Análise de variância.....	87
4.9.2. Componentes de variância e herdabilidade.....	89
5. CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
TABELAS.....	109
APÊNDICE.....	138

IMPLICAÇÕES DA INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES NA SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA COM ÊNFASE NAS PRODUTIVIDADES DE GRÃOS E ÓLEO

Autor: JORGE RAMÓN LAÍNEZ-MEJÍA

Orientador: Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

RESUMO

Foram avaliadas progênies $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$ de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com os objetivos de estimar a interação genótipos x ambientes (G x E) e estudar a sua influência nos parâmetros genéticos e na seleção para produtividade de grãos e óleo. As progênies foram obtidas através de duas cadeias circulantes, envolvendo 40 parentais e 40 cruzamentos biparentais. A cadeia adaptada compreendeu 20 cruzamentos entre parentais adaptados. A cadeia mista foi formada por 20 cruzamentos, cada um deles tendo um parental adaptado e um parental exótico.

Na geração $F_{6:3}$ foram avaliadas 897 progênies nos locais Areão e Anhembi, no município de Piracicaba-SP. A semeadura ocorreu nas datas de 24 e 25 de Janeiro de 1994, correspondente ao cultivo de outono/inverno (safrinha no Estado de São Paulo). Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com duas repetições por local. Cada repetição consistiu de 26 conjuntos sendo utilizadas quatro testemunhas comuns ('Bossier', 'IAC-12', 'UFV-4' e 'IAC-Santa Maria-702') em cada conjunto. A análise estatística foi realizada seguindo o delineamento em blocos aumentados para cada repetição. A parcela experimental consistiu de uma fileira de 2,0 x 0,5 m. Após a avaliação foram selecionadas 210 progênies (120 precoces, 45 intermediárias e 45 tardias).

A geração $F_{7:3}$ foi semeada nos mesmos locais nas datas 22 e 28 de outubro de 1994, correspondente ao cultivo de verão (normal no Estado de São Paulo). Para as progênes precoces, foram utilizados dois látices simples 8 x 8. Para as progênes intermediárias foi utilizado um látice simples 7 x 7, o mesmo ocorrendo para as progênes tardias. Em todos os látices foram feitas duas repetições e incluídas as mesmas quatro testemunhas comuns também utilizadas na geração $F_{6:3}$. A parcela experimental consistiu de duas fileiras de 5,0 x 0,5 m, deixando-se uma fileira sem semear entre cada parcela. Foram selecionadas 74 progênes (33 precoces, 21 intermediárias e 20 tardias). Os caracteres avaliados, nas duas gerações, foram: número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo nas sementes (%OL) e produtividade de óleo (PO).

Os resultados mostraram que, apesar da seleção, houve ampla variação genética nas duas gerações para todos os caracteres, excetuando-se o caráter %OL. Notou-se também que a semeadura da geração $F_{6:3}$ na época de outono/inverno permitiu a identificação de genótipos com florescimento tardio em dias curtos (período juvenil longo).

A presença da interação genótipos x locais para os caracteres PG e PO ocorreu nas duas gerações e foi comum para todos os ciclos de maturidade, indicando a existência de um comportamento diferencial das progênes nos dois locais. As estimativas de médias, componentes de variância e parâmetros genéticos mostraram que o local Anhembi foi superior permitindo aos genótipos expressarem melhor o seu potencial genético, principalmente com respeito ao caráter PG.

Em termos gerais, o componente complexo da interação G x E no caráter PG, aumentou de 45 a 84% de uma geração para outra; tal fato, mostra a dificuldade e necessidade de se encontrar genótipos superiores adaptados a uma ampla gama de ambientes, na medida em que se avança o programa de melhoramento.

As progênes tardias, além de serem as mais produtivas, foram as mais afetadas pela interação G x E nas duas gerações, evidenciando a importância da avaliação deste tipo de progênes em mais de um tipo de ambiente. As progênes intermediárias foram as mais estáveis.

O caráter PG esteve correlacionado alta e positivamente com os caracteres APM, VA e PO, indicando a possibilidade de selecionar progênes individuais com valores altos para esses caracteres. Por outro lado, o caráter %OL apresentou baixas correlações com os outros caracteres; o aumento em PO foi mais influenciado pela seleção para aumentar PG.

A análise reunindo as gerações $F_{6,3}$ e $F_{7,3}$ mostrou que, as diferenças entre épocas de cultivo (confundidas com efeito de anos) foram mais importantes que as diferenças entre locais.

Os seguintes cruzamentos apresentaram comportamento superior com respeito aos caracteres PG, APM, VA e PO: IAC-9 x GO 79-1030, IAC-6 x UFV-4, Cristalina x IAC-6, BR-9 x EMGOPA-301, EMGOPA-301 x IAC-9, OC 79-7 x BR-9 e AX 5355-5 x Paranagoiana. Somente este último cruzamento pertence à cadeia mista. Os cruzamentos com maior média para o caráter %OL foram aqueles envolvendo os parentais Planalto-s, BR 80-15725-B-s e GO 81-8491.

**IMPLICATIONS OF GENOTYPE X ENVIRONMENT INTERACTION ON
THE SELECTION OF SOYBEAN PROGENIES WITH EMPHASIS
IN SEED AND OIL YIELD**

Author: JORGE RAMÓN LAÍNEZ-MEJÍA

Adviser: Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

SUMMARY

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) F_{6:3} and F_{7:3} progenies were evaluated with the objectives of estimating G x E interaction and to study its influence on genetic parameters and on the selection for seed and oil yield. The progenies were obtained through two circular chains involving 40 parents and 40 biparental crosses. The adapted chain included 20 (adapted x adapted) crosses, and the mixed chain originated 20 (adapted x exotic) crosses.

The F_{6:3} generation had 897 progenies evaluated in the localities of Areão and Anhembi, Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The experiments were sown on January 24 and 25, 1994, corresponding to autumn/winter crop (safrinha in State of São Paulo). The randomized complete block experimental design with two replications per locality was utilized. Each replication had 26 blocks with four common checks ('Bossier', 'IAC-12', 'UFV-4' e 'IAC-Santa Maria-702') in each block. For the statistic analysis was utilized the augmented block design for each replication. The experimental

plot consisted of a 2.0 x 0.5 m row. After the evaluation, there were 210 progenies selected (120 early, 45 intermediate and 45 late maturity).

The $F_{7:3}$ generation was sown at the same localities on October 22 and 28, 1994, corresponding to summer crop (normal season crop in State of São Paulo). Two 8 x 8 simple lattice experimental designs were utilized for early maturity progenies; the intermediate maturity progenies were tested in a 7 x 7 simple lattice; another 7 x 7 simple lattice design was used with the late maturity progenies. These lattice designs had two replications and the same four common checks included in the previous evaluation. The experimental plot consisted of two 5.0 x 0.5 m rows, maintaining an empty row to separate one plot from the other. It was selected 74 $F_{7:3}$ progenies, that is: 33 early, 21 intermediate, and 20 late maturity.

The characters evaluated in the two generations were: number of days to maturity (NDM), plant height at maturity (APM), agronomic value (VA), seed yield (PG), seed oil percentage (%OL) and oil yield (PO).

Results showed that, in spite of selection, there were wide genetic variation in the two generations for all the characters evaluated, except %OL. The cultivation of $F_{6:3}$ generation in the autumn/winter season permitted identification and selection of genotypes with late flowering under short days (long juvenile trait).

The presence of G x E interaction for PG and PO characters in the two generations was common for all the maturity cycles, indicating the existence of different progeny behavior at the two localities.

The adjusted means, variance components and genetic parameters estimates showed that Anhembi was a superior locality, allowing genotypes to better express their genetic potential, specially in relation to PG character.

In general, the complex component of the G x E interaction for PG character increased from 45 to 84% between generations, showing the difficulty and necessity to find superior genotypes adapted to a wide range of environments as the breeding program advances.

The late maturity progenies, in addition to be the most productive ones, were the most affected by the G x E interaction in both generations, indicating the importance of testing this type of progenies at more than one environment. The intermediate maturity progenies were the most stable ones.

The PG character was high and positively correlated to APM, VA and PO characters, indicating the possibility of selecting progenies with combinations of high values for those characters. On the other hand, the %OL character presented low correlation with other characters. The increase on PO character was more influenced by selection to rise PG character.

The joint analysis of $F_{6:3}$ and $F_{7:3}$ generations showed that the difference in cultivation date (confunded with year effect) was higher source of variation than that due to localities.

The crosses with better behavior in relation to PG, APM, VA and PO characters were: IAC-9 x GO79-1030, IAC-6 x UFV-4, Cristalina x IAC-6, BR-9 x EMGOPA-301, EMGOPA-301 x IAC-9, OC79-7 x BR-9 and AX5355-5 x Paranagoiana. The latter is a mixed chain cross. The crosses with higher averages for character %OL were those involving Planalto-s, BR80-15725-B-s and GO81-8491 parents.

1. INTRODUÇÃO

A importância mundial da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) deve-se à combinação altamente favorável de quatro caracteres: produtividade de grãos (2 t/ha em média), adaptação a ambientes diversos, elevados teores de proteína (40%) e óleo (20%) nas sementes. O Brasil é o 2º maior produtor mundial de grãos de soja, com cerca de 25 milhões de toneladas por ano e é o 3º maior produtor de óleo de soja, sendo que na safra 1995/1996 a sua produção estimada foi de 3,74 milhões de toneladas (Roessing, 1995).

Até o presente, com exceção de alguns poucos contratos internacionais (p.ex. importação de grãos pelo Japão), os teores de proteína e óleo não têm sido devidamente valorizados nos programas de melhoramento. A razão principal é a inexistência de premiação comercial para os grãos de soja mais ricos em proteínas e óleo. Cientificamente, é possível aumentar tanto o teor de proteína quanto o teor de óleo nas sementes de soja.

O caráter teor de óleo é determinado principalmente pela ação aditiva dos genes e tem alta herdabilidade, podendo ser aumentado através de seleção fenotípica. No entanto, por ser um caráter de herança quantitativa como a produtividade de grãos, é influenciado tanto por fatores genéticos quanto ambientais.

Um dos maiores problemas que os melhoristas de plantas enfrentam é a existência da interação genótipos x ambientes (G x E), razão pela qual os testes preliminares de linhagens nas gerações iniciais de seleção são conduzidos em uma ou duas localidades para se identificar linhagens com ampla adaptação (Van Sanford et al., 1993).

A interação G x E não só dificulta o processo de seleção como também afeta as estimativas dos parâmetros genéticos, influenciando as inferências feitas sobre uma população, especificamente no que se refere ao ganho genético com a seleção e especialmente quando o material é testado numa dada situação e as recomendações devem ser extrapoladas a outras condições (Allard & Bradshaw, 1964; Takeda et al., 1991).

A estimação da magnitude e a natureza da interação G x E em caracteres quantitativos numa população sob seleção é importante porque indica ao melhorista o grau de dificuldade para a obtenção de genótipos promissores numa ampla gama de ambientes. Assim, oferece subsídios para definir as estratégias na continuação de um programa de melhoramento que esteja em andamento.

Este estudo é parte do programa de melhoramento genético de soja iniciado em 1983 no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. O programa visa, por meio de seleção recorrente e utilização de germoplasma exótico, a ampliação da base genética da soja e a obtenção de genótipos com valores altos de produtividade de óleo entre outros caracteres de valor agrônômico. Os objetivos específicos deste estudo são:

- avaliar e selecionar, em duas localidades, as progênies $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$ de ciclo precoce, intermediário e tardio para vários caracteres agronômicos, com ênfase na produtividade de grãos e óleo;
- estimar a magnitude e natureza da interação $G \times E$;
- estudar o efeito da interação $G \times E$ nas estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos, incluindo-se correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre pares de caracteres.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie autógama com $2n = 40$ cromossomos. Segundo Bonetti (1978) a origem da soja é na região leste da Ásia, emergindo como planta cultivada na região nordeste da China no século XI A.C. Foi distribuída para a Europa no século XVIII, à América do Norte no início do século XIX e, finalmente, por volta de 1930 à América do Sul. No Brasil, a soja tornou-se importante na década de 70, quando a cultura atingiu um crescimento anual de 32% entre os anos de 1970 e 1977, colocando o país como o segundo produtor mundial de grãos de soja (Bonato & Dall'Agnoll, 1985).

Vello (1992) afirma que a soja é a espécie em que se conseguiu aproximar mais da maximização da produtividade, através da associação do uso racional e eficiente do ambiente com o melhoramento genético, sendo que este último componente tem contribuído para a agricultura mundial com o desenvolvimento de cultivares de soja com alta produtividade de grãos.

Num estudo sobre os efeitos do melhoramento genético da produtividade de grãos de soja, Luedders (1977) calculou que nos Estados Unidos a produtividade média de grãos foi aumentada de 760 kg/ha (1924-1926) para 1863 kg/ha (1971-1973), correspondendo a um incremento anual de 5,21%. Wilcox et al. (1979) calcularam um

ganho de 25% em 50 anos no Oeste dos Estados Unidos para cultivares dos grupos de maturação II e III. Para a região Norte dos Estados Unidos, Specht & Williams (1984), citados por Miranda et al. (1990), mostraram um ganho genético médio de 18,8 kg/ha/ano.

No Brasil, Toledo et al. (1990) estimaram ganhos médios de 1,5% por ano de melhoramento de soja no Estado do Paraná, e Miranda et al. (1990) reportaram um acréscimo de 34,9 kg/ha/ano no Estado de São Paulo.

Como acontece na maioria das culturas, os programas de melhoramento genético da soja têm como principal objetivo a produtividade de grãos. No entanto, existem outros caracteres para os quais os programas estão trabalhando: produtividade de óleo, produtividade de proteína, qualidade de óleo e proteína, tolerância à acidez do solo, salinidade e resistência a doenças e pragas.

Segundo Hallauer & Miranda F^o (1988), o estudo da variação genética é fundamental para o planejamento e condução de um programa de melhoramento. Além disso, este estudo permite a avaliação da viabilidade da continuação de um programa de melhoramento que esteja em andamento. Na soja têm sido feitos vários estudos da variação genética na maioria dos caracteres de importância econômica. Gates et al. (1960), Brim & Cockerham (1961), Hanson & Weber (1962) e Loiselle et al. (1991) encontraram que a variância aditiva é o principal componente da variância genética para a maioria dos caracteres, com pequena participação da variância epistática aditiva x aditiva; sendo que diversos estudos têm demonstrado a existência do vigor híbrido para produtividade de grãos (Chauhan & Singh, 1982).

Um requisito importante para o melhoramento de qualquer cultura é a sua diversidade genética. Os programas de melhoramento genético de soja têm produzido progressos impressionantes nos últimos 50 e 20 anos nos Estados Unidos e Brasil, respectivamente; porém, à expensas da perda de uma grande porção de variabilidade genética originalmente disponível (Vello, 1995). Segundo Hiromoto & Vello (1986), a base genética da soja cultivada no Brasil é representada por 11 linhagens ancestrais, contribuindo coletivamente com cerca de 90% e individualmente com 3 a 14% dos genes do germoplasma cultivado. A base genética estreita, como da soja, leva a dois tipos de problemas: estabelecimento de patamares de produtividade e vulnerabilidade do germoplasma aos estresses ambientais, incluindo-se suscetibilidade a patógenos (Vello, 1995).

A utilização de germoplasma exótico (PI's) pode aumentar a diversidade genética em um programa de melhoramento (Pfeiffer et al., 1991). Schoener & Fehr (1979) e Vello et al. (1984) compararam populações de soja com 0, 25, 50, 75 e 100% de germoplasma exótico, respectivamente, com base genética estreita e ampla; nos dois trabalhos observaram que 25% de germoplasma exótico permitiria uma combinação adequada entre produtividade de grãos e variabilidade genética para programas a médio e longo prazo; resultados semelhantes também foram encontrados por Prijic (1993). Eles concluíram que para o imediato uso de uma população e para se incrementar sua produtividade de grãos, existe pouca justificativa para se recorrer a parentais exóticos. O uso de parentais exóticos bem selecionados poderá ser estratégia para assegurar variabilidade genética para programas de seleção recorrente a longo prazo. Zimback

(1992) e Montaño-Velasco (1994) discutem amplamente o uso de germoplasma exótico nos programas de melhoramento genético da soja.

O procedimento clássico no melhoramento de espécies autógamas é o cruzamento de dois parentais elites, para logo em seguida, desenvolver linhagens homozigóticas através da autofecundação das progênes por várias gerações. As linhagens superiores são identificadas por testes de produtividade e usadas como novos cultivares e também como parentais de novos cruzamentos. Esse método tem apresentado várias desvantagens: limitado "pool" de genes é usado em cada cruzamento; são necessários vários anos para a identificação e teste das linhagens, levando-se de 8 a 10 anos antes que elas possam ser novamente usadas como parentais para o próximo ciclo de seleção; e o incremento na produtividade por ano pode ser muito pequeno (Rose et al., 1992).

A seleção recorrente não tem sido usada amplamente no melhoramento de plantas autógamas por várias razões. Entre elas, a dificuldade em algumas espécies, como a soja, da polinização manual e o baixo número de sementes obtidas de cada polinização (Burton & Caver, 1993). No entanto, alguns pesquisadores têm obtido sucesso em incrementar a produtividade de grãos em soja através da seleção recorrente (Kenworthy & Brim, 1979; Sumarno & Fehr, 1982; Piper & Fehr, 1987). Em seus trabalhos, estes autores fizeram todas as polinizações manualmente. Porém, com o descobrimento da macho-esterilidade genética na soja criou-se a oportunidade de produzir a recombinação (etapa necessária no esquema da seleção recorrente), via

polinização de plantas macho-estéreis por insetos. As principais vantagens de se usar seleção recorrente são: cada ciclo de seleção pode ser completado em até dois anos, dependendo da unidade de teste e recombinação e, as melhores linhagens são recombinadas tão logo elas sejam identificadas (Brim & Stuber, 1973; Burton & Brim, 1981; Carver et al., 1986; St. Martin, 1981; Nelson, 1987).

Existem vários sistemas de cruzamentos que podem ser usados para sintetizar a população básica para a seleção recorrente, entre eles: cruzamentos dialélicos, cruzamentos em cadeia, cruzamentos múltiplos e cruzamentos biparentais. Fatmi et al. (1992) compararam esses quatro sistemas com respeito à manutenção de alelos, quantidade de recombinação e a variabilidade genética disponível em cada população. Os autores inter cruzaram dez linhagens isogênicas que diferiam em alelos para 12 locos, não encontrando diferenças na variabilidade e na quantidade de recombinação entre as populações. Concluíram que o método de cruzamento pode ser escolhido com base nos recursos disponíveis para sua implementação e que, neste caso, o método mais apropriado seria o de cruzamentos em cadeia.

O esquema de cruzamentos em cadeia tem vantagem sobre o esquema de cruzamentos dialélicos quando o número de genótipos avaliados é muito grande (≥ 10). Isso porque para a obtenção de todos os cruzamentos dialélicos possíveis $[n(n-1)/2]$ esse método torna-se inviável comparado ao esquema de cruzamentos em cadeia que inclui apenas n cruzamentos (Freire Filho, 1988).

2.1. Estimativas de parâmetros genotípicos e fenotípicos em soja

As estimativas de parâmetros genotípicos e fenotípicos auxiliam aos melhoristas no momento de tomar as decisões a respeito da escolha do método de melhoramento e do modo de condução e de seleção das populações segregantes, permitindo aos melhoristas anteverem as possibilidades de sucesso nos programas de melhoramento (Ramalho et al., 1993). Entre os parâmetros mais importantes pode-se mencionar o coeficiente de herdabilidade, coeficiente de variação genética, ganho genético esperado com a seleção e a associação entre os caracteres, sendo que as estimativas desses parâmetros são de maior valor quando baseados em genótipos avaliados sob diferentes ambientes como anos e locais (Kwon & Torrie, 1964).

Segundo Falconer (1989), os parâmetros estimados são propriedade não somente de um caráter, mas também da população, do ambiente ao qual os genótipos estão sujeitos e da forma em que o fenótipo é medido. Esses parâmetros dependem da magnitude de outras estimativas que têm recebido atenção dos geneticistas quantitativos e que interessam aos melhoristas: 1) variâncias genéticas (aditiva, dominante e epistáticas); 2) variâncias das interações G x E, as quais podem afetar as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos (Robinson & Cockerham, 1965; Falconer, 1989).

Como mencionado anteriormente, vários estudos têm mostrado que na soja o principal componente da variação genética para a maioria dos caracteres de importância econômica é a variância aditiva, com pequena contribuição da variância

epistática do tipo aditiva x aditiva. Assim, também, vários autores têm apresentado estimativas de herdabilidade para os diferentes caracteres desta cultura, conforme é mostrado no Apêndice 1. Existe uma ampla variação para as estimativas obtidas para um dado caráter. Segundo Johnson et al. (1955), os diferentes métodos empregados para estimar herdabilidade não necessariamente estimam a mesma coisa, por exemplo, os métodos dos componentes de variância e o da regressão para estimar herdabilidade de plantas F_2 , estimam a mesma coisa somente se todos os efeitos gênicos forem aditivos. A natureza da unidade de seleção (planta, parcela, média de várias parcelas, etc) e os erros de amostragem também influenciam grandemente a magnitude das estimativas de herdabilidade. Por isso, qualquer comparação de estimativas obtidas, em diferentes situações, deve incluir uma cuidadosa avaliação dos métodos, genótipos e ambientes empregados.

Apesar da variação observada para os valores de herdabilidade (Apêndice 1) pode ser verificado que: as estimativas de herdabilidade para produtividade de grãos são menores e mais variáveis do que para outros caracteres em soja (Bartley & Weber, 1952; Johnson et al., 1955; Hanson & Weber, 1962; Anand & Torrie, 1963; Montañó-Velasco, 1994; Farias Neto, 1995; Santos et al., 1995a); as herdabilidades para altura da planta, maturidade e florescimento são, em geral, maiores do que aquelas para acamamento (Bartley & Weber, 1952; Johnson et al., 1955; Anand & Torrie, 1963; Know & Torrie, 1964; Smith & Weber, 1968; Mansur et al., 1993; Farias Neto, 1995); para porcentagem de proteína e óleo as herdabilidades são, em geral, altas (Smith &

Weber, 1968; Openshaw & Hadley, 1984; McKendry et al., 1985; Malik & Singh, 1987; Mansur et al., 1993; Orf & Helms, 1994); e as estimativas para produtividade de óleo, por ser obtido como o produto da produtividade de grãos e porcentagem de óleo, são também baixas e muito variáveis (Zimback, 1992; Montaña-Velasco, 1994; Farias Neto, 1995). Isto serve para assinalar que a produtividade de grãos é um caráter de manuseio mais difícil e que, no processo seletivo, maiores cuidados devem ser tomados, especialmente no que se refere à geração em que se dará esse processo, assim como ao tamanho da população e aos cuidados experimentais; isto é, deve-se escolher criteriosamente o delineamento atentando-se para o tamanho da parcela e os demais cuidados necessários à condução do experimento (Ramalho et al., 1993).

Johnson et al. (1955) afirmaram que decisões práticas nos programas de melhoramento são baseadas na magnitude da variância herdável. A herdabilidade indica a eficiência com que a seleção de um genótipo pode ser realizada com base no seu comportamento fenotípico. Se a herdabilidade for de 100%, o valor fenotípico será a indicação perfeita do valor genotípico; mas ainda nesta situação hipotética, o valor da herdabilidade por si mesma, não provê a indicação da quantidade do ganho genético que resultaria da seleção dos melhores indivíduos, devido que a variância genotípica pode ser muito pequena. Portanto, a validade das estimativas de herdabilidade é incrementada quando acompanhadas do diferencial de seleção (a quantidade que a média das linhagens selecionadas excede a média da população original) e do ganho genético (comumente obtido como o produto da herdabilidade pelo diferencial de seleção).

Por outro lado, Lal & Haque (1972) indicaram que o coeficiente de variação genética ajuda na obtenção da amplitude da diversidade genética num caráter e proporciona uma via para comparar a variabilidade genética nos caracteres quantitativos. No entanto, não é possível estimar a variação herdável somente com o coeficiente de variação genética, pelo que esses autores sugeriram que o coeficiente de variação genética, junto com as estimativas de herdabilidade, apresentaram um melhor panorama da quantidade de avanço esperado pela seleção.

Vencovsky (1987) estabeleceu um índice de variação genética (b), o qual quantifica a proporção da variabilidade genética em relação à variabilidade ambiental e é obtido pelo quociente entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental. Quando b aproxima-se de 1, tem-se o indicativo de uma situação muito favorável para a seleção.

Outro parâmetro importante para o melhorista é o coeficiente de correlação que mede a associação entre os caracteres observados numa cultura. O estudo da natureza e magnitude das relações existentes entre caracteres é evidentemente importante, pois, no melhoramento em geral, a preocupação é aprimorar o material genético não para caracteres isolados, mas para um conjunto destes, simultaneamente. Além disso, é sempre importante saber como o melhoramento de uma característica pode causar alterações em outras (Vencovsky & Barriga, 1992).

A correlação é provocada por fatores genéticos e ambientais, sendo que no melhoramento a associação de maior importância é a genética (Vencovsky &

Barriga, 1992). A correlação genética pode ser causada por efeitos pleiotrópicos dos genes ou pelo desequilíbrio de ligação. No último caso, a correlação genética é transitória e ocorre, principalmente, nas primeiras gerações de populações de plantas obtidas de cruzamentos de parentais geneticamente divergentes (Falconer, 1989).

No Apêndice 2 são apresentadas algumas estimativas de correlações genotípicas e fenotípicas obtidas por vários autores. Em soja, como em outras espécies e igualmente aos outros parâmetros como herdabilidade, as estimativas das correlações entre os caracteres são muito variáveis, mesmo considerando diferentes genótipos num mesmo local, ou o mesmo material avaliado em vários locais ou anos. Isso ocorre porque a correlação é função da variância genética manifestada para cada um dos caracteres e da precisão experimental com que os mesmos foram avaliados (Ramalho et al., 1993).

Em geral, na soja, a correlação genotípica tem sido maior do que a fenotípica, indicando que a expressão fenotípica é diminuída frente as interferências do ambiente. Embora exista variabilidade nos dados, eles indicam que a produtividade de grãos está associada positivamente à altura da planta na maturidade, número de dias para a maturidade, período de frutificação, peso de semente e acamamento (Weber & Moorthy, 1952; Johnson et al., 1955; Anand & Torrie, 1963; Kwon & Torrie, 1964). O teor de proteína está alta e negativamente associado com os caracteres teor de óleo e produtividade de grãos. A associação positiva encontrada pela maioria dos autores entre produtividade de grãos, altura da planta e maturidade indica uma certa dificuldade em selecionar plantas precoces e produtivas (Montaño-Velasco, 1994; Santos et al.,

1995a; Farias Neto, 1995). A maioria dos autores têm também encontrado que o caráter teor de óleo apresenta correlações positivas, porém quase nulas, com os outros caracteres.

Uma das implicações mais importantes das correlações entre caracteres é com respeito à resposta correlacionada à seleção. Assim, segundo Vencovsky & Barriga (1992), vale a pena indagar em quanto será alterada a média do caráter Y quando se seleciona para o caráter X. Anand & Torrie (1963), utilizando correlações parciais e múltiplas encontraram que, quando o número de plantas permanece constante, o número de vagens por planta e número de sementes por vagem estiveram mais relacionados à produtividade de grãos do que o caráter peso de semente. No entanto, Santos et al. (1995a) encontraram uma baixa associação entre produtividade de grãos e número de sementes por vagem. Santos et al. (1995b) desdobraram os coeficientes de correlação entre nove caracteres quantitativos em efeitos diretos e indiretos, considerando um diagrama em cadeia e os modelos aditivos e multiplicativos da produtividade de grãos, além dos seus componentes primários. Eles encontraram que o número de vagens por planta, como componente primário, e dias para a maturidade, altura da planta na maturidade e número de nós no florescimento, como componentes secundários, aparecem como os mais importantes no processo de seleção indireta para aumento da produtividade de grãos em soja.

Farias Neto (1995) ao estudar as correlações entre os caracteres produtividade de grãos, porcentagem de óleo e produtividade de óleo (produtividade de

grãos x %óleo), encontrou que a correlação entre produtividade de grãos e produtividade de óleo foi de 0,98. Tal informação associada à pequena correlação entre produtividade de óleo e porcentagem de óleo ($r_G = 0,17$) e pequena variabilidade no caráter porcentagem de óleo indicam que a seleção indireta para produtividade de óleo seria mais eficiente via produtividade de grãos do que via porcentagem de óleo. Brim (1973) assinala que a associação entre os componentes químicos da semente com a produtividade de grãos varia muito de um cruzamento para outro e conclui que a correlação entre a porcentagem de óleo e a porcentagem de proteína é um pobre indicador da produtividade de grãos.

2.2. Melhoramento para teor de óleo

A soja ocupa um lugar importante no mercado mundial devido ao seu teor de óleo e proteína, pelo que existe um grande interesse em desenvolver cultivares superiores nesses atributos acompanhados com alta produtividade de grãos (Tinius et al., 1993). Os cultivares de soja nos Estados Unidos contêm aproximadamente 41% de proteína, 21% de óleo e 11% de carboidratos solúveis (Openshaw & Hadley, 1984). No Brasil, os dados obtidos para o Estado de São Paulo apresentam, em média, 37% de proteína e 22% de óleo (Teixeira et al., 1984).

Vários programas de melhoramento visando aumentar tanto a quantidade como a qualidade do teor de óleo nas sementes de soja são citados na literatura. Brim

(1973) relata que na Região Sul dos Estados Unidos, o aumento médio de óleo foi de 1%, enquanto que na Região Norte foi de 0,6% de 1960 a 1970. Na China, Zhang & He (1991) estudaram o impacto do melhoramento no teor de óleo em 148 cultivares, encontrando aumentos de 1,3, 0,8 e 0% em genótipos precoces, intermediários e tardios, respectivamente, durante um período de 40 anos. Essas pequenas taxas de incremento podem ser atribuídas ao fato dos programas de melhoramento terem como meta principal o aumento na produtividade de grãos e a resistência a doenças (Burton & Brim, 1981).

Orf & Helms (1994) afirmam que o valor da soja para os processadores está determinado principalmente pelo conteúdo de proteína e óleo das sementes, enquanto que para o produtor é determinado pela produtividade de grãos. A avaliação de linhagens experimentais para proteína e óleo é custosa, pelo que o melhorista precisa considerar como a seleção para produtividade de grãos pode ser combinada com a seleção para teor de proteína e óleo, visando maximizar o valor total por hectare (VTH). Esses autores estudaram a seleção de linhagens a partir de populações segregantes para produtividade de grãos, teor de proteína, teor de óleo, soma de proteína e óleo, produtividade de proteína, produtividade de óleo e VTH, para determinar que critério identifica linhagens com alto VTH. Eles encontraram, entre outros resultados, que a seleção para VTH, numa população que teve maior variância genética para produtividade de grãos e teor de óleo, e uma variância menor para teor de proteína, identificaria linhagens com alta produtividade de grãos e alto teor de óleo em relação à média da população. Essas linhagens teriam um VTH maior do que

linhagens selecionadas somente para produtividade de grãos, devido ao maior valor por quilograma de semente e a alta produtividade de grãos. Logicamente, isso poderia ser usado comercialmente se existisse no mercado um maior preço para sementes com maior teor de óleo.

Leffel (1989), citado por Orf & Helms (1994) sugeriu que, baseado em trabalhos anteriores, o resultado mais provável do contínuo melhoramento para alta produtividade na soja será um alto teor de óleo e baixo teor de proteína. Isso pode ser explicado pela correlação negativa entre produtividade de grãos e teor de proteína e pela correlação positiva, embora pequena, entre produtividade de grãos e teor de óleo.

O óleo de soja contém cinco ácidos graxos: Palmítico (11 %), Esteárico (3%), Oléico (22%), Linoléico (56%) e Linolênico (8%). O ácido linolênico tem sido associado com pouca estabilidade e com o sabor e aroma ranços (Wilcox, 1985). Para ser aceitável pelo consumidor, o óleo de soja é refinado, branqueado e hidrogenado. No entanto, durante a armazenagem, o sabor e o aroma ranço podem retornar por um processo de reversão. A oxidação do ácido linolênico tem sido assinalada como o causador dessa reversão.

O óleo de soja hidrogenado contém maior concentração de ácido oléico (47%) e menor concentração dos ácidos linoléico (37%) e linolênico (3%), comparado com o óleo cru da semente, exibindo assim, melhor qualidade. Sem dúvida, o custo da hidrogenação é alto, pelo que se tem enfatizado a importância de aumentar a qualidade do óleo cru da soja através do melhoramento genético (Carver et al., 1986). Até há

alguns poucos anos, os programas de melhoramento com esse objetivo, procuraram reduzir o teor do ácido linolênico, utilizando, principalmente, duas metodologias que são a mutação e a seleção recorrente (Brim & Stuber, 1973; Tinius et al., 1993).

Outra alternativa que tem sido estudada pelos melhoristas de soja para aumentar a qualidade do óleo na semente, é a eliminação genética das enzimas lipoxigenases, também encontradas na semente. As lipoxigenases são uma classe de enzimas que catalizam a hidroperoxidação de lipídios poli-insaturados como os ácidos linoléico e linolênico, convertendo-os em compostos voláteis causadores dos sabores indesejáveis (Pfeiffer et al., 1992). Segundo esses autores, têm sido caracterizadas três isoenzimas lipoxigenases nas sementes da soja.

Por outro lado, atualmente, o papel do ácido linolênico e das enzimas lipoxigenases está sendo discutido do ponto de vista nutricional. Segundo Kretchmer & Kretchmer (1987), tem-se confirmado a participação dos ácidos graxos insaturados na redução do colesterol do sangue, como precursores de substâncias essenciais ao bom funcionamento da rede vascular e de plaquetas, evitando a formação de trombose e, também, na manutenção da integridade da pele.

Com base nesse último critério, o óleo de soja pode ser considerado de ótima qualidade dietética em função do alto teor de ácidos graxos insaturados (85%), principalmente o ácido linolênico, que fisiologicamente não é sintetizado pelo organismo humano, motivo pelo qual é chamado de ácido graxo essencial (Montaño-Velasco, 1994).

2.3. Interação Genótipos x Ambientes (G x E)

O fenótipo de cada indivíduo de uma população reflete as influências genéticas e não genéticas sobre seu desenvolvimento. As influências não genéticas são determinadas pelo ambiente, o qual pode estar associado a uma localidade ou a um certo período de tempo (Vernetti et al., 1990). Segundo Cruz & Regazzi (1994) a avaliação da interação genótipos x ambientes (G x E) torna-se de grande importância no melhoramento, pois, no caso de sua existência, há possibilidade de o melhor genótipo em um ambiente não o ser em outro. Este fato influencia o ganho na seleção e dificulta a recomendação de genótipos com ampla adaptabilidade.

Os melhoristas de plantas podem orientar os programas de seleção para obter cultivares que são adaptados a uma ampla gama de ambientes ou obter cultivares adaptados a ambientes específicos. Pequena ou nula interação G x E favorece a primeira situação, enquanto interações significativas favorecem a segunda alternativa (Soares et al., 1995). No entanto, na maioria dos programas de melhoramento, a capacidade para desenvolver linhagens de alta produtividade e estáveis, a partir de uma população, é uma meta primária (Ablett et al., 1994).

Existem vários estudos da interação G x E na cultura da soja indicando que os caracteres quantitativos são afetados por locais e épocas de semeadura (Rose, 1987; Vernetti et al., 1990; Van Sanford et al., 1993; Ablett et al., 1994; Dashiell et al., 1994; Orf & Helms, 1994; Scott et al., 1994; Toledo et al., 1994; Pfeiffer et al., 1995).

Tipicamente, os testes preliminares das linhagens nas gerações iniciais de seleção são conduzidos em uma ou duas localidades, com objetivo de se identificar as linhagens com ampla adaptação. Idealmente, as localidades primárias deveriam ser selecionadas pela sua alta correlação com o comportamento em uma gama ampla de ambientes. Na prática, no entanto, os locais dos testes primários são freqüentemente selecionados pela localização do campo experimental (ou em fazendas de produtores que atuam como cooperadores) e a correlação entre as médias genótípicas das progênies nestes ambientes com a média genotípica em todos os ambientes é baixa (Van Sanford et al., 1993). O grande número de genótipos nos testes preliminares obriga o melhorista a fazer a classificação dos genótipos só nas etapas avançadas (Scott et al., 1994).

Segundo Scott et al. (1994), a combinação de estratégias de seleção e restrição de recursos em muitos programas de melhoramento obriga os melhoristas a testar os genótipos em ensaios preliminares, num só ambiente. Esses autores, entretanto, ao estudar genótipos de soja pertencentes aos grupos de maturidade III e IV, encontraram que a seleção baseada em ambientes individuais foi uma pobre medida de comportamento da média geral através dos ambientes. Por outro lado, Zavala-Garcia et al. (1992), trabalhando com sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), encontraram que o comportamento dos genótipos a partir da média de vários ambientes foi uma pobre medida do comportamento em ambientes individuais.

Tem-se encontrado que na soja, a contribuição dos genótipos sobre a variância da interação G x E depende da produtividade desses genótipos. Assim, Baihaki et al. (1976) concluíram que a seleção pode ser feita em um só ambiente, sem muitos

riscos de descartar linhagens de alta produtividade, já que, aproximadamente 50% da interação G x E é devida ao grupo de linhagens de baixa produtividade. Esses resultados também foram encontrados por Scott et al. (1994), que dividiram os genótipos de dois grupos de maturidade (III e IV) em grupos de alta, média e baixa produtividade para estudar a contribuição destes sobre o total da variância da interação G x E. Os autores encontraram que, no grupo de maturidade III, os genótipos de baixa produtividade tiveram uma maior proporção na variância da interação, seguidos pelos genótipos de média produtividade e, finalmente, os de alta produtividade. No grupo de maturidade IV, os genótipos de alta e média produtividade tiveram igual proporção na interação G x E, mas, ambos foram inferiores aos genótipos de baixa produtividade, concluindo que é possível identificar uma grande proporção de genótipos de alta produtividade ainda na presença de interação G x E. Por outro lado, Adegoke & Frey (1987), trabalhando com aveia, encontraram que os genótipos de produtividade mais alta contribuíram mais para a variância da interação G x E do que os de média e baixa produtividade.

Um dos aspectos importantes a considerar no estudo da interação G x E, é que esta reduz a correlação entre o fenótipo e seu genótipo, restringindo a validade das inferências sobre seu comportamento; tanto do ponto de vista do comportamento genético como da herança de caracteres quantitativos (Verneti et al., 1990). Segundo Dashiell et al. (1994), a variação na magnitude da herdabilidade de uma localidade para outra sugere que os genótipos não reagem da mesma forma em todas as localidades, possivelmente devido ao efeito ambiental ou à interação G x E. Por outro lado, quando se obtém estimativas de parâmetros genéticos para ambientes individuais, essas

estimativas são viesadas pelo confundimento com a interação G x E, que não pode ser estimada (Scott et al., 1994).

Allen et al. (1978) concluíram que ambientes favoráveis ou que não causam estresse tendem a produzir variâncias genéticas maiores e altas taxas de ganho genético, quando comparados a ambientes desfavoráveis ou estressantes. Esses resultados também foram confirmados por Soares et al. (1995) que, trabalhando com arroz (*Oriza sativa* L.), encontraram que ambientes de alta produtividade são mais apropriados para selecionar genótipos superiores. Além disso, os ambientes favoráveis permitem maior discriminação entre linhagens devido à maior variabilidade genética entre elas. Por outro lado, Scott et al. (1994) concluíram que o nível de fertilidade dos ambientes não influi substancialmente na variância genética entre os genótipos.

Rosielle & Hamblin (1981) mostraram que a seleção teórica para alta produtividade, sob ambientes estressantes, resulta em médias de produtividade baixas em ambientes favoráveis. Os autores recomendaram que, para se incrementar a produtividade em ambientes estressantes, o melhorista deve selecionar para alta produtividade nestes ambientes só se a média dos genótipos for elevada em uma ampla gama de ambientes. Assim, a seleção basear-se-á na média de produtividade sob ambos os ambientes, favoráveis e desfavoráveis.

As avaliações dos genótipos através de localidades e anos, para a maioria das plantas, usualmente mostram interação genótipos x localidades, genótipos x anos e genótipos x localidades x anos. Porém, para alguns caracteres a importância das interações relativas aos efeitos principais dos genótipos, será menor do que para outros;

é o caso, por exemplo, de dias para o florescimento e produtividade de grãos. Frequentemente, a interação genótipos x anos é maior do que a genótipos x locais; também, normalmente, a interação genótipo x locais x anos é menor do que as duas interações anteriores. Além disso, ao estimar os componentes de variância para os efeitos principais e as interações, usualmente se encontra que o componente de variância para os genótipos é maior do que para as interações (Zhou & Zhu, 1994).

Rose (1987) avaliou sete genótipos de soja na Austrália, em várias épocas de semeadura, encontrando que a produtividade de grãos foi afetada pelas datas de semeadura, genótipos e a interação genótipos x datas de semeaduras. O efeito das datas de semeadura foi nulo para o caráter peso de semente e a semeadura tardia diminuiu significativamente a porcentagem de óleo na semente em 1,7%. Num outro estudo, Wilcox & Cavins (1992) estudaram o efeito de datas de semeadura, durante cinco anos nos Estados Unidos, sobre a composição dos ácidos graxos na semente de soja e encontraram que a composição destes ácidos não foi afetada pelas datas de semeadura, em dois dos anos. Esses resultados foram similares aos encontrados por Schnebly & Fehr (1993). Toledo et al. (1993, 1994) têm estudado genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura para avaliar a resposta ao fotoperíodo e o mecanismo genético que controla essa resposta; encontraram interação genótipos x ambientes para a resposta ao fotoperíodo.

Ablett et al. (1994) avaliaram 20 linhagens F_4 de soja com crescimento semideterminado e 20 F_4 com crescimento indeterminado, em oito locais do Norte dos

Estados Unidos. Encontraram alta significância para a interação genótipos x locais em produtividade de grãos e altura da planta, sendo que ambos os hábitos de crescimento contribuíram igualmente à variância da interação G x E. Dados similares foram obtidos por Dashiell et al. (1994). Os autores avaliaram 18 genótipos de soja, em cinco localidades da Nigéria, encontrando uma ampla variação na produtividade através das cinco localidades. Num outro estudo, Pfeiffer et al. (1995) estudaram 32 linhagens F₄ de soja, pertencentes ao grupo de maturidade I, em quatro localidades nos Estados de Kentucky e Minnesota nos Estados Unidos. Encontraram que para produtividade de grãos houve diferenças para a interação G x E dentro de cada estado, mas não para a interação genótipos x estados; já para os caracteres porcentagens de proteína e de óleo, a interação entre e dentro dos estados foi sempre significativa.

Schutz & Bernard (1967) estimaram os componentes de variância da interação G x E em genótipos de soja dos grupos de maturidade 0, V, VI e VII encontrando que para proteína e óleo, o comportamento da interação foi muito menor do que para a produtividade. Por outro lado, Kwon & Torrie (1964) encontraram que a variância genotípica foi maior do que a interação G x E para todos os caracteres, exceto para a produtividade. Além disso, encontraram que a interação genótipos x anos foi maior do que a interação genótipos x locais e genótipos x locais x anos, para o caráter % óleo. Assim mesmo, Zhou & Zhu (1994) concluíram que, de forma geral, a variância devida aos genótipos foi maior do que a da interação genótipos x locais para todos os caracteres estudados.

Um ponto importante no estudo da interação G x E é a sua estimação, a qual pode ser feita a partir de uma análise de variância. Porém, do ponto de vista do melhoramento, uma significância na fonte de variação G x E, por si só, não diz muito (Vencovsky & Barriga, 1992). Segundo Robertson (1959) e Cockerham (1963), quando um grupo de genótipos é avaliado em dois ambientes o quadrado médio da interação pode ser decomposto em duas partes:

$$QM_{GE} = (1/2)(\sqrt{QM_1} - \sqrt{QM_2})^2 + (1-r_{12})\sqrt{QM_1 \cdot QM_2} \quad \text{onde}$$

QM_{GE} é o quadrado médio da interação G x E; QM_1 e QM_2 são os quadrados médios referentes aos genótipos nos locais 1 e 2, respectivamente; e r_{12} é o coeficiente de correlação entre as médias (ajustadas) dos tratamentos, de um local para outro.

A primeira parte da equação é denominada de **componente simples** por ser devida apenas às diferenças na variabilidade entre os genótipos, dentro de locais. A segunda parte é denominada, de **componente complexa**, por ser fruto da falta de correlação entre o comportamento médio dos genótipos de um local para outro; esta é a parte da interação que tende a impedir uma seleção de genótipos promissores para ambos os ambientes simultaneamente (Vencovsky & Barriga, 1992). Se a correlação é baixa, isso indica que o material superior em um ambiente, provavelmente, não terá o mesmo desempenho no outro, complicando o trabalho do melhorista (Ramalho et al., 1993).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material Experimental

O material utilizado neste estudo consistiu em 999 progênies $F_{6:3}$ (progênies F_6 derivadas de uma planta F_3 individual; significa que existe variabilidade genética entre as plantas de cada progênie) e 210 progênies $F_{7:3}$ provenientes de 40 cruzamentos biparentais de soja envolvendo 40 parentais, sendo 30 genótipos adaptados e dez genótipos exóticos. Para a obtenção das progênies no ano agrícola de 1987/1988 os parentais foram divididos em dois grupos. Um grupo foi composto por dez genótipos exóticos e dez genótipos adaptados e outro por 20 genótipos adaptados. Em cada um dos grupos foram realizados 20 cruzamentos biparentais em cadeia circulante. No primeiro grupo os materiais exóticos foram intercalados com os adaptados de modo que cada cruzamento tinha 50% de genes exóticos e 50% de genes adaptados. Desse modo o primeiro grupo foi denominado de **cadeia mista** e o segundo grupo de **cadeia adaptada** (Apêndice 3).

Os 40 parentais foram selecionados mediante estudos de campo e através do método das genealogias (Vello, 1992; Zimback, 1992), baseando-se em suas

características desejáveis como elevada produtividade de grãos, alta porcentagem de óleo na semente e pela sua diversidade genética. Além disso, esses parentais são portadores de genes para resistência a doenças como nematóide de cisto, cancro da haste e mancha olho-de-rã (Vello, 1995).

Foram utilizadas quatro testemunhas: 'Bossier', 'IAC-12', 'UFV-4' e 'IAC-Santa Maria-702', as quais são cultivares adaptados e de boa produtividade. O cultivar Bossier é de ciclo de maturação precoce com 21 % de óleo; o cultivar IAC-12 é de ciclo precoce a intermediário com 21 % de óleo; o cultivar IAC-Santa Maria 702 é de ciclo tardio e tem 19 % de óleo; e o cultivar UFV-4 é de ciclo tardio com 24 % de óleo aproximadamente.

3.2. Ambientes de Condução dos Experimentos

A condução dos experimentos, nas duas gerações, foi realizada nos campos experimentais da Fazenda Areão e da Estação Experimental de Anhembi, ambos pertencentes à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), localizados no município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

Piracicaba está situada a 22°42'30'' de latitude Sul, 47°39'00'' de longitude Oeste e à uma altitude de 540m acima do nível do mar. Nos Apêndices 4a e 4b são apresentadas as informações referente às temperaturas, umidades relativas médias, precipitação pluvial e fotoperíodo durante as fases experimentais (dados

fornecidos pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP). Além disso, os Apêndices 5a e 5b mostram os critérios utilizados para a interpretação de análises de solos para o Estado de São Paulo segundo Malavolta et al. (1989) e as análises de solo relativas às áreas de pesquisa de soja nos dois locais.

3.3. Condução experimental e caracteres avaliados

3.3.1. Geração $F_{6,3}$

A semeadura das progênes $F_{6,3}$ ocorreu na época de outono/inverno (denominada de Safrinha no Estado de São Paulo), nas datas 24 e 25/01/1994. Foram semeadas 999 progênes e quatro testemunhas empregando-se o delineamento em blocos ao acaso com duas repetições. Em cada repetição, os tratamentos foram arranjados em 26 conjuntos experimentais, sendo que as testemunhas apareceram em todos os conjuntos, fixadas sempre no meio de cada um deles. Para evitar efeito de competição desigual e facilitar a condução dos experimentos no campo, as progênes foram agrupadas segundo o ciclo de maturação e cruzamento, sendo que a aleatorização ocorreu só entre progênes dentro de cada cruzamento.

A parcela experimental consistiu de uma fileira de dois metros, espaçadas de 50 centímetros, semeando-se 30 sementes por metro. Os conjuntos dentro de cada repetição foram separados por um caminho de 60 centímetros.

O preparo do solo foi similar para os dois locais e consistiu de uma aração e duas gradagens. A adubação foi feita no sulco, aplicando-se 25g da fórmula 4-20-20 por metro, com inoculação da semente, usando-se o inoculante comercial *Bradyrhizobium japonicum*. Aconteceram duas irrigações por aspersão, controle de pragas e ervas daninhas.

Os caracteres avaliados foram:

- Número de dias para a maturidade (NDM): contados a partir da data de semeadura até a data em que 50% das plantas da parcela apresentaram 95% das vagens maduras.
- Altura da planta na maturidade (APM): medida em centímetros, da superfície do solo até o ápice da haste principal em uma planta representativa da parcela.
- Valor agronômico (VA): é uma avaliação visual, na maturidade, de um conjunto de caracteres como quantidade de vagens formadas, vigor e sanidade da planta, debulha prematura das vagens, altura da planta, acamamento e retenção foliar. Foi usada uma escala de notas de 1 a 5, sendo que a nota 1 corresponde a plantas com VA baixo e a nota 5 a plantas com valor agronômico excelente.

- Produtividade de grãos (PG): avaliado após a trilhagem das plantas e secagem dos grãos (13%), em gramas por parcela (gramas/1,0 m²).
- Porcentagem de óleo (%OL): avaliado pela metodologia de espectrometria de ressonância nuclear magnética (NMR), utilizando-se o aparelho de NMR desenvolvido pela EMBRAPA-UAPDIA-São Carlos, em convênio com a FINEP e o Departamento de Genética da ESALQ-USP. Foi usada uma amostra de sementes por parcela com um peso entre 1,70 e 1,80 gramas, o que compreende de 17 a 19 sementes. Mais detalhes sobre o uso do NMR foram reportados por Montaña-Velasco (1994).
- Produtividade de óleo (PO): obtida pelo produto entre a produtividade de grãos por parcela e a porcentagem de óleo nas sementes.

Após a obtenção e análise dos dados experimentais foram selecionadas 210 progênies (120 precoces, 45 intermediárias e 45 tardias) para originar a geração F_{7:3}. A porcentagem de seleção para as progênies precoces, intermediárias e tardias foi de 22, 28 e 25%, respectivamente, com base nas médias das progênies nos dois locais. Os critérios de seleção utilizados foram em ordem de importância: Produtividade de grãos (PG), Porcentagem de óleo (%OL), Valor Agrônomo (VA), Número de dias para a maturidade (NDM) e Altura da planta na maturidade (APM).

3.3.2. Geração $F_{7:3}$

As progênies $F_{7:3}$ selecionadas foram avaliadas no ano agrícola de 1994/1995. A semeadura ocorreu na época de verão (cultivo normal no Estado de São Paulo), nas datas 22 e 28/10/1994.

As 120 progênies consideradas de ciclo precoce foram divididas em dois grupos de 60 cada. Desse modo, constituíram-se quatro grupos de genótipos: dois grupos de progênies precoces, um grupo de intermediárias e um grupo de tardias.

O delineamento experimental utilizado foi em látice simples com duas repetições para cada um dos quatro grupos de genótipos. Mais especificamente: dois látices simples 8 x 8 para as progênies precoces (cada um com 60 progênies e quatro testemunhas); um látice simples 7 x 7 para as intermediárias (45 progênies e quatro testemunhas) e outro látice simples 7 x 7 para as tardias (45 progênies e quatro testemunhas).

Assim, em 1994/95, foram conduzidos oito experimentos em látice, sendo quatro experimentos na Fazenda Areão e outros quatro na Estação Experimental de Anhembi. A parcela experimental em todos os oito experimentos consistiu de duas fileiras de cinco metros, com espaçamento de 50 centímetros entre fileiras. Entre duas parcelas foi deixada uma fileira sem semear. Dentro de cada sulco, as fileiras foram separadas por um caminho de 50 centímetros.

Os procedimentos adotados na instalação (preparação do solo, adubação) e condução dos experimentos foram os mesmos empregados na avaliação da geração $F_{6:3}$. Os caracteres avaliados também foram os mesmos da geração anterior, com a diferença de que para o caráter porcentagem de óleo (%OL) foram obtidas duas amostras por parcela para maior precisão.

Após a obtenção e análise dos dados foram selecionadas 74 progênies $F_{7:3}$ (33 precoces, 21 intermediárias e 20 tardias). A porcentagem de seleção para as progênies precoces, intermediárias e tardias foi de 28, 47 e 44%. Foram utilizados os mesmos critérios de seleção da geração $F_{6:3}$.

3.4. Análises estatístico-genéticas

3.4.1. Geração $F_{6:3}$

3.4.1.1. Análises individuais de variância

Devido à perda e descarte de parcelas, foram avaliadas e analisadas 897 progênies (555 precoces, 161 intermediárias e 181 tardias). Por outro lado, pelo fato da aleatorização ter sido realizada somente entre progênies dentro de cruzamentos, em cada local foi realizada uma análise de variância, em blocos aumentados, para cada

repetição, utilizando-se o pacote computacional MAPGEN, desenvolvido por Ferreira (1993)¹. O modelo matemático utilizado para todos os caracteres foi:

$$Y_{ij} = u + b_j + t_{i(j)} + e_{ij}, \text{ onde:}$$

- Y_{ij} : observação do tratamento i no bloco j ;
- u : média geral;
- b_j : efeito do bloco j com $j = 1, 2, \dots, J$;
- $t_{i(j)}$: efeito do tratamento i com $i = 1, 2, \dots, I$ dentro do bloco j . Essa fonte de variação foi decomposta em efeitos entre tratamentos regulares (progênies) dentro de blocos (R/B), entre tratamentos comuns (testemunhas = T) e R/B vs T.; e
- e_{ij} : erro experimental intrabloco associado à parcela do bloco j que recebeu o tratamento i .

Logo, para cada repetição foram obtidas as médias ajustadas de cada progênie para todos os caracteres, ao nível da parcela, dentro de cada bloco. O MAPGEN fornece as médias ajustadas, utilizando a expressão

$$Y_{aj} = \mu + t_{i(j)}$$

onde:

¹ "MAPGEN", não publicado. DANIEL FURTADO FERREIRA, Professor do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Y_{aj} : valor ajustado do caráter;

μ : média do caráter;

$t_{i(j)}$: é o efeito ajustado do tratamento i, dentro do bloco j.

No modelo da análise de variância, o efeito $t_{i(j)}$ é obtido sob a restrição ponderada

$$\sum_{i(j)} t_{i(j)} r_i = 0$$

onde r_i é o número de repetições para os tratamentos (regular ou comum, dentro do bloco j). Assim também o efeito do bloco (b_j) é ponderado pelo número de parcelas de cada bloco

$$\sum_j n_j b_j = 0$$

sendo: n_j o número de parcelas.

O quadrado médio do erro efetivo em cada repetição foi obtido utilizando a expressão:

$$QME_{ef} = \left[1 + \frac{1}{f + g - 1} + \frac{f}{g(f + g - 1)} + \frac{f \sum_{k=1}^b n_k^2}{gn^2(f + g - 1)} - \frac{2 \sum_{k=1}^b n_k^2}{n(f + g - 1)} + \frac{b \sum_{k=1}^b n_k^2}{n^2(f + g - 1)} \right] QME$$

onde:

f = número de tratamentos regulares;

g = número de testemunhas comuns;

b = número de blocos;

n_k = número de tratamentos (regulares e testemunhas do bloco k);

n = número total de parcela;

QME = Quadrado Médio do Erro intrablocos.

O esquema da análise é apresentado na Tabela 1 e no Apêndice 6 é mostrada a estrutura e seqüência de comandos para operar com o pacote MAPGEN para o delineamento em blocos aumentados.

Após a obtenção das médias ajustadas para cada progênie e verificação da homogeneidade de variâncias residuais foi realizada uma análise em blocos casualizados, combinando-se as duas repetições em cada local, incluindo-se somente as progênies. O modelo utilizado foi:

$$Y_{ij} = u + r_j + t_i + e_{ij}$$

sendo:

Y_i : observação do tratamento i na repetição j ;

u : média geral;

- r_j : efeito de repetição j com $j = 1, 2, \dots, J$;
- t_i : efeito do tratamento i com $i = 1, 2, \dots, I$. Essa fonte de variação foi decomposta em ciclos de maturidade (3 ciclos), cadeias de cruzamentos (mista e adaptada) dentro de ciclos, cruzamentos dentro de cadeias e ciclos; e progênies dentro de cruzamentos, cadeias e ciclos. Ao mesmo tempo, esse último quadrado médio foi decomposto em precoces, intermediárias e tardias; e
- e_{ij} : erro experimental associado à parcela da repetição j que recebeu o tratamento i (QM_9 da Tabela 2)

O esquema desta análise é apresentado na Tabela 2.

Para melhorar a precisão das estimativas dos parâmetros genéticos foi calculado um quadrado médio de erro efetivo médio (QM_{11} da Tabela 2) através da ponderação pelos graus de liberdade entre o quadrado médio do erro efetivo obtido das análises como blocos aumentados (QM_{10}) e o quadrado médio do erro obtido da análise das duas repetições utilizando as médias ajustadas (QM_9).

Para cada caráter avaliado, estimaram-se as médias ajustadas, variâncias fenotípicas e o intervalo de variação das progênies de cada cruzamento. A estimação das médias ajustadas das progênies, por cruzamento, foi feita através da média aritmética, após o ajuste de cada progênie. A estimação da variação fenotípica entre progênies dentro de cada cruzamento, foi feita empregando-se as médias ajustadas, obedecendo-se a expressão usual:

$$V_c = \frac{\sum (Y_c - \bar{Y}_c)^2}{n - 1}$$

e observando-se que o número de progênies por cruzamento foi diferente.

3.4.1.2. Análise conjunta de variância

Foi realizado o teste de homogeneidade de variâncias, obedecendo-se ao critério de relação máxima igual a 7 para o quociente entre a maior e a menor variância dos erros (Pimentel Gomes, 1990). Em seguida realizou-se uma análise conjunta de variância reunindo os dois locais, por meio das médias ajustadas para as progênies em cada repetição e em cada local. O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijk} = u + r_{k/j} + l_j + t_i + (lt)_{ij} + e_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} : observação do tratamento i na repetição k no local j ;

u : média geral;

$r_{k/j}$: efeito da repetição k dentro do local j , com $k = 1, 2, \dots, K$;

l_j : efeito do local j , com $j = 1, 2, \dots, J$;

t_i : efeito do tratamento i com $i = 1, 2, \dots, I$; decomposto nos efeitos descritos anteriormente;

- $(lt)_{ij}$: efeito da interação locais x tratamentos com a decomposição respectiva descrita no ítem anterior;
- e_{ijk} : erro experimental associado à parcela da repetição k no local j que recebeu o tratamento i (erro efetivo médio geral).

O esquema da análise conjunta é apresentado na Tabela 3.

Os efeitos de locais, repetições e progênies dentro de cruzamentos foram considerados aleatórios. Embora as progênies tenham sido selecionadas na geração $F_{5,3}$, elas foram consideradas aleatórias, pois a seleção praticada foi bastante branda (Farias Neto, 1995). Para a análise em blocos ao acaso e conjunta foi utilizado o pacote computacional SAS (Statistical Analysis System, 1985) instalado no Centro de Informática na Agricultura (CIAGRI) da ESALQ.

3.4.2. Geração $F_{7,3}$

3.4.2.1. Análises individuais de variância

Como as análises em látice para cada grupo não apresentaram eficiência e, também, devido ao fato de todos os experimentos terem as mesmas testemunhas (comuns), os quatro experimentos, em cada local, foram analisados seguindo a metodologia proposta por Pimentel Gomes (1990).

Essa metodologia corresponde ao uso de um delineamento em blocos incompletos com $v = 214$ tratamentos (210 progênies e quatro testemunhas comuns), em blocos de $k =$ parcelas, com duas repetições para as progênies (chamadas de tratamentos regulares).

Segundo Pimentel Gomes (1990), no caso geral, têm-se g grupos, cada um com z tratamentos regulares e c tratamentos comuns, num total de $v = gz + c$ tratamentos. Cada grupo é ensaiado em v blocos de tamanho $k = z + c$ parcelas. O esquema da análise é mostrado na Tabela 4. A fonte de variação devida a tratamentos ajustados foi decomposta em: ciclos; cadeias dentro de ciclos; cruzamentos dentro de cadeias e ciclos; progênies dentro de cruzamentos, cadeias e ciclos; testemunhas; progênies "versus" testemunhas. Além disso, as progênies foram decompostas em precoces, intermediárias e tardias.

Logo, as médias ajustadas das progênies, ao nível de parcela, foram obtidas da seguinte maneira:

- Para os tratamentos comuns: média aritmética dos dados respectivos, sem nenhum ajuste;
- Para os tratamentos regulares: observação em cada parcela da qual se subtrai uma correção K que se calcula da seguinte forma:

$$K = (\text{Média dos tratamentos comuns em um experimento em particular} - \text{média geral dos tratamentos comuns em todos os experimentos}).$$

Para cada caráter avaliado, estimaram-se as médias ajustadas, variâncias fenotípicas e o intervalo de variação das progênes de cada cruzamento, da mesma forma que em 3.4.1.1.

3.4.2.2. Análise conjunta de variância

Após realizar o teste de homogeneidade de variâncias foi feita uma análise conjunta para cada ciclo de maturação e de forma global, usando-se para isso as médias ajustadas de cada progênie.

O modelo matemático utilizado para a análise conjunta foi idêntico ao utilizado em 3.4.1.1. Para a análise individual e conjunta foi utilizada o Pacote Computacional SAS (Statistical Analysis System, 1985).

3.4.3. Parâmetros Genéticos

3.4.3.1. Componentes de variância, herdabilidade, coeficiente de variação genética e índice de variação genética

Para cada geração, foram obtidas as estimativas das variâncias genotípicas, das interações, herdabilidade, coeficiente de variação genética e índice de variação genética para todos os caracteres, por ciclo de maturação e em forma global. Para isso foram utilizadas as análises de variância com suas respectivas esperanças de

quadrados médios (método dos momentos). As esperanças dos quadrados médios foram calculadas mediante a opção “random” do procedimento “GLM” do pacote computacional SAS.

A partir das análises individuais foram estimados parâmetros genéticos entre médias de progênes, por meio dos seguintes estimadores:

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QM_P - QM_E}{r}$$

sendo: $\hat{\sigma}_g^2$: estimador da variância genotípica de progênes;

QM_P : quadrado médio de progênes;

QM_E : quadrado médio do erro;

r : número de repetições.

$$h^2 = \frac{QM_P - QM_E}{QM_P} \times 100$$

sendo:

h^2 : herdabilidade

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{m} \times 100$$

sendo:

CV_g : coeficiente de variação genética;

m : média geral do caráter.

$$b = \frac{CV_g}{CV_e}$$

sendo:

b : índice de variação genética;

CV_e : coeficiente de variação experimental.

A partir das análises conjuntas foram estimados parâmetros genéticos entre médias de progênies por meio dos seguintes estimadores:

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QM_P - QM_{LxP}}{rl}$$

sendo:

$\hat{\sigma}_g^2$: estimador da variância genotípica de progênies;

QM_{LxP} : quadrado médio da interação locais x progênies;

l : número de locais;

r : número de repetições.

$$\hat{\sigma}_{LxP}^2 = \frac{QM_{LxP} - QM_E}{r}$$

sendo:

$\hat{\sigma}_{LxP}^2$: estimador da variância da interação locais x progênies.

$$h_c^2 = \frac{QM_P - QM_{LxP}}{QM_P} \times 100$$

sendo:

h_c^2 : herdabilidade da análise conjunta.

Os parâmetros CV_g e b foram obtidos da mesma forma que nas análises individuais.

Para entender melhor a natureza da interação locais x progênes foi feita a decomposição do quadrado médio da interação utilizando-se a expressão:

$$QM_{L \times P} = \left(\frac{1}{2}\right) (\sqrt{QMP_1} - \sqrt{QMP_2})^2 + (1 - r_{12})\sqrt{QMP_1 \cdot QMP_2}$$

(Cockerham, 1963).

sendo:

$QM_{L \times P}$: quadrado médio da interação locais x progênes;

QMP_1 e QMP_2 : quadrados médios referentes as progênes nos locais 1 e 2, respectivamente;

r_{12} : correlação entre as médias (ajustadas) das progênes de um local para outro.

3.4.3.2. Ganhos genéticos esperados e observados com a seleção

Em cada geração, para cada ciclo de maturação e de forma geral, foi estimado o ganho genético esperado com a seleção para o caráter PG, simulando as seguintes alternativas: dentro de cada local separadamente (seleção específica); seleção num dado local e verificação do ganho esperado no outro (seleção indireta no local 1 e resposta esperada no local 2; no local 2 e resposta esperada no local 1); seleção baseada na média das progênes reunindo os dois locais (seleção geral ou marginal, com verificação dos ganhos esperados em cada local separadamente e no conjunto dos dois

locais), conforme exposto por Vencovsky & Barriga (1992). Para cada caso, os ganhos foram calculados com base no diferencial de seleção (ds) e levando-se em conta que no melhoramento de progênies avançadas em plantas autógamas explora-se toda a variância genética (Cockerham, 1963; Souza Jr., 1989).

i) Ganho esperado no local 1 (Areão):

$$Gs_1 = ds_1 \cdot h^2_1$$

em que:

Gs_1 : ganho genético esperado no local 1;

ds_1 : diferencial de seleção no local 1;

h^2_1 : herdabilidade no local 1.

ii) Ganho esperado no local 2 (Anhembi):

$$Gs_2 = ds_2 \cdot h^2_2$$

em que:

Gs_2 : ganho genético esperado no local 2;

ds_2 : diferencial de seleção no local 2;

h^2_2 : herdabilidade no local 2.

iii) Seleção indireta:

- Seleção no local 1 e resposta esperada no local 2.

Para isso, identificaram-se no local 1 (Areão), as progênes julgadas superiores e procurou-se essas mesmas progênes no local 2 (Anhembi) para estimar o ganho indireto após calcular a média dessas progênes:

$$Gs_{2,1} = ds_{2,1} \cdot h_2^2$$

em que:

$Gs_{2,1}$: ganho genético esperado no local 2, selecionando-se no local 1;

$ds_{2,1}$: diferencial de seleção no local 2, selecionando-se no local 1.

- Seleção no local 2 e resposta esperada no local 1.

Para isso, identificaram-se no local 2, as progênes julgadas superiores e procurou-se essas mesmas progênes no local 1 para estimar o ganho indireto após calcular a média dessas progênes:

$$Gs_{1,2} = ds_{1,2} \cdot h_1$$

em que:

$Gs_{1,2}$: ganho genético esperado no local 1, selecionando-se no local 2;

$ds_{1,2}$: diferencial de seleção no local 1, selecionando-se no local 2.

iv) Seleção geral, baseada na média das progênies nos dois locais.

O critério de seleção, neste caso, foi a média das progênies, reunindo os dois locais.

- efeito sobre o conjunto dos dois locais:

$$Gs_c = ds_c \cdot h_c^2$$

em que:

Gs_c : ganho genético esperado no conjunto dos dois locais;

ds_c : diferencial de seleção no conjunto dos dois locais;

h_c^2 : herdabilidade a partir da análise conjunta dos dois locais.

- efeito sobre o ganho nos locais 1 e 2:

Foram identificadas as melhores progênies, baseando-se nas médias gerais delas e identificou-se essas progênies nos locais 1 e 2, obtendo-se a média e o ganho genético em cada local:

$$Gs_{1,12} = ds_{1,12} \cdot h_1^2$$

em que:

$Gs_{1,12}$: ganho genético esperado no local 1, selecionando-se com base na média geral;

$ds_{1,12}$: diferencial de seleção no local 1, selecionando-se com base na média geral.

$$Gs_{2,12} = ds_{2,12} \cdot h^2_2$$

em que:

$Gs_{2,12}$: ganho genético esperado no local 2, selecionando-se com base na média geral;

$ds_{2,12}$: diferencial de seleção no local 2, selecionando-se com base na média geral.

Devido ao fato da geração $F_{6:3}$ ter sido semeada na época de outono/inverno e a geração $F_{7:3}$ na época de verão, os ganhos esperados e observados na $F_{6:3}$ foram calculados através de duas metodologias: a) com base na média da população sem seleção, confundindo-se os efeitos genéticos e de épocas; b) com base na média das testemunhas (tratamentos comuns nas duas épocas de semeadura), utilizadas para medir o efeito ambiental (épocas), permitindo estimar o efeito genético e, assim, obter maior precisão no cálculo do ganho genético observado; esta metodologia foi utilizada por Hill (1972), para calcular o ganho genético observado:

$$G_o = (S_t - C_t) - (S_o - C_o)$$

onde:

S_t e S_o : médias da população selecionada e da população básica sem seleção, respectivamente;

C_t e C_o : médias da população controle (testemunhas comuns) na última geração e na geração em que foi avaliada a população básica, respectivamente.

Os ganhos genéticos observados na geração $F_{6.3}$ foram calculados com base na média das progênies, reunindo-se os dois locais, pois foi dessa forma que se praticou a seleção.

O ganho genético esperado na geração $F_{7.3}$ foi calculado utilizando apenas a média da população básica sem seleção.

3.4.3.3. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais

Nas duas gerações foram calculadas as correlações fenotípicas (r_f), genotípicas (r_g) e ambientais (r_e), entre pares de caracteres e ao nível de médias de progênies, em cada local e para os dois locais combinados, utilizando-se as análises de variâncias e covariâncias, segundo Kempthorne (1973):

- Correlação fenotípica (r_F)

$$r_F = \frac{\text{CoV}_{\bar{F}(x,y)}}{[\sigma^2_{\bar{F}(x)} \cdot \sigma^2_{\bar{F}(y)}]^{1/2}}$$

sendo:

$\text{CoV}_{\bar{F}(x,y)}$: Estimador da covariância fenotípica entre os caracteres x e y;

$\sigma^2_{\bar{F}(x)}$ e $\sigma^2_{\bar{F}(y)}$: Estimadores das variâncias fenotípicas para os caracteres x e y.

- Correlação genotípica (r_g)

$$r_g = \frac{\text{CoV}_{g(x,y)}}{[\hat{\sigma}_{g(x)}^2 \cdot \hat{\sigma}_{g(y)}^2]^{1/2}}$$

sendo:

$\text{CoV}_{g(x,y)}$: Estimador da covariância genotípica entre os caracteres x e y;

$\hat{\sigma}_{g(x)}^2$ e $\hat{\sigma}_{g(y)}^2$: Estimadores das variâncias genotípicas para os caracteres x e y;

- Correlação ambiental (r_e)

$$r_e = \frac{\text{CoV}_{e(x,y)}}{[\hat{\sigma}_{e(x)}^2 \cdot \hat{\sigma}_{e(y)}^2]^{1/2}}$$

sendo:

$\text{CoV}_{e(x,y)}$: Estimador da covariância ambiental entre os caracteres x e y;

$\hat{\sigma}_{e(x)}^2$ e $\hat{\sigma}_{e(y)}^2$: Estimadores da variância ambiental para os caracteres x e y;

3.4.4. Análise de variância e parâmetros genéticos reunindo as gerações $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$

Utilizando-se as médias ajustadas ao nível de parcela, em cada local e em cada época de semeadura, foi realizada uma análise conjunta com as 210 progênes

selecionadas em $F_{6;3}$, para cada ciclo de maturação e em forma geral. O esquema da análise de variância é apresentado na Tabela 5.

Os efeitos de locais, repetições e progênies foram considerados aleatórios embora tenha sido feita seleção na $F_{6;3}$; o efeito de épocas foi considerado fixo. A partir da análise de variância e utilizando-se as esperanças dos quadrados médios, para esse modelo misto, foram obtidos os parâmetros genéticos entre médias de progênies, utilizando os seguintes estimadores:

$$\hat{\sigma}_e^2 = QM_E$$

sendo:

$\hat{\sigma}_E^2$: Estimador da variância ambiental;

QM_E : Quadrado médio do erro médio conjunto geral (QM_{26} da Tabela 5).

$$\hat{\sigma}_{gla}^2 = \frac{QM_{gla} - QM_E}{(a/a-1)r}$$

sendo:

$\hat{\sigma}_{gla}^2$: Estimador da variância da tripla interação progênies x locais x épocas;

QM_{gla} : Quadrado médio da tripla interação;

r : número de repetições.

a : número de épocas

$$\hat{\sigma}_{ga}^2 = \frac{QM_{ga} - QM_{gla}}{(a/a-1)rl}$$

sendo:

$\hat{\sigma}_{ga}^2$: Estimador da variância da interação progênies x épocas;

QM_{ga} : Quadrado médio da interação progênes x épocas;

l : número de locais.

$$\hat{\sigma}_{gl}^2 = \frac{QM_{gl} - QM_E}{ra}$$

sendo:

$\hat{\sigma}_{gl}^2$: Estimador da variância da interação progênes x locais;

QM_{gl} : Quadrado médio da interação progênes x locais;

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QM_p - \sigma_e^2 - ra\sigma_{gl}^2}{rla}$$

sendo:

$\hat{\sigma}_g^2$: Estimador da variância genotípica de progênes;

QM_p : Quadrado médio de progênes.

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_g^2 + \frac{\hat{\sigma}_{ga}^2}{A} + \frac{\hat{\sigma}_{gl}^2}{L} + \frac{\hat{\sigma}_{gla}^2}{LA} + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{RLA}$$

sendo:

$\hat{\sigma}_F^2$: Variância fenotípica total entre as médias das progênes, quando comparadas em R : Repetições; L : Locais e A : Épocas.

$$\bar{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_F^2}$$

sendo:

h^2 : herdabilidade entre médias de progênes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Geração F_{6:3}

4.1.1. Análises individuais de variância

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados os valores e significâncias dos quadrados médios, médias ajustadas de progênies e testemunhas, coeficiente de variação experimental e coeficiente de determinação obtidos nas análises individuais para os locais Areão e Anhembi, para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo na semente (%OL) e produtividade de óleo (PO).

Os coeficientes de variação experimental (CVe) variaram de 4,4% (%OL) até 35,6% (PO) no local Areão e de 2,5% (NDM) até 36,1% (PO) no local Anhembi. Os altos CVe's obtidos para os caracteres PG e PO, nos dois locais, podem ser explicados pelo grande número de progênies. Os coeficientes de determinação (R^2) que indicam o grau de ajuste do modelo utilizado na análise dos dados experimentais variaram de 0,62 (%OL) até 0,88 (APM) no local Areão e de 0,62% (%OL) até 0,84

(APM e VA) no local Anhembi, indicando que o modelo utilizado ajustou-se de maneira aceitável. Deve ser lembrado que a análise em cada local foi realizada como blocos casualizados, utilizando-se as médias ajustadas por parcela, após a análise como blocos aumentados para as duas repetições.

No local Areão os dados apresentaram diferenças significativas entre os ciclos de maturidade, tipos de cadeia e cruzamentos, para todos os caracteres. Para progênies foram detectadas diferenças para todos os caracteres, exceto %OL.

O desdobramento dos quadrados médios de progênies em precoces, intermediárias e tardias, mostrou que nas progênies precoces o único caráter que não apresentou diferença significativa foi NDM; já nas intermediárias e tardias, o único caráter para o qual não se encontrou diferença significativa foi %OL.

No local Anhembi foram encontradas diferenças para todos os caracteres entre ciclos de maturidade, tipos de cadeia e cruzamentos. Entre progênies, o único caráter que não apresentou diferença significativa foi %OL, como ocorrido para o local Areão. O desdobramento do quadrado médio de progênies em precoces, intermediárias e tardias, mostrou os mesmos resultados do local Areão, à exceção de que as progênies intermediárias não apresentaram diferenças para o caráter NDM, enquanto as precoces sim.

A não significância para o caráter NDM nas progênies precoces, no local Areão, e das intermediárias, no local Anhembi, indica que essas progênies foram bem classificadas de acordo com seu ciclo de maturidade.

Os resultados nos dois locais indicam ampla variação genética entre as progênes para os caracteres APM, VA, PG e PO. Todavia, para o caráter %OL só se observa variação entre as progênes precoces. A variabilidade genética no caráter APM sugere a presença e a possibilidade de se selecionar genótipos com florescimento tardio em dias curtos (período juvenil longo), já que a geração $F_{6,3}$ foi semeada na época de outono/inverno; para tanto, deve-se tomar valores altos de APM como indicadores de florescimento tardio em dias curtos, como apontado por Miranda et al. (1990).

As médias gerais das progênes foram similares às médias das testemunhas. No local Areão, as testemunhas foram superiores em APM e VA, mas para os caracteres NDM, PG, OL e PO, suas médias foram inferiores. No local Anhembi, as testemunhas mostraram valores mais altos para os caracteres APM, VA, PG e PO, mas as diferenças foram significativas só em APM e VA.

4.1.2. Análise conjunta de variância

A análise conjunta de variância na geração $F_{6,3}$ encontra-se na Tabela 8. Foram detectadas diferenças entre os locais, para todos os caracteres avaliados. Entre progênes, os resultados mostram que igualmente às análises individuais, o único caráter em que não se encontrou diferença significativa foi %OL. O desdobramento do quadrado médio das progênes em precoces, intermediárias e tardias mostrou resultados similares, exceto que nas precoces, o caráter %OL apresentou diferenças significativas.

O estudo da interação G x E através da análise conjunta mostrou que os ciclos de maturidade, tipos de cadeia e cruzamentos apresentaram interação com locais em todos os caracteres, com exceção de APM para ciclos de maturidade e VA para tipos de cadeia de cruzamentos. Entre progênes, evidenciou-se interação G x E para os caracteres NDM, PG e PO, sendo que as progênes precoces apresentaram interação com locais para PG, %OL e PO; as intermediárias para NDM, PG e PO; e as tardias mostraram interação significativa para os caracteres NDM, APM, PG e PO.

Portanto, os resultados indicam que para os caracteres PG e PO, a presença da interação G x E é comum em todos os tipos de progênes (precoces, intermediárias e tardias), sendo que para os caracteres NDM, APM e %OL existem resultados diferentes para cada ciclo de maturidade.

A presença da interação locais x progênes, de maneira geral e em cada ciclo de maturidade, para os caracteres PG e PO, indica a existência de um comportamento diferencial das progênes nos ambientes avaliados e sugere a necessidade de se selecionar genótipos específicos para cada local ou identificar e selecionar àqueles que não apresentam variação através dos locais (Cruz & Regazzi, 1994).

4.2. Geração $F_{7:3}$

4.2.1. Análises individuais de variância

Os valores e significâncias dos quadrados médios, médias ajustadas de progênes e testemunhas, coeficientes de variação experimental e coeficientes de determinação obtidos nas análises de variância, para os locais Areão e Anhembí, na geração $F_{7:3}$, para os mesmos caracteres avaliados na geração anterior, são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Os coeficientes de variação experimental (CVe) variaram de 2,0% (NDM) até 32,6% (PO), em Areão, e de 1,6% (NDM) até 18,6% (PG e PO), em Anhembí. Esses valores de CVe indicam melhor precisão experimental no local Anhembí. Assim também, os CVe's obtidos são menores do que aqueles da geração $F_{6:3}$ e são semelhantes aos obtidos por Zimback (1992), Montañó-Velasco (1994) e Farias Neto (1995), que avaliaram as gerações F_2 a F_5 dos materiais utilizados neste estudo. De maneira geral, os coeficientes de determinação (R^2) foram maiores em Anhembí, mostrando um melhor ajuste do modelo utilizado na análise dos dados experimentais, neste local.

As análises de variância tanto em Areão quanto em Anhembí mostram diferenças não significativas entre experimentos, para todos os caracteres. Isto justifica a análise conjunta dos quatro experimentos (dois experimentos com progênes precoces,

um com intermediárias e um com tardias), como blocos incompletos segundo Pimentel Gomes (1990). Outro fato que viabiliza a análise conjunta desses experimentos é a diferença não significativa da interação experimentos x testemunhas, nos dois locais, para todos os caracteres, exceto NDM em Areão. Isso indica que os tratamentos comuns (testemunhas) comportaram-se semelhantemente em todos os experimentos, o que sugere efeitos ambientais semelhantes para os tratamentos regulares (progênes), mesmo localizados em experimentos diferentes.

No local Areão (Tabela 9), a análise de variância indicou que, entre os tratamentos houve diferenças significativas para todos os caracteres. O desdobramento do quadrado médio de tratamentos mostrou o seguinte: entre ciclos de maturidade foram detectadas diferenças para NDM, APM, PG e PO; entre tipos de cadeia de cruzamentos para todos os caracteres; entre cruzamentos houve diferenças nos caracteres NDM, APM, VA, PG e PO. As progênes, de maneira geral, apresentaram diferenças para NDM, APM, VA, PG e PO e, do mesmo modo que na geração $F_{6:3}$, não foi detectada diferença para o caráter %OL. As testemunhas apresentaram diferenças para NDM, APM, PG, %OL e PO; e, a comparação entre testemunhas e progênes, apresentou diferenças significativas para NDM, %OL e PO.

A Tabela 9 também mostra que em Areão, o desdobramento do quadrado médio de progênes em precoces, intermediárias e tardias evidenciou diferenças entre as progênes precoces para todos os caracteres. As progênes intermediárias e tardias não apresentaram diferenças para o caráter APM nas intermediárias e NDM nas tardias.

No local Anhembi (Tabela 10), a análise de variância mostrou que da mesma forma que em Areão, os tratamentos apresentaram diferenças para todos os caracteres e o desdobramento do seu quadrado médio indicou o seguinte: para os ciclos de maturidade, existiu diferenças nos caracteres NDM, APM, VA, PG e PO; foram detectadas diferenças entre os tipos de cadeia e entre os cruzamentos para todos os caracteres. As progênies apresentaram diferenças significativas para todos os caracteres, ocorrendo o mesmo entre as testemunhas. A comparação entre progênies e testemunhas evidenciou diferença unicamente para o caráter %OL.

Ainda de acordo com a Tabela 10, em Anhembi, o desdobramento do quadrado médio de progênies em precoces, intermediárias e tardias, mostrou que entre progênies precoces houve diferenças para todos os caracteres. As intermediárias apresentaram diferenças para NDM, APM, VA, PG e PO. As progênies tardias apresentaram diferenças para NDM, APM, PG e PO.

Os resultados mostram que, apesar da seleção praticada na geração $F_{6:3}$, ainda existe variação genética entre as progênies para todos os caracteres, exceto para o caráter %OL, que apresentou variação somente entre progênies precoces. No local Areão, não foi detectada variação entre as progênies intermediárias e nem entre as tardias; isso ocorreu provavelmente porque a precisão experimental foi menor neste local ou por algum efeito ambiental.

4.2.2. Análise conjunta de variância

A análise conjunta de variância da geração $F_{7:3}$ encontra-se na Tabela 11. Houve diferenças significativas entre locais unicamente para os caracteres PG e PO. Entre ciclos de maturidade, não houve diferença significativa para nenhum caráter. Entre os tipos de cadeia, existiram diferenças significativas apenas para APM, VA e PO. Os cruzamentos apresentaram diferenças para todos os caracteres. Entre progênies, encontrou-se diferenças para os caracteres NDM, APM, VA; %OL e PG. As progênies precoces apresentaram diferenças para todos os caracteres. As progênies intermediárias não apresentaram diferenças para nenhum caráter e as tardias, unicamente para os caracteres NDM e %OL.

No estudo da interação $G \times E$, os ciclos de maturidade apresentaram interação com locais para todos os caracteres, exceto %OL. Os tipos de cadeia interagiram com locais para NDM, APM, PG e %OL. Os cruzamentos apresentaram interação significativa para todos os caracteres, exceto VA. As progênies apresentaram interação com locais unicamente para os caracteres PG e PO.

As progênies precoces apresentaram interação unicamente nos caracteres PG e PO, as intermediárias não apresentaram interação significativa para nenhum caráter e as tardias tiveram interação com locais nos caracteres NDM, PG e PO. Os resultados indicam comportamento diferente dentro de cada ciclo de maturação e entre locais. Igualmente à geração $F_{6:3}$, na geração $F_{7:3}$ os caracteres PG e PO mostraram significância da interação $G \times E$ para os ciclos precoces e tardios.

4.3. Avaliação geral das progênies $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$

A análise geral das progênies $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$ dentro dos cruzamentos, está compreendida nas Tabelas 12 a 17, nas quais são apresentadas as estimativas de médias ajustadas, variâncias fenotípicas e intervalo de variação para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), nos locais Areão e Anhembi para as duas gerações.

A análise geral do comportamento das progênies nos dois locais e nas duas gerações, indica que no local Anhembi as progênies apresentaram melhor média e maior variância para todos os caracteres. Essa diferença entre os locais deveu-se talvez às diferenças das propriedades químicas dos solos onde a pesquisa foi realizada (Apêndice 5b). Embora as análises de solo tenham sido feitas após a realização dos experimentos deste estudo, os resultados apresentados no Apêndice 5b mostram que a área do local Areão apresenta alta acidez, com teores médios de matéria orgânica (MO), baixos teores de fósforo (P) (em resina), altos teores de cálcio (Ca) mais magnésio (Mg) e média saturação de bases (% V). Entretanto, a área do local Anhembi apresenta acidez muito baixa, com teores médios de MO, suficientes teores de P (em resina), altos teores de Ca mais Mg e alta saturação de bases. Seguindo os critérios para interpretação de análises de solos para o Estado de São Paulo, apresentados por Malavolta et al. (1989) no Apêndice 5a, pode-se concluir que a área do local Anhembi apresenta as melhores condições para a cultura da soja.

4.3.1. Número de dias para a maturidade e altura da planta na maturidade

Nas Tabelas 12 e 13 são apresentadas as estimativas de médias ajustadas, variâncias fenotípicas e intervalo de variação dos caracteres número de dias para a maturidade (NDM) e altura da planta na maturidade (APM) para os 40 cruzamentos e as quatro testemunhas, nas duas gerações e nos dois locais.

De maneira geral, a geração $F_{6:3}$ foi em média, 21 dias mais precoce do que a geração $F_{7:3}$, devido principalmente à sua semeadura ter ocorrido na época de outono/inverno. Os cruzamentos mais precoces na geração $F_{6:3}$ no local Areão, foram N82-2764-S x SOC 81-127-S (7x8) e FT8 x OC 79-7 (30x31) com 108 dias e, no local Anhembi, o cruzamento mais precoce foi UFV-4 x BR 80-16309 (38x39) com 110 dias. Os cruzamentos precoces e comuns aos locais, foram: FT8 x OC 79-7 (30x31) com 108 e 111 dias, respectivamente em Areão e Anhembi; Paraná-s x Kirby (4x5) com 110 e 112 dias; Bienville x UFV-Araguaia (21x22) com 110 e 111 dias. Todos esses cruzamentos, também foram mais precoces nas gerações F_4 e F_5 (Farias Neto, 1995).

O cruzamento mais tardio tanto no local Areão quanto em Anhembi foi AX 5355-s x Paranagoiana (13x14) com 131 e 122 dias, respectivamente, seguido pelo cruzamento BR-9 x EMGOPA-301 (32x33).

Na geração $F_{7:3}$ os cruzamentos mais precoces, em média, através dos dois locais foram: FT 79-3408 x AX 5355-s (12x13) com 128 e 133 dias, SOC 81-127-s x Wright (8x9) com 129 e 130 dias e GO 81-11094 x BR-11 (28x29) com 129 e 130

dias. Entretanto, o cruzamento mais tardio e nos dois locais foi BR-9 x EMGOPA-301 (32x33) com 144 e 145 dias, respectivamente. Outros cruzamentos tardios e comuns aos dois locais foram: EMGOPA-301 x IAC-9 (33x34), AX 5355-s x Paranagoiana (13x14), BR 80-16309 x UFV-1 (39x40), UFV-Araguaia x Bossier (22x23), todos eles confirmados por Farias Neto (1995) como os mais tardios. Zimback (1992) e Montaño-Velasco (1994) também observaram que o cruzamento EMGOPA-301 X IAC-9 foi o mais tardio nas gerações F_2 e F_3 destes mesmos materiais estudados.

Os dados de altura da planta na maturidade (Tabela 13) mostram que, em geral, nas duas gerações, os cruzamentos apresentaram maior altura, no local Anhembi (diferenças de 7 cm e 2 cm, nas gerações $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$, respectivamente). A geração $F_{7:3}$ teve, em média, 23 cm mais que a geração $F_{6:3}$. Isso pode ser explicado como sendo um efeito da época de semeadura e da seleção praticada em $F_{6:3}$. Separando o efeito de épocas através das testemunhas, a seleção foi responsável por 13 cm.

Na geração $F_{6:3}$, o cruzamento mais baixo nos dois locais foi N82-2764-s x SOC 81-127-s (7x8) com 31 cm em Areão e 39 cm em Anhembi, sendo que 33 cruzamentos em Areão e 33 cruzamentos em Anhembi não alcançaram a média mínima de altura de 60 cm.

Os cruzamentos que se sobressaíram, pela média e a variância na geração $F_{6:3}$ para os caracteres NDM e APM, mostrando que nesses cruzamentos existem genótipos com genes para florescimento tardio em dias curtos (período juvenil longo), foram:

IAC-9 x GO 79-1030	(34x35),
IAC-6 x UFV-4	(37x38),
AX 5255-s x Paragoiana	(13x14),
Cristalina x IAC-6	(36x37),
BR-9 x EMGOPA-301	(32x33),
EMGOPA-301 x IAC-9	(33x34),
OC 79-7 x BR-9	(31x32) e
Paranagoiana x Jackson 4028-s	(14x15).

Por outro lado, a Tabela 13 mostra que quase todos os cruzamentos apresentaram genótipos com florescimento tardio em dias curtos, sendo que cinco cruzamentos não apresentaram genótipos com essa característica.

Na geração $F_{7:3}$, os cruzamentos de menor altura em média através dos dois locais foram: Wright x SOC 81-76 (9x10) com 55 e 45 cm no Areão e Anhembi, respectivamente, e FT-2 x N 82-2764-s (6x7) com 59 e 58 cm, sendo que cinco cruzamentos no Areão e oito no Anhembi não alcançaram a média de 60 cm.

Na geração $F_{7:3}$ sobressairam-se, por terem maior altura das plantas, os seguintes cruzamentos:

GO 81-8491 x BR 80-15725-B-S	(25x26),
Planalto-s x GO 81-11094	(27x28),
Bossier-s x UFV-2	(23x24),
OC 79-7 x BR-9	(31x32),
IAC-6 x UFV-4	(37x38),
Cristalina x IAC-6	(36x37),
EMGOPA-301 x IAC-9	(33x34),
AX 5355-s x Paranagoiana	(13x14) e
BR-9 x EMGOPA-301	(32x33).

Neste grupo, os últimos três cruzamentos também estiveram entre os mais altos na geração $F_{6:3}$.

4.3.2. Valor agronômico e produtividade de grãos

Os valores de médias ajustadas, variância fenotípica e intervalo de variação para os caracteres valor agronômico (VA) e produtividade de grãos (PG), para os 40 cruzamentos e as quatro testemunhas, nas duas gerações e nos dois locais, estão apresentados nas Tabelas 14 e 15.

Na geração $F_{6:3}$, o cruzamento que apresentou menor VA foi Cobb x BR-8 (17x18) com notas de 1,2 e 1,7 em Areão e Anhembi, respectivamente, seguido por N 82-27645-s x SOC 81-127-s (7x8), BR-8 x PI 200521 (18x19) e Bienville x UFV-Araguaia (21x22). Já os cruzamentos de maior média e nos dois locais, foram os seguintes:

Cristalina-s x IAC-6	(36x37),
BR-9 x EMGOPA-301	(32x33),
EMGOPA-301 x IAC-9	(33x34),
OC 79-7 x BR-9	(31x32),
Paranagoiana x Jackson 4028-s	(14x15) e
IAC-9 x GO 79-1030	(34x35).

Todos estes, exceto Paranagoiana x Jackson 4028-s pertecem à cadeia adaptada de cruzamentos e de parentais com genes para florescimento tardio em dias curtos.

Na geração $F_{7,3}$, os cruzamentos que tiveram, em média (através de dois locais), menor VA foram: SOC 81-127-s x Wright (8x9) seguidos por Wright x SOC 81-76 (9x10) e BR 80-15725-B-s x Planalto-s (26x27). Já os que apresentaram em média uma nota superior a três, foram:

Jackson 4028-s x FT 81-2129	(15x16),
GO 81-8491 x BR 80-15725-B-s	(25x26),
GO 79-1030 x Cristalina-s	(35x36),
Bossier-s x UFV-2	(23x24),
Cristalina-s x IAC-6	(36x37),
EMGOPA-301 x IAC-9	(33x34),
IAC-9 x GO 79-1030	(34x35) e
IAC-6 x UFV-4	(37x38).

Os quatro últimos apresentaram bons resultados nas duas gerações.

Os dados de produtividade de grãos (Tabela 15), mostram que nas duas gerações, a média das progênies no local Anhembi foi maior do que no local Areão (2,05 e 2,07 vezes maior nas gerações $F_{6,3}$ e $F_{7,3}$, respectivamente). Em termos relativos na geração $F_{7,3}$ houve uma produtividade de grãos de 1,19 t/ha a mais do que na geração $F_{6,3}$. Porém, essa diferença leva em consideração o efeito da seleção e de época de semeadura. O efeito de época pode ser obtido pela análise da média das testemunhas (comum nas duas gerações) e que mostra uma diferença de 1,0 t/ha de uma geração para outra, sugerindo que a diferença devido à seleção corresponderia, em média, à 0,19 t/ha, através dos dois locais. No entanto, obtendo-se a diferença por local pode-se observar que no Anhembi foi de 0,43 t/ha e no Areão apenas 0,06 t/ha.

Na geração $F_{6:3}$ os cruzamentos com menor PG em média foram: FT-8 x OC 79-7 (30x31), Cobb x BR-8 (17x18), Bienville x UFV-Araguaia (21x22) e N-82-2764-s x SOC 81-127-s (7x8). Já os de maior produtividade foram:

EMGOPA-301 X IAC-9	(33x34),
Cristalina-s x IAC-6	(36x37),
FT 79-3408 x AX 5355-s	(12x13),
BR-9 x EMGOPA-301	(32x33),
GO 81-8491 x BR 80-15725-B-s	(25x26),
IAC-6 x UFV-4	(37x38) e
AX 5355-s x Paranagoiana	(13x14).

Na geração $F_{7:3}$, o cruzamento com menor PG, em média, foi Wright x SOC 81-76 (9x10) seguido pelos cruzamentos FT 81-2706 x PI 371.610 (2x3) e SOC 81-76 x Foster (10x11) todos pertencentes a cadeia mista. Os cruzamentos que sobressaíram, pela média geral e variância nesta geração, foram:

IAC-9 x GO 79-1030	(34x35),
GO 79-1030 x Cristalina-s	(35x36),
BR 80-16309 x UFV-1	(39x40),
FT 81-2129 x Cobb	(16x17),
AX 5355-s x Paranagoiana	(13x14),
GO 81-8491 x BR 80-15725-B-s	(25x26),
IAC-6 x UFV-4	(37x38),
Bossier x UFV-2	(23x24),
BR-9 x EMGOPA-301	(32x33),
EMGOPA-801 x IAC-9	(33x34) e
OC 79-7 x BR-9	(31x32).

Todos, exceto 16x17 e 13x14, pertencem à cadeia adaptada, indicando que os parentais exóticos diminuem as chances de desenvolver progênes produtivas.

É preciso salientar que os cruzamentos de maior produtividade são os mesmos cruzamentos classificados como de maior altura e de maior valor agrônômico. Isso resulta da alta correlação entre esses três caracteres (Tabela 29) e que possibilita a seleção simultânea para esses caracteres.

As testemunhas que tiveram maior produtividade de grãos foram as de ciclo tardio (UFV-4 e IAC Santa Maria 702).

4.3.3. Teor e produtividade de óleo

Os dados correspondentes às médias ajustadas, variação fenotípica e intervalo de variação para os caracteres porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO) para os 40 cruzamentos e as quatro testemunhas, nas duas gerações e nos dois locais, são apresentados nas Tabelas 16 e 17.

Para o caráter %OL as diferenças entre locais e entre gerações foram pequenas. A geração $F_{6:3}$ foi, em média, 0,77% superior à geração $F_{7:3}$. Na geração $F_{6:3}$, os cruzamentos com maior média geral (22,8% e 23,2%), foram os seguintes:

BR-11 x FT-8	(29x30),
Planalto-s x GO 81-1 1094	(27x28),
Bossier-s x UFV-2	(23x24),
FT-8 x OC 79-7	(30x31),

UFV-2 x GO-81-8491	(24x25),
SOC 81-76 x Foster	(10x11),
Bienville x UFV-Araguaia	(21x22),
Andrews purpura x FT 81-2706	(1x2) e
GO 81-11094 x BR-11	(28x29).

Esses cruzamentos obtiveram dados similares à melhor testemunha, o cultivar UFV-4 (23,0%), considerado de alto teor de óleo.

Na geração $F_{7,3}$, os cruzamentos que se destacaram pela média geral neste caráter e que tiveram resultados similares à UFV-4, foram:

UFV-Araguaia x Bossier-s	(22x23),
GO 79-1030 x Cristalina-s	(35x36),
Planalto-s x GO 81-11094	(27x28),
IAC-9 x GO 79-1030	(34x35) e
BR 80-15715-B-s x Planalto-s	(26x27).

Zimback (1992) indicou, já na geração F_2 , que os cruzamentos envolvendo os parentais GO 81-8491, BR 80-15725-B-s e Planalto-s tinham potencial para alta porcentagem de óleo. Farias Neto (1995) também constatou que a maior porcentagem de óleo foi obtida para o cruzamento BR 80-15725-B-s x Planalto-s.

O caráter PO, por ser resultado do produto entre a produtividade de grãos e porcentagem de óleo (%OL) e este último apresentar pouca variabilidade entre as progênies, depende mais do caráter PG. Pelo que o "ranking" dos cruzamentos segue a mesma ordem obtida para o caráter PG.

4.4. Componentes de variância e parâmetros genéticos

As estimativas de médias ajustadas, variância genética ($\hat{\sigma}_g^2$), variância da interação progênes x locais ($\hat{\sigma}_{g \times l}^2$), variância do erro ($\hat{\sigma}_e^2$), coeficiente de herdabilidade (h^2), coeficiente de variação genética (CVg), coeficiente de variação experimental (CVe) e índice de variação genética (b) para todos os caracteres, nas duas gerações, de forma geral e para cada ciclo de maturidade, são apresentadas nas Tabelas 18 a 21.

Nas duas gerações, as médias ajustadas para todos os caracteres foram superiores no local de Anhembi, com poucas exceções. As estimativas de herdabilidade estão compreendidas entre as obtidas pelos pesquisadores citados na literatura (Apêndice 1).

De maneira geral (Tabela 18) com exceção do caráter %OL a variância genética para todos os caracteres foi menor na geração $F_{7:3}$ do que em $F_{6:3}$, devido ao efeito da seleção praticada em $F_{6:3}$. É sabido que a seleção contínua favorece o acúmulo de alelos favoráveis na população, no entanto, a variância genética decresce entre os ciclos de seleção (Smith & Weber, 1968). Por outro lado, a variância ambiental foi maior na $F_{7:3}$, exceto para o caráter NDM, o que pode explicar a diminuição dos coeficientes de herdabilidade na $F_{7:3}$, a exceção dos caracteres NDM e %OL. No entanto, a redução da variabilidade deve ser vista com cautela, porque sabe-se que em ambientes de dias curtos, a dispersão dos genótipos é maior, ocasionando uma maior variabilidade (Toledo et al., 1994). O anterior ocorreu na geração $F_{6:3}$ semeada na época de outono/inverno.

As progênies apresentaram, em média, maior variação genética no local Anhembi do que no local Areão, nas duas gerações, novamente com exceção dos caracteres %OL e NDM na $F_{6;3}$. Entretanto, a variância ambiental, em geral, foi maior no local Areão. Isso fez com que as herdabilidades tenham sido sempre maiores no local Anhembi, à exceção do caráter %OL no Areão, acontecendo o mesmo com os coeficientes de variação genética.

Segundo Lal & Haque (1972), o coeficiente de variação genética ajuda na obtenção da amplitude da diversidade genética num caráter e proporciona uma via para comparar a variabilidade genética nos caracteres quantitativos. Nesse sentido, pode-se observar (Tabela 18) que os maiores CVg's foram obtidos para os caracteres PG e PO, seguidos dos caracteres APM e VA.

O coeficiente de variação genética junto com o coeficiente de herdabilidade, proporcionam um melhor panorama da quantidade de ganho esperado pela seleção. Nesse aspecto, os dados da Tabela 18 permitem concluir que o local Anhembi se apresenta como o local onde obter-se-ia maior ganho genético na seleção das melhores progênies, isso para todos os caracteres e nas duas gerações.

O índice de variação genética (b) foi estabelecido por Vencovsky (1987) e quantifica a proporção da variabilidade genética em relação à variabilidade ambiental. Pode-se observar que os valores de b, obtidos nas duas gerações e para todos os caracteres, foram maiores no local Anhembi que no Areão. Quando o valor de b aproxima-se de 1, tem-se o indicativo de um ambiente favorável para seleção.

Os resultados expostos anteriormente permitem sugerir que o local Anhembi foi superior, pois permitiu aos genótipos expressarem melhor seu potencial genético (maior média, principalmente no caráter PG e maior variação em todos os caracteres). Além disso, sugere-se que ambientes de alta produtividade são mais apropriados para selecionar genótipos superiores. Os ambientes de produtividades altas permitem maior discriminação entre os genótipos devido à maior variabilidade entre esses genótipos. Também, Allen et al. (1978) concluíram que ambientes favoráveis tendem a produzir variâncias genéticas maiores e grandes taxas de ganho genético.

A ampla variação entre os locais (Tabela 18), principalmente nos caracteres PG e PO, e a magnitude relativa da variância genética nas localidades, indicam a influência do ambiente no comportamento das progênes. O fato das estimativas de herdabilidade no local Areão serem baixas, enfatiza que o comportamento das progênes nesse local foi, em grande parte, determinado pelas causas ambientais. As variações na magnitude da herdabilidade entre locais sugere que as progênes não reagiram da mesma forma nos ambientes avaliados, devido a interação G x E, isso nas duas gerações (Dashiell et al., 1994).

Para as progênes de ciclo de maturação precoce (Tabela 19) as mesmas observações anteriores podem ser aplicadas. Porém, deve-se salientar que as variâncias genotípicas da geração $F_{6,3}$ foram mantidas na geração $F_{7,3}$, sendo que, para o caráter %OL, esta aumentou em dobro. Absolutamente o contrário aconteceu com as progênes intermediárias e tardias (Tabelas 20 e 21), em que as variâncias genotípicas diminuíram

de uma maneira drástica na geração $F_{7:3}$, obtendo-se, inclusive, variâncias genotípicas negativas e ocasionando coeficientes de herdabilidade de até zero, principalmente no local Areão. É importante ressaltar que as estimativas de variâncias têm que ser utilizadas com cautela, pois estas são sujeitas a erro.

Em relação ao tamanho relativo da variância genética por ciclo de maturidade na geração $F_{6:3}$, os genótipos tardios apresentaram maiores variâncias genéticas para os caracteres NDM, APM, PG e PO; já os precoces apresentaram a maior variância para os caracteres VA e %OL. Na geração $F_{7:3}$, as progênies precoces tiveram a maior variância genética para todos os caracteres, exceto para NDM, que foi obtida pelas progênies tardias.

As estimativas dessas variâncias genéticas entre progênies, em cada ciclo de maturidade, devem ser analisadas com cautela, porque foi assumido que a variância ambiental foi a mesma para todos os genótipos e isso não é sempre verdadeiro. Segundo Falconer (1989), os genótipos podem ser mais ou menos sensíveis à influências ambientais e, portanto, podem mostrar maior ou menor variação ambiental.

No estudo da variância da interação observa-se que, de maneira geral, para todos os caracteres e nas duas gerações, a maior variância da interação $G \times E$ ocorreu para os genótipos tardios. Também é preciso salientar o tamanho da população em cada grupo de maturação. Segundo Soldini (1993) para se detectar qualquer associação entre a capacidade genotípica de adaptação às flutuações climáticas ao longo do ano agrícola, dentro de uma dada região, e o comprimento do ciclo biológico da planta,

sugere-se o teste de um mesmo número de genótipos em cada grupo de maturação, o que permitirá avaliar os efeitos das interações com os mesmos graus de liberdade.

Os resultados apresentados nas Tabelas 19 a 21 indicam que as progênes precoces e intermediárias apresentariam maior estabilidade nas condições ambientais utilizadas nas duas gerações, considerando todos os caracteres, principalmente PG. Isso devido ao menor efeito do componente da interação. Um aspecto de importância a ser considerado na avaliação da magnitude da interação $G \times E$ entre grupos de maturação, refere-se à época de semeadura. Na época de semeadura considerada convencional, estabilizam-se melhor os genótipos precoces ou intermediários, resultado obtido neste estudo. A instalação de experimentos com genótipos de grupos de maturação diferentes, na mesma época, pode trazer dificuldades na avaliação da verdadeira resposta dos genótipos às condições ambientais, sugerindo-se o uso de duas ou três épocas de semeadura (Soldini, 1993).

Em geral, a variância da interação $G \times E$ aumentou na geração $F_{7,3}$ em relação à $F_{6,3}$, talvez como efeito da seleção ou porque a capitalização da interação ($G \times E$) não foi igual em magnitude para todos os genótipos.

Nas Tabelas 22 e 23 são apresentadas as proporções da interação $G \times E$ para as progênes em cada ciclo de maturidade para o caráter PG. Observa-se que as progênes de ciclo de maturidade tardio foram as que apresentaram a maior média e a maior variância da interação $G \times E$, sugerindo que os genótipos de maior produtividade contribuem mais para a variância da interação $G \times E$. Por outro lado, isso pode ser devido ao fato das progênes tardias terem mais oportunidade de interagir com o

ambiente. Esses resultados estão em concordância com Adegoke & Frey (1987), em aveia. No entanto, são contrastantes com os encontrados por Baihaki et al. (1976) e Scott et al. (1994), em soja. Estes autores encontraram que os genótipos de menor produtividade tiveram uma maior contribuição para a variância da interação e concluíram que identificar uma grande proporção de genótipos de alta produtividade pode ser possível na presença da interação G x E. Esses pesquisadores trabalharam num mesmo grupo de maturação e com igual número de genótipos para cada faixa de produtividade. Por outro lado, no presente estudo, além dos genótipos pertencerem a ciclos de maturidade diferentes, o número de progênies por ciclo também foi diferente, o que poderia explicar a discordância entre os resultados.

O fato de mais de 50% da interação G x E ter sido explicada pelo grupo de maior produtividade indica a necessidade de se fazer seleção através da avaliação em mais de um ambiente. Assim, não se corre o risco de descartar genótipos de alta produtividade. Também sugere que, para os materiais precoces e intermediários, de menor produtividade, o risco de perder genótipos superiores através da avaliação num só ambiente, é menor.

4.5. Magnitude e natureza da interação G x E

O estudo da magnitude da interação G x E fornece subsídios ao melhorista quanto à estratégia de escolher genótipos de adaptação ampla ou de adaptação restrita

a ambientes específicos. Na sua forma mais simples pode ser estimada a partir da análise conjunta da variância. Neste estudo, na geração $F_{6:3}$ a interação $G \times E$ ao nível geral, foi significativa apenas para os caracteres NDM, PG e PO (Tabela 8); e na geração $F_{7:3}$ só para os caracteres PG e PO (Tabela 11). Isso indica que, em geral, caracteres quantitativos como PG são mais influenciados pelo ambiente e que na presença da interação, existem combinações específicas de genótipos e ambientes representando uma complicação para o melhorista (Vencovsky & Barriga, 1992). Porém, os parâmetros estimados pela análise conjunta da variância, embora úteis, não fornecem uma indicação adequada da resposta dos genótipos aos diferentes ambientes onde são cultivados.

Uma maneira mais recomendável de entender a magnitude e natureza da interação $G \times E$ foi proposta por Robertson (1959), mediante a decomposição do quadrado médio da interação tratamentos x locais em um componente devido à diferença na variação entre tratamentos dentro de cada local, chamado de componente simples, e outro componente devido à falta de correlação entre o comportamento dos tratamentos de um local para outro, chamado de componente complexo. Segundo Vencovsky & Barriga (1992), o importante é notar que o segundo componente é a parte problemática da interação, pois uma baixa correlação deve significar que o material genético superior num ambiente pode não sê-lo em outro e que a interação pode existir mesmo com alta correlação.

A decomposição do quadrado médio da interação $G \times E$ nos seus componentes (simples e complexo), para o caráter PG de forma geral e para cada ciclo

de maturidade nas duas gerações, é mostrada também nas Tabelas 22 e 23. Na geração $F_{6:3}$ (Tabela 22), observa-se que de maneira geral, o componente complexo, responsável por impedir a seleção de progênies promissoras para ambos os ambientes, simultaneamente, respondeu por 45% do total da interação; enquanto, o componente simples contribuiu com 55%. Esse resultado indica que não existiria dificuldade em selecionar progênies superiores adaptadas a ambos os locais (correlação de 0,58 entre os desempenhos das progênies de um local para outro). De fato, das 210 progênies selecionadas na geração $F_{6:3}$, 93 foram comuns aos dois locais. Na distribuição das progênies em cada ciclo de maturidade observou-se comportamento semelhante dos componentes simples e complexo da interação.

Na geração $F_{7:3}$, de maneira geral, a parte complexa foi responsável por 84% da interação, restando à parte simples, só 16%. Isso reflete uma dificuldade maior em selecionar progênies superiores adaptados à ambos os locais e decorre da correlação baixa (0,20) das progênies de um local para outro. Os resultados foram similares para cada ciclo de maturidade, embora os coeficientes de correlação fossem diferentes. Por exemplo, o coeficiente de correlação para as progênies precoces foi de 0,43; porém, para as tardias foi de -0,23. O fato do componente complexo ser maior nas progênies de ciclo tardio confirma a maior contribuição destas progênies para a variância da interação.

É importante salientar que apesar da baixa correlação e predomínio do componente complexo sobre o simples na geração $F_{7:3}$, existem progênies que podem

ser selecionadas com adaptação a ambos os locais. De fato, na seleção de progênies $F_{7:3}$, 24 foram comuns aos dois locais.

Os dados para as duas gerações revelam que, devido ao efeito da seleção ou pela capitalização desigual da interação $G \times E$ para todos os genótipos, o componente complexo tende a aumentar, dificultando mais a seleção de progênies com bom comportamento numa gama ampla de ambientes. De fato, para o caráter PG, na geração $F_{6:3}$, a variância genotípica foi 1,78 vezes maior do que a variância da interação; já na geração $F_{7:3}$, a variância da interação foi 3,95 vezes maior do que a genotípica.

4.6. Ganhos genéticos com a seleção

A possibilidade do melhorista estimar o ganho com a seleção antes mesmo que ela seja realizada é, sem dúvida, uma das principais contribuições da genética quantitativa (Ramalho et al., 1993). Esse parâmetro junto ao coeficiente de herdabilidade, coeficiente de variação genética e as correlações genéticas entre os caracteres permitem, ao melhorista, escolher o melhor método de melhoramento e determinar a eficiência de um programa de melhoramento, já em andamento.

Os ganhos genéticos esperados e observados com a seleção de progênies, na geração $F_{6:3}$, de forma geral e em cada ciclo de maturidade, para o caráter PG, são apresentados na Tabela 24. Para a geração $F_{7:3}$, os ganhos esperados encontram-se na Tabela 25.

Como foi apontado na seção de Material e Métodos, para separar o efeito ambiental (épocas) do efeito genético na geração $F_{6,3}$ os cálculos do ganho esperado e observado foram obtidos com base na média da população básica sem seleção e com base na média das testemunhas (população controle).

A separação das mudanças observadas entre os componentes genéticos e ambientais é uma parte importante na análise de experimentos nos programas de melhoramento. É raramente possível conduzir experimentos em condições uniformes sob períodos de várias gerações, de modo que as mudanças no comportamento de uma população selecionada pode refletir, em parte, alguns efeitos ambientais (Hill, 1972 Falconer, 1989). Segundo Hill (1972) um bom método para estimar essas mudanças genéticas é a utilização de populações controle não selecionadas. Essa estimativa é feita sob a suposição de que as diferenças ambientais afetam as populações (selecionadas e controle) por igual (Muir, 1986).

Com respeito aos ganhos esperados, os dados da Tabela 24 mostram que na geração $F_{6,3}$, eles foram sempre maiores em Anhembi (seleção direta), resultado que era esperado com base nos maiores valores de média, variância genética e herdabilidade encontrados entre as progênes neste local.

A análise teórica da eficiência da seleção indireta (de um local para outro) e da seleção geral baseada na média dos dois locais sobre a seleção direta em cada local na geração $F_{6,3}$ é apresentada na Tabela 26. Observa-se que de maneira geral a seleção indireta teria uma eficiência de 62%. Nas progênes precoces, intermediárias e tardias

essa eficiência seria de 49, 64 e 60%, respectivamente. Segundo Falconer (1989) a maioria dos experimentos confirma que a teoria de encontrar respostas correlacionadas (de um local para outro) é menor do que a resposta direta; quer dizer que a seleção é mais efetiva se praticada no ambiente onde o experimento está sendo realizado.

A Tabela 26 também mostra que a seleção baseada na média geral dos dois locais sobre a seleção específica teria uma eficiência geral de 92% com perda apenas de 8%. Essa eficiência por ciclo de maturidade seria de 89, 90 e 93% para as progênies precoces, intermediárias e tardias, respectivamente, mostrando que a seleção baseada na média dos dois locais apresentou-se como uma boa alternativa. De fato, a seleção foi praticada utilizando essa estratégia.

No que diz respeito aos ganhos observados (Tabela 24) nota-se que aqueles estimados a partir da média da população básica (sem seleção) foram muito maiores do que os esperados, devido ao fato desses ganhos incluírem tanto o componente genético quanto o ambiental (épocas). Já os ganhos observados, estimados com base na média das testemunhas (população controle), foram inferiores aos ganhos esperados; sendo que o ganho foi aproximadamente 1/3 do esperado para os dois locais em conjunto e 2/3 do esperado para cada local.

Segundo Hill (1972) a precisão das estimativas de ganho genético através do uso da população controle é reduzida por várias razões: a) a população controle tem mudanças genéticas por si mesma; b) a população controle e a população sob seleção reagem de forma diferente às flutuações do ambiente; c) pelo tamanho das populações

(erro de amostragem). No presente estudo, a população controle foi composta por quatro cultivares, selecionados principalmente pela produtividade de grãos. Os cultivares apresentam pouca variabilidade entre si e são adaptados à região, pelo que as duas últimas razões podem ser a causa da diferença entre os ganhos genéticos observados e esperados neste estudo; tal fato indicaria a impossibilidade de se separar os componentes genético e ambiental. Salienta-se, também, que a média da população controle foi obtida de quatro testemunhas, enquanto a média da população sob seleção foi obtida de 897 progênies em $F_{6;3}$ e 210 em $F_{7;3}$.

Segundo Muir (1986) o uso da população controle nem sempre permite a precisão com que a resposta é esperada e afirma que o procedimento de Hill (1972) produz estimativas viesadas do ganho genético na presença da interação genótipos x ambientes. O autor recomenda o uso da população controle como uma covariável, na qual o viés seria menor.

Para as progênies precoces e intermediárias, os ganhos observados estiveram mais próximos dos ganhos esperados. Porém, nas progênies tardias os resultados esperados e observados foram muito diferentes até o ponto de se obter um dado negativo no local Areão. Esse resultado está relacionado com a magnitude da variância da interação $G \times E$, em cada ciclo de maturidade. Foi mencionado anteriormente que as progênies tardias foram mais afetadas pela interação $G \times E$, nas duas gerações e em especial na $F_{7;3}$, sendo que as precoces e intermediárias apresentaram-se como as mais estáveis.

Na geração $F_{7:3}$ (Tabela 25) como na geração $F_{6:3}$, os ganhos genéticos esperados foram maiores no local Anhembi, como consequência da média, variância e herdabilidade obtidas nesse local. Analisando cada ciclo de maturidade observa-se que, para as progênes precoces, os ganhos esperados foram maiores do que aqueles para progênes intermediárias e tardias, ao contrário da geração $F_{6:3}$. Esse resultado é explicado pelo fato das progênes precoces terem mantido a sua variância genética de uma geração para outra. Isto não se verificou para as progênes intermediárias e tardias, para as quais houve uma diminuição muito grande na variabilidade genética (inclusive estimativas de variâncias negativas, principalmente em Areão) possível causa dos ganhos esperados com valor zero na Tabela 25.

Na Tabela 27 observa-se que a eficiência da seleção indireta sobre a seleção específica na geração $F_{7:3}$ seria de 39% (geral) enquanto que a seleção baseada na média dos dois locais sobre a específica seria de 81%. A diminuição da eficiência com respeito à geração $F_{6:3}$ é devida, principalmente, à diminuição da correlação das progênes de um local para outro mostrada nas Tabelas 22 e 23 e ao aumento da variância da interação $G \times E$ de uma geração para outra. Como foi mostrado anteriormente, o componente principal da variância da interação $G \times E$, na geração $F_{7:3}$, foi o componente complexo, que tende a impedir a seleção de genótipos que sejam promissores para os dois locais. Nesta geração, a seleção das progênes também foi realizada com base na média dos dois locais.

4.7. Comparação entre cadeias de cruzamentos

A base genética estreita da soja como indicado por Vello (1995) leva a dois grandes problemas: estabelecimento de patamares de produtividade e vulnerabilidade do germoplasma aos estresses ambientais, incluindo-se suscetibilidade a patógenos; para evitar isto, atualmente vários pesquisadores têm trabalhado com o objetivo de aumentar essa base genética.

Entre os métodos mais estudados para esse fim estão a realização de cruzamentos interespecíficos (Mansur et al., 1993; Malik & Singh, 1987) e a utilização de germoplasma exótico (PI'S) nos cruzamentos (Schoener & Fehr, 1979; Vello et al., 1984; Pfeiffer et al., 1991).

Neste estudo, as progênies pertencem a duas cadeias de cruzamentos (mista e adaptada). Na Tabela 28 são apresentadas as estimativas de médias ajustadas e variâncias genotípicas das duas cadeias de cruzamentos, nas gerações $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$, para todos os caracteres estudados.

Na geração $F_{6:3}$ as progênies dentro da cadeia adaptada apresentaram média e variância superiores à cadeia mista, para todos os caracteres, exceto os caracteres APM e VA (variância genotípica foi maior na cadeia mista). Já na geração $F_{7:3}$ a cadeia adaptada mostrou médias ajustadas superiores, porém, a cadeia mista apresentou, com exceção do caráter NDM, maior variância.

Esses resultados podem se dever ao fato da seleção praticada na $F_{6:3}$ ter contemplado as progênies com melhor média nos caracteres, principalmente PG e que corresponderam à cadeia adaptada, diminuindo a sua variância. Pode-se observar que na cadeia adaptada a variância diminuiu para todos os caracteres, visto que na cadeia mista a variância dos caracteres PG, %OL e PO aumentou de uma geração para outra.

Os resultados da geração $F_{7:3}$ estão em concordância com os encontrados por Prijic (1993) de que as populações com genes provenientes de materiais exóticos apresentam maior variabilidade genética e menor média. Porém, no presente estudo, os resultados devem ser vistos com cautela porque existe já um efeito de seleção praticada em $F_{6:3}$.

Zimback (1992), Montañó-Velasco (1994) e Farias-Neto (1995), estudando as gerações F_2 a F_5 deste mesmo material, encontraram que a cadeia mista apresentou menor média e menor variância. Tais resultados concordam com os encontrados neste estudo para a geração $F_{6:3}$.

Existe um consenso entre os pesquisadores que para o imediato uso de uma população e para se incrementar o caráter PG, existe pouca justificativa para o uso de parentais exóticos e que estes podem ser usados em programas de melhoramento a longo prazo, através de vários ciclos de seleção recorrente.

4.8. Correlações entre caracteres

As estimativas dos coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental envolvendo a associação entre os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agronômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), em cada local, através dos dois locais (combinado) e nas duas gerações, são apresentados na Tabela 29. A magnitude dessas estimativas variou de um local para outro nas duas gerações, mostrando a influência dos locais sobre a expressão genotípica das progênies. Essa influência dos locais também foi encontrada por Soldini (1993) e a influência das épocas de semeadura, por Farias Neto (1987).

Foram observadas também algumas variações ao nível de conjunto (combinado) entre as gerações, principalmente no que diz respeito à associação do caráter NDM com os outros caracteres. Isso evidencia a influência da época de semeadura e o efeito da seleção que muda as variâncias genéticas sobre esse caráter. Por exemplo, os dados mostram uma correlação genotípica alta e positiva entre NDM e os caracteres PG, APM, VA e PO na geração $F_{6:3}$. Entretanto, na geração $F_{7:3}$, essas correlações são baixas e algumas vezes, até negativas. A %OL foi outro caráter que evidenciou variação entre locais e épocas.

Com algumas exceções, a correlação genotípica foi maior do que a fenotípica, resultado encontrado na maioria da literatura citada (Apêndice 2) e indica a

interferência do ambiente na expressão fenotípica, a qual dificulta a seleção indireta (Santos et al., 1995a).

De maneira geral, os resultados mostraram que houve concordância de sinais nas correlações fenotípicas e genotípicas e que, entre as correlações genotípicas e ambientais, existiram dados com sinal diferente. Segundo Falconer (1989), o fato das correlações ambientais e genotípicas apresentarem sinal e magnitude diferentes, indica que as causas de variação genética e ambiental apresentam diferentes mecanismos fisiológicos, prejudicando a seleção indireta.

Os dados apresentam uma correlação genotípica alta e positiva entre PG com NDM, APM, VA e PO e uma correlação positiva, embora baixa entre PG e %OL, na geração $F_{6:3}$. Isso também ocorre na geração $F_{7:3}$, exceto pela correlação baixa e negativa de PG com NDM. Esses resultados indicam que, nas duas gerações (diferentes épocas de semeadura), poderiam ser obtidas progênies com altos valores de APM, PG, VA e PO. No entanto, na época de outono/inverno (geração $F_{6:3}$), seria muito difícil unir essas características com precocidade. Farias Neto (1987) também encontrou correlação fenotípica positiva e significativa entre PG e NDM na época de outono/inverno, mas não na época de verão.

A associação entre os caracteres PG e APM na época de outono/inverno, é de fundamental importância na obtenção de cultivares superiores para cultivo de outono/inverno ou para áreas de baixa latitude; principalmente quando se toma o caráter APM como indicativo da presença de genes para florescimento tardio em dias curtos.

Uma das estimativas mais estáveis através dos locais e das épocas de semeadura foi a correlação genotípica entre APM e VA, a qual sempre foi alta e positiva. Esse resultado também foi obtido por Zimback (1992), Montañó-Velasco (1994) e Farias Neto (1995), mostrando a grande influência do caráter APM na avaliação do caráter VA. As altas associações entre o caráter VA com os caracteres PG, APM e PO, entre PG com APM e PO e entre APM com PO, permitem avaliar que VA seria eficiente em selecionar genótipos superiores.

Com respeito ao caráter porcentagem de óleo (%OL), a correlação encontrada com os outros caracteres foi baixa e, ao nível de análise conjunta (combinado), foi positiva com os caracteres PG, APM, VA e PO. A correlação entre %OL e NDM, ao nível conjunto, foi positiva na geração $F_{6;3}$; entretanto, na geração $F_{7;3}$, foi negativa. A correlação baixa entre %OL e os outros caracteres já tem sido encontrada pela maioria dos pesquisadores (Apêndice 2), sendo que o caráter que apresenta correlação alta e negativa com %OL é o teor de proteína, caráter não avaliado neste estudo.

Leffel (1989), citado por Orf & Helms (1994), salienta que, baseado nos últimos anos de pesquisa, o resultado provável do melhoramento contínuo para alta produtividade de grãos na soja resultará em alto teor de óleo e baixa proteína. Isso como consequência da correlação positiva, embora baixa, de PG com %OL e alta e negativa do caráter proteína com esses dois caracteres.

A correlação baixa e positiva do caráter %OL com os caracteres PG e PO, junto à correlação alta e positiva entre esses dois últimos caracteres, associada à pouca variabilidade do caráter %OL indicam que a produtividade de óleo (PO) depende mais significativamente da seleção para produtividade de grãos (PG), como afirmado também por Farias Neto (1995).

Burton & Brim (1981) já haviam afirmado que embora a porcentagem de óleo possa ser aumentada na soja, através de seleção, o óleo total produzido por unidade de área pode não aumentar, a menos que a produtividade de grãos aumente ou permaneça constante. Por isso, dependendo dos objetivos da seleção, é necessário considerar tanto a produtividade de grãos quanto o teor de óleo.

4.9. Análise reunindo as gerações $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$

4.9.1. Análise de variância

Considerando que o grau de homozigose nas gerações $F_{6:3}$ e $F_{7:3}$ é alto, foi realizada uma análise de variância com os dados das 210 progênies selecionadas em $F_{6:3}$ (Tabela 30). O quadrado médio do erro médio conjunto geral foi obtido pela média entre o erro efetivo médio geral da Tabela 8 (análise conjunta da geração $F_{6:3}$) e o erro médio da Tabela 11 (análise conjunta da geração $F_{7:3}$), ponderando pelos graus de liberdade.

A análise mostra que entre locais houve diferença para os caracteres PG, PO e APM. Entre épocas existiu diferença nos caracteres NDM, APM, PG %OL e PO, resultado esperado pelas análises de cada geração e pelo fato das épocas serem totalmente diferentes. A interação locais x épocas foi significativa unicamente para os caracteres NDM e %OL.

O caráter VA é uma qualificação visual do melhorista e é própria de cada experimento pelo que depende principalmente do comportamento geral da população que está sob avaliação no experimento. Isso explica a não significância para esse caráter nas fontes de variação de locais e épocas.

Entre cruzamentos houve diferenças significativas para os caracteres NDM, APM e VA. Entre as progênies em geral, houve diferenças significativas para todos os caracteres, exceto PO.

Entre as progênies intermediárias e tardias não houve diferença significativa para nenhum caráter. Porém, entre as progênies precoces houve diferenças para todos os caracteres. As progênies em geral não apresentaram interação com locais para nenhum caráter. A interação com épocas aconteceu para os caracteres APM, %OL e VA, sendo que a tripla interação ocorreu nos caracteres APM, PG e PO.

As interações de locais e épocas foram negligíveis para todos os caracteres, nos três ciclos de maturidade, com exceção da interação épocas x genótipos para o caráter VA, nas progênies precoces. Todos os ciclos de maturidade apresentaram interação tripla para os caracteres PG e PO, além do caráter APM nas progênies

intermediárias. A maioria de estudos sobre interação G x E na literatura mostram interação genótipos x locais, genótipos x épocas (anos) e a tripla interação (Baihaki et al., 1976; Toledo et al., 1994; Pfeiffer et al., 1995) evidenciando a importância deste tipo de estudo.

4.9.2. Componentes de variância e herdabilidade

Na Tabela 31 são apresentadas as estimativas de médias ajustadas, variâncias genotípicas (σ^2_g), variâncias da interação genótipos x locais (σ^2_{gxl}), variância da interação genótipos x épocas (σ^2_{gxa}), variância da interação tripla ou de segunda ordem (σ^2_{gxla}), variância do erro médio conjunto geral (σ^2_e) e coeficiente de herdabilidade (h^2), obtidas a partir da análise apresentada na Tabela 30.

Chama muito a atenção o valor relativamente pequeno das variâncias genotípicas quando comparadas às variâncias dos erros, em todos os caracteres. Porém, de maneira geral, as variâncias genotípicas foram maiores do que as variâncias das interações, com exceção dos caracteres PG e PO. Segundo Zhou & Zhu (1994) na maioria de estudos desta natureza, a variância genotípica é maior do que as das interações, isso foi encontrado neste estudo para os caracteres NDM, APM, VA e %OL. Kwon & Torrie (1964) também encontraram resultados similares para todos os caracteres, exceto para o caráter PG.

Freqüentemente a interação genótipos x épocas (anos) é maior do que genótipos x locais e a interação genótipos x locais x épocas é menor do que as duas anteriores. No presente estudo isso aconteceu para o caráter %OL nas progênes em geral e nas precoces, e para o caráter NDM.

Para o caráter %OL, nas progênes em geral e nas precoces, a variância genotípica foi maior, seguida pelas interações genótipos x épocas, genótipos x locais e genótipos x locais x épocas. Porém, para as progênes intermediárias e tardias a maior variância foi a da interação genótipos x épocas e genotípica, respectivamente. Encontrou-se também que a influência da interação para esse caráter foi menor do que para o caráter PG, resultado também encontrado por Schutz & Bernard (1967).

De maneira geral, mesmo com a diferença do estado nutricional do solo (Apêndice 5b), as diferenças de época acabaram sendo uma fonte mais importante de variação do que as diferenças devido aos locais, exceto para o caráter PG e PO em todos os ciclos de maturação.

Também de maneira geral, as progênes menos afetadas pelas interações foram as intermediárias, resultado que também já havia sido encontrado nas análises de cada geração. Houve uma certa variação no valor das estimativas, tanto de um caráter para outro como de um ciclo de maturidade para outro, mesmo assim, os dados indicam, a exceção das progênes tardias no caráter PG e PO e as progênes intermediárias no caráter %OL, a presença de variabilidade genética entre as progênes. Existindo, portanto, a possibilidade de se obter melhoramento em cada um dos caracteres por meio de seleção.

As variâncias genótípicas estimadas a partir da Tabela 30, são , em teoria mais precisas do que as obtidas na geração $F_{7:3}$ para estas mesmas progênies (Tabelas 18-21) e se aproximam mais da verdadeira variância genotípica devido que foram removidas as variâncias devido às interações genótipos x locais, genótipos x anos e genótipos x locais x anos. O mesmo acontece com as estimativas dos coeficientes de herdabilidade. Quanto mais precisas forem essas estimativas, melhores serão as previsões de ganho genético com a seleção.

Segundo Allard (1971), pode haver uma grande variabilidade nas estimativas das variâncias que são úteis para o melhorista de plantas. Essa variabilidade depende muito da unidade ambiental para a qual as variâncias são consideradas. Quando os genótipos são ensaiados uma só vez e num só local, a soma $\sigma_g^2 + \sigma_{gl}^2 + \sigma_{ga}^2 + \sigma_{gla}^2$, é estimada como variância genética. Fazendo-se comparação em épocas diferentes, mas num só local, as quantidades estimadas são $\sigma_g^2 + \sigma_{gl}^2$ e $\sigma_{ga}^2 + \sigma_{gla}^2$. Se a comparação é feita em dois locais, mas numa época ou num só ano, as variâncias estimadas são $\sigma_g^2 + \sigma_{gxa}^2$ e $\sigma_{gl}^2 + \sigma_{gla}^2$.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem as seguintes conclusões:

- a) Nas duas gerações, apesar da seleção praticada, foi observada variabilidade genética entre as progênies para os caracteres APM, VA, PG e PO; para %OL foi observada variação só entre as progênies precoces.
- b) A semeadura na época de outono/inverno permitiu detectar e selecionar progênies com florescimento tardio em dias curtos (período juvenil longo), utilizando os caracteres NDM e APM como indicadores da presença de genes que manifestam essa característica.
- c) Nas duas gerações, a presença da interação genótipos x locais foi diferente entre caracteres e entre ciclos de maturidade; para os caracteres PG e PO houve interação nos três ciclos de maturidade, indicando existência de um comportamento diferencial das progênies nos dois locais.

- d) As progênies tardias foram as mais produtivas e as que apresentaram maior variância da interação $G \times E$, nas duas gerações, evidenciando a importância de avaliar esses genótipos em mais de um ambiente; as progênies intermediárias foram as menos influenciadas pela interação $G \times E$.
- e) Na geração $F_{6:3}$, o principal componente da interação $G \times E$ foi a parte simples (55%); já na geração $F_{7:3}$, o componente complexo foi responsável pela maior parte da interação $G \times E$ (84%).
- f) O local Anhembi foi superior permitindo aos genótipos expressarem melhor o seu potencial genético, resultando em maiores médias (principalmente para PG), maiores variâncias genéticas em todos os caracteres e maiores ganhos genéticos esperados e observados.
- g) A seleção é mais efetiva se praticada no ambiente onde o experimento está sendo realizado (seleção direta), principalmente se este ambiente é favorável ou não causa estresse.
- h) Apesar das estimativas das correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre os caracteres terem sido influenciadas pelos locais, evidenciou-se a possibilidade de selecionar progênies combinando altos valores nos caracteres PG, PO, APM e VA.

- i) Os cruzamentos que se sobressaíram pela média e variância nos caracteres NDM, APM, VA, PG e PO foram: IAC-9 x GO 79-1030 (34x35), IAC-6 x UFV-4 (37x38), AX 5355-s x Paranagoiana (13x14), Cristalina-s x IAC-6 (36x37), BR-9 x EMGOPA-301 (32x33), EMGOPA 301 x IAC-9 (33x34) e OC 79-7 x BR-9 (31x32). Entretanto, os cruzamentos com maior média para porcentagem de óleo (%OL) foram aqueles envolvendo os parentais Planalto-s, BR 80-15725-B-s e GO 81-8491.
- j) A maximização da produtividade de óleo (PO) depende mais da produtividade de grãos do que do teor de óleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABLETT, G.R.; BUZZELL, R.I.; BEVERSDORF, W.D.; ALLEN, O.B. Comparative stability of 40 indeterminate and semideterminate soybean lines. **Crop Science**, v.34, n.2, p.347-351, Mar./Apr. 1994.
- ADEGOKE, A.O.; FREY, K.J. Grain yield response and stability for oat lines with low-, medium- and high-yielding ability. **Euphytica**, v.36, n.1, p.121-127, 1987.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. New York, John Wiley & Sons, 1971. 381p.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v.4, p.503-508, 1964.
- ALLEN, E.F.L.; COMSTOCK, R.E.; RASMUSSEN, D.C. Optimal environments for yield testing. **Crop Science**, v.18, n.5, p.747-751, Sep./Dec. 1978.
- ANAND, S.C.; TORRIE, J.H. Heritability of yield and other traits and interrelationships among traits in the F₃ and F₄ generations of three soybean crosses. **Crop Science**, v.3, n.6, p.508-511, 1963.
- BAIHAKI, A.; STRUKER, R.E.; LAMBERT, J.W. Association of genotype x environment interactions of soybean lines in preliminary yield tests. **Crop Science**, v.16, n.5, p.718-721, Sep./Dec. 1976.

- BARTLEY, B.G.; WEBER, C.R. Heritable and non-heritable relationships and variability of agronomic characters in successive generations of soybean crosses. **Agronomy Journal**, v.44, n.9, p.487-493, Sept. 1952.
- 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.1248-1256.
- BONETTI, L.P. The use of single seed selection in combination with single seed descent for modifying oil content in soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). Champaign, 1978. 63p. (M.Sc.) - University of Illinois at Urbana.
- BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E., ed. **Soybean: improvement, production and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1973. p.155-186. (Agronomy, 16).
- BRIM, C.A.; COCKERHAM, C.C. Inheritance of quantitative characters in soybeans. **Crop Science**, v.1, n.3, p.187-190, May/June 1961.
- BRIM, C.A.; STUBER, C.W. Application of genetic male sterility to recurrent selection schemes in soybeans. **Crop Science**, v.13, n.5, p.528-530, Sep./Oct. 1973.
- BURTON, J.W.; BRIM, C.A. Recurrent selection in soybeans. III. Selection for increased percent oil in seeds. **Crop Science**, v.21, n.1, p.31-34, Jan./Feb. 1981.
- BURTON, J.W.; CARVER, B.F. Selection among S_1 families vs. selfed half-sib or full-sib families in autogamous crops. **Crop Science**, v.33, n.1, p.21-28, Jan./Feb. 1993.

- BURTON, J.W.; KOINANGE, E.M.K.; BRIM, C.A. Recurrent selfed progeny selection for yield in soybean using genetic male sterility. **Crop Science**, v.30, n.30, p.1222-1226, Nov./Dec. 1990.
- CARVER, B.F.; BURTON, J.W.; WILSON, R.F.; CARTER JR. T.E. Cumulative response to various recurrent selection schemes in soybean: oil quality and correlated agronomic traits. **Crop Science**, v.26, n.5, p.853-858, Sep./Oct. 1986.
- CHAUHAN, V.S.; SINGH, B.B. Heterosis and genetic variability in relation to genetic divergence in soybean. **The Indian Journal of Genetic & Plant Breeding**, v.42, n.3, p.324-328, Nov. 1982.
- COCKERHAM, C.C. Estimation of genetics variance In: HANSON, W.D.; ROBINSON, H.F., ed. **Statistical genetics and plant breeding**. Madison: National Academy of Sciences, 1963. p.53-94.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1994. 390p.
- DASHIEL, K.E.; ARIYO, O.J.; BELLO, L.; OJO, K. Genotype x environment interaction and simultaneous selection for high yield and stability in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **Annals Applied Biology**, v.124, p.133-139, 1994.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 3rd ed. New York, Longman, 1989. 438p.
- FARIAS NETO, J.T. Comportamento e variabilidade de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em cultivos de verão e inverno. Piracicaba, 1987. 87p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- FARIAS NETO, J.T. Potencialidade de progênies $F_{4:3}$ e $F_{5:3}$ derivadas de cruzamentos em cadeia para produtividade de óleo em soja. Piracicaba, 1995. 150p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FATMI, A.; WAGNER, D.B.; PFEIFFER, T.W. Intermating schemes used to synthesize a population are equal in genetic consequences. **Crop Science**, v.32, n.1, p.89-94, Jan./Feb. 1992.
- FREIRE FILHO, F.R. Análise genética de um dialelo entre genótipos precoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1988. 224p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GATES, C.E.; WEBER, C.R.; HORNER, T.W. A linkage study of quantitative characters in soybean cross. **Agronomy Journal**, v.52, n.1, p.45-49, Jan. 1960.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2.ed, Ames, Iowa State University Press, 1988. 468p.
- HANSON, W.D.; WEBER, C.R. Analysis of genetic variability from generations of plant-progeny lines in soybeans. **Crop Science**, v.2, n.1, p.63-67, Jan./Feb. 1962.
- HILL, W.G. Estimation of genetic change. I. General Theory and Design of Control Populations. **Animal Breeding Abstracts**, v.40, n.1, p.1-15, Mar. 1972.
- HIROMOTO, D.M.; VELLO, N.A. The genetic base of Brazilian soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. **Brazilian Journal of Genetics**, v.9, n.2, p.295-306, Jun. 1986.

- IGLESIAS, L. Estudio de la variabilidad genética de los principales caracteres productivos en soya (*Glycine max* (L.) Merrill). **Cultivos Tropicales**, v.10, n.2, p.85-91, Jun. 1988.
- JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. **Agronomy Journal**, v.47, n.7, p.314-318, Jul. 1955.
- KEMPTHORNE, O. **An introduction to genetic statistics**. Ames, Iowa State University Press, 1973. 545p.
- KENWORTHY, W.J.; BRIM, C.A. Recurrent selection in soybeans. I. Seed yield. **Crop Science**, v.19, n.3, p.315-318, May/June 1979.
- KRETCHMER, P.J.; KRETCHMER, N. The contribution of horticultural crops and the role of omega-3 fatty acids in health. In: QUEBEDEAUX, B.; BLISS, F.A., ed. **Horticulture and human health: contributions of fruits and vegetable**. Alexandria: American Society of Horticultural Science, 1987. p.108-120.
- KWON, S.H.; TORRIE, J.H. Heritability of and interrelationships among traits of two soybean populations. **Crop Science**, v.1, p.196-198, 1964.
- LAL, V.S.; HAQUE, M.F. Genotypic and phenotypic variability in quantitative characters in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Indian Journal of Agricultural Science**, v.42, n.1, p.30-33, 1972.
- LOISELLE, F.; VOLDENG, H.D.; TURCOTTE, P.; ST-PIÈRE, C.A. Analysis of agronomic characters for an eleven-parent diallel of early-maturing soybean genotypes in Eastern Canada. **Canadian Journal of Plant Science**, v.70, p.107-115, Jan. 1990.

- LUEDDERS, V.D. Genetic improvement in yield of soybeans. **Crop Science**, v.17, n.6, p.971-972, Nov./Dec. 1977.
- MACHADO dos SANTOS, V.L.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MORAES, C.F. de. Estimativa de herdabilidade em geração F₂ de verão e F₃ de inverno em soja. **Revista Ceres**, v.34, n.191, p.64-70, 1987.
- MAHMUD, I.; KRAMER, H.H. Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. **Agronomy Journal**, v.43, n.12, p.605-609, Dec. 1951.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.
- MALIK, S.S.; SINGH, B.B. Genetic variability and heritability of interespecific crosses of soybean. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.57, n.2, p.122-124, Feb. 1987.
- MANSUR, L.M.; LARK, K.G.; KROSS, H.; OLIVEIRA, A. Interval mapping of quantitative trait loci for reproductive morphological and seed traits of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Theoretical and Applied Genetics**, v.86, p.907-913, 1993.
- McKENDRY, A.L.; McVETTY, P.B.E.; VOLDENG, H.D. Inheritance of seed protein and seed oil content in early maturing soybean. **Canadian Journal and Genetic and Cytology**, v.27, n.5, p.603-7, Oct. 1985.
- MIRANDA, M.A.C. de; MASCARENHAS, H.A.A.; PEREIRA, J.V.C.N.A.; GALLO, P.B.; LIMA, D.S.R.; PINZAN, N.R. Soja: avaliação de linhagens com período juvenil longo e obtenção de cultivar IAC-15. **Bragantia**, v.49, n.2, p.253-268, Ago. 1990.

- MIRANDA, M.A.C. de; TEIXEIRA, J.P.F.; MASCARENHAS, H.A.A.; RETTORI, C. Possibilidade de seleção recorrente para aumento de teor de óleo em soja com a utilização da macho-esterilidade genética e da espectroscopia de ressonância nuclear magnética. **Bragantia**, v.48, n.2, p.157-172, June 1989.
- MONTAÑO-VELASCO, J.C. Análise genética de progênies F₃ de soja derivadas de cruzamentos em cadeia com ênfase na produtividade de óleo. Piracicaba, 1994. 115p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MONTEVERDE, E. Correlaciones fenotípicas y genotípicas entre rendimiento, proteína, aceite y otras características en soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista de la Facultade de Agronomia**, v.13, n.1/4, p.183-214, Dic. 1984.
- MUIR, W.M. Estimation of response to selection and utilization of control populations for additional information and accuracy. **Biometrics**, v.42, n.2, p.381-391, June 1986.
- NELSON, R.L. Measuring seed yield in soybean populations segregating for male sterility. **Crop Science**, v.27, n.4, p.632-634, Jul./Aug. 1987.
- OPENSHAW, S.J.; HADLEY, H.H. Selection indices to modify protein concentration of soybean seeds. **Crop Science**, v.24, n.1, p.1-4, Jan./Feb. 1984.
- ORF, J.H.; HELMS, T.C. Selection to maximize cross value for hectare within three soybean populations. **Crop Science**, v.34, n.5, p.1163-1167, Sep./Oct. 1994.
- PFEIFFER, T.W.; GRABAU, L.J.; ORF, J.H. Early maturity soybean production system: genotype x environment interaction between regions of adaptation. **Crop Science**, v.35, p.108-112, Jan./Feb. 1995.

- PFEIFFER, T.W.; HILDEBRAND, O.F.; TEKRONY, D.M. Agronomic performance of soybean lipoxigenase isolines. **Crop Science**, v.32, n.2, p.357-362, Mar./Apr. 1992.
- PFEIFFER, T.W.; SURYATI, D.; EGLI, D.B. Soybean plant introductions selected for seed filling period or yield: performance as parents. **Crop Science**, v.31, n.6, p.1418-1421, Nov./Dec. 1991.
- PHUL, P.S.; SHARMA, S.R. Screening of soybean germplasm for high-protein and high oil lines. **Soybean Genetics Newsletter**, v.20, p.68-69, May 1993.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 13ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. 1990. 468p.
- PIPER, T.E.; FEHR, W.R. Yield improvement in a soybean population by utilizing alternatives strategies of recurrent selection. **Crop Science**, v.27, n.2, p.172-180, Mar./Apr. 1987.
- PRIJIC, L.M. Performance of AP₆, AP₁₂ and AP₁₄ population progeny. **Soybean Genetic Newletters**, v.20, p.212-215, May 1993.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**. Aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Editora da UFG, 1993. 271p.
- ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, v.15, n.3, p.469-485, Sept. 1959.
- ROBINSON, H.F.; COCKERHAM, C.C. Estimación y significado de los parámetros genéticos. **Fitotecnia Latinoamericana**, v.2, n.1/2, p.23-28, 1965.

- RODRIGUEZ de CIANZIO, S.; CAVINS, J.F.; FEHR, W.R. Protein and oil percentage of temperate soybean genotypes evaluated in tropical environments. **Crop Science**, v.25, p.602-606, Jul./Aug. 1985.
- ROESSING, A.C. **Situação mundial das oleaginosas**. Informe Econômico CNPso, v.2, n.2, p.5-20, agosto, 1995.
- ROSE, I.A. Evaluation of soybean breeding lines by examining their responses to sowing date and row spacing. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.27, n.5, p.721-726, 1987.
- ROSE, J.L.; BUTLER, D.G.; RYLEY, M.J. Yield improvement in soybeans using recurrent selection. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.43, p.135-144, 1992.
- ROSIELLE, A.A.; HAMBLIN, J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. **Crop Science**, v.21, n.6, p.943-946, Nov./Dec. 1981.
- SANTOS, C.A.F.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, T. Parâmetros genéticos e seleção indireta em progênies F_6 de um cruzamento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, v.42, n.240, p.155-166, 1995a.
- SANTOS, C.A.F.; REIS, M.S.; CRUZ, C.D. SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Adequação de modelos no estudo do coeficiente de trilha dos componentes primários e secundários de progênies F_6 de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, v.42, n.240, p.111-121, Mar./Abr. 1995b.
- SAS Institute Inc. **SAS User's Guide: Statistic**, version 5 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc, 1985. 956p.

- SCHNEBLY, S.R.; FEHR, W.R. Effect of years and planting dates on fatty acid composition of soybean genotypes. **Crop Science**, v.33, n.4, p.716-719, July/Aug. 1993.
- SCHOENER, C.S.; FEHR, W.R. Utilization of plant introductions in soybean breeding populations. **Crop Science**, v.19, n.2, p.185-188, Mar./Apr. 1979.
- SCHUTZ, W.M.; BERNARD, R.L. Genotype x environment interaction in the regional testing of soybean strains. **Crop Science**, v.7, n.2, p.125-130, Mar./Apr. 1967.
- SCOTT, R.A.; CHAMPOUX, M.; SCHAPAUGH, Jr. W.T. Influence of environment productivity levels and yield stability on selection strategies in soybean. **Euphytica**, v.78, n.1/2, p.115-122, 1994.
- SHANNON, J.G.; WILCOX, J.R.; PROBST, A.H. Estimated gains from selection for protein and yield in the F₄ generation of six soybean populations. **Crop Science**, v.12, n.6, p.824-826, Nov./Dec. 1972.
- SHORTER, R.; BYTH, D.E.; MUNGOMERY, V.E. Genotype x environment interactions and environmental adaptation. II. Assessment of environmental contributions. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.28, p.223-235, 1977.
- SMITH, R.R.; WEBER, C.R. Mass selection by specific gravity for protein and oil in soybean populations. **Crop Science**, v.8, n.3, p.373-377, May/June 1968.
- SOARES, P.C.; SEDIYAMA, C.S.; CRUZ, C.D.; SILVA, J.C. Genotype x Environment interaction and indirect selection of rice in irrigated and nonirrigated flood plain areas. **Brazilian Journal of Genetics**, v.18, n.4, p.563-568, Dec. 1995.

- SOLDINI, D.O. Interação genótipos x locais e correlações entre caracteres com ênfase na produtividade de óleo em soja. Piracicaba, 1993. 136p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SOUZA JÚNIOR, C.L. **Componentes da variância genética e suas aplicações no melhoramento vegetal.** Piracicaba-FEALQ. Piracicaba, 1989. 134p.
- ST MARTIN, S.K. A new recurrent selection scheme incorporating genetic male sterility. **Soybean Genetics Newsletter**, v.8, p.107-109, Apr. 1981.
- SUMARNO; FEHR, W.R. Response to recurrent selection for yield soybeans. **Crop Science**, v.22, n.2, p.295-299, Mar./Apr. 1982.
- TAKEDA, R.W.; SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P. Progeny test for the "ESAL 501" x A 354" common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) hybrid at different locations. **Brazilian Journal of Genetics**, v.14, n.3, p.771-779, 1991.
- TEIXEIRA, J.P.F.; RAMOS, M.T.B.; MIRANDA, M.A.C. de; MASCARENHAS, H.A.A. **Relação entre os principais constituintes químicos de grãos de soja.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. **Anais.** Londrina, EMBRAPA-CNPs, 1984.
- TINIUS, C.N.; BURTON, J.W.; CARTER, JR. T.E. Recurrent selection for seed size in soybean: III. Indirect effects on seed composition. **Crop Science**, v.33, n.5, p.959-962, Sep./Oct. 1993.
- TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; HILL, R.F.S.; MENOSSO, O.G. Ganho genético em soja no estado do Paraná, via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, p.89-94, 1990.

- TOLEDO, J.F.F.; OLIVEIRA, M.F.; TSUTIDA, A.C.; KIIHL, R.A.S. Genetic analysis of growth of determinate soybean genotypes under three photoperiods. **Brazilian Journal of Genetics**, v.16, n.3, p.713-748, Sept. 1993.
- TOLEDO, J.F.F. de; TRILLER, C.; DONATO, L.T.; OLIVEIRA, M.F. de; TSUTIDA, A.C. Genetic control of flowering in determinate soybean genotypes under diverse photoperiods. **Brazilian Journal of Genetics**, v.17, n.2, p.187-195, June 1994.
- VAN SANFORD, D.A.; PFEIFFER, T.W.; CORNELIUS, P.L. Selection index based on genetic correlations among environments. **Crop Science**, v.33, n.6, p.1244-1248, Nov./Dec. 1993.
- VELLO, N.A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento de soja na ESALQ/USP. In: CÂMARA, G.M.S; MARCOS FILHO, J.; OLIVEIRA, E.A.M., ed. **Simpósio sobre cultura e produtividade da soja**. Piracicaba: FEALQ, 1992. p.60-81.
- VELLO, N.A. Base genética, fontes de genes e métodos de melhoramento para resistência a doenças. In: BANDEL, G.; VELLO, N.A.; MIRANDA FILHO, J.B., ed. **ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO**, 12., Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Genética, 1995. p.11-23.
- VELLO, N.A.; FEHR, W.R.; BAHRENFUS, J.B. Genetic variability and agronomic performance of soybean populations developed from plant introductions. **Crop Science**, v.24, n.3, p.511-514, May/June 1984.

- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P., ed. **Melhoramento e produtividade do milho**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap.5, p.137-214.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 1992. 486p.
- VERNETTI, F.J.; CUNHA, G.M.F. da; ZONTA, E.P. Estabilidade fenotípica de cultivares de soja no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.11, p.1593-1602, Nov. 1990.
- WEBER, C.R.; MOORTHY, B.R. Heritable and nonheritable relationship and variability of oil content and agronomic characters in the F₂ generation of soybean crosses. **Agronomy Journal**, v.44, n.4, p.202-209, Apr. 1952.
- WILCOX, J.R. Breeding soybeans for improved oil quantity and quality. In: SHIBLES, R., ed. **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3.**, Ames, 1985. **Proceedings**. Boulder Westview Press, 1985. p.380-386.
- WILCOX, J.R.; CAVINS, J.F. Normal and low linolenic acid soybean strains: response to planting date. **Crop Science**, v.32, n.5, p.1248-1251, Sep./Oct. 1992.
- WILCOX, J.R.; SCHAPAUGH, JR. W.T.; BERNARD, R.L.; COOPER, R.L.; FEHR, W.R.; NIEHAUS, M.H. Genetic improvement of soybeans in the midwest. **Crop Science**, v.19, n.6, p.803-805, Nov./Dec. 1979.
- ZAVALA-GARCIA, F.; BRAMEL-COX, P.J.; EASTIN, J.D.; WITT, M.D.; ANDREWS, D.J. Increasing the efficiency of crop selection for unpredictable environments. **Crop Science**, v.32, p.51-57, 1992.

ZHANG, J.; HE, Z. Genetic improvement and ecogeographical distribution of composition of soybean varieties released in Heilongjiang Province of China. **Soybean Genetics Newsletter**, v.18, p.90-95, Apr. 1991.

ZHOU, X.; ZHU, J. Genotype by Environment interactions of tofu processing traits in soybeans. **Soybean Genetics Newsletter**, v.21, p.64-69, May 1994.

ZIMBACK, L. Cruzamentos em cadeia entre genótipos adaptados e exóticos de soja com ênfase na produção de óleo. Piracicaba, 1992. 178p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

TABELAS

Tabela 1 Esquema da análise de variância em blocos aumentados para os caracteres avaliados em progênies $F_{6:3}$ e nas testemunhas comuns. Semeadura em 24 e 25/01/94 nos locais Areão e Anhembi (Piracicaba,SP).

FV	GL	QM	F
Blocos (B)	B - 1	QM ₁	.-.
Tratamentos ajustados	R + T - 1	QM ₂	QM ₂ /QM ₆
Regulares(R)/B	(R - 1)B	QM ₃	QM ₃ /QM ₆
Testemunhas (T)	T - 1	QM ₄	QM ₄ /QM ₆
T vs R/B	B	QM ₅	QM ₅ /QM ₆
Resíduo Intrablocos	(B - 1)(T - 1)	QM ₆	
TOTAL	R + BT - 1		

Tabela 2 Esquema da análise de variância por local com progênies $F_{6,3}$, empregando as médias ajustadas e o erro efetivo médio com as esperanças matemáticas dos quadrados médios. Semeadura em 24 e 25/01/94.

FV	QM	E(QM)	F
Repetições	QM ₁	.-	QM ₁ /QM ₁₁
Ciclos (Ci)	QM ₂	.-	QM ₂ /QM ₅
Cadeias (Ca)/Ci	QM ₃	.-	QM ₃ /QM ₅
Cruzamentos (Cr)/Ca/Ci	QM ₄	.-	QM ₄ /QM ₅
Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	QM ₅	$\sigma^2E + r\sigma^2g(P)$	QM ₅ /QM ₁₁
Precoces (M)	QM ₆	$\sigma^2E + r\sigma^2g(M)$	QM ₆ /QM ₁₁
Intermediários (I)	QM ₇	$\sigma^2E + r\sigma^2g(I)$	QM ₇ /QM ₁₁
Tardios (T)	QM ₈	$\sigma^2E + r\sigma^2g(T)$	QM ₈ /QM ₁₁
Resíduo	QM ₉		
Erro Efetivo	QM ₁₀		
Erro Efetivo Médio ¹	QM ₁₁	σ^2E	

¹Erro efetivo médio : média ponderada entre o resíduo e o erro efetivo;

σ^2E : variância ambiental;

$\sigma^2g(P)$: variância genética entre progênies;

$\sigma^2g(M)$: variância genética entre precoces;

$\sigma^2g(I)$: variância genética entre intermediárias;

$\sigma^2g(T)$: variância genética entre tardias; e

r : número de repetições.

Tabela 3 Esquema da análise conjunta envolvendo dois locais (Areão e Anhembí) e progênies $F_{6:3}$ de soja, empregando o erro efetivo médio geral com as esperanças matemáticas. Semeadura em 24 e 25/01/94.

FV	QM	E(QM)	F
Locais (L)	QM ₁	.-	QM ₁ /QM ₂
Repetições (R)/L	QM ₂	.-	QM ₂ /QM ₁₇
Ciclos (Ci)	QM ₃	.-	QM ₃ /QM ₁₀
Cadeias (Ca)/Ci	QM ₄	.-	QM ₄ /QM ₁₁
Cruzamentos (Cr)/Ca/Ci	QM ₅	.-	QM ₅ /QM ₁₂
Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	QM ₆	$\sigma^2E + r\sigma^2LxP + rl\sigma^2g(P)$	QM ₆ /QM ₁₃
Precoces (M)	QM ₇	$\sigma^2E + r\sigma^2LxM + rl\sigma^2g(M)$	QM ₇ /QM ₁₄
Intermediárias (I)	QM ₈	$\sigma^2E + r\sigma^2LxI + rl\sigma^2g(I)$	QM ₈ /QM ₁₅
Tardias (T)	QM ₉	$\sigma^2E + r\sigma^2LxT + rl\sigma^2g(T)$	QM ₉ /QM ₁₆
L x Ci	QM ₁₀	.-	QM ₁₀ /QM ₁₇
L x Ca/Ci	QM ₁₁	.-	QM ₁₁ /QM ₁₇
L x Cr/Ca/Ci	QM ₁₂	.-	QM ₁₂ /QM ₁₇
L x P/Cr/Ca/Ci	QM ₁₃	$\sigma^2E + r\sigma^2LxP$	QM ₁₃ /QM ₁₇
L x M	QM ₁₄	$\sigma^2E + r\sigma^2LxM$	QM ₁₄ /QM ₁₇
L x I	QM ₁₅	$\sigma^2E + r\sigma^2LxI$	QM ₁₅ /QM ₁₇
L x T	QM ₁₆	$\sigma^2E + r\sigma^2LxT$	QM ₁₆ /QM ₁₇
Erro Efetivo Médio Geral ¹	QM ₁₇	σ^2E	

¹Obtido da média aritmética entre os erros efetivos médios da análise individual;

σ^2_{LxP} : variância da interação locais x progênies;

$\sigma^2g(P)$: variância genética entre progênies;

$\sigma^2g(M)$: variância genética entre precoces;

$\sigma^2g(I)$: variância genética entre intermediárias;

$\sigma^2g(T)$: variância genética entre tardias;

r : número de repetições; e

l : número de locais.

Tabela 4 Esquema da análise de variância em blocos incompletos com testemunhas comuns por local, em progênies $F_{7:3}$ de soja, com as esperanças dos quadrados médios. Semeadura em 22 e 28/10/94.

FV	QM	E(QM)	F
Experimentos (G)	QM ₁	.-	QM ₁ /QM ₂
Repetições (R)/G	QM ₂	.-	QM ₂ /QM ₁₄
Tratamentos ajustados (Z)	QM ₃	.-	QM ₃ /QM ₁₄
- Ciclos (Ci)	QM ₄	.-	QM ₄ /QM ₇
- Cadeias (Ca)/Ci	QM ₅	.-	QM ₅ /QM ₇
- Cruzamentos (Cr)/Ca/Ci	QM ₆	.-	QM ₆ /QM ₇
- Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	QM ₇	$\sigma^2E + r\sigma^2g(P)$	QM ₇ /QM ₁₄
* Precoces (M)	QM ₈	$\sigma^2E + r\sigma^2g(M)$	QM ₈ /QM ₁₄
* Intermediárias (I)	QM ₉	$\sigma^2E + r\sigma^2g(I)$	QM ₉ /QM ₁₄
* Tardias (T)	QM ₁₀	$\sigma^2E + r\sigma^2g(T)$	QM ₁₀ /QM ₁₄
- Testemunhas (C)	QM ₁₁	.-	QM ₁₁ /QM ₁₄
- P vs C	QM ₁₂	.-	QM ₁₂ /QM ₁₄
G x C	QM ₁₃	.-	QM ₁₃ /QM ₁₄
Erro	QM ₁₄	σ^2E	

σ^2E : variância ambiental;

$\sigma^2g(p)$: variância genética entre progênies dentro de cruzamentos, cadeias e ciclos de maturidade;

r : número de repetições;

Empregando a simbologia de Pimentel Gomes (1990) onde: g : número de experimentos; z : número de tratamentos regulares; e c : número de tratamentos comuns, num total de $V = gz + c$ tratamentos. Cada experimento ensaiado em r repetições de $K = Z + C$ parcelas.

Tabela 5 Esquema da análise conjunta de variância através de dois locais (Areão e Anhembi) e duas épocas de semeadura em progênes F_{6:3} e F_{7:3} de soja. Semeaduras em 24 e 25/01/94 em blocos aumentados e em 22 e 28/10/94, em látice.

FV	QM	E(QM)*	F*
Locais (L)	QM ₁	.-	.-
Épocas (A)	QM ₂	.-	.-
L x A	QM ₃	.-	.-
Repetições (R)/L/A	QM ₄	.-	.-
Cruzamentos (C)	QM ₅	.-	.-
Progênes (P)/C	QM ₆	$\sigma^2E + r\sigma^2LxP + rla\sigma^2g(P)$	QM ₆ /QM ₁₃
- Precoces (M)	QM ₇	$\sigma^2E + r\sigma^2LxM + rla\sigma^2g(M)$	QM ₇ /QM ₁₄
- Intermediárias (I)	QM ₈	$\sigma^2E + r\sigma^2LxI + rla\sigma^2g(I)$	QM ₈ /QM ₁₅
- Tardias (T)	QM ₉	$\sigma^2E + r\sigma^2LxT + rla\sigma^2g(T)$	QM ₉ /QM ₁₆
L x C	QM ₁₀	.-	.-
A x C	QM ₁₁	.-	.-
L x A x C	QM ₁₂	.-	.-
L x P/c	QM ₁₃	$\sigma^2E + r\sigma^2LxP$	QM ₁₃ /QM ₂₆
- L x M	QM ₁₄	$\sigma^2E + r\sigma^2LxM$	QM ₁₄ /QM ₂₆
- L x I	QM ₁₅	$\sigma^2E + r\sigma^2LxI$	QM ₁₅ /QM ₂₆
- L x T	QM ₁₆	$\sigma^2E + r\sigma^2LxT$	QM ₁₆ /QM ₂₆
A x P/c	QM ₁₇	$\sigma^2E + (a/a-1)r\sigma^2LxAxP + (a/a-1)rl\sigma^2AxP$	QM ₁₇ /QM ₂₁
- A x M	QM ₁₈	$\sigma^2E + (a/a-1)r\sigma^2LxAxM + (a/a-1)rl\sigma^2AxM$	QM ₁₈ /QM ₂₂
- A x I	QM ₁₉	$\sigma^2E + (a/a-1)r\sigma^2LxAxI + (a/a-1)rl\sigma^2AxI$	QM ₁₉ /QM ₂₃
- A x T	QM ₂₀	$\sigma^2E + (a/a-1)r\sigma^2LxAxT + (a/a-1)rl\sigma^2AxT$	QM ₂₀ /QM ₂₄
L x A x P/c	QM ₂₁	$\sigma^2E + (a/a-1)r\sigma^2LxAxP$	QM ₂₁ /QM ₂₆
- L x A x M	QM ₂₂	$\sigma^2E + (a/a-1)r\sigma^2LxAxM$	QM ₂₂ /QM ₂₆
- L x A x I	QM ₂₃	$\sigma^2E + (a/a-1)r\sigma^2LxAxI$	QM ₂₃ /QM ₂₆
- L x A x T	QM ₂₄	$\sigma^2E + (a/a-1)r\sigma^2LxAxT$	QM ₂₄ /QM ₂₆
Resíduo	QM ₂₅	.-	
Erro Médio	QM ₂₆	σ^2E	
Conjunto Geral			

σ^2LxAxP : variância da interação locais x épocas x progênes;

σ^2LxP : variância da interação locais x progênes;

σ^2AxP : variância da interação épocas x progênes;

r : número de repetições.

l : número de locais; e

a : número de épocas.

* : segundo Vencovsky & Barriga, 1992.

Tabela 6 Análise de variância com médias ajustadas para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO) para progênies F_{6.3} de soja. Semeadura em 24/01/94, Areão, Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	G.L.	NDM	APM	VA ^{1/}	PG	%OL	PO
Repetições	1	136,5632 ^{NS}	548,7615**	1,1510**	0,0011 ^{NS}	5,1660*	0,0001 ^{NS}
Ciclos (Ci)	2	16768,0273**	18736,0273**	1,4337**	2,3928**	7,0593*	0,1301**
Cadeias (Ca)/Ci	3	547,4158**	1183,0936**	0,3379**	0,4621**	7,1098*	0,0470**
Cruzamentos(Cr)/Ca/Ci	93	273,1074**	698,1674**	0,1618**	0,3968**	1,9139*	0,0205**
Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	798	83,3786**	135,5746**	0,0379**	0,1649**	1,1100 ^{NS}	0,0084**
- Precoces (M)	515	63,8177 ^{NS}	125,9216**	0,0386**	0,1520**	1,2439**	0,0078**
- Intermediárias (I)	128	97,3800**	126,7216**	0,0302**	0,1602**	0,8231 ^{NS}	0,0084**
- Tardias (T)	155	139,0931**	174,7773**	0,0415**	0,2070**	0,9039 ^{NS}	0,0104**
Resíduo	695	66,6380	56,3500	0,0197	0,0998	1,0195	0,0057
Erro Efetivo	150	97,3380	68,6310	0,0250	0,0750	0,6880	0,0050
Erro Efetivo Médio	845	72,0877	58,5301	0,0206	0,0954	0,9607	0,0056
Média de Progênies							
		116,52	49,13	1,72	0,93	22,40	0,21
Média das Testemunhas							
		114,78	56,09	1,80	0,80	22,11	0,17
C.V. %							
		7,3	15,6	8,3	33,2	4,4	35,6
R ²							
		0,79	0,88	0,80	0,72	0,62	0,71
UNIDADES							
		dias	cm	notas	t/ha	%	t/ha

*, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente.
NS: não significativo.

1/: transformado por $\sqrt{x + 0,5}$, $x = 1$ a 5.

Tabela 7 Análise de variância com médias ajustadas para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies F_{6,3} de soja. Semeadura em 25/01/94, Anhembi, Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	G.L.	NDM	APM	VA ^{1/}	PG	%OL	PO
Repetições	1	5010,9809**	166,3389 ^{NS}	2,7971**	1,3270 ^{NS}	44,8602**	0,0182 ^{NS}
Ciclos (Ci)	2	1563,9233**	21906,6205**	2,8680**	15,0386**	11,1572**	0,7869**
Cadeias (Ca)/Ci	3	817,5356**	5270,7505**	0,8098**	9,7925**	4,2901**	0,6006**
Cruzamentos (Cr)/Ca/Ci	93	100,0385**	1290,5881**	0,1651**	2,9631**	2,1121**	0,1562**
Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	798	12,7265**	248,1650**	0,0359**	1,1783**	0,7123 ^{NS}	0,0622**
- Precoces (M)	515	8,8836**	229,7207**	0,0374**	0,8991**	0,8273**	0,0466**
- Intermediárias (I)	128	8,4271 ^{NS}	231,3596**	0,0319**	1,3813**	0,5306 ^{NS}	0,0721**
- Tardias (T)	155	28,7270**	322,4474**	0,0344**	1,9320**	0,4797 ^{NS}	0,1055**
Resíduo	837	8,6524	102,0713	0,0148	0,4557	0,6304	0,0254
Erro Efetivo	150	4,2850	69,3240	0,0185	0,0280	0,5450	0,0240
Erro Efetivo Médio	987	7,9887	97,0945	0,0154	0,4515	0,6174	0,0252
Média de Progênies							
		113,40	55,57	1,74	1,91	22,95	0,44
Média das Testemunhas							
		111,38	64,96	1,80	2,07	22,78	0,47
C.V. %							
		2,5	17,7	7,1	35,2	3,4	36,1
R ²							
		0,81	0,84	0,84	0,78	0,62	0,77
UNIDADES							
		dias	cm	notas	t/ha	%	t/ha

*, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente.

NS: não significativo.

1/: transformado por $\sqrt{x + 0,5}$, $x = 1$ a 5.

Tabela 8 Análise conjunta de variância com médias ajustadas para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies F_{6,3} de soja. Semeaduras em 24 e 25/01/94, em dois locais (Areão e Anhembi).

Fontes de Variação	G.L.	NDM	APM	VA ^{1/}	PG	%OL	PO
Locais (L)	1	8431,5461**	10058,0221**	0,4480**	334,8093**	161,1990**	18,6742**
Repetições	2	2573,7721**	357,5502S*	1,9741**	0,6641 ^{NS}	25,0131**	0,0091 ^{NS}
Ciclos (Ci)	2	14483,9842 ^{NS}	40544,2202**	4,0783**	11,4321 ^{NS}	0,6991 ^{NS}	0,6338 ^{NS}
Cadeias (Ca)/Ci	3	576,1660 ^{NS}	5587,9241 ^{NS}	1,0405**	5,5467**	6,6301 ^{NS}	0,3403 ^{NS}
Cruzamentos (Cr)/Ca/Ci	93	232,8370*	1736,0826**	0,2830**	2,3650**	2,0066 ^{NS}	0,1231**
Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	798	58,4241**	303,5957**	0,0561**	0,8726**	0,9853 ^{NS}	0,0446**
- Precoces (M)	515	41,8024**	287,2801**	0,0593**	0,6866**	1,1500**	0,0345**
- Intermediárias (I)	128	65,3447*	269,3715**	0,0432**	0,9930**	0,6294 ^{NS}	0,0507**
- Tardias (T)	155	109,0535**	385,1143**	0,0560**	1,3797**	0,7305 ^{NS}	0,0727**
L x Ci	2	4347,2578**	64,9926 ^{NS}	0,1617**	5,6889**	16,3192**	0,2614**
L x Ca/Ci	3	761,9620**	786,1781**	0,0395 ^{NS}	3,6814**	5,1058**	0,2509**
L x Cr/Ca/Ci	93	156,4778**	204,4545**	0,0427**	0,8050**	1,9839**	0,0442**
L x P/Cr/Ca/Ci	798	40,5670**	74,4317 ^{NS}	0,0173 ^{NS}	0,4452**	0,8328 ^{NS}	0,0230**
- L x M	515	34,1824 ^{NS}	59,5336 ^{NS}	0,0164 ^{NS}	0,3259**	0,9069**	0,0170**
- L x I	128	44,7648*	85,7454 ^{NS}	0,0192 ^{NS}	0,4606**	0,7532 ^{NS}	0,0251**
- L x T	155	60,0504**	114,0871**	0,0185 ^{NS}	0,7282**	0,6575 ^{NS}	0,0412**
Erro	1532	34,9579	81,3296	0,0171	0,2942	0,8069	0,0164
Erro Efetivo Médio Geral	1832	37,5539	79,3068	0,0170	0,2871	0,7756	0,0160
Média de Progênies		114,84	52,49	1,73	1,44	22,69	0,33
Média das Testemunhas		113,08	60,52	1,83	1,43	22,45	0,32
C. V. %		5,3	16,9	7,5	37,2	3,8	38,3
R ²		0,80	0,86	0,82	0,84	0,65	0,83
UNIDADES		dias	cm	notas	t/ha	%	t/ha

*, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente.

NS: não significativo.

1/: transformado por $\sqrt{x + 0,5}$, $x = 1$ a 5.

Tabela 9 Análise de variância para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies $F_{7;3}$ de soja. Semeadura em 22/10/94, Areão, Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	G.L.	NDM	APM	VA¹	PG	%OL	PO
Experimentos (G)	3	227,1146 ^{NS}	219,7917 ^{NS}	0,0472 ^{NS}	0,0921 ^{NS}	0,1590 ^{NS}	0,0044 ^{NS}
Repetições/G	4	55,2940 ^{**}	581,2111 ^{**}	0,3594 ^{**}	6,2794 ^{**}	7,4021 ^{**}	0,3302 ^{**}
Tratamentos (Z)	213	17,2206 ^{**}	208,0183 ^{**}	0,0557 ^{**}	0,4874 ^{**}	1,2104 ^{**}	0,0248 ^{**}
* Ciclos (Ci)	2	3532,8128 ^{**}	4901,2810 ^{**}	0,0748 ^{NS}	1,2019*	0,4420 ^{NS}	0,0581*
* Cadeias (Ca)/Ci	3	98,2537 ^{**}	3301,6292 ^{**}	1,0053 ^{**}	3,2076 ^{**}	15,0609 ^{**}	0,2204 ^{**}
* Cruzamentos (Cr)/Ca/Ci	63	21,0352*	268,3097 ^{**}	0,0705*	0,6672 ^{**}	1,1717 ^{NS}	0,0330 ^{**}
* Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	141	14,0320 ^{**}	181,4695*	0,0487 ^{**}	0,3886*	0,9887 ^{NS}	0,0196*
- Precoces (M)	83	15,4450 ^{**}	180,3092*	0,0598 ^{**}	0,4655 ^{**}	1,2884*	0,0230 ^{**}
- Intermediárias (I)	23	3,3325 ^{NS}	226,6291*	0,0435 ^{NS}	0,2662 ^{NS}	0,7300 ^{NS}	0,0147 ^{NS}
- Tardias (T)	35	17,7123 ^{**}	154,5448 ^{NS}	0,0256 ^{NS}	0,2869 ^{NS}	0,4482 ^{NS}	0,0148 ^{NS}
* Testemunhas (C)	3	91,3646 ^{**}	388,5417*	0,0547 ^{NS}	1,0889*	11,2833 ^{**}	0,0685 ^{**}
* P vs C	1	34,0969*	6,9520 ^{NS}	0,0046 ^{NS}	0,8537 ^{NS}	12,9673 ^{**}	0,0613*
G x c	9	20,8090*	163,5417 ^{NS}	0,0396 ^{NS}	0,2465 ^{NS}	0,8400 ^{NS}	0,0102 ^{NS}
Erro	231	7,2948	137,1084	0,0318	0,3047	0,9322	0,0156
Média de Progênies							
		135,17	74,33	1,79	1,73	22,35	0,39
Média das Testemunhas							
		136,85	75,31	1,80	1,54	21,68	0,34
C.V. %							
		2,0	15,7	10,0	32,2	4,3	32,6
R²							
		0,92	0,72	0,69	0,67	0,61	0,67
UNIDADES							
		dias	cm	notas	t/ha	%	t/ha

*, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente.
NS: não significativo.

1/: transformado por $\sqrt{x + 0,5}$, $x = 1$ a 5.

Tabela 10 Análise de variância para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agronômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies $F_{7:3}$ de soja. Semeadura em 28/10/94, Anhembi. Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	G.L.	NDM	APM	VA ^{1/}	PG	%OL	PO
Experimentos (G)	3	25,6667 ^{NS}	109,1146 ^{NS}	0,0234 ^{NS}	1,3199 ^{NS}	1,4433 ^{NS}	0,0702 ^{NS}
Repetições/G	4	56,8132**	652,4045**	0,0153 ^{NS}	4,0551**	1,7564**	0,1986**
Tratamentos (Z)	213	17,9636**	512,7598**	0,0435**	2,0240**	1,0814**	0,0925**
* Ciclos (Ci)	2	1717,4588**	9433,0079**	0,4158**	21,4564**	2,3024 ^{NS}	0,9675*
* Cadeias (Ca)/Ci	3	58,2179**	3598,3583**	0,4467**	22,5999**	16,0500**	0,1340**
* Cruzamentos (Cr)/Ca/Ci	63	24,8895*	734,7988**	0,0557**	2,9385**	1,0984*	0,1328**
* Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	141	12,6054**	327,4239**	0,0282**	1,1497**	0,7630**	0,0517**
- Precoces (M)	83	10,9127**	388,5863**	0,0376**	1,3011**	0,9962**	0,0563**
- Intermediárias (I)	23	10,6126**	302,0173**	0,0219**	0,8331*	0,3239 ^{NS}	0,0359*
- Tardias (T)	35	17,9290**	199,1201*	0,0102 ^{NS}	0,9987**	0,4986 ^{NS}	0,0513**
* Testemunhas (C)	3	109,6667**	3573,6979**	0,4320**	18,5815**	13,3654**	0,8801**
* P vs C	1	12,5103 ^{NS}	395,5151 ^{NS}	0,0009 ^{NS}	1,4556 ^{NS}	5,5684**	0,1113 ^{NS}
G x C	9	4,4494 ^{NS}	62,5868 ^{NS}	0,0097 ^{NS}	0,4608 ^{NS}	0,5684 ^{NS}	0,0250 ^{NS}
Erro	231	4,5011	129,8319	0,0074	0,4381	0,3551	0,0204
Média de Progênies							
		136,69	75,69	1,78	3,59	21,50	0,77
Média das Testemunhas							
		136,25	72,34	1,77	3,32	21,06	0,70
C.V. %							
		1,6	15,1	4,8	18,6	2,8	18,6
R ²							
		0,92	0,83	0,87	0,84	0,80	0,84
UNIDADES							
		dias	cm	notas	t/ha	%	t/ha

*, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente.

NS: não significativo.

1/: transformado por $\sqrt{x + 0,5}$, $x = 1 \text{ a } 5$.

Tabela 11 Análise de variância conjunta com médias ajustadas para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agronômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies $F_{7,3}$ de soja. Semeaduras em 22 a 28/10/94, em dois locais (Areão e Anhembi).

Fontes de Variação	G.L.	NDM	APM	VA ^{1/}	PG	%OL	PO
Locais (L)	1	291,279 ^{NS}	1267,197 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	473,1050*	64,7970 ^{NS}	20,6279*
Repetições	2	255,2265**	2769,0066**	0,4502**	21,2541**	21,5883**	0,8963**
Ciclos (Ci)	2	763,9583 ^{NS}	4524,8883 ^{NS}	0,9997 ^{NS}	28,6522 ^{NS}	0,5231 ^{NS}	1,2960 ^{NS}
Cadeias (Ca)/Ci	3	1,4750 ^{NS}	4332,6910*	0,7077*	10,3555 ^{NS}	7,1360 ^{NS}	0,6267*
Cruzamentos (Cr)/Ca/Ci	63	33,0158**	713,1045**	0,1056**	2,5270**	1,1294**	0,1279**
Progênies (P)/Cr/Ca/Ci	141	18,9786**	350,6503**	0,0578**	0,8372*	1,1043**	0,0390 ^{NS}
- Precoces (M)	83	19,3170**	428,4295**	0,0797**	1,0757*	1,4533**	0,0488*
- Intermediárias (I)	23	8,1076 ^{NS}	328,0965 ^{NS}	0,0356 ^{NS}	0,5550 ^{NS}	0,4979 ^{NS}	0,0259 ^{NS}
- Tardias (T)	35	25,3200**	181,0237 ^{NS}	0,0204 ^{NS}	0,4571 ^{NS}	0,6752**	0,0244 ^{NS}
L x Ci	2	69,0812**	1048,1525**	0,0949*	29,7384**	0,7372 ^{NS}	1,3543**
L x Ca/Ci	3	42,1124**	316,4624**	0,0313 ^{NS}	1,2389**	3,0645**	0,0539 ^{NS}
L x Cr/Ca/Ci	63	12,0817**	284,8464**	0,0213 ^{NS}	1,1009**	1,1389*	0,0490**
L x P/Cr/Ca/Ci	141	7,5618 ^{NS}	157,7148 ^{NS}	0,0193 ^{NS}	0,7053**	0,6602 ^{NS}	0,0327**
- L x M	83	6,8759 ^{NS}	139,5506 ^{NS}	0,0181 ^{NS}	0,6979**	0,8530 ^{NS}	0,0310*
- L x I	23	5,8376 ^{NS}	200,5499 ^{NS}	0,0298 ^{NS}	0,5443 ^{NS}	0,5560 ^{NS}	0,0247 ^{NS}
- L x T	35	10,3213*	172,6413 ^{NS}	0,0154 ^{NS}	0,8285**	0,2716 ^{NS}	0,0417**
Erro	418	6,4977	169,0104	0,0250	0,4449	0,7770	0,0213
Erro Médio		5,8980	133,4702	0,0196	0,3714	0,6437	0,0180
Média de Progênies							
		136,33	75,42	1,78	2,63	21,92	0,57
Média das Testemunhas							
		136,55	73,83	1,79	2,43	21,37	0,52
C.V. %							
		1,9	17,2	8,9	25,4	4,0	25,5
R ²							
		0,81	0,71	0,71	0,88	0,66	0,87
UNIDADES							
		dias	cm	notas	t/ha	%	t/ha

*, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente.

NS: não significativo.

1/: transformado por $\sqrt{x + 0,5}$, $x = 1$ a 5.

Tabela 12 Número de dias para a maturidade (NDM). Estimativas de médias ajustadas ($\bar{x}$), variâncias fenotípicas (S^2) e intervalo de variação (iv) de cruzamentos em cadeia. Progenies $F_{6:3}$ (semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7:3}$ (semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (Areão e Anhembi).

cruz ^{1/}	Geração $F_{6:3}$						Geração $F_{7:3}$					
	Areão			Anhembi			Areão			Anhembi		
	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv
1x2	114	74	102-115	113	20	104-121	132	25	128-144	135	10	130-142
2x3	112	96	103-147	113	17	106-121	129	1	128-130	136	10	132-140
3x4	114	97	102-104	111	5	108-117	135	42	128-144	138	31	132-152
4x5	110	58	103-124	112	10	108-122	133	33	128-138	135	15	132-140
5x6	112	104	101-147	118	16	109-123	129	1	128-130	135	7	132-138
6x7	109	21	106-128	117	22	110-123	129	1	128-130	135	4	132-138
7x8	108	6	106-115	118	21	113-123	129	2	128-130	135	18	132-138
8x9	113	98	107-145	111	9	110-123	129	2	128-130	130	0	130-130
9x10	111	88	106-147	114	6	110-119	128	0	128-128	134	1	134-135
10x11	110	102	93-147	114	18	106-128	133	44	128-147	136	8	132-140
11x12	109	35	102-126	114	10	109-123	129	3	128-134	134	8	130-138
12x13	113	96	102-147	112	12	105-121	128	0	128-128	133	10	128-138
13x14	131	116	104-145	122	36	111-129	141	17	138-147	143	32	138-150
14x15	123	98	105-145	115	56	107-129	132	38	128-142	135	20	128-140
15x16	112	90	105-128	111	8	105-115	129	2	128-130	138	0	138-138
16x17	114	103	104-155	114	13	109-129	136	8	134-138	142	0	142-142
17x18	112	34	104-125	115	6	107-119	128	0	128-128	134	32	130-138
18x19	110	58	96-135	115	9	105-121	129	1	128-130	136	3	135-138
19x20	118	132	102-137	116	16	110-126	134	35	128-140	140	24	135-144
20x1	117	82	97-136	112	15	107-127	136	36	128-147	137	9	132-142
21x22	110	20	103-126	111	9	105-116	135	36	128-142	138	1	138-140
22x23	115	78	104-137	114	33	105-129	139	2	138-140	142	32	138-146
23x24	115	76	105-137	113	21	105-124	134	21	130-138	139	1	138-140
24x25	112	49	100-136	112	15	106-120	132	27	128-146	134	22	128-144
25x26	112	38	102-123	112	13	106-118	131	12	128-134	131	1	130-132
26x27	113	50	104-125	114	19	106-120	132	9	128-135	130	3	128-132
27x28	112	41	104-125	111	12	107-120	131	19	128-144	131	12	128-142
28x29	113	182	98-155	114	39	106-129	129	1	128-130	130	3	128-132
29x30	118	119	100-150	113	26	106-129	134	29	128-140	135	18	130-140
30x31	108	51	98-126	111	9	106-116	131	18	128-138	133	18	128-140
31x32	126	69	103-138	114	20	105-124	139	17	134-150	138	15	130-142
32x33	129	77	104-147	117	40	105-129	143	32	130-155	145	34	130-150
33x34	127	120	100-147	114	23	105-129	143	40	128-155	142	20	130-150
34x35	123	82	107-145	111	12	105-120	136	32	128-147	138	34	130-150
35x36	120	100	98-145	113	21	105-123	138	13	134-144	139	20	135-148
36x37	130	137	103-148	115	20	105-123	140	54	130-155	137	23	128-144
37x38	123	177	99-150	112	17	105-124	139	27	128-147	138	16	128-144
38x39	111	129	94-146	110	9	107-119	131	11	128-138	133	18	128-142
39x40	119	146	98-144	111	9	105-117	141	12	138-144	140	28	136-148
40x21	118	124	100-147	112	6	108-115	135	15	130-138	137	16	132-140
Bossier	111	-	101-120	112	-	106-118	135	-	128-142	134	-	130-138
UFV-4	124	-	104-140	113	-	106-120	142	-	134-147	141	-	138-142
IAC-SM	114	-	100-140	111	-	106-118	136	-	128-147	138	-	138-138
IAC-12	110	-	100-122	109	-	106-114	135	-	128-146	132	-	128-136
progenies	117	-	-	113	-	-	135	-	-	137	-	-
testem.	115	-	-	111	-	-	137	-	-	136	-	-

^{1/}: Os cruzamentos de 1 x 2 até 20 x 1 pertencem à cadeia de cruzamentos mista (exótico x adaptado) e os cruzamentos de 21 x 22 até 40 x 21 à cadeia de cruzamentos adaptada (adaptado x adaptado). Os números 1, 2, ..., 40 referem-se aos parentais identificados no Apêndice 3.

Tabela 13 Altura da planta na maturidade (APM). Estimativas de médias ajustadas ($\bar{x}$ em cm), variâncias fenotípicas (S^2) e intervalo de variação (iv) de cruzamentos em cadeia. Progenies $F_{6:3}$ (semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7:3}$ (semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (Areão e Anhembi).

cruz ^{1/}	Geração $F_{6:3}$						Geração $F_{7:3}$					
	Areão			Anhembi			Areão			Anhembi		
	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv
1x2	45	113	19-78	47	169	22-85	59	227	35-95	63	275	40-95
2x3	50	297	29-95	58	295	17-95	63	127	55-80	85	170	60-95
3x4	47	157	29-86	47	192	22-84	74	314	45-95	74	280	50-105
4x5	44	227	29-81	46	198	24-77	72	175	55-85	99	306	80-120
5x6	42	48	27-61	47	123	24-77	61	64	50-70	69	484	45-95
6x7	44	55	31-61	48	92	27-64	59	20	50-65	58	250	40-85
7x8	31	44	24-41	39	46	27-47	65	200	55-75	62	112	55-70
8x9	44	194	19-82	48	185	22-73	50	50	45-55	60	999	30-90
9x10	40	52	29-52	42	139	27-62	55	50	50-60	45	0	45-45
10x11	45	150	18-82	44	191	16-78	63	179	35-80	66	650	45-115
11x12	46	63	32-61	39	125	20-70	60	102	40-75	52	118	40-70
12x13	47	93	32-81	48	191	20-80	62	23	55-70	57	167	40-80
13x14	72	232	31-92	78	562	25-105	84	324	55-100	94	354	70-120
14x15	60	160	41-82	67	225	42-103	68	183	55-100	67	384	35-100
15x16	53	424	31-87	48	327	30-80	82	112	75-90	85	50	80-90
16x17	50	180	29-92	61	352	24-112	60	0	60-60	85	50	80-90
17x18	31	64	18-49	43	71	27-60	60	0	60-60	50	200	40-60
18x19	36	53	23-57	41	113	14-68	64	6	60-65	57	92	50-70
19x20	49	184	29-77	55	395	22-93	64	206	45-75	64	256	50-80
20x1	49	129	27-82	54	158	12-82	72	249	50-100	66	264	40-100
21x22	39	91	21-62	44	151	25-81	59	139	50-75	66	23	60-70
22x23	49	139	30-77	52	274	24-92	70	50	65-75	60	200	50-70
23x24	51	253	18-77	56	287	19-85	81	173	70-100	85	217	70-100
24x25	46	81	28-75	57	204	29-91	76	171	50-95	85	412	55-130
25x26	53	116	38-71	58	246	34-80	67	42	60-75	94	623	60-120
26x27	36	40	18-48	39	57	24-59	60	75	40-65	54	243	30-80
27x28	48	115	28-73	61	192	34-85	78	126	45-95	87	278	45-110
28x29	51	328	28-108	67	457	35-130	78	284	50-100	72	375	50-105
29x30	44	204	24-82	49	252	23-90	66	322	45-110	54	119	40-70
30x31	42	105	23-59	59	275	25-99	72	150	60-90	85	121	75-110
31x32	60	154	33-78	72	283	34-110	83	227	60-100	95	309	55-120
32x33	62	117	39-83	66	211	35-110	82	109	65-100	83	209	55-110
33x34	62	146	37-87	71	154	45-110	85	178	55-115	83	121	55-105
34x35	56	95	34-76	62	164	29-90	81	161	60-100	84	104	70-105
35x36	55	180	23-82	60	256	20-100	79	298	50-100	84	39	75-95
36x37	65	72	43-82	73	211	39-100	86	194	65-110	88	296	55-120
37x38	61	187	29-92	72	299	30-110	90	113	70-110	91	98	65-105
38x39	46	81	28-73	59	167	24-80	74	103	50-90	66	334	35-95
39x40	45	116	23-72	52	109	30-77	89	123	75-100	77	92	70-90
40x21	39	53	24-53	49	212	25-93	81	73	70-90	67	242	55-90
Bossier	45	-	30-60	51	-	30-65	68	-	50-100	54	-	45-60
UFV-4	63	-	45-80	70	-	35-95	84	-	60-105	92	-	80-105
IAC-SM	69	-	45-85	86	-	70-100	74	-	55-95	89	-	60-110
IAC-12	47	-	30-75	53	-	40-65	76	-	60-105	54	-	45-70
Progenies	49	-	-	56	-	-	74	-	-	76	-	-
Testem.	56	-	-	65	-	-	75	-	-	72	-	-

^{1/}: Os cruzamentos de 1 x 2 até 20 x 1 pertencem à cadeia de cruzamentos mista (exótico x adaptado) e os cruzamentos de 21 x 22 até 40 x 21 à cadeia de cruzamentos adaptada (adaptado x adaptado). Os números 1, 2, ..., 40 referem-se aos parentais identificados no Apêndice 3.

Tabela 14 Valor agrônomo (VA). Estimativas de médias ajustadas ($\bar{x}$), variâncias fenotípicas (S^2) e intervalo de variação (iv) de cruzamentos em cadeia. Progenies $F_{6:3}$ (semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7:3}$ (semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (Areão e Anhembi).

cruz ^{1/}	Geração $F_{6:3}$						Geração $F_{7:3}$					
	Areão			Anhembi			Areão			Anhembi		
	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv
1x2	2,3	0,0345	0,9-4,4	2,3	0,0275	1,0-3,8	2,0	0,0582	1,0-3,5	2,3	0,0123	2,0-3,0
2x3	2,3	0,0429	0,9-3,4	2,6	0,0467	1,1-4,3	2,3	0,0731	1,0-3,5	2,5	0,0084	2,0-3,0
3x4	2,5	0,0296	1,1-3,6	2,1	0,0517	0,9-3,6	2,9	0,0212	2,0-3,5	2,9	0,0243	2,0-4,0
4x5	2,1	0,0417	0,8-3,1	1,8	0,0651	0,9-3,1	2,5	0,0280	2,0-3,0	2,6	0,0048	2,5-3,0
5x6	2,2	0,0317	0,9-3,1	2,2	0,0244	0,9-3,1	2,2	0,0140	2,0-3,0	2,3	0,0250	1,5-3,0
6x7	2,5	0,0301	1,3-3,5	2,4	0,0212	1,0-3,3	2,1	0,0105	2,0-3,0	2,4	0,0302	1,5-3,0
7x8	1,8	0,0570	1,1-3,0	1,9	0,0187	1,0-2,4	2,0	0,0000	2,0-2,0	1,8	0,0000	1,8-1,8
8x9	2,7	0,0429	0,8-4,1	2,4	0,0182	1,8-3,4	1,5	0,0635	1,0-2,0	1,8	0,0139	1,5-2,0
9x10	2,4	0,0257	1,3-3,0	2,1	0,0322	0,8-3,1	1,5	0,0635	1,0-2,0	1,8	0,0139	1,5-2,0
10x11	2,5	0,0316	0,9-3,3	2,2	0,0275	0,9-3,2	2,1	0,0593	1,0-3,5	2,3	0,0291	1,5-3,5
11x12	2,5	0,0275	1,3-3,7	2,1	0,0280	0,9-2,9	2,4	0,0207	2,0-3,0	2,2	0,0091	2,0-3,0
12x13	2,4	0,0256	1,0-3,5	2,3	0,0542	0,7-3,8	2,5	0,0224	2,0-3,0	2,3	0,0084	2,0-3,0
13x14	3,2	0,0525	1,6-4,6	3,3	0,0691	0,7-4,2	2,7	0,0138	2,0-3,0	3,3	0,0185	2,5-4,0
14x15	2,7	0,0515	1,3-4,3	2,9	0,0369	1,7-4,2	2,5	0,0605	1,0-4,0	2,3	0,0379	1,5-3,5
15x16	2,2	0,1120	1,2-4,0	2,0	0,0931	0,7-3,8	3,8	0,0667	3,0-4,5	3,3	0,0083	3,0-3,5
16x17	2,4	0,0468	1,1-4,6	2,6	0,0416	1,0-3,9	2,0	0,0000	2,0-2,0	3,0	0,0000	3,0-3,0
17x18	1,2	0,0218	0,6-2,1	1,7	0,0311	1,0-2,6	2,0	0,0000	2,0-2,0	2,5	0,0000	2,5-2,5
18x19	1,7	0,0384	0,7-3,2	2,1	0,0310	1,0-3,2	2,5	0,0280	2,0-3,0	2,3	0,0076	2,0-2,5
19x20	2,3	0,0540	0,7-4,1	2,7	0,0321	1,5-4,2	2,5	0,1489	1,0-4,0	2,4	0,0374	1,5-3,0
20x1	2,6	0,0333	0,9-4,1	2,7	0,0247	1,1-4,2	2,6	0,0650	1,0-4,0	2,3	0,0271	1,0-3,0
21x22	1,8	0,0505	0,7-3,6	2,1	0,0326	1,0-3,6	2,4	0,1185	1,0-3,5	2,4	0,0194	2,0-3,0
22x23	2,3	0,0263	0,7-3,1	2,4	0,0405	1,1-3,9	2,3	0,0114	2,0-2,5	2,3	0,0114	2,0-2,5
23x24	2,5	0,0481	0,8-3,7	2,6	0,0522	0,9-4,1	3,3	0,0281	2,5-4,0	3,1	0,0042	3,0-3,5
24x25	2,5	0,0183	1,4-3,6	2,6	0,0201	1,9-4,2	3,0	0,0483	2,0-4,5	2,9	0,0226	2,0-4,0
25x26	2,7	0,0207	1,8-3,4	2,7	0,0182	1,9-3,6	3,1	0,0042	3,0-3,5	3,3	0,0281	2,5-4,0
26x27	2,1	0,0218	0,9-2,9	2,1	0,0232	0,9-2,9	2,2	0,0337	1,0-3,0	2,1	0,0259	1,0-3,0
27x28	2,7	0,0208	1,4-3,5	2,6	0,0284	0,9-3,9	3,2	0,0522	2,0-5,0	2,9	0,0459	2,0-4,5
28x29	2,7	0,0320	1,2-4,6	2,8	0,0230	1,5-4,2	3,3	0,1022	2,0-5,0	2,8	0,0292	2,0-4,0
29x30	2,2	0,0397	1,2-4,1	2,5	0,0372	1,0-3,9	2,4	0,0260	2,0-3,5	1,9	0,0250	1,0-2,5
30x31	2,2	0,0298	1,2-3,3	2,6	0,0284	1,1-3,5	2,5	0,0287	2,0-3,5	2,8	0,0055	2,5-3,0
31x32	2,8	0,0275	1,7-3,8	3,1	0,0201	1,2-4,2	3,2	0,0520	2,0-5,0	3,0	0,0239	2,0-4,0
32x33	3,1	0,0275	2,0-4,8	3,3	0,0265	1,2-4,8	2,9	0,0409	2,0-4,0	3,1	0,0127	2,5-4,0
33x34	3,0	0,0312	1,6-4,8	3,3	0,0178	2,1-4,8	3,0	0,0297	2,0-5,0	3,0	0,0114	2,0-4,0
34x35	2,7	0,0319	1,2-3,9	2,9	0,0194	1,1-3,7	3,2	0,0375	2,0-4,0	3,0	0,0059	2,5-3,5
35x36	2,6	0,0392	1,0-4,1	2,8	0,0388	1,1-4,3	3,1	0,0461	2,0-4,0	3,2	0,0097	2,5-3,5
36x37	3,1	0,0230	2,0-4,5	3,5	0,0294	1,6-4,4	3,0	0,0515	1,5-4,5	3,1	0,0133	2,5-4,0
37x38	2,9	0,0347	1,1-4,4	3,1	0,0356	1,2-4,5	3,1	0,0259	2,0-4,0	3,0	0,0146	2,5-4,0
38x39	2,5	0,0214	1,5-3,6	2,6	0,0176	1,2-3,7	2,8	0,0388	2,0-4,0	2,6	0,0101	2,0-3,0
39x40	2,3	0,0282	1,1-4,1	2,5	0,0264	1,0-3,5	3,0	0,0337	2,5-4,0	2,8	0,0064	2,5-3,0
40x21	2,3	0,0265	1,0-3,4	2,1	0,0376	1,0-3,1	3,5	0,0337	2,5-4,0	2,8	0,0064	2,5-3,0
Bossier	2,4	-	1,5-3,0	2,4	-	1,0-3,0	2,4	-	2,0-3,5	1,9	-	1,5-2,5
UFV-4	3,0	-	2,0-3,5	3,1	-	2,0-4,0	3,1	-	2,5-4,0	3,7	-	3,0-4,5
IAC-SM	3,3	-	2,0-4,5	3,2	-	3,0-4,0	2,7	-	1,0-4,0	3,0	-	3,0-3,0
IAC-12	2,7	-	1,5-4,0	2,6	-	2,0-3,5	2,9	-	2,0-4,0	2,1	-	2,0-2,5
Progenies	2,5	-	-	2,5	-	-	2,7	-	-	2,7	-	-
Testem.	2,7	-	-	2,7	-	-	2,7	-	-	2,6	-	-

^{1/} : Os cruzamentos de 1 x 2 até 20 x 1 pertencem à cadeia de cruzamentos mista (exótico x adaptado) e os cruzamentos de 21 x 22 até 40 x 21 à cadeia de cruzamentos adaptada (adaptado x adaptado).

Os números 1, 2, ..., 40 referem-se aos parentais identificados no Apêndice 3.

Tabela 15 Produtividade de grãos (PG). Estimativas de médias ajustadas ($\bar{x}$ em t/ha), variâncias fenotípicas (S^2) e intervalo de variação (iv) de cruzamentos em cadeia. Progenies $F_{6:3}$ (semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7:3}$ (semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (Areão e Anhembi).

cruz ^{1/}	Geração $F_{6:3}$						Geração $F_{7:3}$					
	Areão			Anhembi			Areão			Anhembi		
	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv
1x2	0,86	0,1171	0,2-1,7	1,55	0,7148	0,1-3,7	1,57	0,4007	0,7-2,8	2,98	0,7193	1,7-4,5
2x3	0,96	0,2639	0,2-2,6	1,65	1,1311	0,1-5,0	1,06	0,2903	0,6-1,8	2,18	0,6459	1,1-3,4
3x4	0,98	0,2122	0,3-2,0	1,61	0,9175	0,5-4,6	1,88	0,5598	0,7-3,3	3,67	1,6092	1,3-5,2
4x5	0,85	0,0888	0,3-1,6	1,40	0,4933	0,7-3,1	1,35	0,4220	0,8-2,2	3,22	1,4459	2,0-4,3
5x6	0,79	0,1104	0,1-1,7	1,18	0,3074	0,3-3,1	1,75	0,3961	1,1-2,7	2,88	0,4658	2,0-4,0
6x7	0,91	0,1171	0,3-1,8	1,74	0,6078	0,5-3,4	2,27	0,6311	1,1-3,6	2,97	1,1546	1,3-4,9
7x8	0,78	0,0903	0,3-1,3	1,15	0,2268	0,5-2,1	1,95	1,0368	1,2-2,7	2,95	0,5941	2,4-3,5
8x9	0,83	0,0785	0,3-1,4	1,65	0,3214	0,8-3,0	1,73	0,0018	1,7-1,8	1,76	0,0098	1,7-1,8
9x10	0,88	0,0961	0,8-1,5	1,39	0,4002	0,5-2,6	0,86	0,0041	0,8-0,9	1,18	0,0113	1,1-1,2
10x11	0,86	0,0782	0,3-1,6	1,73	0,8158	0,4-4,8	1,20	0,2909	0,4-2,0	2,40	1,9344	0,8-4,9
11x12	1,12	0,1463	0,3-2,3	1,85	0,3574	0,8-3,0	1,76	0,5222	0,7-3,2	3,14	1,1083	1,2-5,0
12x13	1,13	0,1986	0,2-2,5	2,36	0,6006	1,0-4,0	1,98	0,3045	1,3-2,7	3,60	0,6467	2,2-4,7
13x14	1,06	0,1080	0,4-1,6	2,57	1,9840	0,6-6,2	1,58	0,2744	1,1-2,5	4,61	0,7349	3,5-5,7
14x15	0,92	0,1426	0,3-1,7	2,09	0,8052	0,4-3,5	1,11	0,4555	0,5-2,9	2,84	2,0462	0,7-5,5
15x16	1,01	0,1930	0,5-1,7	1,51	0,4992	0,8-3,2	2,03	0,2178	1,7-2,4	3,62	0,2178	3,3-4,0
16x17	0,94	0,1642	0,3-2,4	1,85	0,7593	0,3-4,8	1,38	0,0041	1,3-1,4	4,71	0,5941	4,2-5,3
17x18	0,73	0,1070	0,2-1,3	1,16	0,3025	0,4-2,8	1,42	0,0145	1,3-1,5	2,98	1,5138	2,1-3,9
18x19	0,78	0,0801	0,2-1,5	1,45	0,8000	0,2-4,0	1,92	0,0426	1,8-2,2	2,47	0,4157	2,0-3,4
19x20	0,79	0,1188	0,3-1,4	1,85	1,3666	0,2-5,0	1,07	0,8606	0,2-1,9	3,00	3,9394	0,6-5,4
20x1	0,87	0,0835	0,3-1,7	1,92	0,6381	0,3-4,6	1,80	0,8797	0,3-3,4	3,40	0,9192	1,4-5,0
21x22	0,74	0,0963	0,2-1,5	1,32	0,5115	0,2-3,2	1,81	1,1617	0,4-2,8	2,81	0,8962	1,7-4,0
22x23	0,80	0,1151	0,4-1,6	1,53	1,0400	0,4-4,7	1,60	0,1058	1,4-1,8	2,96	0,9941	2,3-3,7
23x24	0,87	0,1142	0,3-1,5	1,86	1,0157	0,4-4,0	1,70	0,2118	1,2-2,2	4,47	1,4075	3,3-5,8
24x25	1,03	0,1581	0,1-1,9	2,27	0,5151	0,5-4,0	1,86	0,5414	0,6-3,3	3,45	0,8875	2,0-5,4
25x26	1,08	0,2752	0,5-2,0	2,21	0,8831	0,8-3,6	1,83	0,6258	0,9-2,8	4,59	0,1750	4,1-5,1
26x27	0,95	0,1121	0,2-1,6	1,74	0,8051	0,2-5,2	1,29	0,2811	0,3-2,1	2,70	0,7929	0,6-3,5
27x28	0,97	0,1371	0,5-1,9	2,05	0,9643	0,6-4,1	2,22	0,3019	0,7-3,1	3,51	1,1741	2,0-6,3
28x29	0,81	0,0877	0,3-1,6	1,90	0,7076	0,4-3,7	1,90	0,3384	0,8-2,5	2,97	0,7114	1,6-4,7
29x30	0,84	0,1515	0,3-1,6	1,81	0,7482	0,1-3,6	1,56	0,3274	0,8-2,5	2,68	0,6777	1,4-4,1
30x31	0,68	0,1737	0,1-2,1	1,51	0,9737	0,2-3,9	1,64	0,4277	0,6-2,6	3,15	0,5308	1,8-3,9
31x32	0,75	0,1298	0,2-1,8	2,17	1,4559	0,4-4,9	1,87	0,5008	0,5-3,0	4,10	0,5836	2,8-5,7
32x33	1,11	0,2009	0,3-2,2	2,35	1,2454	0,6-5,8	1,59	0,4509	0,5-2,7	4,42	0,6809	3,0-6,1
33x34	1,21	0,1931	0,4-2,3	2,78	1,1824	0,5-6,1	1,63	0,3776	0,6-3,3	4,19	0,9118	2,2-6,1
34x35	1,05	0,2218	0,3-2,4	2,30	0,9546	0,2-4,8	2,10	0,6411	0,8-3,3	4,17	0,6194	2,3-5,1
35x36	0,99	0,1770	0,2-2,0	2,00	1,3702	0,1-6,3	1,92	0,2078	1,4-2,6	5,09	0,6800	3,7-6,3
36x37	1,20	0,2239	0,2-2,4	2,90	1,4854	0,7-5,6	1,58	0,2257	0,8-2,6	3,89	0,7376	1,1-5,3
37x38	1,08	0,1713	0,4-2,2	2,42	1,1431	0,4-5,2	1,62	0,3825	0,9-2,9	4,50	0,5841	3,6-6,0
38x39	0,95	0,1210	0,2-1,6	1,82	0,7888	0,6-4,3	2,12	0,3709	1,2-3,1	3,59	1,0590	2,1-5,3
39x40	0,81	0,0882	0,3-1,5	1,88	0,6451	0,3-4,0	1,64	0,2107	1,0-2,1	4,81	1,4785	3,2-6,1
40x21	0,68	0,0895	0,2-1,5	1,80	0,5319	0,3-3,4	2,00	0,1462	1,8-2,6	3,28	2,1411	2,0-4,8
Bossier	0,64	-	0,2-1,4	1,55	-	0,4-2,6	1,37	-	0,40-2,87	2,05	-	1,44-2,72
UFV-4	0,84	-	0,3-1,4	2,30	-	0,5-4,0	1,74	-	1,12-2,34	4,97	-	4,20-6,27
IAC-SM	0,75	-	0,2-1,4	2,51	-	1,3-3,5	1,12	-	0,34-2,15	4,27	-	3,18-6,25
IAC-12	0,96	-	0,2-1,5	1,93	-	1,1-4,0	1,95	-	0,68-2,61	2,00	-	1,33-2,98
Progenies	0,93	-	-	1,91	-	-	1,73	-	-	3,59	-	-
Testem.	0,80	-	-	2,07	-	-	1,54	-	-	3,32	-	-

^{1/} : Os cruzamentos de 1 x 2 até 20 x 1 pertencem à cadeia de cruzamentos mista (exótico x adaptado) e os cruzamentos de 21 x 22 até 40 x 21 à cadeia de cruzamentos adaptada (adaptado x adaptado). Os números 1, 2, ..., 40 referem-se aos parentais identificados no Apêndice 3.

Tabela 16 Porcentagem de óleo (%OL). Estimativas de médias ajustadas ($\bar{x}$), variâncias fenotípicas (S^2) e intervalo de variação (iv) de cruzamentos em cadeia. Progenies $F_{6:3}$ (semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7:3}$ (semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (Areão e Anhembi).

cruz ^{1/}	Geração $F_{6:3}$						Geração $F_{7:3}$					
	Areão			Anhembi			Areão			Anhembi		
	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv
1x2	22,6	0,9827	19-25	23,0	0,4236	21-25	22,2	0,8173	21-24	21,3	0,7893	20-23
2x3	22,2	0,8687	20-24	23,0	0,8765	21-25	21,7	1,7307	20-23	20,5	2,2840	18-23
3x4	21,7	0,7484	19-24	23,1	0,6381	21-25	22,2	1,5001	20-24	21,2	1,5032	19-23
4x5	22,3	0,6877	21-23	22,7	0,9594	21-25	21,0	0,8157	20-22	20,5	0,4900	20-21
5x6	22,1	0,8471	19-24	22,5	0,8226	21-25	21,6	1,3908	20-23	21,6	0,3750	21-22
6x7	22,4	0,7074	20-24	22,5	0,7529	21-25	22,1	1,9967	20-23	20,6	0,8293	20-22
7x8	22,0	0,4469	21-24	22,8	0,7197	22-25	21,9	0,8978	21-23	21,8	1,3285	21-23
8x9	21,9	0,8184	20-24	22,7	0,4161	21-24	21,0	0,0000	21-21	21,4	2,1013	20-22
9x10	22,5	0,6305	20-24	22,1	0,7225	21-24	22,1	4,0898	21-24	21,9	0,3698	21-22
10x11	22,7	1,0776	20-25	23,1	0,6632	21-25	22,3	0,7045	21-24	20,7	1,2932	18-22
11x12	22,4	0,9012	21-24	22,8	1,1030	21-25	22,0	1,3677	20-24	20,7	1,0505	19-23
12x13	22,3	0,9884	19-24	22,7	0,9608	20-25	22,1	1,0854	20-23	20,4	0,8081	19-22
13x14	21,6	0,8941	20-23	22,9	0,6566	22-24	22,5	0,5925	21-23	20,9	0,6879	20-23
14x15	22,0	1,9815	19-25	23,3	1,8465	21-27	21,9	1,4377	20-24	21,6	0,8546	20-23
15x16	22,4	1,4929	21-25	22,7	0,5827	21-24	22,8	0,2113	22-23	21,6	0,0338	21-22
16x17	22,3	1,7725	19-25	23,5	1,3052	21-26	21,3	0,8065	21-22	20,8	0,4325	20-21
17x18	23,2	1,1494	21-25	22,2	0,8795	21-24	22,4	1,7298	22-23	20,7	0,1301	20-21
18x19	22,9	1,1574	20-26	22,1	0,8443	20-25	20,9	2,1986	19-22	22,1	1,5796	21-23
19x20	22,0	1,1036	19-24	22,7	0,9327	21-24	20,7	0,9832	20-22	21,2	0,3820	21-22
20x1	22,3	1,0064	19-24	23,3	0,6801	22-26	22,3	0,8297	21-24	21,2	0,5979	20-23
21x22	22,7	1,0714	20-26	23,2	0,5160	21-25	22,7	0,5404	22-24	21,9	1,0582	20-23
22x23	22,4	1,9918	19-26	22,9	0,3906	22-24	23,6	0,0098	23-24	22,1	0,6728	22-23
23x24	22,9	1,3144	20-25	23,1	0,3973	22-25	22,5	0,8917	22-24	21,1	0,2413	21-22
24x25	22,8	1,1938	20-26	23,0	0,6510	21-26	22,3	1,1822	20-24	22,1	0,4903	21-24
25x26	22,8	1,2255	21-25	22,8	1,1576	21-24	23,0	1,5682	21-24	21,2	0,1159	21-22
26x27	22,8	1,4594	21-26	22,9	0,8819	21-25	22,7	1,4034	20-24	22,3	0,3213	21-23
27x28	23,0	1,2331	20-25	23,1	0,9741	21-25	22,9	0,8085	22-25	22,2	0,4223	20-23
28x29	22,6	0,8887	20-25	23,2	0,9184	21-25	22,5	0,6819	21-24	21,8	0,2874	21-23
29x30	23,1	1,2150	20-26	23,1	0,6824	21-25	22,5	3,0945	18-25	21,7	0,4710	21-23
30x31	22,9	1,5194	19-25	23,4	0,7330	22-25	22,7	0,6943	21-24	21,8	0,4500	21-23
31x32	22,3	1,3465	20-25	23,2	0,5448	21-24	22,3	0,9030	20-23	21,5	0,5810	20-23
32x33	22,4	0,6076	21-24	23,3	0,9156	21-26	22,5	0,4970	21-24	22,0	0,4320	21-23
33x34	21,8	0,6877	20-24	23,1	0,2623	22-24	22,2	0,7431	20-24	21,5	0,4398	20-23
34x35	22,3	0,8583	20-24	23,1	0,6481	21-25	22,9	0,6357	22-25	22,1	0,7957	20-24
35x36	22,2	0,7792	19-25	23,0	0,6648	21-25	23,0	0,5379	22-24	22,2	0,5100	21-23
36x37	22,4	0,7314	21-24	23,0	0,4421	21-24	22,8	0,7459	21-25	21,6	0,5703	21-24
37x38	22,3	0,8725	20-25	23,1	0,4404	21-25	22,6	0,6041	22-24	21,5	0,3105	21-23
38x39	22,4	2,0821	18-25	22,9	0,9317	20-25	22,2	1,0016	21-24	21,9	0,4285	21-23
39x40	22,3	1,1363	18-25	22,9	0,5457	21-25	22,5	0,1140	22-23	21,2	0,6460	20-22
40x21	22,3	1,4954	18-26	22,6	0,8029	20-25	22,8	0,4954	22-23	20,9	0,4084	20-22
Bossier	22,3	-	20-25	22,9	-	21-26	21,5	-	19-23	21,5	-	20-23
UFV-4	22,5	-	21-24	23,5	-	21-25	23,1	-	22-25	22,4	-	21-23
IAC-SM	21,3	-	20-23	21,9	-	21-24	20,2	-	18-23	19,3	-	18-20
IAC-12	22,3	-	20-24	22,8	-	22-24	21,9	-	20-23	21,1	-	20-22
Progenies	22,4	-	-	23,0	-	-	22,4	-	-	21,5	-	-
Testem.	22,1	-	-	22,8	-	-	21,7	-	-	21,1	-	-

^{1/}: Os cruzamentos de 1 x 2 até 20 x 1 pertencem à cadeia de cruzamentos mista (exótico x adaptado) e os cruzamentos de 21 x 22 até 40 x 21 à cadeia de cruzamentos adaptada (adaptado x adaptado).

Os números 1, 2, ..., 40 referem-se aos parentais identificados no Apêndice 3.

Tabela 17 Produtividade de óleo (PO). Estimativas de médias ajustadas ($\bar{x}$ em t/ha), variâncias fenotípicas (S^2) e intervalo de variação (iv) de cruzamentos em cadeia. Progenies $F_{6:3}$ (semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7:3}$ (semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (Areão e Anhembi).

cruz ^{1/}	Geração $F_{6:3}$						Geração $F_{7:3}$					
	Areão			Anhembi			Areão			Anhembi		
	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv	$\bar{x}$	S^2	iv
1x2	0,19	0,0076	0,07-0,37	0,36	0,0345	0,06-0,83	0,35	0,0186	0,16-0,61	0,63	0,0296	0,36-0,93
2x3	0,22	0,0125	0,07-0,57	0,38	0,0569	0,06-1,13	0,23	0,0167	0,11-0,43	0,45	0,0271	0,23-0,70
3x4	0,21	0,0122	0,07-0,43	0,37	0,0481	0,08-1,08	0,41	0,0224	0,16-0,66	0,77	0,0569	0,29-1,07
4x5	0,17	0,0037	0,11-0,32	0,32	0,0314	0,13-0,78	0,29	0,0180	0,17-0,46	0,67	0,0698	0,39-0,92
5x6	0,17	0,0058	0,07-0,33	0,27	0,0195	0,08-0,78	0,38	0,0194	0,22-0,57	0,62	0,0206	0,45-0,86
6x7	0,20	0,0062	0,07-0,38	0,40	0,0326	0,11-0,71	0,50	0,0268	0,25-0,73	0,61	0,0482	0,25-0,98
7x8	0,18	0,0052	0,07-0,28	0,27	0,0135	0,13-0,51	0,43	0,0578	0,26-0,60	0,64	0,0181	0,54-0,73
8x9	0,18	0,0039	0,07-0,28	0,38	0,0200	0,13-0,71	0,35	0,0008	0,33-0,37	0,38	0,0001	0,37-0,38
9x10	0,20	0,0047	0,08-0,29	0,31	0,0234	0,11-0,63	0,19	0,0000	0,19-0,19	0,26	0,0008	0,24-0,28
10x11	0,20	0,0050	0,08-0,33	0,38	0,0420	0,06-1,06	0,27	0,0143	0,08-0,43	0,50	0,0852	0,18-1,04
11x12	0,25	0,0094	0,09-0,51	0,42	0,0212	0,13-0,73	0,39	0,0276	0,15-0,75	0,65	0,0529	0,23-1,10
12x13	0,25	0,0111	0,09-0,59	0,54	0,0332	0,23-0,96	0,44	0,0159	0,28-0,64	0,74	0,0309	0,48-1,01
13x14	0,22	0,0058	0,09-0,34	0,59	0,1090	0,13-1,41	0,36	0,0151	0,24-0,57	0,97	0,0377	0,73-1,21
14x15	0,20	0,0068	0,09-0,34	0,48	0,0476	0,10-0,81	0,25	0,0244	0,10-0,66	0,61	0,0899	0,16-1,16
15x16	0,21	0,0121	0,11-0,39	0,34	0,0301	0,13-0,73	0,46	0,0128	0,38-0,54	0,78	0,0098	0,71-0,85
16x17	0,19	0,0107	0,07-0,64	0,44	0,0442	0,11-1,21	0,29	0,0000	0,29-0,29	0,98	0,0392	0,84-1,12
17x18	0,15	0,0049	0,07-0,27	0,26	0,0138	0,11-0,61	0,32	0,0025	0,28-0,35	0,62	0,0685	0,43-0,80
18x19	0,16	0,0042	0,07-0,36	0,33	0,0415	0,06-0,93	0,40	0,0005	0,38-0,43	0,55	0,0273	0,42-0,78
19x20	0,18	0,0059	0,08-0,34	0,42	0,0760	0,06-1,21	0,23	0,0403	0,05-0,43	0,64	0,1809	0,12-1,16
20x1	0,20	0,0053	0,06-0,42	0,44	0,0362	0,08-1,08	0,40	0,0430	0,07-0,77	0,72	0,0442	0,31-1,13
21x22	0,17	0,0046	0,06-0,32	0,32	0,0279	0,10-0,78	0,41	0,0597	0,08-0,64	0,62	0,0524	0,34-0,90
22x23	0,19	0,0058	0,09-0,39	0,35	0,0566	0,11-1,08	0,38	0,0061	0,32-0,43	0,65	0,0392	0,51-0,79
23x24	0,20	0,0086	0,06-0,39	0,44	0,0564	0,11-1,03	0,38	0,0080	0,27-0,48	0,94	0,0715	0,68-1,22
24x25	0,22	0,0077	0,06-0,42	0,52	0,0284	0,11-0,96	0,42	0,0300	0,13-0,77	0,76	0,0436	0,45-1,21
25x26	0,23	0,0124	0,06-0,39	0,50	0,0484	0,21-0,86	0,43	0,0385	0,23-0,67	0,97	0,0078	0,85-1,05
26x27	0,18	0,0036	0,09-0,29	0,40	0,0468	0,06-1,26	0,30	0,0175	0,08-0,50	0,60	0,0412	0,14-0,82
27x28	0,20	0,0075	0,09-0,43	0,47	0,0492	0,16-0,91	0,51	0,0161	0,17-0,75	0,78	0,0550	0,45-1,39
28x29	0,18	0,0048	0,07-0,36	0,45	0,0365	0,06-0,88	0,43	0,0161	0,18-0,57	0,65	0,0342	0,35-1,01
29x30	0,19	0,0064	0,06-0,36	0,42	0,0384	0,06-0,83	0,35	0,0179	0,19-0,58	0,59	0,0350	0,28-0,91
30x31	0,16	0,0080	0,06-0,43	0,38	0,0468	0,10-0,96	0,37	0,0228	0,13-0,59	0,68	0,0224	0,39-0,82
31x32	0,18	0,0061	0,07-0,43	0,50	0,0806	0,11-1,16	0,42	0,0259	0,10-0,65	0,88	0,0337	0,60-1,27
32x33	0,26	0,0106	0,07-0,46	0,54	0,0684	0,08-1,33	0,36	0,0250	0,10-0,63	0,97	0,0350	0,69-1,32
33x34	0,29	0,0088	0,11-0,52	0,64	0,0675	0,08-1,41	0,36	0,0184	0,13-0,74	0,90	0,0425	0,49-1,28
34x35	0,24	0,0123	0,07-0,57	0,52	0,0495	0,10-1,06	0,48	0,0342	0,18-0,75	0,92	0,0273	0,52-1,14
35x36	0,23	0,0090	0,07-0,49	0,45	0,0668	0,06-1,33	0,45	0,0130	0,32-0,61	1,13	0,0339	0,80-1,37
36x37	0,27	0,0118	0,07-0,57	0,66	0,0796	0,16-1,33	0,36	0,0138	0,16-0,64	0,84	0,0323	0,23-1,13
37x38	0,24	0,0100	0,07-0,47	0,56	0,0585	0,08-1,16	0,37	0,0201	0,20-0,64	0,97	0,0246	0,77-1,27
38x39	0,22	0,0064	0,09-0,41	0,40	0,0391	0,16-0,96	0,47	0,0198	0,27-0,71	0,78	0,0449	0,47-1,14
39x40	0,18	0,0046	0,07-0,33	0,43	0,0333	0,11-0,88	0,37	0,0121	0,22-0,48	1,02	0,0755	0,67-1,33
40x21	0,16	0,0067	0,06-0,39	0,40	0,0301	0,06-0,76	0,46	0,0084	0,38-0,59	0,69	0,1015	0,42-1,04
Bossier	0,14	-	0,00-0,30	0,35	-	0,10-0,60	0,29	-	0,09-0,59	0,44	-	0,31-0,60
UFV-4	0,19	-	0,10-0,30	0,54	-	0,10-1,00	0,40	-	0,25-0,57	1,11	-	0,92-1,42
IAC-SM	0,16	-	0,00-0,30	0,55	-	0,30-0,80	0,23	-	0,06-0,46	0,83	-	0,59-1,24
IAC-12	0,21	-	0,00-0,30	0,44	-	0,20-0,90	0,43	-	0,14-0,57	0,42	-	0,28-0,60
Progenies	0,21	-	-	0,44	-	-	0,39	-	-	0,77	-	-
Testem.	0,17	-	-	0,47	-	-	0,44	-	-	0,70	-	-

^{1/}: Os cruzamentos de 1 x 2 até 20 x 1 pertencem à cadeia de cruzamentos mista (exótico x adaptado) e os cruzamentos de 21 x 22 até 40 x 21 à cadeia de cruzamentos adaptada (adaptado x adaptado).

Os números 1, 2, ..., 40 referem-se aos parentais identificados no Apêndice 3.

Tabela 18 Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agronômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies F_{6:3} (Semeaduras em 24 e 25/01/94) e F_{7:3} (Semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (L1: Areão; L2: Anhembí; C: combinados).

Estimativas	Caracteres																	
	NDM						APM						VA					
	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C
Geração F_{6:3}:																		
Médias	116,52	113,40	114,89	49,13	55,57	52,49	1,72	1,74	1,73	0,93	1,91	1,44	22,40	22,95	22,69	0,21	0,44	0,33
σ^2_g	6,3704	2,4510	4,9486	43,4690	78,1534	63,4715	0,0103	0,0109	0,0107	0,0392	0,3760	0,1267	0,0842	0,0491	0,0422	0,0016	0,0191	0,0060
$\sigma^2_{g \times l}$	-	-	1,6690	-	-	-2,7004	-	-	0,0037	-	-	0,0710	-	-	0,0317	-	-	0,0039
σ^2_e	72,0877	7,9887	37,5539	58,5301	97,0945	79,3068	0,0197	0,0148	0,0171	0,0954	0,4515	0,2871	0,9607	0,6174	0,7756	0,0056	0,0252	0,0160
h ² (%)	13,5	37,2	30,6	56,8	60,9	75,5	48,1	58,6	69,0	42,1	61,7	52,4	13,4	13,3	15,5	34,0	59,3	48,4
CV _g (%)	2,2	1,4	1,9	13,4	15,9	15,2	5,9	6,0	6,0	21,3	32,1	24,7	1,3	1,0	0,9	19,0	31,4	23,5
CV _e (%)	7,3	2,5	5,3	15,6	17,7	17,0	8,2	7,0	7,6	33,2	35,2	37,2	4,4	3,4	3,9	35,6	36,1	38,3
b	0,30	0,56	0,36	0,86	0,90	0,89	0,72	0,86	0,79	0,64	0,91	0,66	0,30	0,29	0,23	0,53	0,87	0,61
Geração F_{7:3}:																		
Médias	135,17	136,69	136,33	74,33	75,69	75,42	1,79	1,78	1,78	1,73	3,59	2,63	22,35	21,50	21,92	0,39	0,77	0,57
σ^2_g	3,3686	4,0522	2,8542	22,1805	98,7960	48,2339	0,0085	0,0104	0,0096	0,0420	0,35580	0,0330	0,0283	0,2040	0,1110	0,0020	0,0157	0,0016
$\sigma^2_{g \times l}$	-	-	0,5321	-	-	5,6478	-	-	0,0029	-	-	0,1302	-	-	0,0584	-	-	0,0057
σ^2_e	7,2948	4,5011	6,4977	137,1084	129,8319	169,0104	0,0318	0,0074	0,0250	0,3047	0,4381	0,4449	0,9322	0,3551	0,7770	0,0156	0,0204	0,00213
h ² (%)	48,0	64,3	60,2	24,4	60,3	55,0	53,1	73,8	66,6	21,6	61,9	15,8	5,7	53,5	40,2	20,4	60,5	16,2
CV _g (%)	1,7	1,5	1,2	6,3	13,1	9,2	5,2	5,7	5,5	11,8	16,6	6,9	0,8	2,1	1,5	11,5	16,3	7,0
CV _e (%)	2,0	1,6	1,9	13,6	15,1	17,2	10,0	4,8	8,9	31,9	18,6	25,4	4,3	2,8	4,0	32,0	18,6	25,5
b	0,70	0,94	0,63	0,40	0,87	0,53	0,52	1,19	0,62	0,37	0,89	0,27	0,19	0,75	0,38	0,36	0,88	0,27

σ^2_g : variância genética;

$\sigma^2_{g \times l}$: variância da interação genótipo x local;

σ^2_e : variância do erro;

h²: herdabilidade no sentido amplo;

CV_g: coeficiente de variação genética;

CV_e: coeficiente de variação ambiental; e

b: índice de variação genética.

Tabela 19 Ciclo de maturação precoce. Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agronômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies $F_{6,3}$ (Semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7,3}$ (Semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (L1: Areão; L2: Anhembí; C: combinados).

Estimativas	Caracteres																	
	NDM						APM						VA					
	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C
Geração $F_{6,3}$:																		
Médias	111,57	112,63	112,12	94,17	50,57	47,50	1,67	1,68	1,67	1,67	1,72	1,33	22,51	22,85	22,69	0,20	0,40	0,30
σ^2_g	-4,2624	0,5018	2,0957	34,7343	74,3712	62,6366	0,0097	0,0127	0,0118	0,0292	0,2510	0,0992	0,1460	0,1177	0,0669	0,0011	0,0120	0,0048
$\sigma^2_{g \times l}$	-	-	1,8545	-	-	10,8763	-	-	0,0004	-	-	0,0213	-	-	0,0722	-	-	0,0006
σ^2_e	72,0877	7,9887	37,5539	58,5301	97,0945	79,3068	0,0197	0,0148	0,0171	0,0954	0,4515	0,2871	0,9607	0,6174	0,7756	0,0056	0,0252	0,0160
h^2 (%)	0,0	10,1	18,2	53,5	57,7	79,3	48,7	60,5	72,4	37,3	49,8	52,5	22,8	25,4	21,2	27,5	46,0	50,5
CV_g (%)	0,0	0,6	1,3	13,4	16,9	16,5	5,9	6,7	6,5	18,8	29,1	23,7	1,7	1,5	1,1	16,6	27,4	23,1
$CV_{g \times l}$ (%)	07,6	2,5	5,6	17,4	19,3	18,3	8,4	7,2	7,8	33,9	39,1	40,3	4,4	3,4	3,9	37,4	39,7	42,2
b	0,0	0,24	0,23	0,77	0,88	0,89	0,70	0,93	0,83	0,55	0,74	0,59	0,39	0,44	0,28	0,44	0,69	0,55
Geração $F_{7,3}$:																		
Médias	130,29	133,21	134,58	69,10	70,81	72,85	1,77	1,76	1,73	1,84	3,29	2,37	22,33	21,54	21,91	0,41	0,71	0,52
σ^2_g	4,0751	3,2058	3,1103	21,6004	129,3682	72,2197	0,0140	0,0151	0,0154	0,0804	0,4315	0,0945	0,1781	0,3201	0,1501	0,0037	0,0180	0,0045
$\sigma^2_{g \times l}$	-	-	0,1891	-	-	14,7299	-	-	0,0035	-	-	0,1265	-	-	0,0380	-	-	0,0049
σ^2_e	7,2948	4,5011	6,4977	137,1084	129,8319	169,0104	0,0318	0,0074	0,0250	0,3047	0,4381	0,4449	0,9322	0,3551	0,7770	0,0156	0,0204	0,0213
h^2 (%)	52,8	58,8	64,4	24,0	66,6	67,4	46,8	80,3	77,3	34,5	66,3	35,1	27,6	64,4	41,3	32,2	63,4	36,5
CV_g (%)	1,5	1,3	1,3	6,7	16,1	11,7	6,7	7,0	7,2	15,4	20,0	13,0	1,9	2,6	1,8	14,8	18,9	12,9
$CV_{g \times l}$ (%)	2,1	1,6	1,9	16,9	16,1	17,8	10,1	4,9	9,1	30,0	20,1	28,1	4,3	2,8	4,0	30,5	20,1	28,1
b	0,71	0,81	0,68	0,40	1,00	0,66	0,66	1,43	0,79	0,51	1,00	0,46	0,94	0,93	0,45	0,49	0,94	0,46

CV_g : coeficiente de variação genética;

$CV_{g \times l}$: coeficiente de variação ambiental; e

b: índice de variação genética.

σ^2_g : variância genética;

$\sigma^2_{g \times l}$: variância da interação genótipo x local;

σ^2_e : variância do erro;

h^2 : herdabilidade no sentido amplo;

Tabela 20 Ciclo de Maturação Intermediário. Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies $F_{6,3}$ (Semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7,3}$ (Semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (L1: Areão; L2: Anhembí; C: combinados).

Estimativas	Caracteres																	
	NDM			APM			VA			PG			%OL			PO		
	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C	L1	L2	C
Geração $F_{6,3}$:																		
Médias	119,71	113,30	1116,27	49,41	56,30	53,11	1,70	1,78	1,74	0,84	2,07	1,46	22,31	23,19	22,78	0,19	0,48	0,34
σ^2_e	14,9085	0,2249	5,8148	40,1954	68,8892	51,8835	0,0062	0,0088	0,0068	0,0382	0,4771	0,1504	-0,0811	-0,0445	-0,0350	0,0017	0,0241	0,0072
σ^2_{at}	-	-	4,0749	-	-	3,6384	-	-	0,0012	-	-	0,0980	-	-	0,0127	-	-	0,0001
σ^2_e	72,0877	7,9887	37,5539	58,5301	97,0945	79,3068	0,0197	0,0148	0,0171	0,0954	0,4515	0,2871	0,9607	0,6174	0,7756	0,0056	0,0252	0,0160
$h^2(\%)$	26,0	5,2	31,5	53,8	58,0	68,2	34,8	53,7	55,6	40,5	67,3	53,6	0,0	0,0	0,0	34,0	65,1	50,5
$CV_e(\%)$	3,2	0,4	2,1	12,8	14,7	13,6	4,6	5,3	4,7	23,3	33,4	26,6	0,0	0,0	0,0	21,7	32,3	25,0
$CV_e(\%)$	7,1	2,5	5,3	15,5	17,5	16,8	8,3	6,8	7,5	36,8	32,5	36,7	4,4	3,4	3,9	39,4	33,1	37,2
b	0,45	0,16	0,40	0,83	0,84	0,81	0,55	0,78	0,63	0,63	1,03	0,72	0,0	0,0	0,0	0,55	0,98	0,67
Geração $F_{7,3}$:																		
Médias	138,73	139,62	139,85	75,89	74,56	75,61	1,78	1,72	1,81	1,64	3,78	2,90	22,35	21,25	22,01	0,37	0,80	0,63
σ^2_e	-1,9812	3,0558	0,5675	44,7604	86,0927	31,8867	0,0059	0,0073	0,0015	-0,0193	0,1975	0,0027	-0,1011	-0,0156	-0,0145	-0,0005	0,0078	0,0003
σ^2_{at}	-	-	0,3301	-	-	15,7698	-	-	0,0024	-	-	0,0497	-	-	0,1105	-	-	0,0017
σ^2_e	7,2948	4,5011	6,4977	137,1084	129,8319	169,0104	0,0318	0,0074	0,0250	0,3047	0,4381	0,4449	0,9322	0,3551	0,7770	0,0156	0,0204	0,0213
$h^2(\%)$	0,0	57,6	28,0	39,5	57,0	38,9	26,9	66,2	16,3	0,0	47,4	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	4,6
$CV_e(\%)$	0,0	1,3	0,5	8,8	12,4	7,5	4,3	5,0	2,1	0,0	11,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	2,7
$CV_e(\%)$	1,9	1,5	1,8	15,4	15,3	17,2	10,0	5,0	8,7	33,7	17,5	23,0	4,3	2,8	4,0	33,8	17,9	23,2
b	0,0	0,87	0,28	0,57	0,81	0,44	0,43	1,00	0,24	0,0	0,67	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,61	0,12

σ^2_e : variância genética;

σ^2_{at} : variância da interação genótipo x local;

σ^2_e : variância do erro;

h^2 : herdabilidade no sentido amplo;

CV_e : coeficiente de variação genética;

CV_e : coeficiente de variação ambiental; e

b: índice de variação genética.

Tabela 21 Ciclo de maturação tardio. Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agronômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), para progênies F_{6:3} (Semeaduras em 24 e 25/01/94) e F_{7:3} (Semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja avaliadas em dois locais (L1: Areão; L2: Anhembi; C: combinados).

		Caracteres																									
		NDM				APM				VA				PG				%OL				PO					
Estimativas		L1	L2	C		L1	L2	C		L1	L2	C		L1	L2	C		L1	L2	C		L1	L2	C			
Geração F _{6:3} :																											
Médias		128,78	115,92	122,23		63,83	70,67	67,31		1,86	1,92	1,89		1,07	2,83	1,74		22,11	23,07	22,60		0,25	0,55	0,40			
σ^2_e		36,9196	10,9872	13,5465		64,0516	119,3923	74,9232		0,0120	0,0104	0,0104		0,0615	0,7844	0,1801		-0,0313	-0,0730	0,0202		0,0026	0,0425	0,0087			
σ^2_{gsl}		-	-	12,4379		-	-	19,2294		-	-	0,0008		-	-	0,2439		-	-	0,0653		-	-	0,0139			
σ^2_a		72,0877	7,9887	37,5539		58,5301	97,0945	79,3068		0,0197	0,0148	0,0171		0,0954	0,4515	0,2871		0,9607	0,6174	0,7756		0,0056	0,0252	0,0160			
h^2 (%)		48,2	72,2	44,9		66,5	69,9	70,4		52,4	57,1	67,1		53,9	76,6	47,2		0,0	0,0	10,0		45,6	76,0	43,3			
CV _e (%)		4,7	2,9	3,0		12,5	15,5	12,9		5,9	5,3	5,4		23,2	37,2	24,4		0,0	0,0	0,6		20,4	37,5	23,3			
CV _a (%)		6,6	2,4	5,0		12,0	13,9	13,2		7,5	6,3	6,9		28,9	28,2	30,8		4,4	3,4	3,9		29,9	28,9	31,6			
b		0,71	1,21	0,60		1,04	1,12	0,98		0,79	0,84	0,78		0,80	1,32	0,79		0,0	0,0	0,15		0,68	1,30	0,74			
Geração F _{7:3} :																											
Médias		144,61	143,04	139,50		86,72	89,83	82,11		1,84	1,89	1,89		1,52	4,17	3,04		22,43	21,66	21,88		0,34	0,90	0,66			
σ^2_e		5,2088	6,7140	3,7497		8,7182	34,6441	2,0956		-0,0031	0,0014	0,0013		-0,0089	0,2803	-0,0929		-0,2420	0,0718	0,1009		-0,0004	0,0155	-0,0043			
σ^2_{gsl}		-	-	1,9118		-	-	1,8155		-	-	0,0048		-	-	0,1918		-	-	0,2527		-	-	0,0102			
σ^2_a		7,2948	4,5011	6,4977		137,1084	129,8319	169,0104		0,0318	0,0074	0,0250		0,3047	0,4381	0,4449		0,9322	0,3551	0,7770		0,0156	0,0204	0,0213			
h^2 (%)		58,8	74,9	59,2		11,3	34,8	4,6		0,0	27,5	24,5		0,0	56,1	0,0		0,0	28,8	59,8		0,0	60,2	0,0			
CV _e (%)		1,6	1,8	1,4		3,4	6,6	1,8		0,0	2,0	1,9		0,0	12,7	0,0		0,0	1,2	1,5		0,0	13,8	0,0			
CV _a (%)		1,9	1,5	1,8		13,5	12,7	15,8		10,0	4,6	8,4		36,3	15,9	21,9		4,3	2,8	4,0		36,7	15,9	22,1			
b		0,84	1,2	0,78		0,25	0,52	0,11		0,0	0,43	0,23		0,0	0,80	0,0		0,0	0,43	0,38		0,0	0,87	0,0			

σ^2_e : variância genética;

σ^2_{gai} : variância da interação genótipo x local;

σ^2_a : variância do erro;

b: herdabilidade no sentido amplo;

CV_e: coeficiente de variação genética;

CV_a: coeficiente de variação ambiental; e

b: índice de variação genética.

Tabela 22 Estimativas da variância da interação genótipos x locais em progêneses $F_{6:3}$ de soja, proporções dos componentes simples e complexo e a correlação envolvida para o caráter produtividade de grãos. Semeaduras em 24 e 25/01/94, em dois locais (Areão e Anhembi).

Progêneses	Médias	Estimativas	% do total	G x E		r
				simples	complexo	
				 %		
Precoces	1,33	0,0213	5,9	48	52	0,54
Intermediárias	1,46	0,0980	27,0	63	37	0,63
Tardias	1,74	0,2439	67,1	61	39	0,56
Geral	1,44	0,0710		55	45	0,58

Tabela 23 Estimativas da variância da interação genótipos x locais em progêneses $F_{7:3}$ de soja, proporções dos componentes simples e complexo e a correlação envolvida para o caráter produtividade de grãos. Semeaduras em 22 e 28/10/94, em dois locais (Areão e Anhembi).

Progêneses	Médias	Estimativas	% do total	G x E		r
				simples	complexo	
				 %		
Precoces	2,37	0,1265	34,4	20	80	0,43
Intermediárias	2,90	0,0497	13,5	17	83	0,20
Tardias	3,04	0,1918	52,1	14	86	-0,23
Geral	2,63	0,1302		16	84	0,20

Tabela 24 Ganhos esperados (G_s) e observados (G_o) na seleção entre progênies $F_{6,3}$ de soja para o caráter produtividade de grãos (PG) com várias modalidades de seleção. Semeaduras em 24 e 25/01/94 em dois locais (Areão e Anhembi).

Local de seleção	Local de resposta	G _s com base na média da população		G _s com base na média das testemunhas		G _o com base na média da população		G _o com base na média das testemunhas	
		t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
Geral (23 % de seleção):									
L ₁	L ₁	0,19	20,4	0,25	31,1	-	-	-	-
L ₂	L ₂	0,84	44,0	0,74	35,8	-	-	-	-
L ₁	L ₂	0,53	27,8	0,43	20,9	-	-	-	-
L ₂	L ₁	0,11	11,8	0,16	20,5	-	-	-	-
C	C	0,46	31,9	0,46	31,9	1,19	82,6	0,19	13,3
C	L ₁	0,13	14,0	0,19	23,7	0,80	86,0	0,06	7,5
C	L ₂	0,82	42,9	0,72	34,9	1,68	88,0	0,43	20,8
Precoces (22 % de seleção):									
L ₁	L ₁	0,16	17,6	0,20	24,7	-	-	-	-
L ₂	L ₂	0,55	32,0	0,37	18,0	-	-	-	-
L ₁	L ₂	0,27	15,7	0,10	4,8	-	-	-	-
L ₂	L ₁	0,08	8,8	0,12	14,9	-	-	-	-
C	C	0,37	27,8	0,32	22,4	1,04	78,2	0,04	2,8
C	L ₁	0,10	11,0	0,15	18,2	0,93	102,2	0,19	23,8
C	L ₂	0,53	30,8	0,35	17,1	1,57	91,3	0,32	15,5
Intermediárias (28 % de seleção):									
L ₁	L ₁	0,17	20,2	0,19	23,2	-	-	-	-
L ₂	L ₂	0,75	36,2	0,75	36,2	-	-	-	-
L ₁	L ₂	0,49	23,7	0,49	23,7	-	-	-	-
L ₂	L ₁	0,10	11,9	0,12	14,7	-	-	-	-
C	C	0,39	26,0	0,43	30,0	1,44	98,6	0,44	30,8
C	L ₁	0,12	14,3	0,14	17,2	0,80	95,2	0,06	7,5
C	L ₂	0,71	34,3	0,71	34,3	1,71	82,6	0,46	22,2
Tardias (25 % de seleção):									
L ₁	L ₁	0,27	25,2	0,42	51,9	-	-	-	-
L ₂	L ₂	1,10	46,2	1,33	64,0	-	-	-	-
L ₁	L ₂	0,67	28,2	0,90	43,7	-	-	-	-
L ₂	L ₁	0,15	14,0	0,30	37,1	-	-	-	-
C	C	0,43	24,7	0,58	40,3	1,30	74,7	0,30	21,0
C	L1	0,18	16,8	0,33	41,1	0,45	42,1	-0,29	-36,3
C	L2	1,09	45,8	1,33	64,0	1,34	47,3	0,09	4,4

L1: Areão

L2: Anhembi

C: Dois locais combinados

Tabela 25 Ganhos esperados (G_s) na seleção entre progênies $F_{7,3}$ de soja para o caráter produtividade de grãos (PG) com varias modalidades de seleção. Semeaduras em 22 e 28/10/94 em dois locais (Areão e Anhembi).

Local de seleção	Local de resposta	G _s com base na média da população	
		t/ha	%
Geral (35 % de seleção):			
L1	L1	0,08	4,5
L2	L2	0,71	19,8
L1	L2	0,19	5,2
L2	L1	0,00	0,0
C	C	0,08	3,2
C	L1	0,01	0,7
C	L2	0,59	16,4
Precoces (28 % de seleção):			
L1	L1	0,21	11,4
L2	L2	0,96	29,1
L1	L2	0,26	7,9
L2	L1	0,07	3,8
C	C	0,24	9,3
C	L1	0,10	5,4
C	L2	0,72	21,8
Intermediárias (47 % de seleção):			
L1	L1	0,00	0,0
L2	L2	0,42	11,1
L1	L2	0,05	1,3
L2	L1	0,00	0,0
C	C	0,01	0,4
C	L1	0,00	0,0
C	L2	0,35	9,3
Tardias (44 % de seleção):			
L1	L1	0,00	0,0
L2	L2	0,37	8,9
L1	L2	0,00	0,0
L2	L1	0,00	0,0
C	C	0,00	0,0
C	L1	0,00	0,0
C	L2	0,32	7,7

L1: Areão

L2: Anhembi

C : Dois locais combinados

Tabela 26 Eficiência da seleção indireta e a seleção geral sobre a seleção específica para o caráter produtividade de grãos (PG) em progênies $F_{6:3}$ de soja. Semeaduras em 24 e 25/01/94, em dois locais (Areão e Anhembi).

Progênies	Seleção indireta sobre a seleção específica (%)	Seleção geral baseada na média dos dois locais sobre a seleção específica (%)
Precoces	49,0	89,0
Intermediárias	64,0	90,0
Tardias	60,0	93,0
Geral	62,0	92,0

Tabela 27 Eficiência da seleção indireta e a seleção geral sobre a seleção específica para o caráter produtividade de grãos (PG) em progênies $F_{7:3}$ de soja. Semeaduras em 22 e 28/10/94, em dois locais (Areão e Anhembi).

Progênies	Seleção indireta sobre a seleção específica (%)	Seleção geral baseada na média dos dois locais sobre a seleção específica (%)
Precoces	33,0	72,0
Intermediárias	43,0	87,0
Tardias	52,0	94,0
Geral	39,0	81,0

Tabela 28 Estimativas de médias ($\bar{x}$) e variâncias genotípicas ($\hat{\sigma}_G^2$) de cadeias mista e adaptada de cruzamentos biparentais de soja. Progênies $F_{6:3}$ (semeaduras em 24 e 25/01/94) e $F_{7:3}$ (semeaduras em 22 e 28/10/94) em dois locais (Areão e Anhembi).

Caracteres	Unidades	Cadeia mista (Exótico x Adaptado)				Cadeia adaptada (Adaptado x Adaptado)			
		$F_{6:3}$		$F_{7:3}$		$F_{6:3}$		$F_{7:3}$	
		$\bar{x}$	$\hat{\sigma}_G^2$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}_G^2$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}_G^2$	$\bar{x}$	$\hat{\sigma}_G^2$
NDM	dias	114,09	10,7770	135,66	2,3235	115,51	13,8778	136,73	4,3651
APM	cms	48,24	90,7271	68,76	46,7884	55,75	90,1406	79,36	43,9463
VA	notas	2,32	0,0141	2,39	0,0108	2,63	0,0123	2,85	0,0099
PG	t/ha	1,31	0,1174	2,40	0,1489	1,54	0,1390	2,77	0,0196
%OL	%	22,58	0,0244	21,75	0,2534	22,77	0,0480	22,03	0,0209
PO	t/ha	0,30	0,0062	0,52	0,0070	0,35	0,0063	0,61	0,0012

Tabela 29 Estimativas de correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais em progênies F_{6:3} (semeaduras em 24 e 25/01/94) e F_{7:3} (semeaduras em 22 e 28/10/94) de soja em dois locais individuais e combinados.

Associação entre caracteres		Geração F6:3		Geração F7:3		
	Areão	Anhembi	Combinados	Areão	Anhembi	Combinados
PG com:						
NDM	r_g	a	0,232	0,878	0,050	0,285
	r_f	0,189	0,088	0,323	0,081	0,100
	r_e	-0,130	-0,048	-0,064	-0,151	-0,190
APM		0,695	0,841	0,888	0,037	0,650
		0,643	0,562	0,598	0,399	0,418
		0,200	0,121	0,133	0,508	0,049
VA		0,926	0,986	0,990	0,577	0,738
		0,507	0,676	0,693	0,611	0,606
		0,164	0,210	0,178	0,634	0,312
%OL		-0,037	0,425	0,100	-0,386	-0,346
		0,050	0,119	0,039	-0,012	-0,186
		0,083	-0,005	0,021	0,036	0,027
PO		0,999	0,999	a	0,655	0,898
		0,999	0,999	0,999	0,990	0,991
		0,913	0,982	0,961	0,990	0,990
NDM com:						
APM		a	0,839	a	0,964	-0,038
		0,814	0,365	0,782	0,334	0,005
		0,069	-0,070	0,018	0,006	0,070
VA		a	0,643	a	0,486	0,318
		0,383	0,349	0,589	0,126	0,182
		-0,073	0,097	-0,028	-0,126	-0,111
%OL		a	-0,158	0,435	0,152	-0,198
		-0,163	-0,162	-0,122	-0,068	-0,172
		0,001	-0,172	-0,039	-0,142	-0,125
PO		a	0,212	0,902	0,066	0,264
		0,195	0,069	0,317	-0,090	0,076
		-0,116	-0,060	-0,063	-0,167	-0,208
APM com:						
VA		a	0,999	a	0,990	0,996
		0,869	0,924	0,990	0,736	0,754
		0,451	0,246	0,323	0,626	0,159
%OL		-0,325	0,528	0,132	0,644	0,126
		-0,043	0,195	0,079	0,088	0,050
		0,077	0,077	0,073	0,015	-0,048
PO		0,704	0,839	0,907	0,076	0,687
		0,426	0,555	0,593	0,409	0,434
		0,215	0,128	0,143	0,496	0,043
VA com:						
%OL		-0,088	0,860	0,245	0,974	-0,104
		-0,012	0,240	0,085	0,102	-0,037
		0,015	-0,001	0,008	-0,047	0,077
PO		0,936	0,999	0,999	0,655	0,751
		0,479	0,667	0,678	0,647	0,612
		0,171	0,186	0,166	0,594	0,320
%OL com:						
PO		-0,164	0,464	0,101	-0,199	-0,242
		0,114	0,174	0,083	0,115	-0,063
		0,196	0,074	0,101	0,158	0,156

r_g : Correlação genotípica

r_f : Correlação fenotípica

r_e : Correlação ambiental

a: estimativas maiores que a unidade (1).

Tabela 30 Análise conjunta de variância para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO) de soja avaliada em dois locais (Areão e Anhembi) e duas épocas de semeadura (24 e 25/01/94 para progênes F_{6:3} e 22 e 28/10/94 para progênes F_{7:3}).

Fontes de variação	GL	NDM	APM	VA ^{1/}	PG	%OL	PO
Locais (L)	1	369,1478 ^{NS}	8625,3884*	0,5577 ^{NS}	637,2826**	19,2579 ^{NS}	30,3672**
Epocas (A)	1	134179,9288**	72224,3447**	2,4392 ^{NS}	22,0567*	386,7134**	0,3790*
LXA	1	2313,9067*	3596,0721 ^{NS}	0,0041 ^{NS}	5,3738 ^{NS}	225,0894*	0,9356 ^{NS}
Repetições/L/A	4	360,9716**	885,9815**	1,6127**	28,3699**	12,7650**	1,2881**
Cruzamentos (Cr)	39	498,3278**	3582,5586**	0,3842**	4,1567 ^{NS}	2,8227 ^{NS}	0,2162 ^{NS}
Progênes (P)/Cr	169	88,4751**	468,8247**	0,0633**	0,8730**	1,4178**	0,0438 ^{NS}
-Precoces (M)	83	55,6825**	561,9315**	0,0838**	0,9415*	1,8890**	0,0443*
-Intermediárias (I)	23	16,1941 ^{NS}	246,8412 ^{NS}	0,0325 ^{NS}	0,4938 ^{NS}	0,6898 ^{NS}	0,0285 ^{NS}
-Tardias (T)	35	38,3875 ^{NS}	244,3045 ^{NS}	0,0252 ^{NS}	0,4404 ^{NS}	0,6050 ^{NS}	0,0238 ^{NS}
LxCr	39	130,6146 ^{NS}	200,1159**	0,0266 ^{NS}	2,9224**	1,6584 ^{NS}	0,1422**
AxCr	39	56,7328 ^{NS}	326,4723 ^{NS}	0,0538 ^{NS}	1,4208 ^{NS}	1,7383 ^{NS}	0,0747 ^{NS}
LxAxCr	39	100,5046**	189,8647**	0,0268*	0,9182*	1,5775**	0,0454 ^{NS}
LxP/Cr	169	23,5089 ^{NS}	133,0874 ^{NS}	0,0132 ^{NS}	0,6042 ^{NS}	0,7408 ^{NS}	0,0286 ^{NS}
-LxM	83	20,2878 ^{NS}	94,8446 ^{NS}	0,0112 ^{NS}	0,5315 ^{NS}	0,7804 ^{NS}	0,0246 ^{NS}
-LxI	23	9,4918 ^{NS}	138,7124 ^{NS}	0,0164 ^{NS}	0,3793 ^{NS}	0,6980 ^{NS}	0,0195 ^{NS}
-LxT	35	17,9165 ^{NS}	169,0500	0,0120 ^{NS}	0,6071 ^{NS}	0,4110 ^{NS}	0,0294 ^{NS}
AxP/Cr	169	23,4000 ^{NS}	152,5993*	0,0317**	0,6385 ^{NS}	0,8130*	0,0321 ^{NS}
-AxM	83	18,0098 ^{NS}	116,0659 ^{NS}	0,0294**	0,4759 ^{NS}	0,8223 ^{NS}	0,0234 ^{NS}
-AxI	23	10,7488 ^{NS}	226,8786 ^{NS}	0,0185 ^{NS}	0,4238 ^{NS}	0,7411 ^{NS}	0,0215 ^{NS}
-AxT	25	19,9197 ^{NS}	112,7753 ^{NS}	0,0226 ^{NS}	0,4537 ^{NS}	0,4664 ^{NS}	0,0255 ^{NS}
LxAxP/Cr	169	23,2669 ^{NS}	115,7766**	0,0177 ^{NS}	0,5713**	0,6301 ^{NS}	0,0288**
-LxAxM	83	18,9688 ^{NS}	100,3857 ^{NS}	0,0149 ^{NS}	0,4976*	0,6304 ^{NS}	0,0242*
-LxAxI	23	12,1671 ^{NS}	186,6507**	0,0255 ^{NS}	0,5923*	0,4716 ^{NS}	0,0298*
-LxAxT	35	14,2832	79,3609 ^{NS}	0,0154 ^{NS}	0,5808*	0,3907 ^{NS}	0,0335*
Erro	832	14,5496	108,6298	0,0167	0,3954	0,6317	0,0202
Erro Méd. Conj. Geral	2250	31,6729	89,3692	0,0175	0,3028	0,7511	0,0164
Média das progênes		125,97	67,04	1,81	2,35	22,35	0,52
C.V. %		3,7	15,4	7,5	24,4	3,8	25,1
R ²		0,95	0,84	0,76	0,87	0,74	0,86

*, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente.

^{NS}: não significativo.

1/: transformado por $\sqrt{x + 0,5}$, $x = 1$ a 5 .

Tabela 31 Estimativas de componentes de variância e herdabilidade para seis caracteres em soja cultivada em dois locais (Areão e Anhembi) e duas épocas de semeadura (24 e 25/01/94 para F_{6:3} e 22 e 28/10/94 para F_{7:3}).

Caracteres	Ciclo das progênies	Médias	Estimativas					
			$\hat{\sigma}^2_G$	$\hat{\sigma}^2_{G \times L}$	$\hat{\sigma}^2_{G \times A}$	$\hat{\sigma}^2_{G \times L \times A}$	$\hat{\sigma}^2_E$	$\hat{h}^2$
NDM (dias)	Geral	126	8,1208	-2,0410	0,0166	-2,1015	31,6729	67,2
	Precoces	122	4,4243	-2,8463	-0,1199	-3,1761	31,6729	52,8
	Intermediárias	128	0,8378	-5,5453	-0,1773	-4,8764	31,6729	17,5
	Tardias	134	2,5589	-3,4391	0,7046	-4,3470	31,6729	37,2
APM (cm)	Geral	67	41,9672	10,9296	4,6029	6,6019	89,3692	67,1
	Precoces	62	58,3859	1,3689	1,9601	2,7542	89,3692	81,2
	Intermediárias	67	13,5161	12,3358	5,0285	24,3204	89,3692	34,3
	Tardias	80	9,4068	19,9202	4,1768	-2,5021	89,3692	28,8
VA (notas 1 a 5)	Geral	2,8	0,0063	-0,0011	0,0018	0,0001	0,0175	66,9
	Precoces	2,7	0,0091	-0,0016	0,0018	-0,0007	0,0175	74,7
	Intermediárias	2,7	0,0020	-0,0003	-0,0009	0,0020	0,0175	42,7
	Tardias	3,1	0,0017	-0,0014	0,0018	-0,0003	0,0175	35,5
PG (t/ha)	Geral	2,35	0,0336	0,0754	0,0084	0,0672	0,3028	25,8
	Precoces	2,26	0,0513	0,0572	-0,0027	0,0487	0,3028	39,5
	Intermediárias	2,38	0,0143	0,0191	-0,0211	0,0724	0,3028	17,9
	Tardias	2,57	-0,0208	0,0761	-0,0159	0,0695	0,3028	0,0
%OL	Geral	22,4	0,0846	-0,0026	0,0229	-0,0303	0,7511	44,6
	Precoces	22,4	0,1386	0,0073	0,0240	-0,0302	0,7511	55,9
	Intermediárias	22,3	-0,0010	-0,0133	0,0337	-0,0699	0,7511	0,0
	Tardias	22,3	0,0242	-0,0850	0,0095	-0,0901	0,7511	19,7
PO (t/ha)	Geral	0,52	0,0019	0,0031	0,0004	0,0031	0,0164	29,3
	Precoces	0,50	0,0025	0,0021	-0,0001	0,0020	0,0164	41,0
	Intermediárias	0,53	0,0011	0,0008	-0,0011	0,0034	0,0164	25,0
	Tardias	0,57	-0,0007	0,0033	-0,0010	0,0043	0,0164	0,0

$\hat{\sigma}^2_G$: Variância genotípica;

$\hat{\sigma}^2_{G \times L}$: Variância da interação genótipos x locais;

$\hat{\sigma}^2_{G \times A}$: Variância da interação genótipos x épocas;

$\hat{\sigma}^2_{G \times L \times A}$: Variância da interação genótipos x locais x épocas;

$\hat{\sigma}^2_E$: Variância do erro médio conjunto geral;

$\hat{h}^2$: herdabilidade no sentido amplo (Para o cálculo da herdabilidade as variâncias com sinal negativo foram consideradas como sendo zero).

APÊNDICES

Apêndice 1 Estimativas de herdabilidade para vários caracteres na cultura da soja.

Local	Método	Caracteres										Fonte
		NDF	APF	NDM	APM	AC	VA	PG	OL	PO	PROT	
EUA	F2				41			43				1/
	Reg F2-F3			50	35			6				
	Reg F4-F3			100	91			77				
	Anova F4			92	74			67				
EUA	P1 P2 F1 F2	66-83		67-86	50-76			78-60	49-59			2/
EUA	Anova F4 e F5	84-89		71	61-81	34-73		25-40	68-78		39-83	3/
EUA	Linhagens								63-74			4/
EUA	Anova F3	65-91		81-86	73-84	43-61		23-50				5/
	Reg F4-F3	49-91		74-84	58-74	35-54		15-27				
EUA	Anova F4 e F5	75-76		79-82	67-70	51-74		3-10	51		57	6/
EUA	Linhagens			61-94	68-88	49-81		10-75	75-93		71-92	7/
EUA	F4							0-73			81-96	8/
INDIA	Cultivares	99		99	94			44				9/
EUA									75-84			10/
EUA	Sel. massal								28			11/
	Meias irmãs								20			
EUA	Anova F3 e F4			62-83	51-61			11-54	49-66		28-56	12/
EUA	Anova F3 e F4								71-93		75-90	13/
PORTO RICO	F4											14/
	Planta individual								34-41		40-62	
	Media de parcela								39-44		46-67	
	Media de progên								89-92		91-98	
CANADA	F2								58-68		76-83	15/
INDIA	P1 P2 F1 F2				12-29			37-60	89-91		83-91	16/
BRASIL	F2 (verão)	82	68	91	59							17/
	F3 (inverno)	28-68	0-57	33-77	0-44							
CUBA	Cultivares				78-80			6-52				18/
BRASIL	S1 (sel. rec.)								66-85			19/ *
EUA	S1 (sel. rec)								43-62			20/
BRASIL	P1 P2 F1 F2	29-99	21-83	22-99	38-91		42-86	21-92	37-79	27-92		21/
INDIA	Linhagens								51		44	22/
EUA	Progênes F5	92		98	93	76		86	88		83	23/
EUA	Progênes F7							7-42	70-77		68-82	24/
NIGERIA	Linhagens							23-45				25/
BRASIL	F3	15-98	10-97	16-95	32-97		10-95	6-87	13-79	9-91		26/
BRASIL	Anova F4			93-98	0-71	0-88	50-81	0-60	0-74	0-77		27/
	Reg F4-F3			28-96	24-94	52	59		21-95			*
	Reg F5-F4			21-85	40-74	45	52	24-78	43-81	24-74		*
BRASIL	Progênes F6	94	92	89	98			58				28/

1/ Mahmud & Kramer, 1951

2/ Weber & Moorthy, 1952

3/ Johnson et al., 1955

4/ Hanson & Weber, 1962

5/ Anand & Torrie, 1963

6/ Kwon & Torrie, 1964

7/ Smith & Weber, 1968

8/ Shannon et al, 1972

9/ Lal & Haque, 1972

10/ Shorter et al., 1977

11/ Burton & Brim, 1981

12/ Monteverde, 1984

13/ Openshaw & Hadley, 1984

14/ Rodriguez de Ciano et al., 1985

15/ McKendry et al., 1985

16/ Malik & Singh, 1987

17/ Machado dos Santos et al., 1987

18/ Iglesias, 1988

19/ Miranda et al., 1989

20/ Burton et al., 1990

21/ Zimback, 1992

22/ Phul & Sharma, 1993

23/ Mansur et al., 1993

24/ Orf & Helms, 1994

25/ Dashiell et al., 1994

26/ Montañón-Velasco, 1994

27/ Farias-Neto, 1995

28/ Santos et al., 1995a

NDF: número de dias para a floração; APF: altura da planta na floração; NDM: número de dias para a maturidade; APM: altura da planta na maturidade; AC: acamamento; VA: valor agrônômico; PG: produtividade de grãos; OL: teor de óleo; PO: produtividade de óleo; e PROT: teor de proteína.

* Herdabilidade no sentido restrito

Apêndice 2 Estimativas de correlações genotípicas e fenotípicas entre varios caracteres de soja encontrados na literatura.

Associação entre caracteres	Weber & Moorthy 1952	Anand & Torrie 1963	Kwon & Torrie 1964	Monteverde 1984	Zimback 1992	Montano Velasco 1994	Farias Neto 1995	Santos et al 1995a
PG com:								
ndf	r_g -0,02;0,40	0,26;0,76	0,69;0,87		0,90	0,91		0,85
	r_f 0,07;0,14	0,11;0,37	0,47;0,68		0,92	0,89		0,57
apf					0,88	0,88		0,73
					0,87	0,86		0,61
ndm	0,41;0,53	0,01;0,99	0,52;0,95	0,34;0,74	0,87	0,84	0,46	0,86
	0,22;0,28	0,04;0,48	0,37;0,75	0,23;0,38	0,86	0,81	0,27	0,58
apm	0,15;0,46	0,43;0,65	0,54;0,82	0,64;0,92	0,79	0,76	0,74	0,40
	0,21;0,31	0,32;0,44	0,44;0,69	0,47;0,59	0,79	0,74	0,38	0,34
prot.			-0,58	0,33;0,59				
			-0,42	-0,26;0,01				
óleo	-0,23;0,68		0,07	-0,31;0,26	-0,07	-0,31	0,04	
	-0,10;0,09		0,05	-0,15;0,06	-0,07	-0,12	0,01	
NDF com:								
apf					0,96	0,98		0,81
					0,95	0,97		0,74
ndm	0,54;0,88	0,78;0,88	0,67;0,88		0,94	0,96		0,75
	0,51;0,77	0,56;0,83	0,62;0,83		0,93	0,95		0,73
apm	0,38;0,88	0,09;0,62	0,21;0,81		0,75	0,76		0,42
	0,17;0,33	0,05;0,56	0,19;0,78		0,73	0,75		0,39
prot.			-0,28					
			-0,25					
óleo	-0,47;0,28		-0,13		-0,19	-0,70		
	-0,36;0,23		-0,10		-0,18	-0,27		
APF com:								
ndm					0,90	0,94		0,51
					0,89	0,91		0,44
apm					0,79	0,82		0,43
					0,78	0,81		0,44
óleo					-0,12	-0,89		
					-0,11	-0,30		
NDM com:								
apm	0,13;0,46	0,08;0,64	0,33;0,77	0,15;0,44	0,64	0,67	0,56	0,52
	0,32;0,54	0,07;0,58	0,29;0,72	0,12;0,32	0,62	0,65	0,21	0,42
prot.			-0,30	0,01;0,17				
			-0,26	-0,03;-0,16				
óleo	-0,45;-0,24		-0,14	-0,23;0,34	-0,25	-0,60	0,05	
	-0,44;0,20		-0,14	-0,05;0,02	-0,24	-0,25	-0,06	
APM com:								
prot.			-0,14	0,38;0,65				
			-0,13	0,13;0,24				
óleo	-0,54;0,29		-0,08	-0,31;-0,45	-0,05	-0,58	-0,18	
	-0,25;0,13		-0,07	-0,23;-0,26	-0,04	-0,20	-0,04	
Prot. com:								
óleo			-0,66	-0,74				
			-0,54	-0,61				

r_g : correlações genotípicas

r_f : correlações fenotípicas

PG: produtividade de grãos; NDF: número de dias para a floração; APF: altura da planta na floração; NDM: número de dias para a maturidade; APM: altura da planta na maturidade; PROT: teor de proteína; ÓLEO: teor de óleo.

Apêndice 3 Genealogias de 40 cruzamentos em cadeia e testemunhas. Soja. Piracicaba, SP, 1996.

CADEIA MISTA		CADEIA ADAPTADA	
CRUZ.	GENEALOGIA	CRUZ.	GENEALOGIA
1 x 2	Andrews Púrpura x FT 81-2706	21 x 22	Bienville x UFV- Araguaia
2 x 3	FT 81-2706 x PI 371.610	22 x 23	UFV-Araguaia x Bossier-s
3 x 4	PI 371.610 x Paraná-s	23 x 24	Bossier-s x UFV-2
4 x 5	Paraná-s x Kirby	24 x 25	UFV-2 x GO 81-8491
5 x 6	Kirby x FT-2	25 x 26	GO 81-8491 x BR 80-15725-B-s
6 x 7	FT-2 x N 82-2764-s	26 x 27	BR 80-15725-B-s x Planalto-s
7 x 8	N 82-2764-s x SOC 81-127-s	27 x 28	Planalto-s x GO 81-11094
8 x 9	SOC 81-127-s x Wright	28 x 29	GO 81-11094 x BR-11
9 x 10	Wright x SOC 81-76	29 x 30	BR-11 x FT-8
10 x 11	SOC 81-76 x Foster	30 x 31	FT-8 x OC 79-7
11 x 12	Foster x FT 79-3408	31 x 32	OC 79-7 x BR-9
12 x 13	FT 79-3408 x AX 5355-s	32 x 33	BR-9 x EMGOPA-301
13 x 14	AX 5355-s x Paranagoiana	33 x 34	EMGOPA-301 x IAC-9
14 x 15	Paranagoiana x Jackson 4028-s	34 x 35	IAC-9 x GO 79-1030
15 x 16	Jackson 4028-s x FT 81-2129	35 x 36	GO 79-1030 x Cristalina-s
16 x 17	FT 81-2129 x Cobb	36 x 37	Cristalina-s x IAC-6
17 x 18	Cobb x BR-8	37 x 38	IAC-6 x UFV-4
18 x 19	BR-8 x PI 200521	38 x 39	UFV-4 x BR 80-16309
19 x 20	PI 200521 x SOC 81-216	39 x 40	BR 80-16309 x UFV-1
20 x 1	SOC 81-216 x Andrews Púrpura	40 x 21	UFV-1 x Bienville

TESTEMUNHAS

Bossier

IAC-12

UFV-4

IAC-Santa Maria 702

Apêndice 4a Fotoperíodo, temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, no período de janeiro a junho de 1994, relativos à avaliação da geração F_{6:3} de soja em Piracicaba, SP.

Meses	Fotoperíodo (h)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)	Precipitação Pluvial (mm)
		Média	Máxima	Mínima		
Janeiro	13,20	24,8	30,3	19,3	83,7	134,8
Fevereiro	12,80	26,6	33,0	20,2	82,7	154,4
Março	12,07	24,1	30,0	18,5	84,4	222,7
Abril	11,38	22,8	29,0	16,6	81,1	114,9
Maiο	10,85	20,9	26,8	15,0	81,8	45,2
Junho	10,60	17,6	24,8	10,3	78,1	36,7

Fonte: Departamento de Física e Meteorologia - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP.

Apêndice 4b Fotoperíodo, temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, no período de novembro/94 a março/1995, relativos à avaliação da geração F_{7:3} de soja em Piracicaba, SP.

Meses	Fotoperíodo (h)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)	Precipitação pluvial (mm)
		Média	Máxima	Mínima		
Outubro	12,70	25,3	32,2	18,4	72,8	126,8
Novembro	13,10	24,6	30,7	18,6	74,5	249,2
Dezembro	13,46	25,8	32,0	20,0	79,6	260,8
Janeiro	13,20	26,2	32,0	20,1	83,9	197,3
Fevereiro	12,80	25,0	29,9	20,1	88,2	415,6
Março	12,07	24,5	30,4	18,5	83,5	194,6

Fonte: Departamento de Física e Meteorologia - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP.

Apêndice 5a Critérios utilizados para a interpretação de análises de solos para o Estado de São Paulo.

Acidez	pH CaCl ₂	Níveis	M.O. (%)	P (µg/cm ³)	Meq/100g			V (%)
					K	Ca	Mg	
Muito baixa	> 6,0	Muito baixo	-	6,0	0,07	-	-	≤ 25
Baixa	5,6 - 6,0	Baixo	1,5	7,08-15,0	0,08-0,15	0,4	0,4	26-50
Média	5,1 - 5,5	Médio	1,5-2,5	0,15-40,0	0,16-30,0	0,5-0,8	0,5-0,8	51-70
Alta	4,4 - 5,0	Alto	> 2,5	> 80,0	> 80,0	-	-	71-90
Muito alta	< 4,3	Muito alto	-	-	-	-	-	> 90

Fonte: Malavolta et al. (1989).

Apêndice 5b Análises químicas do solo nas áreas de pesquisa com soja, nos locais Areão e Anhembí, Piracicaba - SP.

Local	pH CaCl ₂	M.O. (%)	P (µg/cm ³)	Meq/100g			V (%)
				K	Ca	Mg	
Areão ^{1/}	4,3	1,6	10,0-15,0	0,25	3,6	1,3	50
Anhembí ^{2/}	6,5	1,6	55,0	0,23	2,9	2,3	90

Fonte: ^{1/}Departamento de Ciência do Solo-ESALQ/USP - 26/07/96.

^{2/}Departamento de Química-ESALQ/USP - 21/06/96.

Apêndice 6 Esquema de entrada de dados e sequência de comandos utilizados no programa MAPGEN para análise estatística em blocos aumentados.

a) Esquema e estrutura dos dados

Para se utilizar o programa, o primeiro passo é possuir um arquivo criado no editor (D123) do próprio programa ou um arquivo texto (ASC II) que deve ser importado para o formato do editor (D123) antes de ser usado.

Após o usuário já ter seu arquivo (D123), o próximo passo é escolher a opção (1) do menu principal para efetuar a análise desejada.

Em seguida, o usuário deverá indicar qual arquivo e quais variáveis vão ser utilizadas nas análises, além das variáveis (colunas) dos tratamentos regulares, das testemunhas e dos blocos, e também o número de cada um destes parâmetros (n^o blocos, n^o testemunhas e n^o de tratamentos regulares).

O máximo de parcelas é 6.500 ou seja, $b * t + v \leq 6.500$.

O arquivo D123 (do editor) tem que ter a seguinte estrutura: uma coluna para tratamentos regulares, que é numerada de 1 a v ; outra coluna para as testemunhas, que é numerada de 1 a t ; e outra coluna para os blocos, que é numerada de 1 a b ; se um determinado tratamento ocorre no bloco j , então este deve ter o valor J .

A seguir, um exemplo de estrutura dos dados com cinco tratamentos regulares, duas testemunhas e dois blocos:

Tratamentos Regulares	Testemunhas	Blocos	Produção	Etc.
1	0	1	2.0	.
2	0	1	3.0	.
3	0	1	4.0	.
4	0	2	3.0	.
5	0	2	6.0	.
0	1	1	2.0	.
0	1	2	3.0	.
0	2	1	4.0	.
0	2	2	4.0	.

Observar que não é necessário ter blocos do mesmo tamanho, mas é necessário ter as testemunhas em todos os blocos.

b - Sequência de Comandos

- Selecionar a opção 3 (editar) do menu principal
- Selecionar Importar

Drive: nome do arquivo ASC II

B: EXEMPLO.PRN

Confirma o nome: Y/N

Drive: nome do arquivo D123

B: EXEMPLO (o programa cria a extensão PTA automaticamente)

Confirma o nome: Y/N

- Selecionar arquivo
- Selecionar Ativar Velho

Drive: nome do arquivo

B: EXEMPLO.PTA (desta forma o arquivo já pode ser trabalhado)

- Selecionar QUIT
- Quer abandonar D123 Y/N ?
- Selecionar a opção (1) no menu principal

número (coluna) da variável: tratamento regular

número (coluna) da variável: testemunhas/tratamentos comuns

número (coluna) da variável: bloco

número total de tratamentos regulares: v

número de tratamentos comuns (testemunhas): t

número de blocos: b

<Drive>: nome do arquivo

B: EXEMPLO.PTA

Número (coluna) da variável analisar

Digite "ESC" para encerrar.

OBS: O PROGRAMA NÃO ACEITA PARCELAS PERDIDAS.