**ANÁLISE DO POTENCIAL GENÉTICO DE CULTIVARES DE
SOJA [*Glycine max* (L.) MERRILL] ATRAVÉS
DE CRUZAMENTOS DIALÉLICOS**

ESTEFANO PALUDZYSZYN FILHO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro, 1982

À esposa Elizabeth,
Aos filhos, pais e irmãos,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. NATAL ANTÔNIO VELLO, orienta
dor inicial, pela dedicação, amizade e ensinamentos.

Ao professor Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO,
pelos ensinamentos, pela orientação e empenho na realizaçãodes
ta.

Ao convênio de cooperação EMBRAPA - ESALQ pela
oportunidade concedida para realização das observações experi
mentais em Londrina - Paraná.

Aos professores Dr. ERNESTO PATERNIANI e Dr. JO
SÉ JOAQUIM DE CAMARGO ENGLER pelo apoio ao plano de pesquisa
apresentado, respectivamente ao Departamento de Genética e ao
Convênio EMBRAPA - ESALQ.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA pela oportunidade e ao Centro Nacional de Pesquisa de
Soja - CNPSo pelas facilidades oferecidas para realização des
ta.

Aos colegas Dr. ROMEU AFONSO DE SOUZA KIIHL e
Dr. JOSÉ FRANCISCO FERRAZ DE TOLEDO pela amizade, estímulo e o
rientação na realização das observações experimentais.

Aos colegas de estudo pela amizade e incentivo.

Aos professores e funcionários do Departamento
e Instituto de Genética pelas ensinamentos e atenções.

CURRICULUM VITAE

ESTEFANO PALUDZYSZYN FILHO, *filho de Stefan Paludzyszyn e Catarina Paludzyszyn*, nasceu a 30 de setembro de 1950 em Curitiba, Estado do Paraná. Em dezembro de 1974, graduou-se Engenheiro Agrônomo pela Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Paraná. Em fevereiro de 1975 foi contratado pela Organização das Cooperativas do Estado do Paraná - OCEPAR como pesquisador na área de melhoramento em soja. Em 1976 foi contratado pelo Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR e posto a disposição do Centro Nacional de Pesquisa de Soja da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária aonde foi contratado em 1978. Em 1980, ingressou no Curso de Genética e Melhoramento de Plantas do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura - ESALQ da Universidade de São Paulo - USP.

ÍNDICE

	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. O melhoramento e a genética quantitativa.....	4
2.2. Base genética e aproveitamento desta para pro dução de grãos.....	7
2.3. Genética dos caracteres floração e maturação..	13
2.4. Cruzamentos dialélicos.....	14
3. MATERIAL	19
4. MÉTODOS	22
4.1. Planejamento e execução experimental.....	22
4.2. Preparação das linhagens e cruzamentos.....	22
4.3. Caracteres observados.....	23
4.4. Análise da variância.....	24
4.5. Análise das tabelas dialélicas e estimação de parâmetros genéticos de médias, dos efeitos de capacidade geral de combinação e das variân cias de c.g.c. e c.e.c. associadas as linhagens	24
4.6. Cálculo das heteroses médias das linhagens....	32
4.7. Partição das estimativas dos efeitos de c.g.c.	33
4.8. Covariância entre estimativas dos efeitos de heterose de linhagens e efeitos de linhagens..	33
4.9. Correlações entre as médias dos F_1 's e as mē dias das respectivas linhagens parentais.....	34

	<u>página</u>
5. RESULTADOS.....	35
5.1. Resultados preliminares.....	35
5.2. Resultados das análises das tabelas dialélicas	37
5.3. Resultados das estimativas dos componentes de médias.....	37
5.4. Resultados das heteroses médias das linhagens...	39
5.5. Resultados das estimativas dos componentes de médias, dos efeitos de c.g.c. e das variâncias associadas aos efeitos de c.g.c. e c.e.c. das linhagens.....	40
5.6. Resultados da partição das estimativas dos <u>e</u> feitos de c.g.c.....	41
5.7. Resultados da covariância entre estimativas dos efeitos de $\hat{\ell}_i$ e $\hat{h}_i$	42
5.8. Resultados das correlações entre as médias dos F ₁ 's e a média das respectivas linhagens paren <u>t</u> tais.....	42
6. DISCUSSÃO.....	44
6.1. Avaliação das linhagens, heteroses e das cor <u>r</u> relações.....	44
6.2. Análise dos cruzamentos dialélicos.,.....	49
6.2.1. Generalidades.....	49
6.2.2. Estimativas dos efeitos de c.e.c. e c.g.c.,	54
7. CONCLUSÕES	60

	<u>página</u>
LITERATURA CITADA	63
TABELAS E FIGURAS	73
APÊNDICE	91

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>página</u>
1. Valores, significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação obtidos nas análises da variância para os três caracteres em estudo: NDF: número de dias para início da floração, NDM: número de dias para maturação e PG: produção de grãos (g/planta). Blocos casualizados com seis repetições. Londrina-PR, 1980/81.....	74
2. Médias observadas do caráter número de dias para início da floração (NDF) de oito linhagens e respectivos F_1 's em cruzamentos dialélicos. Médias de duas plantas por vaso em seis repetições. (1980/81).....	75
3. Médias observadas do caráter número de dias para maturação (NDM) de oito linhagens e respectivos F_1 's em cruzamentos dialélicos. Médias obtidas de duas plantas por vaso em seis repetições. (1980/81).....	76
4. Médias observadas do caráter produção de grãos (PG) em gramas por planta de oito linhagens e respectivos F_1 's em cruzamentos dialélicos. Médias de duas plantas por vaso em seis repetições. (1980/81).....	77

Tabelapágina

5. Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância das tabelas dialélicas segundo o modelo de GARDNER e EBERHART (1966) e da capacidade geral de combinação (c.g.c.) segundo o método 4, modelo I de GRIFFING (1956), para os três caracteres em estudo: NDF: número de dias para início da floração, NDM: número de dias para maturação e PG: produção de grãos..... 78
6. Estimativas dos parâmetros: $\hat{h}_{ij}$ - heterose do cruzamento ij (acima da diagonal), $\hat{s}_{ij}$ - heterose específica ou capacidade específica de combinação (abaixo da diagonal), $\hat{u}$ - média das linhagens parentais e $\hat{\bar{h}}$ - heterose média de todos os cruzamentos, para o caráter NDF: número de dias para início da floração..... 79
7. Estimativas dos parâmetros: $\hat{h}_{ij}$ - heterose do cruzamento ij (acima da diagonal), $\hat{s}_{ij}$ - heterose específica ou capacidade específica de combinação (abaixo da diagonal), $\hat{u}$ - média das linhagens parentais e $\hat{\bar{h}}$ - heterose média de todos os cruzamentos, para o caráter NDM; número de dias para maturação, 80

Tabelapágina

8. Estimativas dos parâmetros: $\hat{h}_{ij}$ - heterose do cruzamento ij (acima da diagonal), $\hat{s}_{ij}$ - heterose específica ou capacidade específica de combinação (abaixo da diagonal), $\hat{u}$ - média das linhagens parentais e $\hat{\bar{h}}$ - heterose média de todos os cruzamentos, para o caráter PG: produção de grãos (g/planta)..... 81
9. Estimativas das heteroses da produção de grãos em porcentagem da média dos parentais (acima da diagonal) e em porcentagem do parental superior (abaixo da diagonal), observados nos F_1 's..... 82
10. Heterose média das linhagens parentais ($\bar{h}_i$) resultantes dos cruzamentos em dialélico para os caracteres número de dias para início da floração (NDF), número de dias para maturação (NDM) e produção de grãos em gramas/planta e em porcentagem..... 83
11. Estimativas dos parâmetros: $\hat{\ell}_i$ - efeito de linhagens, $\hat{h}_i$ - efeito de heterose das linhagens, $\hat{g}_i$ - efeito de capacidade geral de combinação (c.g.c.) e as estimativas das variâncias das capacidades geral ($\hat{\sigma}^2 \hat{g}_i$) e específica ($\hat{\sigma}^2 \hat{s}_i$) de combinação das linhagens para o caráter NDF: número de dias para início da floração..... 84

Tabelapágina

12. Estimativas dos parâmetros: $\hat{\ell}_i$ - efeito de linhagens, $\hat{h}_i$ - efeito de heterose das linhagens, $\hat{g}_i$ - efeito de capacidade geral de combinação (c.g.c.), e as estimativas das variâncias das capacidades geral ($\hat{\sigma}^2\hat{g}_i$) e específica ($\hat{\sigma}^2\hat{s}_i$) de combinação das linhagens para o caráter NDM: número de dias para maturação.... 85
13. Estimativas dos parâmetros: $\hat{\ell}_i$ - efeito de linhagens, $\hat{h}_i$ - efeito de heterose das linhagens, $\hat{g}_i$ - efeito de capacidade geral de combinação (c.g.c.), e as estimativas das variâncias das capacidades geral ($\hat{\sigma}^2\hat{g}_i$) e específica ($\hat{\sigma}^2\hat{s}_i$) de combinação associada as linhagens para o caráter PG: produção de grãos (g/planta)..... 86
14. Decomposição dos componentes das estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$) respectivamente em efeitos de linhagens ($\hat{\ell}_i$) e efeitos de heteroses das linhagens ($\hat{h}_i$) em porcentagens para os três caracteres em estudo..... 87

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>página</u>
1. Regressão linear entre as médias dos F_1 's e respectivas linhagens parentais para o caráter número de dias para floração.....	88
2. Regressão linear entre médias do número de dias para maturação dos F_1 's e das respectivas linhagens parentais.....	89
3. Regressão linear entre médias da produção de grãos dos F_1 's e das respectivas linhagens parentais.....	90

RESUMO

ANÁLISE DO POTENCIAL GENÉTICO DE CULTIVARES DE
SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill] ATRAVÉS
DE CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Estefano Paludzyszyn Filho

José Branco de Miranda Filho

Linhagens provenientes de oito cultivares de soja, foram inter cruzadas em esquema dialélico, com a finalidade de avaliar o potencial genético das mesmas para utilização em programa de seleção recorrente, visando aumentos na produção de grãos.

A avaliação experimental das linhagens parentais e respectivos F_1 's, foi realizada em casa de vegetação. Obtiveram-se os valores do número de dias para floração e maturação e produção de grãos, os quais foram analisados segundo metodologias genético-estatísticas de Gardner & Eberhart e de Griffing para avaliação do desempenho *per se* das linhagens e respectivas capacidades combinatórias.

As análises evidenciaram a existência de diferenças entre as médias das linhagens para todos os caracteres estudados, quanto ao valor intrínseco, ao potencial heterótico, a capacidade combinatória, a natureza dos efeitos de capa

cidade geral de combinação e a diversidade genética. Além disso, contribuíram para o conhecimento do tipo de ação gênica predominante no controle dos caracteres.

Para produção de grãos, as avaliações dos resultados permitiram inferir sobre a superioridade das linhagens das cultivares no que diz respeito aos seguintes parâmetros: comportamento *per se* (*Bossier* e *BR-5*), combinação heterótica (*Paraná* x *IAS-4*), efeito de capacidade geral de combinação (*BR-5* e *Paraná*), efeitos de linhagens (*Bossier* e *BR-5*) e heterose média de linhagem (*IAS-4*).

Adicionalmente, em vista da quantidade de informações obtidas, concluiu-se da utilidade da metodologia empregada para análise de médias em cruzamentos dialélicos de linhagens.

SUMMARY

ANALYSIS OF GENETIC POTENTIAL OF SOYBEAN

[*Glycine max* (L.) Merrill] CULTIVARS

THROUGH DIALLEL CROSSES

Estefano Paludzyszyn Filho

José Branco de Miranda Filho

Lines from eight soybean cultivars were intercrossed in a diallel scheme to allow the evaluation of their genetic potential concerning yield improvement for use in a recurrent selection program.

Two genetic-statistical methods were utilized in the data analysis and allowed an evaluation of the behaviour of lines *per se* and their combining abilities.

The analysis indicated the existence of real differences among means of the lines for all characters studied, time of flowering and maturity and yield in respect of intrinsic value, their heterotic potential, combining ability, nature of the general combining ability effect and genetic diversity. The analysis also provided contribution to the understanding of the predominant gene action present in the characters.

From the yield evaluations, it was possible to conclude about cultivars superiorities in respect of the following parameters: *per se* value (*Bossier* and *BR-5*), heterotic combination (*Paraná* × *IAS-4*), general combining ability effect (*BR-5* and *Paraná*), line effect (*Bossier* and *BR-5*) and line heterotic mean (*IAS-4*).

Additionally, because of the large number of informations obtained in this study, it was possible to conclude that the methodology of means analysis of homozygous lines utilized here was useful.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) ao longo da última década, teve acentuada expansão do seu cultivo no Brasil. Os resultados deste incremento foram obtidos em parte, pela ocupação de áreas cultivadas com outras espécies e, principalmente, pela abertura de novas frentes agrícolas.

Ao lado dos benefícios causados a economia nacional pelo aumento da produção, a ampliação do uso das cultivares existentes revelou nestas, aspectos negativos de adaptabilidade. Tal fato, aliado a crescente necessidade de novas cultivares, gerou estímulos ao desenvolvimento da pesquisa no país, notadamente na área de melhoramento. Nesta área, foram traçadas prioridades para fazerem frente a situação da crescente expansão e objetivam:

1. Desenvolver cultivares apropriadas para utilização em regiões de baixas latitudes, situadas de modo geral, acima do

paralelo 24°S.

2. Assegurar os níveis de rendimento das cultivares existentes, através da incorporação de resistências a doenças e pragas, e melhoria de alguns caracteres agronômicos.

3. Desenvolver cultivares com níveis superiores de rendimentos.

De modo geral, pesquisas envolvendo as duas primeiras etapas estão sendo realizadas por diversas instituições. Os resultados destas pesquisas, são possíveis de serem avaliados pelo número elevado de cultivares já recomendadas no país.

Quanto a terceira etapa, o Centro Nacional de Pesquisa de Soja (EMBRAPA-CNPSO), vem desenvolvendo metodologias que possibilitem a seleção de genótipos superiores nas gerações iniciais de populações segregantes.

Desta forma, ao lado do desenvolvimento de novas cultivares, são aperfeiçoadas técnicas experimentais que visam a obtenção de estimativas precisas e seguras dos inúmeros caracteres envolvidos na composição final da produção de grãos. Estas estimativas, quando analisadas através de métodos genético-estatísticos como os desenvolvidos por HAYMAN (1954a e b), GRIFFING (1956a e b) e GARDNER e EBERHART (1966) e outros, possibilitam, além do conhecimento das ações gênicas envolvidas no controle dos caracteres, a avaliação da capacidade dos genótipos *per se* e quando em cruzamentos. Estas informações servem como elementos auxiliares aos melhoristas, frente a escolha de método e critérios de melhoramento.

O presente trabalho foi conduzido com a finalidade de avaliar o potencial genético de oito linhagens de soja, utilizando-se a metodologia que tem por base a análise da capacidade combinatória.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta revisão serão abordados alguns tópicos, considerados de interesse para entendimento do presente estudo, realçados por opiniões e trabalhos de inúmeros pesquisadores. Os tópicos são: 1. O melhoramento e a genética quantitativa; 2. base genética e aproveitamento desta para produção de grãos; 3. genética dos caracteres floração e maturação; 4. cruzamentos dialélicos.

2.1. O melhoramento e a genética quantitativa

Os métodos de melhoramento de plantas desenvolvidos a partir de observações de inúmeros pesquisadores, embora mantendo os mesmos princípios, sofreram modificações com o avanço dos conhecimentos em áreas correlatas da ciência. Em autógamas, basicamente consistem na hibridação de um número pequeno de genótipos, seguidos de um dos processos de condução

das populações segregantes durante várias gerações, até a obtenção de genótipos homozigotos para a maioria dos caracteres.

Embora os métodos tenham sido delineados com base na prática do melhoramento, eles tem se revelado eficazes na obtenção de genótipos superiores. Este aspecto é deduzido dos progressos havidos em muitas espécies, o que as tornou economicamente cultiváveis. De modo geral, o sucesso desta metodologia em plantas autógamas é devido, principalmente, ao fato dos trabalhos serem realizados com caracteres qualitativos ou com caracteres quantitativos que apresentam alta herdabilidade.

No entanto, com relação a caracteres cujo controle é efetuado por inúmeros genes, como a produção de grãos, altura de planta, etc, o progresso obtido pelo emprego dos métodos tradicionais de melhoramento não são acentuados; tal ocorre na soja, onde geralmente são observados pequenos progressos por seleção (BRIM, 1973). A análise de um suposto incremento de 100 kg/ha, por ciclo de seleção, na produção de uma cultivar de soja foi realizada por FEHR (1978). Utilizando-se os métodos tradicionais, e com uma geração por ano, conclui o referido autor que seriam necessários 18 anos de trabalhos para a obtenção de 300 kg/ha, a mais, em uma cultivar.

Segundo diversos autores, os progressos lentos obtidos, são, em parte, devido a pequena variabilidade existente nos cruzamentos realizados de forma tradicional. JENSEN (1970), observa que o emprego de um número reduzido de genótipos, na formação do conjunto gênico inicial, aliado as limitações dos

processos de seleção, são possíveis explicações dos baixos incrementos nos rendimentos das plantas.

O fato da utilização de um pequeno número de genótipos, para formação de populações segregantes, por melhoristas de plantas autógamas, como em soja, contrasta amplamente com as técnicas utilizadas no melhoramento de plantas alógamas. Nestas, a preocupação maior dos melhoristas é com referência à elevação das frequências gênicas de alelos favoráveis, devido que, a formação de populações de ampla variabilidade não se apresenta como impedimento executivo ou funcional.

Basicamente, as teorias de seleção empregadas nos métodos tradicionais, visam identificar genótipos superiores. Nestes processos, porém, aspectos como a estrutura genética da população, as ações gênicas envolvidas no controle dos caracteres e a magnitude da variabilidade presente, normalmente não são considerados.

Com o advento das teorias e métodos da genética quantitativa, foram proporcionadas melhores condições para obtenção dos caracteres desejáveis nas espécies agrícolas. Isto se deve, em parte, aos caracteres serem melhorados pela utilização adequada de processos seletivos. A outra vantagem do emprego da genética quantitativa, como instrumento auxiliar na escolha do método de melhoramento a ser utilizado, deve-se ao fato de ser possível, além da caracterização das populações segregantes quanto ao desempenho sob seleção, o conhecimento das ações gênicas envolvidas e da estrutura genética *per se* dos ge

nótipos parentais dos cruzamentos. SPRAGUE (1966) observa que o conhecimento das ações gênicas envolvidas é o passo fundamental na tomada de decisão sobre a utilização do melhor método de hibridação, do melhoramento de populações e de seleção.

2.2. Base genética e aproveitamento desta para produção de grãos.

A produção de grãos em soja é uma característica essencialmente quantitativa. Das ações gênicas envolvidas no controle deste caráter, JOHNSON e BERNARD (1963), após revisão dos trabalhos até então realizados, concluíram: "a importância da variância genética aditiva parece de ser bem estabelecida, ficando a dúvida sobre a relativa importância dos efeitos não aditivos".

BRIM (1973), em revisão dos trabalhos realizados após 1963, principalmente no sentido de evidenciar efeitos genéticos não aditivos, resume em função das evidências presentes, embora, segundo o mesmo autor, não totalmente conclusivas "ser a variância genética a componente principal da variância genotípica para os caracteres de importância econômica em soja".

Estes relatos evidenciam a importância do adequado aproveitamento das variâncias genéticas aditivas, embora, segundo BRIM (1973), não devam ser desprezadas ações gênicas do tipo aditivo x aditivo ou as responsáveis por combinações heterozigóticas favoráveis.

MARTIN (1981), discute a importância dos efeitos epistáticos, ou das interações não alélicas presentes na herança de caracteres quantitativos, de importância econômica em soja. Refere-se às implicações da epistase quando da utilização de alguns métodos de melhoramento. No caso de estimação dos efeitos de capacidade geral e específica de combinação, nenhum dos dois efeitos irá predizer o desempenho adequado da linhagem *per se*, devido às correlações imperfeitas quando da presença de fatores epistáticos, conclui o referido autor.

A importância do conhecimento dos componentes da variância genética para o melhoramento de plantas, é traduzida pela obtenção do parâmetro da herdabilidade para os caracteres. Segundo BRIM (1973), muitas decisões práticas nos programas de melhoramento são baseadas na magnitude da porção herdável do caráter.

Na soja, diversas estimativas do parâmetro da herdabilidade foram obtidas como resultados da avaliação de populações diferentes, do estágio das gerações segregantes e da variação ambiental. Em revisão de literatura, BRIM (1973), apresentou valores compreendidos entre 0,65 a 0,91 e 0,75 a 0,94, respectivamente para número de dias para floração e maturação. Para produção de grãos, segundo o mesmo autor, as variações foram de 0,03 (KWON e TORRIE, 1964) e 0,58 (BYTH *et alii*, 1969).

A presença de variações no parâmetro da herdabilidade, para os diversos caracteres, pressupõe a necessidade de utilizar métodos adequados de melhoramento.

Com o sentido do aproveitamento da ação gênica aditiva, envolvida em cruzamentos de soja, é que autores como HANSON *et alii* (1967) e COMPTON (1968), discutem o aproveitamento de esquemas de seleção recorrente na soja, haja visto resultados promissores de tais métodos em plantas alógenas, como o milho (SPRAGUE, 1967). Do ponto de vista genético, segundo KHADR e FREY (1965), não ocorrem impedimentos para utilização de seleção recorrente em espécies autopolinizadas.

No entanto, a utilização plena de esquemas de seleção recorrente é limitada na soja (BRIM, 1973). Tais limitações, segundo o mesmo autor, são devidas às dificuldades naturais existentes para obtenção de níveis adequados de recombinantes desejados. Como causas, podem ser citadas: dificuldades para realização de número suficiente de cruzamentos; pequeno número de sementes obtidas por cruzamento; tempo necessário para avaliação das progênies; limitações nas metodologias empregadas para avaliações de progênies.

As mesmas limitações podem ser colocadas para a exploração de efeitos gênicos não aditivos, como heterose, embora de pequena significância para a soja (BRIM, 1973).

Autores como JOHNSON e BERNARD (1963), FEHR (1978 e 1980), apontam técnicas comumente empregadas para obtenção de sementes híbridas. Diversos modos são apresentados, porém, todos no sentido da obtenção de taxa superior de cruzamento efetivamente realizados ou "pegos". Da mesma forma, BRIM *et alii* (1964), WEBER e FEHR (1967), BERNARD e JAYCOX (1969),

sugerem técnicas que aumentam a eficiência dos cruzamentos artificiais.

Porém, o que mais chamou a atenção dos melhoristas de soja foi a descoberta por BRIM e YOUNG (1971) do caráter macho-estéril, controlado por um par de genes recessivos (ms_1, ms_1). Segundo os autores, 99% ou mais das sementes obtidas das plantas macho-estéreis, eram devidas a cruzamentos naturais. No entanto, ressalte-se, que embora a porcentagem fosse elevada, o número de sementes obtidas era pequeno por plantas, sendo em média de 40 (BURTON e BRIM, 1981). No entanto, devidos a algumas limitações citadas anteriormente, esta média é superior às possíveis de serem obtidas por cruzamentos artificiais.

BRIM e STUBER (1973), relatam a maneira de utilização do caráter macho-estéril para aplicação em trabalhos de seleção recorrente em soja. Segundo, FEHR e ORTIZ (1975), o emprego do caráter macho-estéril em cruzamentos, permite a eliminação das polinizações manuais e reduz o tempo necessário para completar um ciclo de seleção.

Alguns resultados do emprego de seleção recorrente, através da utilização do caráter macho-estéril em soja, serão relatados a seguir, onde se evidencia a potencialidade da utilização do método.

KENWORTHY e BRIM (1979), relatam o primeiro resultado com a utilização do método para rendimento de grãos. Obtiveram os autores, após um ciclo, que consistiu de uma gera

ção de cruzamentos, uma de autofecundação e a geração de teste, um aumento de 16% no rendimento de grãos. Em consequência, aumentou em 15% o valor da proteína total.

BRIM e BURTON (1979), utilizando duas populações, I e II, subdivididas em sub-populações, A e B, obtiveram aumentos no teor de proteína, variando em função do número de ciclos de seleção. Assim, na sub-população IA, o teor aumentou de 46,3% para 48,4% (seis ciclos); na IB, aumentou de 46,4% para 47,6% (4 ciclos), na IIA, aumentou de 42,8% para 46,1% (5 ciclos); e de 43,2% para 45,9% na população IIB com quatro ciclos de seleção.

BURTON e BRIM (1981), empregando o esquema de macho-esterilidade para percentagem de óleo nas sementes, obtiveram um aumento não significativo de 444 kg para 460 kg de óleo por hectare. Para produção de grãos, os autores não encontraram significâncias estatísticas.

A conclusão, a respeito da utilização do método de seleção recorrente, utilizando macho-esterilidade, dada por BURTON e BRIM (1981), indica ser o método eficiente para caracteres de alta herdabilidade ou quando apenas uma planta possa ser considerada como representativa de um genótipo; neste último caso, o fato da utilização de pequenos espaços, em casa-de-vegetação ou no campo, para a obtenção de um ciclo em apenas um ano, é outro indicador da eficiência do método, segundo os autores.

Por outro lado, o aproveitamento de variâncias

genéticas não aditivas, presentes nos cruzamentos em soja, (HANSON *et alii*, 1967) como possível causa dos efeitos de heterose, apresenta-se, como anteriormente evidenciado, de difícil utilização em larga escala. Na literatura, como resultados da avaliação de plantas individuais, na maioria dos casos, aparecem alguns trabalhos relatando efeitos de heterose para rendimento de grãos. A seguir, alguns são apresentados.

VEATCH (1930), em cruzamentos envolvendo 16 cultivares e/ou linhagens, obteve um rendimento de 19,55% a mais em relação à média dos parentais. Heterose superior a esta, devido os resultados serem apresentados em relação ao parental superior, foi obtida por WEISS *et alii* (1947). Dos ensaios de 17 cruzamentos, realizados em campo e em casa de vegetação, estes autores obtiveram, respectivamente, 14% e 32% de heterose. LEFFEL e WEISS (1958), no entanto, em estudo de dialélico envolvendo 10 parentais, obtiveram uma heterose média de 13,7%, em relação à média do parental superior.

Com o objetivo de avaliar F_1 's sob condições reais de campo, BRIM e COCKERHAM (1961), realizaram experimentos em dois locais, em cada um dos dois anos. Obtiveram uma heterose média de 20% em relação ao parental superior. Significativamente menor, porém, foi a heterose obtida por WEBER *et alii* (1970) que avaliaram 85 cruzamentos, em quatro anos, e obtiveram uma heterose média de 13,4%, em relação ao parental superior.

Em contraste, PASCHAL e WILCOX (1975), obtiveram

uma heterose média de apenas 8%, em relação ao parental superior. Ressalte-se que estes autores, com o objetivo de obter elevados rendimentos, devido a heterose, utilizaram combinações híbridas, envolvendo linhagens altamente adaptadas aos EUA, e introduções presumidas de serem divergentes geneticamente em relação às linhagens.

Face aos resultados apresentados, conclui-se que a exploração de vigor híbrido manifestado pela heterose pode ser considerada para aumentos da produção de grãos. Contudo, devido às dificuldades envolvidas na realização de cruzamentos em larga escala, a obtenção de linhagens homozigotas, após várias gerações de auto-fecundação, segundo PASCHAL e WILCOX (1975), é ainda o melhor método de melhoramento.

2.3. Genética dos caracteres floração e maturação

O tempo para floração e maturação em soja são geralmente considerados caracteres de herança quantitativa. Tal assertiva decorre das variações apresentadas no número de dias, em ambos os caracteres, quando submetidas a variações ambientais. KIIHL (1976), concluiu que sob condições de dias longos, o caráter dias para a floração é de herança quantitativa; porém, sob condições de dias curtos, o mesmo autor indica que o caráter floração tardia é controlado por poucos genes recessivos. BERNARD (1971), identificou os genes E_1 e E_2 dominantes controlando dias para floração e maturação na soja. Estes locos evidenciaram uma gênica de dominância parcial para tempo de flo

ração e maturação. BUZZEL (1971), identificou o gene E_3 dominante, cujo efeito retarda o tempo para floração e maturação, sob condições de luz fluorescente.

Os relatos de literatura, quanto aos efeitos de heterose para ambos os caracteres, floração e maturação são a seguir descritos.

VEATCH (1930), em 15 F_1 's resultantes de cruzamentos, obteve que 11 floresceram tão tarde ou mais tarde que o parental superior. WEISS *et alii* (1947), obtiveram, para maturação, que a média dos F_1 's foi intermediária entre a média dos pais. LEFFEL e WEISS (1958), estudaram cruzamentos dialélicos de 10 parentais. Em média, os F_1 's floresceram e maturaram precocemente em relação à média dos parentais. WEBER *et alii* (1970), obtiveram resultados variáveis para a heterose do número de dias para maturação, em relação à média dos parentais. Em média, os F_1 's foram mais precoces para maturação, em relação ao parental superior.

2.4. Cruzamentos dialélicos

Cruzamentos dialélicos se referem a todos os cruzamentos possíveis de serem realizados, entre um grupo de n linhagens, variedades ou populações. Podem incluir, ou não, os tipos parentais, bem como os cruzamentos recíprocos.

Atualmente, a metodologia de análise dos cruzamentos em dialélico, é baseada, principalmente, nos trabalhos de três autores, a saber: HAYMAN (1954a e b), GRIFFING (1956a e b)

e GARDNER e EBERHART (1966).

A metodologia de HAYMAN (1954a e b), segundo o autor, é um poderoso meio de elucidar sistemas poligênicos. A sua utilização é indicada para linhagens puras, sendo, por isto, utilizada em plantas de auto-fertilização.

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

A metodologia de GARDNER e EBERHART (1966), distingue-se das apresentadas por HAYMAN (1954a e b) e GRIFFING (1956a e b), basicamente por ser assentada em análise de componentes de médias de tabelas dialélicas. GARDNER e EBERHART (1966) indicam ser a metodologia, por eles apresentada, adequaa para análise de cruzamentos dialélicos de variedades ou raças panmíticas. JOHNSON (1973) porém, utilizou esta metodologia para análise de cruzamentos dialélicos, envolvendo linhagens endógamas de variedades comerciais de milho. Uma ampla revisão sobre esta metodologia, (Gardner e Eberhart) é encontrada nos trabalhos de VENCovsky (1970) e MIRANDA FILHO (1974).

Em soja, poucos relatos envolvendo cruzamentos dialélicos são encontrados na literatura, a seguir resumidos.

LEFFEL e WEISS (1958), estudaram cruzamentos

dialélicos envolvendo 10 cultivares analisados segundo as metodologias de Griffing e Hayman. Os autores verificaram que os efeitos devidos à capacidade geral de combinação dos parentais estavam associados positivamente aos efeitos de dominância, bem como às médias parentais. Para rendimento de grãos e altura de plantas foram propostas as ações gênicas de dominância completa ou sobredominância. Ainda, os autores observaram que as metodologias utilizadas não foram conclusivas para distinção entre interações alélicas e não alélicas nos genótipos.

WEBER *et alii* (1970) utilizando a metodologia de Griffing, avaliaram os caracteres rendimento de grãos e maturação. Significância foi obtida para os efeitos de capacidade geral (rendimento de grãos, maturação, altura da planta e teor de óleo) e específica (todos caracteres, exceto teor de óleo nos grãos).

PASCHAL e WILCOX (1975), em dialélico com 12 parentais, avaliaram efeitos de capacidade geral e específica de combinação, segundo programa DIALL. Obtiveram significância para os efeitos de capacidade geral de todos os caracteres estudados, enquanto para capacidade específica a significância foi obtida, apenas, para tamanho de sementes, maturação e altura de plantas.

SRIVASTAVA *et alii* (1978), analisando dialélico de sete cultivares através da metodologia de Griffing, obtiveram para dias, quanto à floração e à maturação, uma substan

cial variância dos efeitos de capacidade geral de combinação. Porém, para rendimento de grãos, a metodologia utilizada não permitiu avaliações conclusivas.

TOLEDO e KIIHL (1981), estudaram cruzamentos dialélicos de cinco cultivares para as características dias, para floração e número de folhas trifolioladas, segundo metodologia de Hayman e Griffing. Concluíram, os referidos autores, da provável existência de um gene maior de efeito pleiotrópico no controle dos dois caracteres estudados.

Outros trabalhos, envolvendo cruzamentos em dialélico com soja, são citados no *Plant Breeding Abstracts*, como resumidos a seguir.

BHATADE *et alii* (1977), avaliaram seis parentais para produção de grãos, e outros quatro caracteres. Obtiveram significativas variâncias de c.g.c. para todos os caracteres, exceto número de ramificações primárias, enquanto as variâncias de c.e.c. foram significativas para número de vagens por planta, número de ramificações primárias e altura de planta. JYANG (1975), em estudo de sete variedades de ciclo precoce e tardio, obteve que os F_1 's foram intermediários entre as variedades parentais, para número de dias para início da floração. Na análise, todas as variedades apresentaram dominância parcial para o caráter. KAWN *et alii* (1978), em avaliação de dez linhagens, por três outras, consideradas testadoras, obtiveram que em nove dos dez caracteres estudados, houve o predomínio da variân

cia genética aditiva. KAWN *et alii* (1981) avaliaram produção de grãos e três componentes deste caráter. Os resultados obtidos permitiram aos autores concluir que as variâncias de c.g.c. e c.e.c. foram significativas para todos os caracteres estudados. MILLER (1976), em estudo com dez parentais, obteve que os F₁'s maturaram, pelo menos, dois dias após o parental mais tardio. SANTOS (1978), em estudo com cinco parentais, obteve heteroses para 15 dos 26 caracteres estudados. A variância genética aditiva, segundo o mesmo autor, foi importante para todos os caracteres estudados, exceto comprimento de folhas, SENWA (1978), estudou o vigor de sementes sob diferentes temperaturas de embebição. Obteve que a variância genética não aditiva foi importante para o vigor de sementes, quando a embebição ocorreu a 5°C.

Embora importantes, as informações obtidas das linhagens e das cultivares, especialmente para os melhoristas, as análises de cruzamentos dialélicos em soja não se apresentaram, de modo geral, conclusivas. Outra evidência desta revisão, é que as análises de dialélicos foram basicamente realizadas utilizando-se as metodologias de Griffing e Hayman. Em nenhum dos trabalhos citados, foi utilizada a metodologia proposta por Gardner e Eberhart.

3. MATERIAL

Para o presente estudo foram utilizadas uma série de cultivares de soja. A escolha destas, baseou-se em critérios de comportamento local ou regional quanto aos atributos da produtividade de grãos e caracteres agronômicos desejáveis. Os nomes das cultivares são apresentadas na mesma ordem das linhagens citadas no transcorrer da apresentação deste trabalho.

A seguir é apresentada a descrição das cultivares quanto à genealogia, origem e algumas características de comportamento.

1. *Pérola* - Obtida do cruzamento *Hood* x *Industrial*, realizado pelo IPAGRO-RS. Possui flor púrpura, pubescência cinza e bom vigor de sementes. Recomendada para plantio na região Sul do país. Apresentou rendimento médio de grãos no Estado do Paraná de 3.185 kg/ha. GILIOLI *et alii* (1978).

2. *Paraná* - Obtida do cruzamento *Hill* x *D52-810*, realizado nos EUA. No Brasil, era identificada como linhagem pela sigla *N59-6800*. Possui flor branca e pubescência cinza. É recomendada para cultivo em todos os estados da região Sul. Apresentou no Estado do Paraná, média de rendimento de grãos de 2.760 kg/ha. GILIOLI *et alii* (1978) e KASTER *et alii* (1979).
3. *IAS-4* - Obtida de seleção realizada na linhagem *R-60-390* (*Hood* x *Jackson*). Possui flor branca e pubescência cinza. Foi recomendada para o Estado do Rio Grande do Sul, aonde apresentou rendimento médio acima de 3.000 kg/ha. BONATO *et alii* (1973).
4. *Davis* - Originada do cruzamento das linhagens *D49-2573* e *N45-1497* realizado nos EUA. Possui flor branca e pubescência cinza. Foi recomendada para a área tradicional de cultivo. No Estado do Paraná, apresentou um rendimento médio de grãos de 3.112 kg/ha. GILIOLI *et alii* (1978).
5. *BR-5* - Resultante do cruzamento das cultivares *Hill* e *Hood*, realizado no IPEAS-RS, 1966. Quando linhagem era identificada por *PF-72278*. Possui flor púrpura e pubescência cinza. Foi recomendada para o Estado do Mato Grosso do Sul, aonde apresentou rendimento médio de grãos de 2.650 kg/ha. DALL'AGNOL *et alii* (1981).

6. *Bragg* - Obtida do cruzamento da cultivar *Jackson* e da linhagem *D49-2491*, realizado nos EUA. No Brasil é recomendada para cultivo na região Sul. Possui flor branca e pubescência marrom. Apresentou no Estado do Paraná rendimento médio de 3.026 kg/ha. GILIOLI *et alii* (1978).
7. *BR-1* - Originada do cruzamento realizado no IPEAS-RS, da cultivar *Hill* com uma seleção dentro da linhagem *L-356*. Possui flor branca e pubescência marrom. Foi recomendada para os estados do Sul e Centro (MS). Apresentou no RS rendimento médio de grãos de 2.830 kg/ha. BONATO *et alii* (1979).
8. *Bossier* - Originada de seleção dentro da cultivar *Lee*. Foi recomendada no Brasil para alguns estados das regiões Sul e Centro. Possui flor púrpura e pubescência marrom. No Estado do Paraná, apresentou rendimento médio de 2.975 kg/ha. HYMOWITZ *et alii* (1977) e GILIOLI *et alii*, (1978).

4. MÉTODOS

4.1. Planejamento e execução experimental

O presente estudo, é parte integrante do projeto "Seleção Recorrente e Desenvolvimento de Metodologia para o Melhoramento de Soja", do Centro Nacional de Pesquisa de Soja da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. O referido projeto foi iniciado em Londrina - Pr, (TOLEDO, J.F.F., comunicação pessoal). Deste modo, foram obtidos os dados referentes aos caracteres estudados neste trabalho.

4.2. Preparação das linhagens e cruzamentos

Do Banco Ativo de Germoplasma, foram obtidas amostras de sementes das cultivares previamente escolhidas. Estas sementes, permitiram a instalação e cultivo de quatro plantas por genótipo, dispostas em dois vasos de cerâmica de 3kg, durante o inverno do ano de 1979.

Na maturação, apenas uma planta foi colhida por cultivar, e cerca de 50 sementes obtidas após debulha manual das vagens. No mês de nov/dez, do mesmo ano, as sementes foram parceladamente emergidas em intervalos semanais, obtendo-se, pelo menos, um vaso com duas plantas por genótipo. No período de floração das plantas foram realizados os cruzamentos, no sentido de se obterem cerca de 30 vagens com pelo menos uma semente, dos 28 cruzamentos possíveis. Cruzamentos recíprocos não foram realizados. Na fase de maturação das plantas, as vagens provenientes de cruzamentos foram colhidas, e as sementes armazenadas em câmara seca sob condições controladas de temperatura e umidade.

Em 1980, durante o mês de novembro, em laboratório, as sementes provenientes dos cruzamentos e das linhagens parentais, foram postas em excesso a germinarem em "ger-box". As plântulas de mesmo tamanho e aparente vigor, foram transplantadas duas a duas para vasos de cerâmica de 3kg dispostos em casa-de-vegetação, aonde manteve-se sob controle somente a temperatura do dia ($26 \pm 2^{\circ}\text{C}$) durante todo o ciclo da planta. O delineamento utilizado para o experimento foi o látice 6 x 6 triplo duplicado, o qual permitiu a utilização de seis repetições em um compartimento da casa-de-vegetação.

4.3. Caracteres observados

Foram tomadas observações individuais nas plantas para os seguintes caracteres: número de dias para início

da floração, anotado a partir da data de transplante à abertura da primeira flor; número de dias para maturação, anotado quando cerca de 90% das vagens estavam maduras, e as plantas com folhas caídas; produção de grãos, anotado em gramas por planta, obtido após a debulha individual das vagens de cada planta e homogeneização da umidade das sementes.

4.4. Análise da variância

Inicialmente, foram realizadas as análises da variância segundo o delineamento utilizado, látice triplo duplicado. A baixa eficiência obtida com este delineamento, para os três caracteres em estudo, indicou a não necessidade de ajuste dos dados; desta forma, as análises foram processadas segundo delineamento em blocos completos casualizados.

Para os caracteres número de dias para início da floração e número de dias para maturação, foi calculada a média de apenas uma parcela perdida; para produção de grãos, foram calculadas, as médias de duas parcelas perdidas. Em ambos os casos, foram utilizadas as fórmulas apresentadas por GOMES (1977).

4.5. Análise das tabelas dialélicas e estimação de parâmetros genéticos de médias, dos efeitos de c.g.c., e da variância de c.g.c. e c.e.c. associadas as linhagens

Foram preparadas tabelas dialélicas para os três caracteres em estudo, cujas médias são resultan

tes de seis repetições. A partir destas tabelas, segundo o modelo fixo apresentado por GARDNER e EBERHART (1966), foram estimados os parâmetros genéticos das médias das linhagens estudadas, os quais indicam o potencial genético das próprias linhagens *per se*, e quando em cruzamentos. Além disto, o modelo permite a verificação da heterose presente nos cruzamentos.

Por outro lado, a análise da variância das tabelas dialélicas, permite conhecer a significância estatística dos parâmetros genéticos.

O modelo matemático das médias das tabelas dialélicas, devidamente adaptado quanto a simbologia é o seguinte:

$$Y_{ij} = u + 1/2 (\ell_i + \ell_j) + \theta h_{ij} + \bar{e}_{ij}$$

sendo:

u = médias das linhagens;

ℓ_i ou ℓ_j = efeito "próprio de linhagem" da linhagem i ou j ;

h_{ij} = "efeito de heterose" no F_1 resultante do cruzamento das linhagens i e j ;

θ = coeficiente dependente

sendo $i = j$ então $\theta = 0$

$i \neq j$ então $\theta = 1$;

$\bar{e}_{ij}$ = erro experimental ao nível de médias, que
 é função do erro experimental $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

O "efeito de heterose" (h_{ij}) é decomposto em:

$\bar{h}$ = heterose média de todos F_1 's;

h_i ou h_j = heterose própria da linhagem, contri-
 buída pela linhagem i ou j ao "efeito
 de heterose";

s_{ij} = heterose específica ou capacidade especí-
 fica de combinação entre as linhagens
 i e j .

Assim, o modelo matemático completo das médias resul-
 ta na forma:

$$Y_{ij} = u + 1/2 (\ell_i + \ell_j) + \theta (\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{e}_{ij}$$

O quadro da análise da variância é o seguinte:

F.V.	GL	QM	F
Tratamentos ⁺	(35)	Q ₁	Q ₁ /Q ₇
Linhagens	7	Q ₂	Q ₂ /Q ₇
Heterose	(28)	Q ₃	Q ₃ /Q ₇
heterose média	1	Q ₄	Q ₄ /Q ₇
heterose de linhagens	7	Q ₅	Q ₅ /Q ₇
heterose específica	20	Q ₆	Q ₆ /Q ₇
Erro Médio ⁺⁺	174	Q ₇	
cgc ⁺⁺⁺	7	Q ₈	Q ₈ /Q ₇

⁺ tratamentos incluem as linhagens parentais e os F₁'s resultantes dos cruzamentos.

⁺⁺ obtido a partir do quadrado médio do erro experimental da variância de blocos completos casualizados, dividido pelo número de repetições - para produção de grãos - considerar 173 GL.

⁺⁺⁺ quadrados médios e significância estatística da capacidade geral de combinação (c.g.c.) das linhagens, obtido segundo GRIFFING (1956), método experimental 4, modelo I.

As estimativas dos parâmetros genéticos componentes das médias das linhagens ou dos F_1 's, as variâncias das estimativas e as somas de quadrados da análise da variância do modelo de GARDNER e EBERHART (1966), foram calculadas segundo as fórmulas apresentadas por VENCovsky (1969), adaptadas em sua simbologia para o presente estudo, e apresentadas como segue:

a - estimativas dos parâmetros:

$$\hat{u} = \frac{L.}{n} ;$$

$$\hat{\ell}_i = L_i - \frac{L.}{n} ;$$

$$\hat{h}_{ij} = \bar{h} + \hat{h}_i + \hat{h}_j + \hat{s}_{ij} = C_{ij} - \frac{L_i + L_j}{2} ;$$

$$\hat{\bar{h}} = \frac{2C..}{n(n-1)} - \frac{L.}{n} ;$$

$$\hat{h}_i = \frac{C_{i.}}{n-2} - \frac{L_{i.}}{2} - \frac{1}{n} \left(\frac{2C..}{n-2} - \frac{L.}{2} \right) ;$$

$$\hat{s}_{ij} = C_{ij} + \frac{2C..}{(n-1)(n-2)} - \frac{C_{i.} + C_{j.}}{n-2} ;$$

onde:

$L.$ = soma das médias das linhagens;

$C..$ = soma das médias de todos os cruzamentos;

$C_{i.}$ = soma das médias dos cruzamentos em que participa a linhagem i ;

$C_{j.}$ = soma das médias dos cruzamentos em que participa a linhagem j

b - variâncias das estimativas:

$$\text{var } \hat{u} = \frac{\sigma^2}{n} ;$$

$$\text{var } \hat{\ell}_i = \frac{(n-1)}{n} \sigma^2 ;$$

$$\text{var } \hat{h} = \frac{n-1}{n(n-1)} \sigma^2 ;$$

$$\text{var } \hat{h}_i = \frac{(n-1)(n+2)}{4n(n-2)} \sigma^2 ;$$

Onde σ^2 é a variância residual ao nível de médias.

c - somas de quadrados da análise da variância:

$$\text{S.Q. tratamentos} = \sum_{i=j} L_i^2 + \sum_{i < j} C_{ij}^2 - \frac{2T^2}{n(n+1)}$$

$$\text{S.Q. linhagens} = \frac{1}{n+2} \left[\sum_{i=1}^n (2L_i + C_{i.})^2 - \frac{4T^2}{n} \right]$$

$$\text{S.Q. heterose} = \sum_{i=1}^n L_i^2 + \sum_{i < j} C_{ij}^2 + \frac{1}{n+2} \left[\frac{2T^2}{n+1} - \sum_{i=1}^n (2L_i + C_{i.})^2 \right]$$

$$\text{S.Q. heterose média} = \frac{1}{n} \left(\frac{2C^2}{n-1} + L^2 - \frac{2T^2}{n+1} \right)$$

$$\text{S.Q. heterose da linhagem} = \frac{1}{(n-2)(n+2)} \sum_{i=j}^n \left[(n-2) L_i - \right. \\ \left. - 2 C_{i.} \right]^2 - \frac{4}{n} \left(\frac{C^2_{..}}{n-2} - \frac{T^2}{n+2} \right) - \frac{L^2_{.}}{n}$$

$$\text{S.Q. heterose específica} = \sum_{i < j} C^2_{ij} - \frac{1}{n-2} \left(\sum_{i=j}^n C^2_{i.} - \frac{2C^2_{..}}{n-1} \right)$$

Onde:

L_i = média da linhagem i ;

C_{ij} = média do F_1 obtido do cruzamento das linhagens i e j ;

n = número de linhagens parentais;

$C_{..}$ = soma das médias obtidas de todos os F_1 's ;

$C_{i.}$ = soma das médias dos F_1 's aonde participa a linhagem i ;

$C_{j.}$ = soma das médias dos F_1 's aonde participa a linhagem j ;

$T = L. + C..$.

As somas de quadrados para as estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (c.g.c.), foram obtidas segundo GRIFFING (1956) método experimental 4, modelo I, como segue:

$$S.Q. (c.g.c.) = \frac{1}{n-2} \sum_i C^2_{i.} - \frac{4}{n(n-2)} C^2_{..}$$

$$\text{onde: } C_{i.} = \sum_{i \neq j} C_{ij}$$

$$C_{..} = \sum_{i < j} C_{ij}$$

As estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação das linhagens, foram obtidas segundo GARDNER e EBERHART (1966) como segue:

$$\hat{g}_i = \frac{1}{2} \hat{\ell}_i + \hat{h}_i$$

As variâncias entre as diferenças ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$) das estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$), foram obtidas, segundo GRIFFING (1956) como segue:

$$\text{var } (\hat{g}_i - \hat{g}_j) = \frac{2}{n-2} \sigma^2 \quad \text{para } i \neq j$$

sendo: n = número de linhagens parentais;

σ^2 = variância residual ao nível de médias.

As variâncias das estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação, associadas a cada linhagem ($\sigma^2_{\hat{g}_i}$), e as variâncias das estimativas da média dos efeitos de capacidade específica de combinação, associada a cada linhagem ($\sigma^2_{\hat{s}_i}$), foram obtidas segundo GRIFFING (1956), respectivamente como seguem:

$$\sigma^2_{\hat{g}_i} = (\hat{g}_i)^2 - \frac{n-1}{n(n-2)} \sigma^2;$$

$$\sigma^2_{\hat{s}_i} = \frac{1}{n-2} \sum_{i \neq j} \hat{s}_{ij} - \frac{n-1}{n-2} \sigma^2$$

sendo: n = número de linhagens parentais;

σ^2 = variância residual ao nível de médias.

4.6. Cálculo das heteroses médias das linhagens

Foram obtidas as heteroses médias das linhagens quando em cruzamentos para os três caracteres em estudo. Para tanto, utilizou-se da seguinte fórmula:

$$\bar{h}_i = \bar{h} + \frac{n-2}{n-1} h_i,$$

a qual pode ser expressa em porcentagem da média dos pais, como segue:

$$\bar{h}_i (\%) = \bar{h}_i / \bar{L},$$

sendo:

$\bar{h}_i$ = heterose média da linhagem i ;

$\bar{h}$ = heterose média de todos os cruzamentos;

h_i = efeito de heterose da linhagem i ;

n = número de linhagens parentais;

$$\bar{L} = [(n - 1) L_i + \sum_{j \neq i} L_j] / 2(n - 1)$$

4.7. Partição dos efeitos das estimativas da capacidade geral de combinação.

Foram realizados para os três caracteres em estudo, a decomposição dos efeitos que compõem as estimativas da capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$), e são expressos em formas de porcentagens. Para separação das mesmos, foi utilizada a equação apresentada por GARDNER e EBERHART (1966):

$$\hat{g}_i = 1/2 \hat{\ell}_i + \hat{h}_i$$

4.8. Covariâncias entre estimativas dos efeitos $\hat{\ell}_i$ e $\hat{h}_i$

Foram calculadas as estimativas das covariâncias entre as estimativas dos efeitos de linhagem ($\hat{\ell}_i$) e efeitos de heterose própria da linhagem ($\hat{h}_i$), para os três caracteres em estudo, segundo a fórmula:

$$Cov_{\ell h} = \frac{1}{n - 1} \sum \hat{\ell}_i \hat{h}_i$$

4.9. Correlação entre F_1 's e respectivas médias das linhagens parentais

Foram obtidos os coeficientes de correlação simples (r) entre as médias das linhagens parentais envolvidas nos cruzamentos dialélicos e a média dos F_1 's resultantes dos cruzamentos para os três caracteres em estudo, como segue:

$$\hat{r} = \hat{Cov}_{LC} / \hat{\sigma}_L \hat{\sigma}_C, \text{ sendo:}$$

r = coeficiente de correlação;

$\hat{\sigma}_L^2$ = estimativa da variância entre as médias das duas linhagens parentais de cada cruzamento;

$\hat{\sigma}_C^2$ = estimativa da variância entre as médias dos cruzamentos;

$\hat{Cov}_{LC}$ = estimativa da covariância entre as médias das duas linhagens parentais e as médias dos híbridos.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados preliminares

Os valores obtidos com a análise da variância para os três caracteres em estudo, demonstraram a baixa eficiência do delineamento látice empregado. As respectivas eficiências obtidas foram de 104,62%, 101,20% e 102,50% para os caracteres número de dias para início da floração, número de dias para maturação e produção de grãos (gramas por planta). Devido a baixa eficiência do delineamento em látice, as análises foram realizadas segundo o delineamento em blocos casualizados.

Os valores e respectivas significâncias dos quadrados médios, conjuntamente aos coeficientes de variação para os três caracteres em estudo, são apresentados na Tabela 1. Os quadrados médios apresentaram significância estatística a nível de 1% de probabilidade para a fonte de variação tratamentos (linhagens parentais e F_1 's) para os três caracteres em estudo.

Os coeficientes de variação foram, respectivamente de 4,49%, 4,41% e 15,25% para floração, maturação e produção de grãos e foram considerados comuns dentro dos limites aceitáveis na experimentação agrônoma.

Na Tabela 2, são apresentadas as médias de seis repetições do número de dias para início da floração das 8 linhagens parentais e respectivos F_1 's. As linhagens das cultivares *IAS-4* e *Bossier* foram respectivamente a mais precoce ($L_3 = 26,25$ dias) e a mais tardia ($L_8 = 42,42$ dias) para início da floração e o F_1 mais tardio ($C_{57} = 37,67$ dias) para o mesmo caráter, foi resultante do cruzamento das linhagens das cultivares *BR-5* e *BR-1*.

Na Tabela 3, são apresentadas as médias do número de dias para maturação, respectivamente das linhagens e F_1 's. As linhagens das cultivares *Paraná* e *Bragg* foram respectivamente a mais precoce ($L_2 = 104,17$ dias) e a mais tardia ($L_6 = 129,67$ dias). Os F_1 's, mais precoce ($C_{12} = 109,67$ dias) e o mais tardio ($C_{78} = 138,33$ dias), foram resultantes dos cruzamentos das linhagens das cultivares, respectivamente, *Pérola* com *Paraná* e *BR-1* com *Bossier*.

Na Tabela 4, são apresentadas as médias resultantes de seis repetições do caráter produção de grãos (g/planta). A linhagem da cultivar *IAS-4* ($L_3 = 17,12$ g/planta) e a linhagem da cultivar *Bossier* ($L_8 = 31,40$ g/planta) foram respectivamente, a de menor e de maior produção de grãos. Os F_1 's variaram de ($C_{37} = 20,98$ até $C_{25} = 31,22$ g/planta, respectivamente provenientes

dos cruzamentos das linhagens das cultivares *IAS-4* com *BR-1* e *Paraná* com *BR-5*.

5.2. Resultados das análises das tabelas dialélicas

Na Tabela 5, são apresentados os valores e significâncias dos quadrados médios, resultantes da análise da variância da tabela dialélica, segundo a metodologia de GARDNER e EBERHART (1966), e os quadrados médios e respectivas significâncias dos efeitos de capacidade geral de combinação (c.g.c.) obtidos, segundo GRIFFING (1956), para os três caracteres em estudo.

Para ambos os modelos estudados, todos os quadrados médios componentes da tabela 5, apresentaram significâncias ao nível de 1% de probabilidade.

5.3. Resultados das estimativas dos componentes de médias

Nas Tabelas 6, 7 e 8, são apresentadas as estimativas dos parâmetros da heterose dos cruzamentos ($\hat{h}_{ij}$) e da heterose específica ou capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$). Também, estão incluídas a média das linhagens parentais ($\hat{u}$) a heterose média dos cruzamentos ($\hat{h}$) e erros padrões. As referidas tabelas, são, respectivamente para os caracteres número de dias para início da floração, número de dias para maturação e produção de grãos.

As estimativas das médias das linhagens parentais obtidas foram de: $\hat{u} = 34,959$ dias para início da floração;

$\hat{u} = 120,666$ dias para maturação; $\hat{u} = 24,249$ g/planta para produção de grãos.

Quanto aos componentes da heterose (Tabelas 6, 7 e 8) excessão a heterose das linhagens, obteve-se para o caráter número de dias para início da floração, uma heterose média de $\hat{h} = -2,117$ dias e para a heterose dos cruzamentos ($\hat{h}_{ij}$), obteve-se uma variação de $\hat{h}_{78} = -8,33$ a $\hat{h}_{23} = 1,29$ dias. Para a heterose específica ($\hat{s}_{ij}$) a variação obtida foi de $\hat{s}_{78} = -2,04$ a $\hat{s}_{68} = 1,43$ dias; para o caráter número de dias para maturação, obteve-se uma heterose média de $\hat{h} = 4,10$ dias, sendo que a heterose dos cruzamentos ($\hat{h}_{ij}$) variou de $\hat{h}_{15} = -3,50$ a $\hat{h}_{27} = 14,70$ dias, enquanto para a heterose específica ($\hat{s}_{ij}$), obteve-se uma variação de $\hat{s}_{38} = -6,21$ a $\hat{s}_{18} = 4,38$ dias; para o caráter produção de grãos, obteve-se uma heterose média de $\hat{h} = 2,49$ g/planta, sendo que para a heterose dos cruzamentos ($\hat{h}_{ij}$), obteve-se uma variação de $\hat{h}_{78} = -7,16$ a $\hat{h}_{35} = 7,68$ g/planta. Para a heterose específica, a variação obtida foi de $\hat{s}_{46} = -3,85$ a $\hat{s}_{67} = 5,75$ g/planta. Na Tabela 9, para produção de grãos, as heteroses são apresentadas em forma de porcentagens sobre a média dos parentais e parental superior.

Da soma de quadrado total para produção de grãos, 37,83% foi devida aos efeitos de linhagens e 62,17% a heterose total, sendo, esta última, distribuída para os seus componentes nas seguintes proporções: 13,50% a heterose média, 27,75% a heterose de linhagens e 58,75% a heterose específica. Para floração, a soma de quadrados foi distribuída como segue-se: 74,05%

para linhagens, 25,95% para heterose total, e desta, 27,19% para heterose média, 53,43% para heterose de linhagens e 19,38% para heterose específica. Para maturação, a soma de quadrados teve uma semelhança a distribuição da floração, sendo: 79,13% para linhagens, 20,86% para heterose total, da qual 21,71% foi atribuída a heterose média, 34,80% para heterose de linhagens e 43,49% para heterose específica.

5.4. Resultados das heteroses médias das linhagens

Na Tabela 10, são apresentadas as heteroses médias das linhagens parentais quando em cruzamentos dialélicos para os três caracteres em estudo. Para floração, a maior estimativa da heterose média de linhagem ($\hat{h}_i$) foi da linhagem da cultivar *IAS-4* com $\hat{h}_3 = -0,5594$ e a menor, da linhagem da cultivar *Bossier* com $\hat{h}_8 = -5,6550$ dias; para maturação, a maior estimativa da heterose média de linhagem foi obtida com a linhagem da cultivar *BR-1* com $\hat{h}_7 = 9,9064$ dias, e a menor, da linhagem da cultivar *Bragg* com $\hat{h}_6 = 1,6135$ dias; para produção de grãos a maior estimativa da heterose média de linhagem, foi da linhagem da cultivar *IAS-4* com $\hat{h}_3 = 5,2130$ (g/planta) e a menor estimativa, foi da linhagem da cultivar *Bossier* com $\hat{h}_8 = -0,7227$ (g/planta), respectivamente, 24,54% e -2,05%.

5.5. Resultados das estimativas dos componentes de médias, dos efeitos de capacidade geral de combinação e das variâncias associadas aos efeitos de capacidade geral e específica das linhagens.

As Tabelas 11, 12 e 13, respectivamente para os caracteres, número de dias para início da floração, número de dias para maturação e produção de grãos (g/planta), contém as estimativas dos seguintes parâmetros: do efeito da linhagem ($\hat{\ell}_i$), do efeito da heterose das linhagens ($\hat{h}_i$) e do efeito da capacidade geral de combinação além das estimativas das variâncias da capacidades geral ($\hat{\sigma}^2\hat{g}_i$) e específica ($\hat{\sigma}^2\hat{s}_i$) das linhagens.

As estimativas dos efeitos de linhagens ($\hat{\ell}_i$), para início da floração, variaram de $\hat{\ell}_3 = -8,7087$ a $\hat{\ell}_8 = 7,4613$ dias; para maturação obteve-se uma variação de $\hat{\ell}_2 = -16,4962$ a $\hat{\ell}_6 = 9,0038$ dias; para produção de grãos a variação foi de $\hat{\ell}_3 = -7,1287$ a $\hat{\ell}_8 = 7,1513$ g/planta.

As estimativas da heterose das linhagens ($\hat{h}_i$), para início da floração, variaram de $\hat{h}_8 = -4,1281$ a $\hat{h}_3 = 1,8168$ dias; para maturação, a variação obtida foi de $\hat{h}_6 = -2,9018$ a $\hat{h}_7 = 6,7731$ dias; para produção de grãos, a variação em gramas por planta foi de $\hat{h}_8 = -3,7433$ a $\hat{h}_3 = 3,1777$.

Quanto ao efeito de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$), as estimativas obtidas para início de floração em número de dias, variaram de $\hat{g}_3 = -2,5375$ a $\hat{g}_7 = 1,7696$; para maturação, a variação obtida foi de $\hat{g}_2 = -8,6183$ a $\hat{g}_7 = 10,4801$;

para produção de grãos as maiores estimativas obtidas foram $\hat{g}_2 = 0,9780$ e $\hat{g}_5 = 3,5250$.

As estimativas das variâncias dos efeitos de capacidade geral ($\hat{\sigma}^2\hat{g}_i$) e específica ($\hat{\sigma}^2\hat{s}_i$) associadas às linhagens, apresentaram uma variação em função da linhagem parental. A maior estimativa da variância do efeito de capacidade geral de combinação foi $\hat{\sigma}^2\hat{g}_3 = 6,3845$, e a maior estimativa da variância do efeito específico de combinação obtido foi $\hat{\sigma}^2\hat{s}_7 = 1,1077$ para o caráter número de dias para início da floração; para maturação, a maior estimativa da variância do efeito geral de combinação obtida foi $\hat{\sigma}^2\hat{g}_7 = 109,1067$ e a maior estimativa da variância do efeito de capacidade específica de combinação foi $\hat{\sigma}^2\hat{s}_1 = 11,2752$; para produção de grãos, a maior estimativa da variância dos efeitos de capacidade geral de combinação foi $\hat{\sigma}^2\hat{g}_5 = 12,0935$ e a maior estimativa da variância do efeito específico de combinação $\hat{\sigma}^2\hat{s}_7 = 10,9077$.

As estimativas negativas, das variâncias dos efeitos da capacidade geral e específica, associadas as linhagens das Tabelas 11, 12 e 13, são consideradas de valor zero.

5.6. Resultados da partição dos efeitos de c.g.c.

A partição dos componentes das estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$) das linhagens, para os três caracteres, são apresentados na Tabela 14. Em porcentagens, foram separados os componentes $\hat{\ell}_i$ = efeito de linhagens e $\hat{h}_i$ = heterose das linhagens. Tais efeitos, constituem

o efeito total da capacidade geral de combinação da linhagem, ($\hat{g}_i$), apresentado por GARDNER e EBERHART (1966), como segue:

$$\hat{g}_i = 1/2 \hat{\ell}_i + \hat{h}_i \quad .$$

Para produção de grãos, exemplificando, o efeito de linhagem ($\hat{\ell}_i$) e o efeito da heterose da linhagem ($\hat{h}_i$) na capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$), temos para a linhagem da cultivar BR-58 uma capacidade geral de combinação $\hat{g}_5 = 3,5251$. Desta estimativa, 69,8% são devidos a metade do efeito da própria linhagem ($\hat{\ell}_5 = 4,9213$ g/planta); o restante 30,2% são devidos ao efeito da heterose da linhagem ($\hat{h}_5 = 1,0644$ g/planta).

5.7. Resultados da covariância entre estimativas dos efeitos de $\hat{\ell}_i$ e $\hat{h}_i$

Foram obtidos os valores das covariâncias entre os efeitos fixos das linhagens ($\hat{\ell}_i$) e a heterose das linhagens ($\hat{h}_i$). Para número de dias para início da floração, o valor foi $\text{Cov}_{\hat{\ell}_h} = -7,8471$; para maturação, em número de dias, obteve-se o valor $\text{Cov}_{\hat{\ell}_h} = 4,5502$; para produção de grãos, o valor obtido foi $\text{Cov}_{\hat{\ell}_h} = -7,1525$ (g/planta).

5.8. Resultados das correlações entre as médias dos F_1 's e as médias das respectivas linhagens parentais.

Foram obtidos os coeficientes de correlação simples (r) entre as médias dos F_1 's e as médias das respectivas linhagens parentais para os três caracteres estudados. Para

floração, obteve-se um coeficiente de correlação $r = 0,719$; para maturação, obteve-se $r = 0,791$. Para ambos os caracteres, os coeficientes de correlação foram significativos a nível de 1% de probabilidade. Para produção de grãos, obteve-se um coeficiente de correlação $r = 0,259$, não significativo a nível de 5% de probabilidade. Nas figuras 1, 2 e 3, são apresentadas as respectivas regressões lineares.

6. DISCUSSÃO

6.1. Avaliação das linhagens, heteroses e das correlações

A obtenção de rendimentos superiores nos genótipos de soja, tem sido objetivo constante nos programas de melhoramento. Para tanto, além dos métodos tradicionais, processos alternativos, como o aproveitamento do vigor de híbrido e emprego de seleção recorrente, são estudados.

As cultivares de soja, neste estudo representadas por linhagens, foram selecionadas basicamente para fins de emprego em programas de seleção recorrente delineado, para aumentos na produção de grãos. Entretanto, além do rendimento de grãos, foram incluídos, neste estudo, observações e análises referentes aos caracteres número de dias para início da floração e número de dias para a maturação, considerados parâmetros auxiliares nos processos de seleção.

As interpretações dadas aos resultados obtidos neste estudo, são dirigidas visando o emprego das mesmas como elementos auxiliares no programa de melhoramento delineado. Porém, são importantes as ressalvas sobre a condição experimental de um único ambiente e da representatividade das linhagens em relação às respectivas cultivares. Por outro lado, a utilização de modelo fixo para todas as análises estatísticas, condiciona a aplicabilidade dos resultados apenas ao conjunto estudado.

A significância estatística encontrada na análise da variância, realizada para os três caracteres, indicou a existência de diferenças reais entre os tratamentos (médias das linhagens parentais e F_1 's).

Considerando direções desejadas no melhoramento da soja como o retardamento do início da floração, a melhor média obtida foi da linhagem da cultivar *Bossier*; para maturação, aonde a precocidade é geralmente desejada, destacou-se a linhagem da cultivar *Paraná*; para produção de grãos, os melhores desempenhos foram obtidos com as linhagens das cultivares *BR-5* e *Bossier*.

O aproveitamento do vigor de híbrido, em plantas de auto-fertilização, é geralmente tido como de difícil utilização. Este fato é realçado na cultura da soja (BRIM, 1973). No entanto, a obtenção de combinações heteróticas, favoráveis em cruzamentos de soja, constitui-se como estímulo a estudos que permitam viabilizar a utilização funcional do vigor de híbrido.

A avaliação dos efeitos da heterose para o caráter tempo de floração, revelou a tendência dos F_1 's florescerem precocemente em relação às médias das respectivas linhagens parentais. Tal assertiva é confirmada pelo valor da heterose média negativa obtida.

Ocasionalmente, sob reduções expressivas do número de dias para início da floração, podem ocorrer decréscimos indiretos no rendimento de grãos, através da diminuição do período vegetativo da planta. Os resultados obtidos neste estudo, no entanto, evidenciam que, para produção de híbridos comerciais, a redução do número de dias para a floração não teria maiores consequências. Este aspecto pode ser secundado por informações de diversos autores (WEISS *et alii*, 1947; BRIM e COCKERMAM, 1961; WEBER *et alii*, 1970) que relatam a ocorrência de heterose no sentido do aumento do porte das plantas em soja.

Para o caráter maturação, a análise das médias dos F_1 's, em relação à média dos parentais, indicou ocorrer, em média, um relativo aumento do número de dias, como evidenciado pela heterose média positiva. Porém, na maioria dos F_1 's, a maturação foi intermediária à maturação dos respectivos parentais. Tais resultados são consistentes aos obtidos por WEBER *et alii* (1970), MILLER (1976) e WILCOX e SIMPSON (1977).

A produção de grãos, através da utilização de sementes híbridas, somente é viável nos casos onde a média do híbrido superar a média do parental superior. Em outras palavras, a presença da heterose deve ser significativa nos cruza

mentos. A necessidade de acentuadas divergências genéticas, entre os parentais utilizados para formação de híbridos, é enfatizada por melhoristas de milho (GRIFFING e LINDSTROM, 1954; PATERNIANI e LONNQUIST, 1963) para aumentos na produção de grãos. Em soja, PASCHAL e WILCOX (1975), estudaram a heterose resultante de cruzamentos de 12 parentais, presumíveis de serem geneticamente diversos; a heterose média obtida, em relação ao parental superior, foi de 8%, considerada pouco expressiva pelos autores.

Para a produção de grãos, no presente estudo, as heteroses foram acénuadamente baixas, embora positivas, como indicada pela heterose média. Em relação, respectivamente à média dos parentais e parental superior, foram obtidas médias de 10,30% e 0,49%. O valor desta última é muito inferior a 19,6%, obtida por VEATCH (1930), 14,5% por WEISS *et alii* (1947), 13,8% por KALTON (1948), 20,2% por BRIM e COCKERHAM (1961) e 8,0% por PASCHAL e WILCOX (1975).

As prováveis causas da presença de médias pouco expressivas de heteroses, podem ser o resultado da utilização de linhagens de cultivares altamente melhoradas ou "elites" e da inclusão de linhagens que, quando em cruzamentos, proporcionem valores negativos de heterose, como os apresentados pela linhagem da cultivar *Bossier*. Heteroses negativas em soja não foram relatadas nas literaturas consultadas.

Como possíveis explicações para o comportamento heterótico negativo da linhagem da cultivar *Bossier*, para produ

ção de grãos, são aventadas duas hipóteses: 1- Extrema divergência genética da linhagem em relação a algumas linhagens do conjunto. MOLL *et alii* (1965), indicam ser esta uma das causas da presença de heterose negativa em cruzamentos de milho. PASCHAL e WILCOX (1975), obtiveram heteroses médias menores para cruzamentos de linhagens de soja, presumivelmente divergentes em relação às heteroses médias de linhagens adaptadas localmente e de mesma origem. 2- Presença de fatores epistáticos do tipo aditivo x aditivo. Segundo EBERHART e GARDNER (1966), a presença de tal tipo de efeito, ocasiona tendências negativas de heterose.

Por outro lado, expressivas combinações heteróticas foram obtidas para produção de grãos, em relação a média dos parentais. Neste particular, ressalta-se o F_1 , resultante das linhagens *Paraná* e *IAS-4* com 34,01%. Entretanto, não foi obtida nenhuma média de F_1 superior à média *per se* da linhagem da cultivar *Bossier*. PASCHAL e WILCOX (1975), obtiveram apenas dois F_1 's de médias superiores ao parental superior em soja.

As correlações significativas entre as médias dos parentais e respectivos F_1 's, foram relativamente altas para os caracteres número de dias, para floração e maturação. Tais resultados eram previsíveis, devido a que estes caracteres, embora de herança quantitativa, de acordo com a literatura, apresentam alta herdabilidade. Além disso, o controle de tais caracteres envolvem alguns genes comuns.

Para a produção de grãos, a ausência de correla

ção entre as médias das linhagens parentais, e respectivos F_1 's, indica haver, outras ações gênicas além das aditivas envolvidas na transmissão deste caráter. Esta evidência é corroborada pela significância, obtida para os efeitos específicos de heterose ou capacidade específica de combinação, além dos valores relativamente altos das heteroses. Deste modo, as ações gênicas não aditivas ficam evidenciadas quando se refere ao controle do caráter produção.

O valor, relativamente alto da covariância negativa, entre os efeitos de linhagens e efeitos de heterose das linhagens, para a produção de grãos, mostra uma tendência de valores menos expressivos de heterose, em cruzamentos envolvendo as linhagens mais produtivas e vice-versa. Tendência semelhante, foi constatada para floração, enquanto que para a maturação, observou-se tendência inversa a dos outros dois caracteres.

6.2. Análise dos cruzamentos dialélicos

6.2.1. Generalidades

Cruzamentos em dialélicos, envolvendo linhagens endógamas, são realizados a quatro décadas (SPRAGUE e TATUM, 1942). Desde então, inúmeros processos estatístico-genéticos, foram propostos para análise das tabelas dialélicas.

Atualmente, os procedimentos deste tipo de análise, são centrados em três modelos básicos: o de HAYMAN (1954 a e b) complementado pelo mesmo autor em anos subsequentes e por

MATHER e JINKS (1971), sendo basicamente proposto para um modelo de gene dialélico; o de GRIFFING (1956), um modelo mais amplo; e o de GARDNER e EBERHART (1966), proposto inicialmente para variedades em equilíbrio de frequências gênicas.

Extensiva literatura (NASSAR, 1965; FEYT, 1966; BAKER, 1978), é encontrada a respeito de dialélicos, principalmente, envolvendo aspectos críticos aos diversos métodos. ARUNACHALAM (1976), revisou os estudos realizados com cruzamentos dialélicos, envolvendo os métodos gráficos (HAYMAN, 1954) e os métodos de análises combinatórias (GRIFFING, 1956). De modo geral, o referido autor conclui pela prevalência dos métodos de análises combinatórias, principalmente quando o objetivo é o de fornecer subsídios aos programas de melhoramento.

SOKOL (1976), citado por BAKER (1978), estudou estatisticamente as interrelações entre os métodos dois e quatro de Griffing, as análises II e III de Gardner e Eberhart e a de Hayman. Concluiu o referido autor, que informações similares são obtidas dos cinco métodos de análises, e que estas podem ser completamente sumarizadas nos cinco tipos de estimativas usadas na análise III proposta por Gardner e Eberhart.

No presente estudo, em face das evidências favoráveis aos métodos de análise combinatória (ARUNACHALAM, 1976; BAKER, 1978), foram utilizados os métodos de GRIFFING (1956), para verificação da significância das variâncias de capacidade geral de combinação (c.g.c.) e variâncias dos efeitos de c.g.c. e capacidade específica de combinação (c.e.c.), associadas a ca

da linhagem parental. O método proposto por GARDNER e EBERHART (1966), foi utilizado para estimação dos efeitos de c.g.c. ($\hat{g}_i$'s), c.e.c. ($\hat{s}_{ij}$'s), parâmetros relacionados a heterose presente nos cruzamentos e análise da variância, para verificação da significância dos efeitos de linhagens e de heteroses.

As significâncias dos quadrados médios, obtidos com o modelo de análise de GARDNER e EBERHART (1966), indicaram a existência de diferenças reais, entre as médias das linhagens, para os três caracteres em estudo e a presença de valores diferentes de heterose. Possivelmente a variação neste efeito é devido a efeitos heteróticos diferenciados promovidos por algumas linhagens.

A decomposição dos efeitos de heterose para os três caracteres em estudo, em efeitos devido a heterose média, heterose de linhagens e heterose específica dos cruzamentos, revelou a existência de diferenças reais entre as médias dos cruzamentos. Tal fato indica que as médias obtidas, experimentalmente, podem ser representadas segundo o modelo completo de médias apresentado por GARDNER e EBERHART (1966).

A presença de significância para os efeitos de c.e.c. para os três caracteres das linhagens estudadas, contrasta amplamente com os resultados obtidos em milho. HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981), apontam que em 15 estudos de dialélicos com variedades, apenas em quatro foram obtidos efeitos significativos de c.e.c.. Porém, em estudos de dialélicos em soja, diversos autores obtiveram significâncias para os efeitos de

c.e.c.: LEFFEL e WEISS (1958) para os caracteres floração, maturação, altura de plantas e tamanho de sementes; WEBER *et alii* (1970) para rendimento de grãos e altura de plantas; PASCHAL e WILCOX (1975) para maturação, altura de plantas e tamanho de sementes; SRIVASTAVA *et alii* (1976) para floração e maturação; TOLEDO e KIIHL (1981) para floração e número de folhas trifolioladas. Por outro lado, para a produção de grãos, não foi detectada significância para c.e.c. por LEFFEL e WEISS (1958) e PASCHAL e WILCOX (1975). Do mesmo modo, SRIVASTAVA *et alii* (1976), não obtiveram significância para os efeitos de c.e.c. para floração. Conclui-se que em cruzamentos, envolvendo linhagens de soja, a significância da c.e.c. pode ser verificada com certa frequência, principalmente em função de combinações epistáticas. Tal fato, pode ser devido à própria natureza homozigótica das linhagens envolvidas (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1981) ou à condição de linhagens altamente desenvolvidas ou "elites" (LONNQUIST, 1963).

As proporções das variâncias de c.g.c. em relação as variâncias de c.e.c., são indicadoras da predominância de ações gênicas, segundo ARUNACHALAM (1976). As relações obtidas neste estudo, 19,62, 19,72 e 1,90 respectivamente para floração, maturação e produção de grãos, indicaram o predomínio de ações gênicas aditivas para os três caracteres em estudo, embora para a produção, a relação observada tenha sido acentuadamente menor do que para os outros caracteres. Para produção de grãos de soja, uma relação de semelhante magnitude (1,63)

foi relatada por WEBER *et alii* (1970).

MATZINGER e KEMPTHORNE (1956) indicam que as estimativas da variância de c.g.c. incluem variâncias genéticas aditivas e epistáticas. GRIFFING (1956), também aponta que na presença de variâncias significativas de c.e.c., as variâncias de c.g.c. refletem não somente as variâncias aditivas, mas também variâncias devido a efeitos não aditivos. Daí se concluir no presente trabalho que os caracteres em estudo apresentam uma base genética cujo controle envolve ações gênicas não somente do tipo aditivo mas também os não aditivos como dominância e possivelmente epistase. A presença de heterose significativa para os três caracteres em estudo, embora em níveis diferentes de expressão, também corrobora esta conclusão. Autores como HANSON *et alii* (1967) e SRIVASTAVA *et alii* (1967), obtiveram conclusões semelhantes em estudos da produção de grãos em soja.

As estimativas dos componentes da variância não foram obtidas neste estudo. Segundo BAKER (1978), variâncias somente devem ser estimadas a partir de cruzamentos dialélicos quando na ausência de epistasia. Além disto, a estimação de variâncias para um conjunto fixo de genótipos, como o utilizado neste estudo, segundo EBERHART e GARDNER (1966), HALLAUER e MIRANDA FILHO (1981) não se constitui num procedimento adequado sendo que, o interesse principal da análise é a estimação, dos efeitos de capacidade geral e específica de combinação.

Das análises da variância, verificou-se que as somas de quadrados de heteroses para os caracteres, floração e

maturação, representaram em torno de 25% da soma de quadrado total, enquanto para produção de grãos, tal proporção foi acima de 60%. Tais aspectos, reforçam observações anteriores da presença de outras ações gênicas envolvidas no controle da herança dos caracteres estudados, além de salientar que os efeitos heteróticos são mais expressivos para a produção, do que para os outros caracteres.

6.2.2. Estimativas dos efeitos de c.e.c. e c.g.c.

Estimativas dos caracteres quando obtidas de cruzamentos dialélicos e analisados segundo um modelo fixo, permitem a avaliação do desempenho das linhagens segundo dois efeitos: o de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$) chamado também de efeito principal e o efeito de capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) chamado também de interação.

Em espécies de auto-fertilização como a soja, os efeitos de c.e.c., devido a efeitos de dominância presente nos cruzamentos, são dissipados com as auto-fecundações. Entretanto, o efeito de interação pode ser aproveitado sob dois aspectos: 1. para fins de produção de sementes híbridas; 2. para efeitos de seleção de linhagens homozigóticas superiores. O primeiro aspecto não apresenta a necessária funcionalidade em soja, devido às dificuldades na transferência de pólen e o segundo citado, aumenta as chances de obtenção de genótipos homozigotos com alelos favoráveis para o caráter. Neste estudo, para produção de grãos, alta c.e.c. foi obtida no cruzamento das

linhagens *Bragg* e *BR-1* ($\hat{s}_{67} = 5,75\text{g/planta}$).

Os efeitos de c.g.c. são considerados como indicadores das potencialidades dos genótipos quando em cruzamentos. Para tempo de floração e maturação, estes efeitos não foram de magnitude elevada para as direções geralmente desejadas no melhoramento da soja, ou seja o retardamento do início da floração e a precocidade da maturação. Estimativas favoráveis para os dois caracteres foram obtidos na linhagem da cultivar *Paraná*, embora ocorra relativa redução no número de dias para floração. O melhor desempenho, para ambos os caracteres foi obtido com a linhagem da cultivar *BR-5*.

Para produção de grãos nas linhagens estudadas, os efeitos mais significativos de c.g.c. foram obtidos respectivamente para as linhagens das cultivares *Paraná* e *BR-5*. Tal fato indica, haver perspectivas favoráveis para programas de seleção recorrente.

A equação $g_i = \frac{1}{2} \ell_i + h_i$, apresentada por GARDNER e EBERHART (1966) a partir dos parâmetros, efeito de linhagem (ℓ_i) e efeito da heterose da linhagem (h_i) obtidos quando da estimação das médias dos cruzamentos, revelam a natureza do efeito de c.g.c. ou g_i . A separação dos componentes dos efeitos de c.g.c. em percentagem, indicou que os fatores heteróticos das linhagens, contribuem na composição daqueles efeitos em algumas linhagens, para um determinado caráter.

Para floração, os efeitos de c.g.c. no sentido

da diminuição do número de dias, nas linhagens das cultivares *Paraná*, *IAS-4*, *Bragg* e *Bossier* são totalmente devido ao respectivo efeito das próprias linhagens. O mesmo ocorre nas linhagens das cultivares *Davis*, *BR-1* e *BR-5* que apresentam efeitos de c.g.c. no sentido do aumento do número de dias para floração.

Para o caráter maturação, os componentes dos efeitos de c.g.c. apresentaram-se com participações relativamente distribuídas nas linhagens. Apenas nas linhagens das cultivares *IAS-4* e *Bragg*, os efeitos de c.g.c. foram totalmente devidos aos efeitos das próprias linhagens.

Para o caráter produção de grãos, o efeito positivo de c.g.c. da linhagem da cultivar *Paraná* é devido ao efeito de heterose de linhagem, em contraste ao efeito de c.g.c. da linhagem da cultivar *BR-5* que é devido principalmente (69,8%) ao efeito de linhagem.

A linhagem da cultivar *Bossier* apresentou o melhor desempenho *per se* para produção de grãos nas condições deste estudo. Porém, em cruzamentos o efeito de c.g.c. desta linhagem é altamente negativo. A verificação da natureza deste efeito revelou ser o mesmo devido ao efeito da heterose de linhagem. Este efeito heterótico ao lado da presença de epistasia do tipo aditiva x aditiva, como sugerido por MARTIN (1981), pode ser aventado como provável causa do negativo desempenho combinatório desta linhagem.

O efeito heterótico de linhagem (h_i) segundo

VENCOVSKY (1970) pode ser considerado como indicador do grau de divergência genética de uma variedade em relação às demais do conjunto dialélico, para um caráter qualquer.

Neste caso, segundo o mesmo autor, geralmente a variedade que apresentar o valor mais acentuadamente negativo de h_i (para caracteres de heterose média positiva) será considerada como de menor divergência genética em relação ao conjunto. No presente estudo, para número de dias para início da floração, caráter de heterose média negativa, a linhagem da cultivar *Bossier* foi a mais divergente; para maturação, caráter de heterose positiva, a maior divergência foi evidenciada pela linhagem da cultivar *BR-1*; para produção de grãos, caráter de heterose média positiva, a mais divergente do conjunto é a linhagem da cultivar *IAS-4*. Com base neste princípio, o valor mais fortemente negativo de heterose da linhagem da cultivar *Bossier*, seria interpretado como indicador de ausência de diversidade genética em relação às demais linhagens do conjunto. Porém outras causas podem estar envolvidas como discutido anteriormente.

Alternativamente, uma comparação entre as linhagens do conjunto quanto ao grau de diversidade genética, pode ser feita diretamente pela heterose média de cada linhagem quando em cruzamentos com as demais (Tabela 10). Tal estimativa ($\hat{h}_i$) tem uma relação direta com a estimativa de $\hat{h}_i$ (item 4.6) e pode ser expressa na unidade do caráter ou em percentagem da média dos parentais. Nesta comparação, destaca-se a linhagem

da cultivar *IAS-4* na qual se observou uma heterose média de 24,54%, em relação a média dos parentais quando em cruzamentos com as demais linhagens do conjunto para o caráter produção de grãos.

As estimativas das variâncias dos efeitos de c.g.c. e c.e.c., associadas as linhagens segundo GRIFFING (1956) são indicadoras do comportamento relativo das linhagens quando em cruzamentos dialélicos. Magnitudes relativamente pequenas das variâncias dos efeitos de c.e.c. associada a uma linhagem, revelam maior uniformidade na expressão da c.e.c. quando em cruzamentos com as demais. As magnitudes da variância da c.g.c. associadas as linhagens, indicam a relativa contribuição da linhagem para a variância total do efeito de capacidade geral de combinação.

A análise do comportamento das linhagens sob este ângulo (GRIFFING, 1956) permitiu concluir da superioridade da linhagem da cultivar *BR-5* sobre *BR-1*, para o caráter floração; para precocidade na maturação, a linhagem da cultivar *Paraná*, foi superior a da linhagem da cultivar *BR-5*. Para o caráter produção de grãos, a linhagem da cultivar *BR-5*, devido às variâncias negligíveis do efeito médio de c.e.c., é superior as demais linhagens. Devido a este aspecto, a linhagem da cultivar *BR-5* evidencia aspectos superiores para sua inclusão em programas de seleção recorrente, para aumentos na produção de grãos.

A análise do material em estudo, através de cru

zamentos dialélicos foi feita inicialmente, com base na heterose observada de cada cruzamento e na heterose média (item 6.1). Em sequência foram analisados os efeitos de capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$), seguindo-se a análise dos efeitos de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$) e dos seus componentes $\hat{l}_i$ (efeito de linhagem) e $\hat{h}_i$ (efeito de heterose de linhagem); relacionados com este último, também foi analisada a heterose média da linhagem ($\bar{h}_i$). A importância de cada um dos efeitos como fonte de variação, foi averiguada através da análise da variância correspondente. Como informação complementar foram analisadas as variâncias de c.g.c. e c.e.c. associadas a cada linhagem.

7. CONCLUSÕES

Como resultado do estudo realizado, são apresentadas as seguintes conclusões:

- a. A análise do comportamento das linhagens como tais e a heterose média observada nos cruzamentos, levam a concluir que as cultivares escolhidas para o presente estudo, representam um conjunto geneticamente promissor para programas de melhoramento.
- b. Embora de magnitude relativamente alta, a heterose da produção de grãos, em relação a média dos parentais, contrastou com a magnitude da heterose em relação ao parental superior. Tal aspecto, evidenciou o alto desempenho de algumas linhagens *per se*.
- c. As linhagens das cultivares *BR-5* e *Paraná*, as quais apresentaram os maiores valores dos efeitos $\hat{g}_1$, representam materiais promissores quando o objetivo é a identificação de li

nhagens com alta capacidade geral de combinação.

- d. As linhagens das cultivares *BR-5* e *Bossier* que apresentaram os maiores valores de $\hat{\ell}_i$, representam um alto valor intrínseco no conjunto de linhagens estudadas. Além disto, eventualmente, seriam as mais indicadas para utilização em programas amplos de melhoramento. g
- e. As linhagens das cultivares *IAS-4* e *Paraná*, que apresentaram os maiores valores de $\hat{h}_i$, representam um potencial quando em cruzamentos com as demais linhagens do conjunto fixo estudado.
- f. A avaliação das linhagens através dos componentes da capacidade geral de combinação, quais sejam $\hat{h}_i$ e $\hat{\ell}_i$, se mostram adequados por ter sido verificado que são variáveis as contribuições relativas destes componentes. Por esta razão, as interpretações podem diferir acentuadamente daquelas obtidas através de análise direta do efeito de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$). Daí, a adequação do modelo de Gardner e Eberhart às análises de cruzamento de linhagens homozigóticas.
- g. A significância estatística detectada para todas as fontes de variação na análise da variância, permite concluir que as médias das tabelas dialélicas podem ser explicadas pelo modelo completo utilizado.
- h. Os resultados de alguns cruzamentos específicos, indicaram que em soja, é possível a ocorrência de heteroses negativas

para produção, embora não comumente relatadas na literatura.

- i. Os caracteres tempo, para início da floração e maturação, não foram decisivamente importantes para diferenciação das linhagens das cultivares, quanto à aspectos de inclusão das mesmas em programas de melhoramento. Para tais caracteres, as heteroses analisadas sob os diversos componentes, evidenciaram pequena alteração no sentido do melhoramento geralmente pretendido.

LITERATURA CITADA

ARUNACHALAM, V., 1976. Evaluation of diallel crosses by graphycal and combining ability methods. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, Delhi, 36: 358-365.

BAKER, R.J., 1978. Issues in diallel analysis. *Crop Sci.*, Madison, 18: 533-536.

BERNARD, R.L., 1971. Two major genes for time of flowering and maturity in soybeans. *Crop Sci.*, Madison, 11: 242-244.

BERNARD, R.L. e E.R. JAYCOX, 1969. A gene for increased natural crossing in soybeans. *Agron. Abstr.*, Am. Soc. Agron., Madison, 1969, p.3.

- BHATADE, S.S., C.B. SINGH e A.S. TIWARI, 1977. Diallel analysis of yield and its components in soybean. *Pl. Breed Abstr.*, 48(5): 4943. (Abstr.).
- BONATO, E.R., A. DALL'AGNOL, J.A.R.O. VELLOSO e F.J. VERNETTI, 1978. Soja: cultivar "BR-1". In: *Anais. I Seminário Nacional de Pesq. de Soja*, CNPSo/EMBRAPA. Londrina, 1: 397-402.
- BONATO, E.R., F.J. VERNETTI, A. DALL'AGNOL, M.F.C. GASTAL, A. A.A. RAUPP e C.Q. POTOLOWSKY, 1973. Soja - cultivar "IAS-4". *Bol. Inst. Pesq. Agrop. Sul*. Pelotas, 89.
- BRIM, C.A., 1973. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E. (Ed.). *Soybeans: Improvement, production and uses*. Madison, Am. Soc. of Agron., p. 155-186.
- BRIM, C.A. e C.C. COCKERHAM, 1961. The inheritance of quantitative character in soybean. *Crop Sci.*, Madison, 1: 187-190.
- BRIM, C.A. e C.W. STUBER, 1973. Application on genetic male sterility to recurrent selection schemes in soybeans. *Crop Sci.* Madison, 13: 241-249.
- BRIM, C.A. e J.W. BURTON, 1979. Recurrent selection in soybeans. II. Selection for increased percent protein in seeds. *Crop Sci.* Madison, 19: 494-498.
- BRIM, C.A. e M.F. YOUNG, 1971. Inheritance of a male sterile character in soybeans. *Crop Sci.* Madison, 11: 564-566.

- BRIM, C.A., R.L. ATHOW e J.P. ROSS, 1964. Effect of tobacco ring spot virus on natural hybridization in soybean. *Agron. Abstr.*, Am. Soc. Agron., Madison, 1964. p.62.
- BURTON, J.W. e C.A. BRIM, 1981. Recurrent selection in soybeans. III. Selection for increased percent oil in seeds. *Crop Sci.* Madison, 21: 31-3⁸₄.
- BUZZEL, R.I., 1971. Inheritance of a soybean flowering response to fluorescent-daylength conditions. *Canad. J. Genet. Cytol.*, Ottawa, 13: 703-707.
- COMPTON, W.A., 1968. Recurrent selection in self-pollinated crops without extensive crossing. *Crop Sci.*, Madison, 8 : 773.
- DALL'AGNOL, A., E.R. BONATO, F.J. VERNETTI, J.A.R.O. VELLOSO, B.E.V. PACOVA, A. CARNIELLI, J.V.G. FONTOURA, A.N. MESQUITA e O.R. SONEGO, 1981. Cultivar de soja "BR-5". In: Resumos. II *Seminário Nacional de Pesq. de Soja*, Brasília, DF, p.135.
- EBERHART, S.A. e C.O. GARDNER, 1966. A general model for genetic effects. *Biometrics*. Tallahassee, 22: 439-452.
- FEHR, W.R., 1978. Breeding. In: NORMAN, A.G. (Ed.). *Soybean physiology, agronomy and utilization*. New York, Academic Press, p. 119-155.

- FEHR, W.R., 1980. Artificial hybridization and self-pollination. In: FEHR, W.R. e H.H. HADLEY (Ed.). *Hybridization of crop plants*. Madison, Am. Soc. Agron.-Crop Sci. Soc. Am, p.105-131.
- FEHR, W.R. e L.B. ORTIZ, 1975. Recurrent selection for yield in soybeans. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, 59: 222-232.
- FEYT, H. 1976. Etude critique de l'analyse des croisements dialleles au moyen de la simulation. *Ann. Amelior. Plantes*, 26: 173-193.
- GARDNER, C.O. e S.A. EBERHART, 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, Tallahassee, 22: 439-452.
- GILIOLI, J.L., E. PALUDZYSZYN FILHO, R.A.S. KIIHL, D.L.P. GAZZIERO e E. BORDIN, 1978. Escolha e recomendação de cultivares de soja. In: *Manual Agropecuário para o Paraná*. Relatório, Fund. Inst. Agron. do Paraná, Londrina, p. 357-369.
- GOMES, F.P., 1977. *Curso de Estatística Experimental*. 7^a edição. São Paulo, Livr. Nobel. 430p.
- GRIFFING, B. e E.W. LINDSTROM, 1954. A study of combining abilities of corn inbreds having varying proportions of cornbelt and non-cornbelt germ-plasm. *Agron. J.*, Madison, 46: 545-552.

- GRIFFING, B., 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, Edinburg, 10: 31-50.
- GRIFFING, B., 1956b. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.*, 9: 463-493.
- HALLAUER, A.R. e J.B. MIRANDA FILHO, 1981. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Ames, Iowa State University Press, 468p.
- HANSON, W.D., A.M. PROBST e B.E. CALDWELL, 1967. Evaluation of a population of soybean genotypes with implications for improving self-pollinated crops. *Crop Sci.* Madison, 7: 99-103.
- HAYMAN, B.I., 1954a. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, Tallahassee, 10: 235-244.
- HAYMAN, B.I., 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, Tallahassee, 39: 789-809.
- HYMOWITZ, T., C.A. NEWELL e S.G. CARMER, 1977. Pedigrees of soybean cultivars released in the United States and Canada. *Intsoy Series*, 13. University of Illinois, Illinois, 22p.
- JENSEN, N.F., 1970. A diallel selective mating system for cereal breeding. *Crop Sci.* Madison, 10: 629-636.

- JOHNSON, M.W. e R.L. BERNARD, 1963. Soybean genetics and breeding. In: NORMAN, A.G. (Ed.) *The Soybean*. New York, Academic Press, p. 1-73.
- JOHNSON, G.R., 1973. Diallel analysis of leaf heterosis and relationships to yield in maize. *Crop Sci.* Madison, 13: 178-180.
- JYANG, K.Y., 1975. Genetics analysis of flowering date of soybean by means of a diallel cross. *Pl. Breed. Abstr.*, 47 (2): 1812. (Abstr.).
- JYANG, K.Y. e J.C. BAK, 1977. Genetical analysis of quantitative caracteres in different generations of a diallel cross of soybean. *Pl. Breed. Abstr.*, 49 (4): 3244. (Abstr.).
- KALTON, R.R., 1948. Breeding behaviour in successive generation following hybridization in soybeans. *Iowa Agric. Exp. Stn. Res. Bull.*, 358.
- KASTER, M., E.F. QUEIROZ, F.J. VERNETTI e F. TERASAWA, 1978. Soja: cultivar "Paraná" - descrição e comportamento. In: Anais. *I Seminário Nacional de Pesquisa de Soja*, CNPSO/EMBRAPA. Londrina, 1: 389-392.
- KAW, R.N. e P.M. MENON, 1978. Line x tester analysis of combining ability in soybean. *Pl. Breed. Abstr.* 49(6): 5339. (Abstr.).

- KAW, R.N. e P.M. MENON, 1981. Combining ability in soybean. *Pl. Breed. Abstr.* 51(10): 9318. (Abstr.).
- KENWORTHY, W.J. e C.A. BRIM, 1979. Recurrent selection in soybeans. I. seed yield. *Crop Sci.* Madison, 19:315-318.
- KHADR, F.H. e K.J. FREY, 1965. Effectiveness of recurrent selection in oat breeding. *Crop Sci.* Madison, 5: 349-354.
- KIIHL, R.A.S., 1976. Inheritance studies of two characteristics in soybeans: I - Resistance to soybean mosaic virus, II - Late flowering under short day conditions. Mississippi, Miss. State University, 56p. (Ph.D. Thesis).
- LEFFEL, R.C. e M.G. WEISS, 1958. Analysis of diallel crosses among ten varieties of soybeans. *Agron. J.* Madison, 50: 528-534.
- LONNQUIST, J.H., 1963. Gene action and corn yields. In: *Proc. 18th An. Hybrid Corn. Ind. Res. Conf.*, 18: 35-44.
- MARTIN, S.K. ST., 1981. Epistasis and soybean breeding. *Soybean Genet. Newsl.* Ames, 8: 104-106.
- MATHER, K. e J.L. JINKS, 1971. *Biometrical Genetics*. Londres, Chapman e Hall, 382p.
- MATZINGER, D.F. e O. KEMPTHORNE, 1956. The modified diallel table with partial inbreeding and interactions with environment. *Genetics*, Tallahassee, 41: 822-833.

- MILLER, T.C., 1976. Combining ability of protein and other, selected characters with the F_1 and F_2 plant generation of two-way crosses of ten soybeans lines. *Pl. Breed. Abstr.*, 49(12): 11418. (Abstr.).
- MIRANDA FILHO, J.B., 1974. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho com ênfase na produtividade e no porte da planta. Piracicaba, ESALQ/USP. 116p. (Tese de Doutorado).
- MOLL, R.H., J.H. LONNQUIST, J.V. FORTUNO e E.C. JOHNSON, 1965. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. *Genetics*, Tallahassee, 52: 139-144.
- NASSAR, R.F., 1965. Effect of correlated gene distribution due to sampling on the diallel analysis. *Genetics*, Tallahassee, 52: 9-20.
- PASCHAL II, E.H. e J.R. WILCOX, 1975. Heterosis and combining ability in exotic soybean germplasm. *Crop Sci.*, Madison, 15: 344-349.
- PATERNIANI, E. e J.H. LONNQUIST, 1963. Heterosis in interracial crosses of corn. *Crop Sci.*, Madison, 3: 504-507.
- SANTOS, E.O., 1978. Germplasm evaluation and inheritance studies of stomata density and other plant characteristics in soybean. *Pl. Breed. Abstr.* 50(9): 8284. (Abstr.).

- SENWA, J.O., 1978. Germplasm evaluation and inheritance studies and seedling vigor under imbibitional chilling stress. *Pl. Breed. Abstr.* 50(6): 5889. (Abstr.).
- SOKOL, M.J., 1976. Evaluation of diallel analysis with respect to the genetics and breeding of self-pollinated crops. Manitoba, Univ. of Manitoba, 63p. (MSc. Thesis).
- SPRAGUE, G.F. e L.A. TATUM, 1942. General versus specific combining ability single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.*, Madison, 34: 923-932.
- SPRAGUE, G.F., 1966. Quantitative Genetics in Plant Improvement. In: FREY, K.J. (Ed.) *Plant Breeding*. Ames, Iowa State University Press, p.315-354.
- SPRAGUE, G.F., 1967. Plant Breeding. In: *An. Rev. Genet.* 1: 269-294.
- SRIVASTAVA, R.L., J.K. SAXENA, Z. AHMAD e R.S. BHATIA, 1978. Genetics of yield and yield component traits in soybean. *Indian J. Genet. Plant, Breed.*, Delhi, 38: 7-10.
- TOLEDO, J.F.F. e KIIHL, R.A.S., 1981. Métodos de análise dialélica do modelo genético em controle das características dias para floração e número de folhas trifolioladas em soja. Submetido a Revista *PAB*. Brasília, para publicação.

- VEATCH, C., 1930. Vigor in soybeans as affected by hybridity. *J. Am. Soc. Agron.*, Madison, 22: 289-310.
- VENCOVSKY, R., 1969. Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades pelo método de Gardner e Eberhart. *Rel. Cient. I. Gen.* Piracicaba, 3: 99-111.
- VENCOVSKY, R., 1970. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Piracicaba, ESALQ/USP., 59p. (Tese de Livre-Docência).
- WEBER, C.R. e W.R. FEHR, 1967. Effect of hybridization and thermal neutron irradiation on quantitative characters of soybeans. *Crop Sci.*, Madison, 7: 78.
- WEBER, C.R., L.T. EMPIG e J.C. THORNE, 1970. Heterotic performance and combining ability of two-way F_1 soybean hybrids. *Crop Sci.*, Madison, 10: 159-160.
- WEISS, M.G., C.R. WEBER e R.R. KALTON, 1947. Early generation testing in soybeans. *J. Am. Soc. Agron.*, Madison, 39: 791-811.
- WILCOX, J.R. e A.M. SIMPSON, Jr., 1977. Performance of reciprocal soybean hybrids. *Crop Sci.*, Madison, 17: 351-352.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Valores, significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação obtidos nas análises da variância para os três caracteres em estudo: NDF: número de dias para início da floração, NDM: número de dias para maturação e PG: produção de grãos (g/planta). Blocos casualizados com seis repetições. Londrina-PR, 1980/81.

F.V.	G.L.	Quadrados médios ($\times 10^{-2}$)		
		NDF	NDM	PG
Blocos	5	0,1733**	2,1099**	0,1298 ^{ns}
Tratamentos	35	0,6779**	3,9213**	0,7865**
Erro experimental ⁺	174	0,0223	0,2986	0,1596
Coeficiente de variação (%)		4,49	4,41	15,25

+ : 173 GL para PG: produção de grãos

ns : não significativo

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 2. Médias observadas do caráter número de dias para início da floração (NDF) de oito linhagens e respectivos F_1 's em cruzamentos dialélicos. Médias de duas plantas por vaso em seis repetições. (1980/81).

Linhagem	1	2	3	4	5	6	7	8
1	36,75	34,75	30,67	35,42	35,92	31,50	37,17	34,50
2		32,17	30,50	33,17	33,50	30,58	33,08	31,17
3			26,25	30,83	32,67	27,58	31,75	30,67
4				37,00	34,92	31,00	35,92	32,50
5					38,25	30,75	37,67	35,00
6						28,25	32,75	31,50
7							38,50	32,17
8								42,42

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*; 8. *Bossier* .

Tabela 3. Médias observadas do caráter número de dias para maturação (NDM) de oito linhagens e respectivos F_1 's em cruzamentos dialélicos. Médias obtidas de duas plantas por vaso em seis repetições. (1980/81).

Linhagem	1	2	3	4	5	6	7	8
1	119,08	109,67	127,25	124,42	112,00	124,00	132,42	131,74
2		104,17	118,92	117,08	110,08	116,50	130,83	118,58
3			128,08	122,83	124,17	128,17	137,42	124,25
4				120,25	115,00	123,67	131,42	127,00
5					111,92	123,88	130,50	127,17
6						129,67	135,33	131,42
7							128,08	138,33
8								124,08

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*;
8. *Bossier*

Tabela 4. Médias observadas do caráter produção de grãos (PG) em gramas por planta de oito linhagens e respectivos F₁'s em cruzamentos dialélicos. Médias de duas plantas por vaso em seis repetições. (1980/81).

Linhagem	1	2	3	4	5	6	7	8
1	20,61	27,21	23,26	26,27	30,81	23,40	23,64	25,25
2		23,37	27,13	25,12	31,22	30,71	23,47	28,24
3			17,12	26,99	30,83	25,20	20,98	30,52
4				24,34	29,67	21,84	28,17	23,28
5					29,17	26,84	28,94	30,08
6						23,00	30,63	27,80
7							24,98	21,03
8								31,40

1. *Pêrola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*;
8. *Bossier*

Tabela 5. Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises da variância das tabelas dialélicas segundo o modelo de GARDNER e EBERHART (1966) e da capacidade geral de combinação (c.g.c.) segundo o método 4, modelo I de GRIFFING (1956), para os três caracteres em estudo: N DF: número de dias para início da floração, N DM: número de dias para maturação e PG: produção de grãos.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios ($\times 10^{-2}$)		
		N DF	N DM	PG
Tratamentos	(35)	0,1128**	0,6598**	0,1322**
Linhagens	7	0,4178**	2,6108**	0,2501**
Heteroses	(28)	0,0366**	0,1721**	0,1027**
Heterose média	1	0,2788**	0,1046**	0,3884**
Heterose linhagens	7	0,0782**	0,2395**	0,1140**
Heterose específica	20	0,0099**	0,1047**	0,0844**
Erro médio ⁺	174	0,0037	0,0498	0,0266
c.g.c.	7	0,1949**	2,0659**	0,1608**

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade

+ : 173 GL para PG: produção de grãos

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros: $\hat{h}_{ij}$ - heterose do cruzamento ij (acima da diagonal), $\hat{s}_{ij}$ - heterose específica ou capacidade específica de combinação (abaixo da diagonal), $\hat{u}$ - média das linhagens parentais e $\hat{h}$ - heterose média de todos os cruzamentos, para o caráter NDF: número de dias para início da floração.

Linhagem	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,29	-0,83	-1,45	-1,58	-1,00	-0,49	-5,08
2	0,76		1,29	-1,41	-1,71	0,37	-2,29	-6,12
3	-1,31	0,72		-0,79	0,42	0,33	-0,66	-3,66
4	0,26	0,21	-0,12		-2,70	-1,62	-1,87	-7,21
5	-0,34	-0,57	0,61	-0,32		-2,53	-0,74	-5,33
6	-0,64	0,64	-0,35	-0,11	-1,46		-0,66	-3,83
7	0,89	-1,01	-0,32	0,67	1,31	0,52		-8,33
8	0,38	-0,75	0,76	-0,59	0,80	1,43	-2,04	
$\hat{u} = 34,959 (\pm 0,216);$					$\hat{h} = -2,117 (\pm 0,248)$			

1. *Pêrola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*;
8. *Bossier*

Tabela 7. Estimativas dos parâmetros: $\hat{h}_{ij}$ - heterose do cruzamento ij (acima da diagonal), $\hat{s}_{ij}$ - heterose específica ou capacidade específica de combinação (abaixo da diagonal), $\hat{u}$ - média das linhagens parentais e $\hat{h}$ - heterose média de todos os cruzamentos, para o caráter NDM: número de dias para maturação.

Linhagem	1	2	3	4	5	6	7	8
1		-1,95	3,67	4,75	-3,50	-0,37	8,84	9,59
2	-4,40		2,79	4,87	2,03	-0,42	14,70	4,45
3	2,95	1,16		-1,33	4,17	-0,70	9,34	-1,83
4	3,72	2,92	-1,55		-1,08	-1,29	7,25	4,83
5	-5,55	-0,97	2,89	-2,68		3,08	10,50	9,17
6	-0,29	-1,25	0,20	-0,70	2,61		6,45	4,54
7	-0,75	4,20	0,57	-1,83	0,35	-1,52		12,25
8	4,38	-1,66	-6,21	0,13	3,41	0,96	-1,01	
$\hat{u} = 120,666 (\pm 0,789); \quad \hat{h} = 4,101 (\pm 0,894)$								

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*;
8. *Bossier*

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros: $\hat{h}_{ij}$ - heterose do cruzamento ij (acima da diagonal), $\hat{s}_{ij}$ - heterose específica ou capacidade específica de combinação (abaixo da diagonal), $\hat{u}$ - média das linhagens parentais e $\hat{h}$ - heterose média de todos os cruzamentos, para o caráter PG: produção de grãos (g/planta).

Linhagem	1	2	3	4	5	6	7	8
1		5,22	4,39	4,19	5,92	1,59	0,84	-0,75
2	0,65		6,88	1,26	4,95	7,52	-0,70	0,85
3	-1,93	-0,21		6,26	7,68	5,14	-0,07	6,26
4	2,00	-1,69	1,54		2,91	-1,83	3,51	-4,59
5	1,70	-0,03	0,94	0,31		0,74	1,86	-0,20
6	-2,04	3,12	-1,02	-3,85	-3,30		6,64	0,60
7	-0,21	-2,53	-3,65	4,06	0,40	5,75		-7,16
8	-0,16	0,69	4,33	-2,38	-0,02	1,36	-3,82	
$\hat{u} = 24,249 (\pm 0,577); \quad \hat{h} = 2,498 (\pm 0,654)$								

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*;
8. *Bossier*

Tabela 9. Estimativas das heteroses da produção de grãos em porcentagem da média dos parentais (acima da diagonal) e em porcentagem do parental superior (abaixo da diagonal), observados nos F₁'s.

Linhagem	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	23,74	23,30	16,88	23,78	7,31	3,71	-2,90
2	16,43	-	34,01	5,30	18,84	32,46	-2,92	3,12
3	12,86	16,09	-	30,20	33,20	25,62	-0,33	25,80
4	9,57	3,20	10,89	-	10,89	-7,73	14,23	-16,47
5	5,62	7,03	5,70	1,71	-	2,89	10,56	-0,68
6	1,74	31,41	9,56	-10,27	8,02	-	27,68	2,20
7	-5,36	-6,04	-16,01	12,77	-0,79	22,62	-	-25,40
8	-19,58	-10,06	-2,80	-25,86	-4,20	-11,46	-33,02	-

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*;
8. *Bossier*

Tabela 10. Heterose média das linhagens parentais ($\hat{h}_i$) resultantes dos cruzamentos em dialélico para os caracteres número de dias para início da floração (NDF), número de dias para maturação (NDM) e produção de grãos em gramas/planta e em porcentagem.

Linhagem	Heterose Média da linhagem ($\hat{h}_i$)			
	NDF	NDM	PG (g/planta)	PG (%)
1	-1,4507	3,0035	3,0592	13,69
2	-1,3709	3,7835	3,7045	16,36
3	-0,5594	2,3006	5,2130	24,54
4	-2,4402	2,5721	1,6660	7,61
5	-2,0264	3,4821	3,4016	14,21
6	-1,2793	1,6135	2,9073	12,92
7	-2,1517	9,9064	0,6945	3,93
8	-5,6550	6,1449	-0,7227	-2,05

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*;
8. *Bossier*

Tabela 11. Estimativas dos parâmetros: $\hat{\ell}_i$ - efeito de linhagens, $\hat{h}_i$ - efeito de heterose das linhagens, $\hat{g}_i$ - efeito de capacidade geral de combinação (c.g.c.) e as estimativas das variâncias das capacidades geral ($\hat{\sigma}_{\hat{g}_i}^2$) e específica ($\hat{\sigma}_{\hat{s}_i}^2$) de combinação das linhagens para o caráter NDF: número de dias para início da floração.

Linhagem	$\hat{\ell}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$	$\hat{\sigma}_{\hat{g}_i}^2$	$\hat{\sigma}_{\hat{s}_i}^2$
1	1,7912	0,7769	1,6725	2,7428	0,3263
2	-2,7887	0,8700	-0,5243	0,2205	0,2653
3	-8,7087	1,8168	-2,5375	6,3845	0,2597
4	2,0413	-0,3764	0,6442	0,3606	-0,1379
5	3,2913	0,1052	1,7508	3,0109	0,5896
6	-6,7087	0,9769	-2,3774	5,5976	0,5892
7	3,6213	-0,0410	1,7696	3,0770	1,1077
8	7,4613	-4,1281	-0,3974	0,1035	1,1023
s	$\pm 0,571$	$\pm 0,286$	$\pm 0,233$	-	-
var ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)			0,124		

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BK-1*; 8. *Bossier*
 $\hat{s}$ - desvio padrão das estimativas dos efeitos de linhagens e dos efeitos de heterose das linhagens.

var ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$) - variância das diferenças entre as estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação.

Tabela 12. Estimativas dos parâmetros: $\hat{\ell}_i$ - efeito de linhagens, $\hat{h}_i$ - efeito de heterose das linhagens, $\hat{g}_i$ - efeito de capacidade geral de combinação (c.g.c.), e as estimativas das variâncias das capacidades geral ($\hat{\sigma}_{\hat{g}_i}^2$) e específica ($\hat{\sigma}_{\hat{s}_i}^2$) de combinação das linhagens para o caráter NDM: número de dias para maturação.

Linhagem	$\hat{\ell}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$	$\hat{\sigma}_{\hat{g}_i}^2$	$\hat{\sigma}_{\hat{s}_i}^2$
1	-1,5862	-1,2802	-2,0733	3,5728	11,2752
2	-16,4962	-0,3702	-8,6183	73,5493	4,5413
3	7,4183	-2,1002	1,6067	1,8557	5,8081
4	-0,4162	-1,7835	-1,9916	3,2407	1,8204
5	-8,7462	-0,7218	-5,0949	25,2322	6,8205
6	9,0038	-2,9018	1,6001	1,8345	-2,1104
7	7,4138	6,7731	10,4801	109,1067	0,0744
8	3,4138	2,3848	4,0917	16,0162	8,2013
s	$\pm 2,087$	$\pm 1,347$	$\pm 0,852$	-	-
var ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)			1,659		

1. Pêrola; 2. Paraná; 3. IAS-4; 4. Davis; 5. BR-5; 6. Bragg; 7. BR-1; 8. Bossier
 $\hat{s}$ - desvio padrão das estimativas dos efeitos de linhagens e dos efeitos de heterose das linhagens.

var ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$) - variância das diferenças entre as estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação.

Tabela 13. Estimativas dos parâmetros: $\hat{\ell}_i$ - efeito de linhagens, $\hat{h}_i$ - efeito de heterose das linhagens, $\hat{g}_i$ - efeito de capacidade geral de combinação (c.g.c.), e as estimativas das variâncias das capacidades geral ($\hat{\sigma}_{\hat{g}_i}^2$) e específica ($\hat{\sigma}_{\hat{s}_i}^2$) de combinação associada as linhagens para o caráter PG: produção de grãos (g/ planta).

Linhagem	$\hat{\ell}_i$	$\hat{h}_i$	$\hat{g}_i$	$\hat{\sigma}_{\hat{g}_i}^2$	$\hat{\sigma}_{\hat{s}_i}^2$
1	-3,6387	0,6544	-1,1649	1,0246	-0,5585
2	-0,8787	1,4177	0,9780	0,6240	0,2192
3	-7,1287	3,1777	-0,3866	-0,1830	3,5860
4	0,0913	-0,9606	-0,9149	0,5046	4,6124
5	4,9213	1,0644	3,5250	12,0935	-0,6164
6	-1,2487	0,4877	-0,1366	-0,3138	9,4902
7	0,7313	-2,0939	-1,7282	2,6543	10,9077
8	7,1513	-3,7473	-0,1716	-0,3030	3,7896
s	$\pm 1,926$	$\pm 0,985$	$\pm 0,623$	-	-
var ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)			1,659		

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*; 8. *Bossier*
 $\hat{s}$ - desvio padrão das estimativas dos efeitos de linhagens e dos efeitos de heterose das linhagens.

var ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$) - variância das diferenças entre as estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação.

Tabela 14. Decomposição dos componentes das estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação ($\tilde{g}_i$) respectivamente em efeitos de linhagens ($\tilde{\ell}_i$) e efeitos de heteroses das linhagens ($\tilde{h}_i$) em porcentagens para os três caracteres em estudo.

Linhagem	NDF			NDM			PG		
	$\tilde{g}_i$	$\tilde{\ell}_i$ (%)	$\tilde{h}_i$ (%)	$\tilde{g}_i$	$\tilde{\ell}_i$ (%)	$\tilde{h}_i$ (%)	$\tilde{g}_i$	$\tilde{\ell}_i$ (%)	$\tilde{h}_i$ (%)
1	1,6725	53,5	46,5	-2,0733	38,3	61,7	-1,1649	156,2	-56,2
2	-0,5243	265,9	-165,9	-8,6183	95,7	4,3	0,9780	-44,9	144,9
3	-2,5375	171,6	-71,6	1,6067	230,7	-130,7	-0,3866	922,0	-822,0
4	0,6442	158,4	-58,4	-1,9916	10,5	89,5	-0,9149	-4,9	104,9
5	1,7508	94,0	6,0	-5,0949	85,9	14,1	3,5251	69,8	30,2
6	-2,3774	141,1	-41,1	1,6001	281,3	-181,3	-0,1366	457,1	-357,1
7	1,7696	102,3	-2,3	10,4801	35,4	64,6	-1,7282	-21,1	121,1
8	-0,3974	938,8	-838,8	4,0917	41,7	58,3	-0,1716	-2083,7	2183,7

1. *Pérola*; 2. *Paraná*; 3. *IAS-4*; 4. *Davis*; 5. *BR-5*; 6. *Bragg*; 7. *BR-1*; 8. *Bossier*

NDF: número de dias para início da floração; NDM: número de dias para maturação; PG: produção de grãos (g/planta).

Figura 1. Regressão linear entre as médias dos F₁'s e respectivas linhagens parentais para o caráter número de dias para floração.

Figura 2. Regressão linear entre médias do número de dias para maturação dos F₁'s e das respectivas linhagens parentais.

Figura 3. Regressão linear entre médias de produção de grãos dos F₁'s e das respectivas linhagens parentais (gramas/planta).

APÊNDICE

Tabela A1. Número de dias para início da floração[§] de oito linhagens e respectivos F₁'s de soja. Blocos casualizados com seis repetições, Londrina, 1980/81.

Tratamento	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
1	36,0	37,0	35,5	38,0	37,5	36,5
2	30,0	32,0	29,5	33,5	34,0	34,0
3	28,0	26,0	25,0	26,0	26,5	26,0
4	37,0	37,5 ^g	36,5	37,5	37,5	36,5
5	36,0	39,5	38,0	40,0	37,0	39,0
6	27,5	29,5	26,0	27,5	30,0	29,0
7	36,0	36,5	40,5	40,0	39,5	39,0
8	42,5	41,0	42,0	41,5	43,0	44,5
1x2	36,0	33,0	35,5	35,5	34,0	34,5
1x3	30,0	29,5	30,0	32,0	31,5	31,0
1x4	33,0	35,0	37,0	35,5	37,0	35,0
1x5	37,5	35,0	35,5	36,0	35,0	36,5
1x6	30,5	29,5	31,5	32,0	32,5	33,0
1x7	36,5	33,0	37,5	38,0	39,5	38,5
1x8	34,0	35,0	33,5	36,5	34,5	33,5
2x3	29,0	32,5	27,0	31,5	32,5	30,5
2x4	33,5	32,0	30,0	33,5	33,5	36,5
2x5	32,0	31,5	35,0	34,0	34,0	34,5
2x6	29,5	31,0	29,0	31,5	31,5	31,0
2x7	30,0	32,5	32,0	36,0	34,0	34,0
2x8	31,5	32,0	28,5	33,0	31,5	30,5
3x4	29,5	31,0	32,5	29,0	33,0	30,0
3x5	35,5	32,5	31,0	32,0	30,0	35,0
3x6	26,0	26,5	26,0	28,5	31,0	27,5
3x7	32,0	31,5	30,5	32,5	32,5	31,5
3x8	29,0	30,5	32,0	30,5	30,0	32,0
4x5	34,0	36,5	32,5	35,5	36,5	34,5
4x6	32,0	29,0	32,0	31,5	32,0	29,5
4x7	35,0	36,5	35,0	35,5	38,5	35,0
4x8	32,0	33,0	33,0	32,5	34,5	30,0
5x6	31,5	29,5	28,5	31,3 ^f	28,0	35,5
5x7	34,0	37,0	36,0	41,0	40,0	38,0
5x8	36,0	35,0	34,5	34,0	35,0	35,5
6x7	31,5	32,0	33,5	31,5	32,5	35,5
6x8	33,0	31,0	29,0	31,0	32,5	32,5
7x8	31,5	30,0	29,0	35,0	33,0	34,5

§ - Média de duas plantas;

f - Valor estimado.

Tabela A2. Número de dias para maturação[§] de oito linhagens e respectivos F₁'s de soja. Blocos casualizados com seis repetições, Londrina, 1980/81.

Tratamento	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
1	115,0	115,0	121,5	121,5	126,0	115,5
2	102,0	110,0	99,5	102,5	108,0	103,0
3	127,0	136,0	141,0	129,5	124,0	111,0
4	115,5	122,5	123,0	109,5	127,0	124,0
5	109,5	114,0	113,0	108,0	112,0	115,0
6	124,5	121,0	134,0	130,5	132,0	136,0
7	122,5	135,5	128,0	121,0	128,5	133,0
8	112,0	129,0	125,0	125,0	127,5	126,0
1x2	101,0	126,5	121,0	120,0	130,5	130,0
1x3	126,5	130,5	130,0	119,0	129,0	128,5
1x4	118,5	126,5	121,0	120,0	130,5	130,0
1x5	107,5	107,5	111,5	111,5	111,0	119,0
1x6	120,5	122,0	128,5	116,5	125,5	131,0
1x7	130,5	129,5	131,0	128,0	140,0	135,5
1x8	127,5	129,0	137,5	135,0	128,5	129,5
2x3	110,5	111,0	121,0	116,0	131,0	124,0
2x4	118,0	103,0	111,0	125,5	126,5	118,5
2x5	109,0	101,5	108,0	118,5	115,0	108,5
2x6	111,5	110,5	132,0	113,0	118,5	113,5
2x7	130,0	132,5	131,0	129,0	127,0	135,5
2x8	121,0	121,0	127,0	110,5	121,0	111,0
3x4	120,0	120,5	119,0	128,5	122,5	126,5
3x5	138,0	135,0	140,0	138,5	137,0	136,0
3x6	121,5	130,5	129,0	132,5	127,5	128,0
3x7	138,0	135,0	140,0	138,5	137,0	136,0
3x8	116,0	124,5	123,0	129,5	122,5	130,0
4x5	120,0	109,5	108,5	117,0	123,5	112,0
4x6	133,0	116,0	122,0	129,0	121,5	120,5
4x7	121,0	129,5	132,0	137,0	133,5	135,5
4x8	122,0	119,5	136,0	115,5	133,0	136,0
5x6	110,0	129,5	126,0	123,8 ^f	134,0	120,0
5x7	126,0	133,5	126,0	122,0	135,0	140,5
5x8	117,0	130,5	126,0	130,0	129,5	130,0
6x7	135,5	136,5	130,0	134,0	137,0	138,5
6x8	123,0	127,5	129,0	137,0	141,0	121,0
7x8	134,0	139,5	140,0	139,5	135,0	142,0

§ - Média de duas plantas;

f - Valor estimado.

Tabela A3. Produção de grãos[§] (g/planta) de oito linhagens e respectivos F₁'s de soja. Blocos casualizados com seis repetições, Londrina, 1980/81.

Tratamento	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
1	17,35	20,15	26,15	18,55	18,60	22,85
2	24,00	18,65	28,35	21,50	18,25	29,45
3	20,85	16,575 ^f	14,95	12,85	21,20	16,30
4	22,90	27,20	21,90	21,60	27,00	25,45
5	23,90	33,00	31,50	28,45	26,65	31,50
6	25,30	24,05	20,70	20,00	16,90	19,05
7	30,90	17,50	28,60	22,25	24,05	26,60
8	34,65	34,75	32,50	28,55	32,00	25,90
1x2	30,55	24,20	30,60	27,30	28,00	22,60
1x3	20,90	22,00	22,95	24,40	19,50	29,80
1x4	28,95	24,30	29,20	26,20	23,50	27,90
1x5	36,15	27,40	33,05	28,50	29,00	30,75
1x6	22,70	21,85	23,85	24,95	19,15	27,85
1x7	24,70	21,45	22,35	24,55	21,50	27,30
1x8	26,40	22,60	24,10	21,15	29,25	28,00
2x3	28,70	25,45	33,30	24,00	24,30	27,05
2x4	23,60	27,25	33,25	20,65	20,30	25,65
2x5	31,15	31,25	28,75	28,35	38,00	30,85
2x6	32,85	29,30	29,30	29,35	34,25	29,20
2x7	19,70	20,35	20,65	27,85	28,15	24,10
2x8	25,45	28,85	29,20	29,45	24,15	32,35
3x4	27,40	24,70	22,55	26,425 ^f	29,05	31,75
3x5	29,50	32,50	30,85	29,45	36,30	26,40
3x6	27,85	21,15	22,90	27,20	25,90	26,15
3x7	21,70	23,85	20,55	16,05	24,90	18,85
3x8	32,80	29,05	29,30	25,90	31,75	34,30
4x5	23,30	26,60	32,75	32,45	27,20	35,75
4x6	20,10	19,80	23,40	19,50	26,80	21,45
4x7	29,45	24,85	25,95	23,55	34,00	31,20
4x8	17,25	33,00	19,60	26,85	23,25	19,75
5x6	33,25	26,65	30,20	28,75	17,80	24,35
5x7	22,90	31,05	32,30	28,00	27,20	22,20
5x8	26,60	26,90	30,20	39,50	28,15	29,15
6x7	29,60	27,80	39,25	27,50	27,10	32,55
6x8	32,45	30,05	27,05	26,35	24,30	35,60
7x8	20,75	14,85	20,35	16,90	27,85	25,50

§ - Média de duas plantas;

f - Valor estimado.