**PARENTAIS EXÓTICOS COMO FONTE DE GENES
PARA PRECOCIDADE E PRODUTIVIDADE DA SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill)**

DARIO MINORU HIROMOTO
Engenheiro-Agrônomo

Orientador: PROF. DR. NATAL ANTONIO VELLO

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

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Maio de 1990

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

H668p Hiromoto, Dario Minoru
 Parentais exóticos como fonte de genes para
 precocidade e produtividade da soja (Glycine max
 (L.) Merrill). Piracicaba, 1990.
 110p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Rotação de cultura 2. Soja - Cruzamento 3. So-
ja - Precocidade 4. Soja - Produtividade 5. Soja -
Rotação I. Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiroz, Piracicaba.

CDD 633.34

**PARENTAIS EXÓTICOS COMO FONTE DE GENES
PARA PRECOCIDADE E PRODUTIVIDADE DA SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill)**

DARIO MINORU HIROMOTO

Aprovada em: 06.06.1990.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Natal Antonio Vello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Júlio Marcos Filho	ESALQ/USP
Prof. Dr. Gerhard Bandel	ESALQ/USP

✓ 1-1 / 11r.

PROF. DR. NATAL ANTONIO VELLO

Orientador

Aos meus pais Hideko e Noboru

Aos meus familiares

com gratidão e carinho.

Para

Raquel

Miwa

Rieko

COM AMOR

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Corpo de Docentes e de funcionários do Departamento de Genética ESALQ/USP que me apoiaram durante a realização do curso de mestrado. Ainda gostaria de reiterar os meus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

Ao Dr. Natal Antonio Vello, pela amizade, orientação e incessante incentivo à minha formação científica.

Ao Dr. Isaias Olivio Geraldi pela amizade e cooperação durante o curso.

Ao Dr. Romeu A. S. Kiihl pela cooperação inicial, inclusive fornecendo as sementes dos materiais parentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao colega Eberson Sanches Calvo pela amizade e indispensável cooperação nos trabalhos experimentais.

Aos colegas Francisco Rodrigues Freire Filho, Clodoaldo José da Anunciação Filho, Luciano Lourenço Nass, Arnaldo Meinster Pimentel, Luzimar Taici Arraes Lopes, Paulo Eduardo T. Santos e Adilson Aparecido Zen, pela amizade e companherismo.

Aos Srs. Antonio Roberto Cogo, Claudinei Antonio Didoné, Osmair José da Silva, Orides Alves Cardoso, Alvaro Gomes e Antonio Norberto Stabelin pelo apoio na realização dos trabalhos de campo.

Às funcionárias da biblioteca Nilce T. Puga, Terezinha de Jesus L. Barrete e à Secretária Carmem Maria J.F. Pilloto do Departamento de Genética/ESALQ pela atenção e presteza.

À FAPESP pela concessão da bolsa de mestrado. Ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica e posterior auxílio à pesquisa.

Ao Centro de Informática na Agricultura (CIAGRI) pelas instalações cedidas e aos seus funcionários pelos trabalhos prestados.

À EMBRAPA pela oportunidade de conclusão deste trabalho.

A minha irmã Rosa Fumie Satomi e ao cunhado Kazuo Satomi pelo constante apoio à minha formação profissional.

À Rejane Alves pelos serviços datilográficos.

Í N D I C E

	Página
RESUMO	vii.
SUMMARY	x.
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Fotoperíodo e Indução do Florescimento	5
2.2. Temperatura	9
2.3. Época de Plantio	12
2.4. Insensibilidade ao Fotoperíodo	15
2.5. Hábito de crescimento	17
2.6. Herança	22
2.6.1. Herança do florescimento e maturidade ..	22
2.6.2. Herança do hábito de crescimento	23
2.7. Heterose e Heterobeltiose	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Procedimentos Experimentais	30
3.1.1. Obtenção de sementes F_1	30
3.1.2. Obtenção de sementes F_2	32
3.1.3. Delineamento e características do expe- rimento	33
3.1.4. Caracteres avaliados	35
3.2. Análises Estatístico-Genéticas	37
3.2.1. Análise de variância	37
3.3. Heterose e Heterobeltiose	39
3.4. Herdabilidade	40

	Página
3.5. Cálculo de Frequência de Genótipos Superiores.	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1. Análise de Variância	43
4.2. Heterose, Heterobeltiose e Herdabilidade	49
4.2.1. Caracteres relacionados ao florescimen- to	49
4.2.2. Caracteres relacionados à maturidade ..	53
4.2.3. Acamamento e valor agrônômico	58
4.2.4. Caracteres relacionados à produtivida- de	62
4.3. Análise da Frequência de Genótipos Superio- res	65
5. CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
TABELAS E FIGURAS	81
APÊNDICE	109

PARENTAIS EXÓTICOS COMO FONTE DE GENES
PARA PRECOCIDADE E PRODUTIVIDADE DA SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill)

Autor: DARIO MINORU HIROMOTO

Orientador: PROF. DR. NATAL ANTONIO VELLO

RESUMO

A agricultura moderna apresenta a tendência de utilização cada vez maior de culturas em rotação. Estas culturas resultam em maiores produções por ano e melhoria das propriedades físico-químicas do solo.

A cultura de maior área cultivada no Estado de São Paulo é a cana-de-açúcar, cujo sistema de exploração faz com que anualmente cerca de 15% da área cultivada permaneça ociosa durante o período de setembro a fevereiro. A soja é a leguminosa mais promissora para rotação com cana-de-açúcar. Todavia, dois caracteres são limitantes: precocidade, para não afetar a época de plantio da gramínea subsequente e menor sensibilidade ao fotoperíodo, para permitir a obtenção de produções econômicas de soja, em plantios antecipados.

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a possibilidade de obtenção de segregantes transgressivos

precoces e produtivos através de cruzamentos entre parentais exóticos e adaptados. Seis parentais exóticos (Century, Maple Amber, Maple Presto, McCall, Pella e Williams) foram escolhidos devido à super precocidade e alta produtividade de sementes; tais parentais apresentam a desvantagem de serem muito sensíveis às variações fotoperiódicas. Dois parentais adaptados (BR 80-6989 e Primavera) foram escolhidos com base na menor sensibilidade às variações fotoperiódicas e alta produtividade de sementes; no entanto, apresentaram precocidade inferior à necessária.

Em 1985 foram realizadas hibridações manuais para obtenção dos 12 cruzamentos (6 exóticos x 2 adaptados). Autofecundações naturais levaram à obtenção da geração F_2 dos 12 cruzamentos.

No período de 06 de outubro de 1986 a 28 de fevereiro de 1987 foram conduzidos 12 experimentos em Piracicaba - SP, em ambiente caracterizado por $22^{\circ}42'$ de latitude Sul, $47^{\circ}38'$ de longitude Oeste e 537 m de altitude. Cada experimento incluiu o parental adaptado, o parental exótico e as respectivas progênies F_2 do cruzamento. Os experimentos foram delineados em blocos casualizados com quatro repetições e a parcela foi representada por uma fileira de 3 m de comprimento. O espaçamento utilizado foi de 0,60 m entre fileiras com aproximadamente 17 plantas por metro linear. Foram avaliados os seguintes caracteres: número de dias para início do florescimento (NDF), número de dias para maturidade (NDMD), altura da planta na maturidade (APM), acamamento

(Ac), valor agronômico (VA), produtividade de plantas individuais (PPI) e produtividade da parcela (PP).

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- a) os parentais foram significativamente diferentes entre si e, conseqüentemente, caracteres complementares foram combinados em todos os cruzamentos;
- b) para todos os caracteres avaliados houve uma grande variação da heterose e da heterobeltiose, contudo nem sempre as maiores médias estavam relacionadas às maiores variâncias;
- c) o uso de genótipos exóticos super-precoces, combinados com genótipos adaptados com período juvenil se mostrou promissor para obter genótipos precoces e menos sensíveis às variações fotoperiódicas, apropriados à rotação de cultura com cana-de-açúcar;
- d) as progênies F_2 do cruzamento entre BR 80-6898 e Pella mostraram maior potencial para obter genótipos adequados ao sistema de rotação de culturas.

EXOTIC PARENTS AS SOURCE OF GENES FOR
EARLINESS AND SEED YIELDING OF SOYBEAN

(*Glycine max* (L.) Merrill)

Author: DARIO MINORU HIROMOTO

Adviser: PROF. DR. NATAL ANTONIO VELLO

SUMMARY

The modern agriculture exhibits an increasingly tendency of crop rotation system usage. This system gives a higher production per year and a soil physical chemical properties improvement.

The sugarcane plantation occupies the largest cultivated area in São Paulo State, which crop management allows that around 15% of this area remains unplanted during the period from September to February. The soybean is the most promising crop for use in sugarcane rotation. However, two traits are essential: small sensibility to photoperiod, to permit economic production in early-planted soybeans; and, earliness, to allow the normal establishment time of sugarcane plantation.

This research aimed to evaluate the potencial of crosses between exotic and adapted parents for develop-

ment of transgressive segregates having high levels of earliness and seed yielding. Six exotic parents (Century, Maple Amber, Maple Presto, McCall, Pella and Williams) were chosen based on their earliness and seed yielding; such parents exhibited the disadvantage of to be very sensitive to photoperiodic variations. Two adapted parents (BR 80-6989 and Primavera) were chosen based on their small sensitivity to photoperiodic variation and high seed yielding. However, they exhibited lower earliness than necessary.

In 1985, handled hybridizations were made to obtaining 12 crosses (six exotics x two adapted parents). Natural selfing originated the F_2 generation for the 12 crosses. From October, 6 th 1986 to February, 28 th 1987 12 experiments were carried out in Piracicaba City, State of São Paulo, Brazil, at $22^{\circ} 42'$ South latitude, $47^{\circ} 38'$ West longitude, and 537 m altitude). Each field experiment included the adapted and exotic parents, and the F_2 progeny of each cross. The experiments were established in randomized block design with four replications. The plot was represented by a 3 m length row. The spacing was 0.60 m among rows containing around 17 plants for linear meter. The following traits were evaluated: time to flowering, time to maturity, plant height at maturity, lodging, agronomic value, seed yield in an individual plant and plot basis.

The results allowed the following conclusions:

- a) the parents were significantly different themselves; consequently, complementary traits were combined in all crosses;
- b) a large heterosis and heterobeltiosis variation were found for all traits evaluated, however, the higher means were not always related to higher variances;
- c) the combination of high earliness from exotic parents with long-juvenile trait from adapted parents was a promising strategy for development of transgressive segregates appropriated to rotation crop with sugarcane;
- d) the BR 80-6898 x Pella cross showed the highest potential for development of genotypes appropriate to the crop rotation system.

1. INTRODUÇÃO

A origem da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) data de aproximadamente três mil anos antes de Cristo, no Leste Asiático. Os antigos chineses já a conheciam e utilizavam como alimento e remédio. Introduzida na Europa e na América do Norte há mais de 150 anos, a soja então encontrou seu lugar entre as culturas de maior expressão econômica.

Atualmente, a produção mundial de grãos de soja ultrapassa a casa dos 92 milhões de toneladas no ano de 1988. O Brasil ocupa a posição de 2º maior produtor com 18 milhões de toneladas. A área de cultivo com soja no ano agrícola 1987/88 foi de 10,515 milhões de hectares com produtividade de 1.717 t/ha (FAO PRODUCTION YEARBOOK, 1988).

O cultivo da soja tornou-se econômico no Brasil a partir da década de 60 (BONATO & DALL'AGNOLL, 1985). A cultura começou a ser cultivada na região Sul e Sudeste, encontrando-se atualmente em expansão nas regiões Centro-Oeste e Nordeste. Esta situação faz com que a cada ano sejam lançados no mercado de sementes, genótipos mais produtivos nas áreas tradicionais e genótipos mais adaptados às áreas de expansão, e, também, aos sistemas específicos de rotação de culturas.

A rotação de culturas é uma forma de cultivo racional visando o aumento da produção agrícola e o aprimoramento das propriedades físico-químicas do solo. Este sistema é comum nos estados do Sul do País com o cultivo de soja-trigo no mesmo ano.

Em São Paulo, a espécie de maior área cultivada é a cana-de-açúcar, ocupando uma área de 1.999.101 ha em 1986 (MACHADO JR. *et alii*, 1989). Normalmente, um mesmo plantio é explorado durante quatro anos consecutivos e no quinto ano é feita a reforma do canavial, com vistas a se promover um novo plantio. Após o último corte, é realizada a incorporação da soqueira em agosto-setembro, e parte do novo plantio da cana-de-açúcar é realizado em outubro-novembro (cana de 12 meses), e o plantio restante é feito em janeiro-março do ano seguinte (cana de 18 meses). Desta maneira, ao redor de 15% da área canavieira do Estado ficam até seis meses do ano em condições de não utilização. Estas áreas poderiam ser utilizadas para produção de alimentos; para alcançar esta finalidade, a soja é uma das espécies mais indicadas por propiciar benefícios diretos (por exemplo a rentabilidade econômica favorável) e benefícios indiretos como a fixação simbiótica de nitrogênio, adubação residual, conservação do solo contra erosão, diminuição da incidência de plantas daninhas e aumento do teor de matéria orgânica através dos restos de cultura. Porém, o sistema de rotação soja-cana se depara com os seguintes problemas:

a) Falta de experiência no cultivo de soja nestas áreas.

b) Falta de cultivares adaptados a este sistema.

O primeiro requisito para a soja tornar-se viável ao sistema de rotação com cana-de-açúcar é a precocidade (ciclo < 120 dias) pois o empresário agrícola precisa ter garantias plenas de retirar a soja da área de cultivo até meados de março, de maneira a restar tempo suficiente para o plantio de cana-de-açúcar, sem afetar o desenvolvimento normal desta cultura. Os cultivares precoces disponíveis não satisfazem adequadamente as exigências para esta rotação, pois são sensíveis ao fotoperíodo, e, conseqüentemente, não alcançam produções econômicas quando plantados antecipadamente (início de outubro). Cultivares disponíveis com período juvenil relativamente longo e, portanto, menos sensíveis ao fotoperíodo, não são suficientemente precoces para uso neste sistema de rotação.

Para atender a objetivos tão diversos como cultivares mais produtivos nas regiões tradicionais e aos sistemas de rotação é necessário dispor de uma ampla variabilidade genética. Contudo HIROMOTO & VELLO (1986) mostraram que dos 74 cultivares recomendados no Brasil no ano agrícola de 1983/84, 69 cultivares estudados foram obtidos basicamente de 11 ancestrais com contribuições genéticas individuais relativas variando de 3 a 15% e com contribuição acumulada de 90% do conjunto gênico. Estes dados demonstraram que a

base genética do germoplasma da soja cultivada no Brasil é restrita.

O aumento da base genética visando ganhos reais de produtividade, maior adaptabilidade e diminuição da vulnerabilidade genética tem sido uma preocupação constante no Departamento de Genética, da ESALQ/USP. A introdução de materiais exóticos é uma das formas de contribuir para o aumento da base genética.

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar a possibilidade de obtenção de segregantes transgressivos que reünam a super-precocidade de parentais exóticos de alta produtividade nos locais originais de cultivo com a menor sensibilidade ao fotoperíodo de parentais adaptados de alta produtividade nas condições brasileiras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fotoperíodo e Indução do Florescimento

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é normalmente classificada como uma espécie de dias curtos, ou seja, floresce apenas quando o comprimento do período luminoso ou fotoperíodo é inferior a um período máximo denominado crítico, acima do qual não ocorre florescimento (GARNER & ALLARD, 1920). O período crítico é específico para cada genótipo e, sabe-se hoje ser ele muito variável entre os diferentes cultivares. PARKER & BORTHWICK (1951) relataram que a duração do período de escuridão e não o número de horas de luz determina a indução do florescimento. Isto porque, independentemente da duração do fotoperíodo, o florescimento ocorreu em plantas submetidas a períodos longos de escuridão, assim como, uma pequena fração de tempo de luz durante o período de escuridão inibiu o florescimento.

BORTHWICK & PARKER (1938a, b) relataram que a indução ao florescimento ocorre nas folhas, sendo que pode ser induzida a florescer desde o aparecimento das folhas primárias. BORTHWICK & PARKER (1940) realizaram estudos utilizando o genótipo "Biloxi", analisando a relação entre a

idade e a posição das folhas quanto à sua eficiência na iniciação floral. Concluíram que a folha mais eficiente é a que recentemente atingiu a maturidade; as folhas jovens vão aumentando a capacidade de fotoestímulo até atingirem a maturidade, após este estágio a eficiência declina gradualmente.

Outra evidência da importância das folhas na indução do florescimento foi obtida fazendo enxertia de folhas do genótipo "Agate", adaptado a altas latitudes, no genótipo "Biloxi", adaptado ao Sul dos Estados Unidos. Sob período de escuro de 8 horas as plantas de "Agate" florescem e as de "Biloxi" não florescem. Uma única folha de "Agate" enxertada no pecíolo de "Biloxi" promoveu florescimento desta, sob período de escuro de 8 horas. Portanto, a folha de "Agate" é aparentemente responsável pela formação de uma substância indutora do florescimento, provavelmente um hormônio do florescimento que, nas mesmas condições, "Biloxi" não é capaz de produzir (PARKER & BORTHWICK, 1951).

PARKER et alii (1946) observaram a ação do espectro luminoso no controle fotoperiódico da indução floral em plantas de dias curtos (noites longas). Os resultados demonstraram que o comprimento de onda entre 600 a 680 nm, como o mais eficiente na indução floral, sendo 720 nm o limite superior e 480 nm o limite inferior.

Nos programas de melhoramento, quando o objetivo é retardar o florescimento, utilizam-se lâmpadas durante as noites aumentando o período luminoso causando inibição da formação dos primórdios florais. Já quando o objetivo é

antecipar o florescimento, as plântulas devem ser mantidas artificialmente em escuro completo por um certo número de horas diariamente; isto é conseguido cobrindo-se as plântulas com caixas ou utilizando câmaras escuras; para se antecipar o florescimento de um genótipo excessivamente tardio, este deve ser enxertado sobre um porta-enxerto (cavalo) de florescimento precoce.

SHANMUGASUNDARAM & TSOU (1978) estudaram o fotoperíodo em genótipos sensíveis e insensíveis no estágio de plântula, com a finalidade de determinar o período crítico anterior à indução do florescimento e o comprimento da fotoindução necessária para promover a antese. Não foi detectada nenhuma diferença entre os tratamentos (10 e 16 horas de luz), influenciando o número de dias para início de florescimento no genótipo insensível. Observaram também que o genótipo sensível não havia sido afetado com a redução de 16 para 10 horas no período luminoso, até 9 dias após a emergência. Quando o genótipo sensível foi submetido a um período de 10 horas de luz e depois transferido para um período de 16 horas, as plantas não floresceram até 36 dias pós-emergência, indicando que a indução era incompleta até os 36 dias pós-emergência; as primeiras anteses ocorreram 46 dias pós-emergência. Estes resultados indicaram a existência de um período juvenil na soja, durante o qual os genótipos ficam insensíveis ao fotoperíodo.

KIIHL (1976) e TISSELLI JR. (1981) detectaram variabilidade genética entre os genótipos quanto ao período

juvenil, especialmente sob dias curtos. KIIHL *et alii* (1985), KIIHL & GARCIA (1989) e HINSON (1989) salientaram a importância do período juvenil longo no desenvolvimento de genótipos de soja para cultivo em regiões de baixa latitude (dias curtos).

SHANMUGASUNDARAM (1979) estudou a variação à resposta fotoperiódica em alguns caracteres da soja utilizando fotoperíodos de 10 horas (dias curtos) e 16 horas (dias longos). Dentre os 40 genótipos analisados, 17 mostraram-se insensíveis ao fotoperíodo para todos os caracteres em estudo. Os caracteres, número de vagens por planta, dias para maturidade e número de nós por planta foram altamente correlacionados com a produtividade por planta em ambos os tratamentos. Já os caracteres, primeiro nó a florescer, altura da planta no florescimento, dias para início do florescimento, número de nós no florescimento e peso de cem sementes foram menos influenciados pelo fotoperíodo na maioria dos genótipos; porém, a altura da planta na maturidade, número de nós na maturidade, número de dias para maturidade e produtividade foram os caracteres mais influenciados pelo fotoperíodo.

Segundo JOHNSON *et alii* (1960) a reação fotoperiódica que regula a indução ao florescimento, está associado não somente à reação básica que controla o florescimento, como também a outros caracteres envolvidos nos estádios de desenvolvimento reprodutivo.

Diversos autores (JOHNSON *et alii*, 1960; BYTH, 1968; ABEL, 1961; PANDEY *et alii*, 1977; HARTWIG, 1970; BOARD & HALL, 1984) verificaram que os genótipos interagem de maneira diferente às variações fotoperiódicas, sendo que estas variações afetam com maior expressão os genótipos de ciclo longo. HARTWIG (1975) procurou identificar genótipos de florescimento tardio, objetivando obter maior altura de inserção da primeira vagem em genótipos de hábito de crescimento determinado, destinados a dias curtos. Usou PI 1450 e Hill como parentais e obteve linhagens mais produtivas, que florescia mais tarde mas amadureciam praticamente ao mesmo tempo que os genótipos testemunhas, pois havia redução do subperíodo florescimento-maturação. Os resultados demonstraram que genótipos de reação neutra ou quase neutra devem ser de grande valor para programas de melhoramento, devido à sua potencialidade de maior adaptação a diferentes latitudes e épocas de plantio.

2.2. Temperatura

Todos os processos fisiológicos que se realizam nas plantas dependem da temperatura. São raras as plantas nas quais a resposta fotoperiódica é independente da resposta à temperatura, conforme relatado por GANDOLFI *et alii* (1979). As primeiras observações da influência da temperatura como agente modificador da resposta ao comprimento do dia foram relatadas por GARNER & ALLARD (1930).

PASCALE *et alii* (1963), PASCALE (1969) e PASCALE & ESCALE (1971), citados por VERNETTI (1983), estudaram a reação de alguns genótipos de soja no ambiente de Buenos Aires, Argentina. Nestes estudos foram avaliadas e calculadas as exigências fotoperiódicas de temperatura e de umidade dos genótipos semeados em várias épocas espaçadas de 15 a 20 dias; concluíram que é difícil precisar as exigências térmicas gerais, pois cada genótipo interagiu de maneira diferente ao termo-fotoperiodismo.

MAJOR *et alii* (1975) em estudo realizado no Sul do Canadá, observaram que baixas temperaturas associadas a dias longos determinaram efeitos aditivos no retardamento do número de dias para florescimento e do número de dias para maturidade.

O desenvolvimento das plantas em resposta à temperatura varia entre as espécies em função de:

- a) temperatura diurna e noturna e da relação entre elas (diurna/noturna);
- b) da soma total de calor num período de 24 horas (número de graus-dia).

A temperatura ideal para o dia e para noite e para relação temperatura do dia/temperatura da noite, ou para o número de graus-dia no que se refere ao crescimento, muitas vezes se altera nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Um aumento da temperatura noturna promoverá diminuição do

número de dias para início do florescimento de alguns genótipos e, durante o processo de maturação o aumento da temperatura diurna acarretará redução no rendimento (SUMMERFIELD *et alii*, 1975 e THOMAS & RAPER, 1978).

HUXLEX & SUMMERFIELD (1974) observaram que a mudança em 5°C na temperatura noturna mantida por todo período de crescimento influenciou o desenvolvimento vegetativo de alguns genótipos de soja e caupi. O fotoperíodo e a temperatura noturna influenciaram no tempo para início do florescimento; entretanto, a taxa de desenvolvimento vegetativo esteve mais correlacionada com a temperatura noturna.

GANDOLFI *et alii* (1979) estudando o efeito de diferentes termoperiodicidades (relação da temperatura diurna/noturna) em diversos genótipos de soja sob condições de dias curtos, concluíram que os genótipos interagem de maneira diferente para cada temperatura em relação aos caracteres; número de dias para florescimento, comprimento do caule principal, número de nós do caule principal e número de folhas da planta. De maneira geral, os genótipos apresentaram tendência de prolongar o período vegetativo, tanto sob altas (> 33°/33°C) como baixas (< 24°/18°C) temperaturas. Alguns genótipos estudados como PI 307838, IAS-4, Santa Rosa e UFV-1 se mostraram pouco sensíveis às variações de temperatura. POLSON (1972) em estudo semelhante indicou que havia variabilidade genética para a sensibilidade ao termoperíodo, sendo que os genótipos identificados como neutros ao fotoperíodo eram geralmente insensíveis à temperatura.

2.3. Época de Semeadura

A resposta dos genótipos às variações fotoperiódicas podem ser observadas de duas maneiras:

- a) fazendo-se a semeadura numa data fixada e variando-se a latitude (locais diferentes).
- b) variando a época de plantio na mesma latitude (mesmo local). Em ambos os casos simula-se uma variação no comprimento do dia (Figura 1).

WHIGAM & MINOR, 1978 salientaram que o efeito da data de semeadura sobre os caracteres número de dias para início de florescimento e número de dias para maturidade devem ser diferentes nos diversos genótipos, uma vez que os mesmos interagem de maneira diferente às variações fotoperiódicas.

HARTWIG (1954) estudando os fatores que determinam a época adequada de semeadura na estação experimental de Delta Branch em Stoneville (33° 20'N) relatou que a variação no fotoperíodo, temperatura do solo e umidade foram os fatores principais. O genótipo precoce "S-100" não apresentou variação no número de dias para início do florescimento, nas diversas épocas de plantio. Porém, os genótipos tardios "Roanoke" e "Ogden", floresceram em poucos dias com redução na altura da planta quando semeados antecipadamente

em abril. Esta redução na altura de planta pode ser atribuída ao florescimento precoce sob condições de dias curtos e também à menor taxa de crescimento devido a baixas temperaturas do solo. O atraso na semeadura (20 de junho) acarretou uma grande redução no número de dias para início de florescimento.

Inúmeros estudos foram realizados sobre o efeito da época de semeadura (HARTWIG, 1954, 1970; OSLER & CARTER, 1954; JOHNSON *et alii*, 1960; ABEL, 1961; LAWN & BYTH, 1973). Estes autores constataram resultados semelhantes de maneira geral:

- a) Há um decréscimo no número de dias para o início do florescimento e da maturação com o atraso na época de semeadura.
- b) Os intervalos entre as datas de semeadura são maiores que os intervalos entre as datas de maturação.
- c) Os genótipos precoces apresentam variações menores que os tardios no número de dias para maturação nas diversas épocas de plantio.

Interações significativas entre genótipos de soja e fotoperíodo e entre genótipos de soja e datas de semeadura plantio foram detectados para maioria dos caracteres estudados, devido a efeito relativo de pequenas diferenças fotoperiódicas em soja, tais como ocorrem em

diferentes latitudes ou como consequência das variações nas datas de semeadura. Simulando a mudança no comprimento do dia devido à trocas de estação do ano, com o fotoperíodo variando dia a dia, foram observadas diferenças no período entre a emergência e maturidade, porém as maiores diferenças foram detectadas durante o subperíodo da emergência ao florescimento (JOHNSON *et alii*, 1960).

Resultados semelhantes podem ser observados nos dados apresentados por YANACHI *et alii* (1989), SATO *et alii* (1989) e MOURÃO *et alii* (1989), que estudando o efeito de épocas de plantio com genótipos brasileiros de soja em diversas latitudes, observaram que a antecipação ou o atraso na data adequada de semeadura para cada local, acarretavam uma diminuição da altura de plantas, produtividade e no número de dias para maturidade. Também houve interação entre os genótipos e épocas de plantio nos caracteres estudados.

FARIAS NETO (1987) estudando o comportamento de genótipos de soja em cultivos de verão e de inverno concluiu que a incorporação de genes para período juvenil longo nos genótipos mostrou ser uma estratégia promissora para sobrepujar a interação pronunciada entre o comportamento dos genótipos e as épocas de semeadura, de maneira a tornar possível que um mesmo genótipo tenha comportamento superior e relativamente estável em épocas diferentes de cultivo.

O genótipo Paranagoiana, mutante natural do genótipo Paraná tem se mostrado bastante estável no que se refere à altura da plantas, número de dias para maturidade e

produção de grãos quando cultivado em várias épocas de semeadura, devido à existência de genes para período juvenil longo (MOURÃO *et alii* (1989) e FARIAS NETO, 1987).

CHIPALA (1985) avaliando genótipos com período juvenil longo em diferentes épocas de plantio em regiões tropicais, constatou que estes genótipos apresentavam número de dias para início de florescimento, número de dias para maturação, altura de planta e produtividade maiores que os genótipos padrões que não possuíam período juvenil longo.

A amplitude observada nos diversos locais para os caracteres anteriormente citados indicaram a existência de variabilidade suficiente para o caráter período juvenil, possibilitando a seleção de genótipos para ambientes específicos.

2.4. Menor Sensibilidade ao Fotoperíodo

A identificação de genótipos de soja que apresentam menor sensibilidade fotoperiódica é de extrema importância para obtenção de genótipos com ampla adaptação no que se refere às variações fotoperiódicas.

GANDOLFI *et alii* (1977) avaliaram 555 genótipos de soja sob condições de fotoperíodo variado (10, 12, 14 hs de luz). A maioria dos genótipos estudados mostraram sensibilidade marcante ao fotoperíodo em relação ao número de dias da emergência ao florescimento, comprimento do caule principal, número de nós do caule principal e número de

folhas trifoliadas da planta. Os genótipos PI 85416 e PI 95960 originários da Coreia foram os que apresentaram menor sensibilidade às variações fotoperiódicas.

MIYASAKA *et alii* (1970) avaliando 200 genótipos de soja, sob condições de dias curtos e baixas temperaturas, encontraram dois genótipos, Santa Maria I (Karutoby) e Aliança Preta I, que se mostraram menos sensíveis às variações fotoperiódicas e às baixas temperaturas quando cultivados durante o inverno. Posteriormente, estes genótipos foram recomendados como opção para o sistema de rotação de cultura com arroz irrigado durante o período de entressafra.

O genótipo Paranagoiana, quando submetido às variações fotoperiódicas (diferentes épocas de semeadura), demonstrou pouca sensibilidade; este fato foi atribuído à existência de genes para período juvenil longo em seu genoma (FARIAS NETO, 1987 e MOURÃO *et alii*, 1989).

Em condições de dias curtos o crescimento adequado, provavelmente, só é obtido em genótipos neutros ao fotoperíodo, ou principalmente em genótipos com período juvenil longo.

POLSON (1972) identificou alguns genótipos de soja supostamente neutros às variações fotoperiódicas dentro do grupo de maturação americano 0 e 00. Estes genótipos floresciam entre 25 e 27 dias em fotoperíodos variando de 18 a 24 horas. Porém o comportamento destes genótipos sob condições de dias curtos era desconhecido.

CRISWELL & HUME (1972), avaliaram 111 genótipos de soja do grupo de maturação americano 00, sendo que 45 foram classificados como não sensíveis ao fotoperíodo. Sob fotoperíodo de 12 horas, os 45 genótipos iniciaram o florescimento em média com 29,7 dias pós-semeadura, indicando que estes genótipos apresentaram florescimento precoce sob condições de dias curtos.

Em latitudes de 23°S, o plantio antecipado (20 setembro a 10 outubro) é adequado para identificar genótipos menos sensíveis às variações fotoperiódicas (KIIHL *et alii*, 1985).

2.5. Hábito de Crescimento

TAKAHASHI & FUKUYAMA (1919), ETHERIDGE *et alii* (1929), WOODWORTH (1933) e WILLIAMS (1950), citados por BERNARD (1972), foram os primeiros a descrever diferenças quanto ao hábito de crescimento nas plantas de soja.

WOODWORTH (1923, 1932, 1933) designou os dois tipos de hábito de crescimento em determinado e indeterminado, sendo que as principais características dos dois tipos de hábito de crescimento são:

a) Determinado

- a.1) pequeno crescimento do caule após o florescimento;
- a.2) o florescimento inicia do oitavo ao décimo nó e continua para cima e para baixo rapidamente;
- a.3) o rácimo terminal é longo, com grande número de flores;
- a.4) período prolongado de florescimento, porque este progride da base para o ápice de cada rácimo;
- a.5) distribuição mais ou menos uniforme dos legumes ao longo do caule principal e ramos laterais;
- a.6) crescimento do diâmetro do caule após a paralisação em altura.

b) Indeterminado

- b.1) após o início do florescimento, a planta aumenta de 2 a 4 vezes o seu tamanho;
- b.2) o florescimento inicia no quarto ou quinto nó e continua para cima;
- b.3) muitas folhas novas aparecem após o surgimento das primeiras flores;
- b.4) aparecem legumes próximo à base antes que apareça a última flor no ápice da planta;
- b.5) o número de vagens diminui de baixo para cima, ao longo do caule principal e das ramificações laterais;
- b.6) pouco ou nenhum crescimento secundário lateral próximo à extremidade da haste.

BERNARD (1972) descreveu um terceiro tipo de hábito de crescimento, o semi-determinado, cujas principais características são:

c) Semi-determinado

- c.1) o crescimento do caule principal termina quase tão abruptamente como na de hábito determinado;
- c.2) o período de florescimento é quase tão longo como nas de hábito indeterminado;
- c.3) o caule principal é longo, gradativamente mais fino à medida que se aproxima o ápice da planta, mas ainda assim, distintamente mais grosso e mais curto (poucos nós a menos) no ápice do que o das de hábito indeterminado;
- c.4) normalmente apresenta inflorescência terminal grande, com 5 a 10 ou mais legumes, como nas de hábito determinado.

CARLSON (1973) estudando genótipos de soja de hábito determinado e indeterminado relatou que o broto terminal é vegetativamente ativo durante a maior parte do ciclo das plantas de hábito indeterminado e que somente são formados ráculos axilares. Os genótipos de hábito determinado diminuem a atividade vegetativa do broto terminal quando este se diferencia em inflorescência e, assim, são formados ráculos terminais e axilares.

As condições do meio exercem influência marcante sobre a expressão do caráter hábito indeterminado, pois quando plantada muito fora da época normal ou sob fotoperíodo curto, o genótipo de hábito indeterminado apresenta hábito determinado (SHIBLES *et alii*, 1975).

Segundo VERNETTI (1983) os genótipos de hábito de crescimento determinado podem apresentar adaptação a ambientes onde não haja fatores limitantes, como por exemplo geadas e neve. Em geral, os ambientes que apresentam temperaturas elevadas no verão reúnem condições satisfatórias para os genótipos de hábito de crescimento determinado completarem seus ciclos biológicos. Tais genótipos tem boa adaptação às latitudes de fotoperíodos curtos, entre 5° a 35° (Figura 1). Nas regiões superiores a 35° há predominância de genótipos de hábito de crescimento indeterminado, pois o período de tempo com condições favoráveis à conclusão do ciclo biológico é relativamente curto; este período de tempo diminui muito com o aumento de poucos graus de latitude (Figura 1). Também, nas latitudes superiores a 35° , o período de temperaturas elevadas é menor e isto diminui a temperatura média durante o cultivo; além disto, os fotoperíodos são progressivamente mais longos à medida que se caminha para os pólos. Os períodos de florescimento e frutificação são mais longos nos genótipos com hábito de crescimento indeterminado, o que lhes permite serem mais produtivos após períodos com condições ambientais desfavoráveis.

HARTWIG & EDWARDS (1970) estudaram durante quatro anos o efeito de vários caracteres morfológicos, entre eles os hábitos de crescimento indeterminado e determinado, sobre o rendimento de genótipos adaptados ao sul dos Estados Unidos, onde a maioria dos genótipos são de hábito determinado. A linhagem de hábito de crescimento indeterminado produziu 80% do rendimento de sua linha irmã de hábito determinado. Os autores atribuíram ao acamamento excessivo o fator que mais contribuiu para os baixos rendimentos da linhagem de hábito indeterminado. O peso de cem sementes não se alterou devido ao tipo de hábito de crescimento. De maneira contrária, HICKS *et alii* (1969) e SHANNON *et alii* (1971) observaram que não haviam diferenças significativas na produtividade devido ao tipo de hábito de crescimento.

Nos cultivares com hábito de crescimento determinado e precoce, se o período vegetativo for relativamente longo, o período reprodutivo deverá ficar reduzido, afetando diretamente a produtividade de grãos. Os genótipos com hábito de crescimento indeterminado e semi-determinado podem favorecer para quebrar a correlação positiva entre ciclo e produção de grãos, pois nestes tipos de hábito de crescimento, as plantas continuam o crescimento vegetativo após o início do florescimento, fato que deve resultar em maior produção de grãos.

2.6. Herança

2.6.1. Herança do florescimento e maturidade

BERNARD (1971) estudando a herança do florescimento e maturidade no genótipo "Clark" relatou que dois pares de genes independentes E_1/e_1 e E_2/e_2 , afetavam o tempo para florescimento e maturação.

Um terceiro gene e_3 , tem um efeito maior no tempo para florescimento e maturação, quando os genótipos que o possuem são cultivados sob condições de dias curtos. O alelo dominante (E_3) apresentou resposta sensível pelo atraso observado no florescimento e na maturidade, enquanto que o alelo recessivo (e_3) teve resposta insensível, apresentando maturidade precoce, Buzzell em 1971 (BERNARD & WEISS, 1973).

BUZZELL & VOLDENG (1980) trabalharam com três cruzamentos para estudar a sensibilidade ao fotoperíodo e denominou de E_4/e_4 o gene que controla esta característica. Este alelo E_4 confere sensibilidade ao fotoperíodo que, sob condições de dias longos, atrasa o florescimento, enquanto que o alelo e_4 confere a insensibilidade fotoperiódica.

O loco E_5/e_5 foi descrito por McBLAIN & BERNARD (1987), sendo que o alelo E_5 ocasiona o atraso na maturidade.

O controle genético de dias para o florescimento sob condições de dias curtos, no cruzamento D72-7842 x

Santa Maria, foi diferente do observado em dias longos. O caráter florescimento tardio sob condições de dias curtos é recessivo e é controlado relativamente por poucos genes (HARTWIG & KIIHL, 1979).

TISSELI JÚNIOR (1981) e GILIOLI *et alii* (1984) estudando a herança do caráter período juvenil longo, constataram que o caráter era recessivo.

GILIOLI *et alii* (1984) citaram os genótipos PI 240-664, Júpiter, IAC-6, IAC-7, Lo 75-2280, IAC 73-2736 e Paranagoiana, como fontes de genes para período juvenil longo sob condições de dias curtos.

2.6.2. Herança do hábito de crescimento

WOODWORTH (1923, 1932, 1933) estudou a herança do caráter hábito de crescimento, concluiu que era controlado por um par de alelos onde o hábito indeterminado (Dt) tem dominância completa sobre o hábito determinado (dt).

BERNARD (1972) ao relatar um terceiro tipo de hábito de crescimento, o semi-determinado, modificou a nomenclatura dos tipos de hábito de crescimento onde o hábito indeterminado passou de Dt para Dt_1 e a de hábito determinado de dt para dt_1 . O autor verificou que dt_1 é parcialmente recessivo para Dt_1 e epistático sobre Dt_2 e dt_2 . Portanto, como são dois pares a controlar a manifestação do hábito de crescimento, o fenótipo correspondente a cada genótipo que se pode formar pela combinação dos quatro alelos dois a dois são:

$Dt_1 Dt_1 dt_2 dt_2$	- indeterminado
$Dt_1 Dt_1 Dt_2 Dt_2$	- semi-determinado
$Dt_1 Dt_1 Dt_2 dt_2$	- semi-determinado
$Dt_1 dt_1 Dt_2 Dt_2$	- semi-determinado
$Dt_1 dt_1 Dt_2 dt_2$	- semi-determinado
$Dt_1 dt_1 dt_2 dt_2$	- semi-determinado
$dt_1 dt_1 Dt_2 Dt_2$	- determinado
$dt_1 dt_1 Dt_2 dt_2$	- determinado
$dt_1 dt_1 dt_2 dt_2$	- determinado,

na proporção de 1:1:2:2:4:2:1:2:1. Os alelos dt_1 e dt_2 condicionaram o hábito determinado, Dt_2 acelera a finalização do crescimento apical: Dt_1 apresenta dominância parcial sobre dt_1 ; dt_1 é epistático em relação a Dt_2 e dt_2 .

Apesar dos estudos relatarem que esta característica é controlada por dois pares de genes, há a ação de genes modificadores que influenciam a expressão do caráter em questão.

2.7. Heterose e Heterobeltiose

PATERNIANI (1974) conceituou heterose como manifestação do vigor de híbrido obtido através do cruzamento entre indivíduos notadamente não aparentados.

O comportamento de gerações híbridas, ou seja, o efeito da heterose, pode ser avaliado em relação a vários

pontos referenciais. Comumente esta comparação é feita em relação à média dos parentais, sendo esta medida chamada de "heterose". Outra comparação importante do ponto de vista prático é feita em relação ao parental superior; tal comparação é denominada de heterobeltiose. Outra possibilidade é comparar a geração híbrida com um genótipo ou híbrido comercial tomado como padrão. Esta medida tem sido denominada "heterose padrão" de acordo com Virmani & Edwards em 1983 (FREIRE FILHO, 1988).

WENTZ & STEWART (1924) estudando o efeito da heterose em soja, observaram valores elevados para o caráter produtividade por planta, onde a heterose variou de 59,50 a 299,85%. VEATCH (1930) estudando heterose com base em 16 cruzamentos, detectou heterose em quase todos os caracteres, sendo que os maiores valores de heterose foram obtidos para produtividade por planta, número de nós, altura de planta e número de dias para florescimento com médias de 35,4%, 24,8%, 15,0% e 7,9% respectivamente. A heterobeltiose para esses caracteres foi de 19,5%, 8,0%, 2,1% e 0,6% respectivamente.

WEBER *et alii* (1970) e CHAUDHARY & SINGH (1974) estudando a heterose, encontraram resultados semelhantes aos estudos anteriores onde os caracteres altura de planta e produtividade por planta tiveram valores positivos.

WEISS *et alii* (1947) avaliaram sob dois ambientes, casas de vegetação e condições de campo, a geração F_1 de 17 cruzamentos. Em ambos os ambientes obtiveram valores

positivos de heterose e heterobeltiose para produtividade; porém, os resultados foram discordantes, pois em alguns cruzamentos observaram-se altos valores de heterose e heterobeltiose em um ambiente e baixos valores em outro ambiente. A comparação entre as médias dos cruzamentos na geração F_1 com a média da geração F_2 selecionada e dos respectivos "bulks" mostraram que não havia boa correlação. Estes resultados indicaram que a heterose e a heterobeltiose não são bons parâmetros para predizer o potencial do cruzamento em soja. Porém, cabe salientar que neste estudo as plantas F_1 foram semeadas em espaçamentos maiores do que aqueles normalmente utilizados, provavelmente influenciando os dados, uma vez que os genótipos de soja interagem de maneira diferente às variações no espaçamento.

PASCHAL II & WILCOX (1975) avaliaram diversos cruzamentos entre genótipos exóticos oriundos da China e Coréia com genótipos melhorados dos Estados Unidos. Estes autores observaram que não havia uma boa correlação entre diversidade de origem geográfica e heterose. Os autores explicaram que, provavelmente, as populações que deram origem a esses genótipos, não estiveram suficientemente isoladas para possibilitar uma divergência genética marcante.

CHAUHAN & SINGH (1982) estudando heterose e sua relação com divergência genética determinada por valores D^2 de Mahalanobis, obtiveram grande variação para estimativas de heterose para os vários caracteres. Para o caráter altura da planta, a relação entre heterose e diversidade foi

inconsistente; no caráter produtividade por planta, a relação entre heterose e diversidade teve consistência até um determinado limite, sendo que a partir desse limite, a heterose era parcialmente anulada devido à heterose negativa em alguns de seus componentes. De maneira geral, as progênies F_1 que apresentaram maior heterose, apresentaram maior variabilidade na geração F_2 . Os autores concluíram que a diversidade genética é um fator importante para manifestação da heterose, porém, devido à insuficiência nos dados consideraram prematuro estabelecer uma correlação definitiva entre divergência genética através do método D^2 de Mahalanobis e heterose. Um trabalho recente para quantificar a diversidade genética em soja foi apresentado por VELLO *et alii* (1988). Fundamentalmente, estudou-se 2.346 coeficientes de parentesco de 69 cultivares brasileiras combinados dois a dois. Foram feitas comparações entre o germoplasma de soja americano, argentino e brasileiro. Discutiu-se o emprego dos coeficientes de parentesco na seleção de parentais para melhoramento de caracteres quantitativos e para ampliação da base genética do germoplasma cultivado.

Segundo FREIRE FILHO (1988), a heterose e heterobeltiose constatadas em soja tem um valor limitado para o melhoramento devido à natureza da ação gênica não aditiva.

Apesar da evidência que o uso do vigor de híbrido tem potencial para promover um considerável aumento da produtividade da soja, a viabilidade do uso de sementes híbridas se depara com dois fatores limitantes:

- a) dispersão ineficiente de pólen devido à estrutura floral. favorecendo acentuada cleistogamia e,
- b) linhas machos estéreis pouco eficiente, pela pouca praticidade de uso. Todavia, estimativas de heterose e heterobeltiose podem servir de indicadores do grau de complementação gênica entre os parentais e, desta forma, podem auxiliar na seleção antecipada dos cruzamentos mais promissores em originais linhagens superiores.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) reunindo um cultivar adaptado (Primavera), uma linhagem experimental e seis cultivares exóticos (Century, Maple Amper, ordem alfabética). Todos os genótipos fazem parte da coleção do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, e foram deliberadamente escolhidos para este estudo. Os critérios utilizados na escolha foram basicamente os seguintes: precocidade, poucos ancestrais em comum, período juvenil, hábito de crescimento indeterminado e valor agrônomo. Os parentais não exibem todas as características anteriormente citadas, conforme pode ser observado na Tabela 1. As genealogias dos parentais encontram-se no Apêndice 1.

Os experimentos foram conduzidos no município de Piracicaba - SP, que situa-se a 22° 42' 30" de latitude sul, 47° 38' 00" de longitude Oeste e à uma altitude de 537 m. Os experimentos foram conduzidos em uma área experimental do Departamento de Genética da ESALQ, em solo classificado como terra roxa estruturada eutrófica. As condições meteorológicas do período em que o experimento foi

realizado, referentes à precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa são apresentadas na Figura 2.

3.1. Procedimentos Experimentais

3.1.1. Obtenção das sementes F_1

A pesquisa teve início em 19 de setembro de 1985 no Departamento de Genética da ESALQ em Piracicaba-SP, com a semeadura da primeira repetição dos parentais na casa de vegetação com finalidade de obter sementes híbridas F_1 . Foram semeadas sete repetições dos parentais em vasos de cerâmica, contendo composto à base de adubo organo-mineral e terra. A cada semana foi plantada uma repetição a fim de sincronizar a época de florescimento dos diferentes genótipos a serem cruzados.

Nas hibridações, utilizou-se o parental feminino na fase de botão floral, ou seja, quando as pétalas ainda são menores que as pétalas (botões que deveriam se abrir no dia seguinte); neste estágio, o estigma já se encontra viável e as anteras ainda não estão deiscentes, portanto, não houve necessidade de emasculação. Os parentais masculinos foram utilizados na fase de flores recém abertas, nas quais existe grande quantidade de grãos-de-pólen deiscentes. Com o auxílio de uma pinça foram feitas as hibridações.

Como as hibridações foram realizadas em tela-do, as anteras dos parentais masculinos ficaram deiscentes

durante todo o dia, não havendo limitação quanto ao tempo para realizar hibridações. Segundo FREIRE FILHO (1988), quando as hibridações são realizadas em condições de campo, a deiscência da antera fica limitada ao horário das 9:00 as 11:00 horas da manhã.

Não houve problemas nos cruzamentos entre genótipos brasileiros e genótipos americanos, pois as suas flores se desenvolveram normalmente. Porém, os cruzamentos de genótipos brasileiros com genótipos canadenses apresentaram dificuldades, pois os genótipos canadenses possuíam cleistogamia muito acentuada, ou seja, na fase de botão floral já ocorria a fertilização com as anteras já deiscentes. A explicação deste fato pode ser atribuída às mudanças ambientais (latitude, temperatura, etc) muito acentuadas do Canadá para o Brasil. Para contornar este problema utilizaram-se os genótipos canadenses como parentais masculinos; mesmo assim, a eficiência não foi satisfatória, pois os grãos-de-pólen não eram totalmente deiscentes, causando pouca produção de sementes híbridas F_1 .

A identificação dos cruzamentos foi feita com etiquetas que indicavam o cruzamento, localização relativa da flor na planta, número de flores polinizadas por rácimo floral, data do cruzamento e iniciais da pessoa que efetuou a polinização. As vagens contendo sementes híbridas F_1 foram colhidas individualmente, à medida em que iam atingindo a maturidade.

O pegamento das hibridações foi superior a 70%, devido principalmente a esta operação ter sido realizada em casa de vegetação. Segundo FREIRE FILHO (1988), quando as hibridações foram realizadas no campo, o pegamento médio foi de 8%.

O esquema de cruzamento entre genótipos adaptados e genótipos exóticos, com os respectivos número de sementes híbridas F_1 , pode ser visualizado na Tabela 2.

3.1.2. Obtenção das sementes F_2

O plantio das sementes híbridas F_1 foi feito em copos plásticos de 200 ml, em fevereiro de 1986. Seis dias após a emergência, as plântulas foram transplantadas no campo. As plântulas foram plantadas no espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras. Esta área de multiplicação de sementes foi altamente fertilizada com adubos orgânicos e minerais. Estes procedimentos visaram obter altas taxas de multiplicação de sementes (maior que 1:250) para não comprometer o experimento na fase seguinte.

Durante o avanço de geração $F_1:F_2$ detectaram-se autofecundações com o auxílio de genes marcadores, como cor da flor, cor da pubescência, dias para florescimento, dias para maturação. O hábito de crescimento, que poderia auxiliar na detecção de autofecundações, não foi eficiente, devido ao fato da multiplicação ter sido realizada durante o inverno (fotoperíodo curto), onde os genótipos de hábito de

crescimento indeterminado apresentaram hábito determinado. Observação semelhante foi relatada por SHIBLES *et alii* (1975). A colheita das sementes F_2 foi realizada durante o mês de maio de 1986.

As vagens das plantas foram debulhadas manualmente, mantendo progênie de cada planta individualizada para a instalação do experimento para coleta de dados experimentais.

3.1.3. Delineamento e características do experimento

Para o planejamento experimental foi considerada a geração em que o material genético se encontrava. Todos os cruzamentos se encontravam na geração F_2 e, conseqüentemente, dois tipos principais de fatores estavam envolvidos:

- a) Não foi possível descartar todas as autofecundações indesejáveis com base na análise dos caracteres governados por genes marcadores em plantas F_1 , de maneira que existia a possibilidade de que algumas progênies F_2 fossem provenientes de autofecundações e tais progênies só poderiam ser eliminadas após a instalação dos experimentos.
- b) O número de progênies F_2 era muito variável (2 a 25) de um cruzamento para outro e sendo a variabilidade entre plantas F_2 um parâmetro para caracterização da

potencialidade dos cruzamentos, aqueles cruzamentos com menor número de progênies devem ser amostrados em maior número de plantas em cada progênie, para que o número de plantas avaliadas fosse relativamente constante para todos os cruzamentos.

As progênies F_2 foram avaliadas em 12 experimentos. Cada experimento compreendeu as progênies F_2 e os dois parentais de um cruzamento em particular (Tabela 3). Cada experimento foi delineado em blocos ao acaso com quatro repetições. A parcela experimental compreendeu uma fileira de 3,0 m de comprimento, colocando-se 20 sementes por metro de sulco. O espaçamento entre fileiras foi de 0,60 m.

Dentro de cada experimento foram avaliadas aproximadamente 400 plantas F_2 individuais tomadas ao acaso e 20 plantas de cada parental. Cerca de 6.480 plantas foram avaliadas nos 12 experimentos.

Duas repetições de cada experimento foram plantadas no dia 06 de outubro de 1986 (1^a época), outras duas repetições no dia 13 de outubro (2^a época).

Na semeadura foi utilizada adubação de 18 g da fórmula 0-30-10 por metro linear no sulco de plantio. As sementes não foram inoculadas, pois a área experimental já era cultivada com soja, ou seja, as estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* estavam presentes no campo.

3.1.4. Caracteres avaliados

Quando as plantas atingiram uma altura de aproximadamente 0,15 m, foram etiquetadas ao acaso, tomando-se o cuidado de sempre amostrar somente plantas competitivas na parcela. O número de plantas avaliadas dentro de cada parcela (progênie F_2 de uma planta F_1) variou em cada experimento, a fim se de manter o número total de plantas avaliadas aproximadamente constante (cerca de 400 plantas) em todos os cruzamentos.

Com exceção da produtividade da parcela (PP), as demais observações foram realizadas em plantas individuais. Foram avaliados os seguintes caracteres:

NDF - Número de dias para início de florescimento, que compreende o período entre a semeadura e a antese da primeira flor;

APF - Altura da planta (cm) no início do florescimento, compreende a altura entre o colo e o ápice da haste principal;

NDM - Número de dias para maturidade, compreende o período entre a semeadura e o dia em que aproximadamente 95% das vagens alcançaram a maturidade.

APM - Altura da planta na maturidade; compreende a altura entre o colo e o ápice da planta, no momento em que a planta atinge a maturidade;

- AC - Acamamento, avaliado através de uma escala de notas visuais na maturidade, variando de 1 (planta ereta com caule principal em ângulo de 90° com o solo) até 5 (planta prostrada com caule principal em ângulo 0° com o solo).
- VA - Valor agronômico, avaliado na maturidade através de notas visuais, variando de 0 a 5, onde zero corresponde à planta sem nenhum valor agronômico e nota 5 a uma planta com excelente valor agronômico. Valor agronômico representa o aspecto global de planta para uma série de caracteres adaptativos: quantidade de vagens, vigor e sanidade da planta, viabilidade de colheita mecanizada, resistência à debulha prematura das vagens e menor retenção foliar após atingir a maturidade;
- PPI - Produtividade de planta individual, avaliada na maturidade através do peso dos grãos das plantas individuais amostradas (etiquetadas) nas parcelas. A unidade utilizada foi gramas por planta;
- PP - Produtividade da parcela, avaliada na maturidade (umidade em torno de 13%) compreendendo o peso em gramas do total de grãos da parcela, obtido pela soma das produções das plantas avaliadas individualmente e do restante das plantas da parcela.

3.2. Análises Estatístico-genéticas

Com exceção da produtividade da parcela (PP), as análises dos caracteres avaliados foram realizadas com base na média das observações feitas em plantas individuais. Nos caracteres acamamento e valor agronômico, as análises foram realizadas com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$.

3.2.1. Análises de variâncias

Foram realizadas 12 análises de variância, sendo uma para cada experimento, em blocos completos casualizados.

O modelo linear utilizado para análise em blocos casualizados (NASS, 1989; FREIRE FILHO, 1988; MIRANDA, 1987 e TOLEDO & KIIHL, 1982) foi:

$$y_{ijk} = \mu + T_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

onde:

y_{ijk} = observação realizada no $i \times j$ -ésimo tratamento no k -ésimo bloco;

μ = média geral dos tratamentos;

T_{ij} = efeito do $i \times j$ -ésimo tratamento;

B_k = efeito do k -ésimo bloco;

e_{ijk} = efeito do erro experimental, que é normal e independentemente distribuído com média zero e variância σ_e^2 ;

$i, j = 1, 2$, corresponde aos parentais;

$ixj =$ para $i = j$, efeito do genótipo parental;

$ixj =$ para $i \neq j$, efeito de uma progênie F_2 , obtida no cruzamento entre os parentais i e j .

Na análise de blocos casualizados, fez-se a decomposição da soma de quadrados de tratamentos em parentais, progênies F_2 e a respectiva comparação entre grupos (Parentais vs Progênies F_2), conforme a Tabela 4.

Para a comparação dos cruzamentos foi estimado o intervalo de confiança da média da geração F_2 ; considerando o intervalo de ± 2 desvios padrões da média, de maneira a ter 93% de probabilidade de se incluir a verdadeira média.

Para comparação da média das progênies F_2 versus cada parental, utilizaram-se os contrastes: Progênies F_2 vs Parental adaptado, "Progênies F_2 vs Parental exótico", utilizando-se o teste de Tukey ao nível de probabilidade de 5%. Seja o contraste:

$$\hat{y}_i = \bar{x}_{F_{2i}} - \bar{x}_{P_j}$$

$$\Delta_i = q \sqrt{1/2 \hat{V}(\hat{y})_i}$$

$$V(y)_i = \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right) s_1^2$$

$\hat{y}_i$ = estimativa do contraste entre a i -ésima progênie F_2 e o j -ésimo parental;

- $\bar{x}_{F_{2i}}$ = média do i-ésima progênie F_2 ;
 $\bar{x}_{P_j}$ = média do j-ésima parental;
 Δ_i = diferença mínima significativa (d.m.s.) no i-ésimo experimento;
 q = amplitude total estudentizada (valor tabelado)
 $\hat{V}(\hat{y})_i$ = estimativa da variância do contraste no i-ésimo experimento;
 r_i = número de repetição da i-ésima progênie F_2 ;
 r_j = número de repetição do j-ésimo parental;
 s_i^2 = variância residual do i-ésimo experimento.

3.3. Heterose e Heterobelitiose

A heterose e a heterobelitiose correspondem à avaliação da geração híbrida em relação à média dos parentais e à média do parental superior, respectivamente. Devido à utilização de progênies F_2 no presente estudo, os resultados foram multiplicados por dois, para obter-se uma estimativa de heterose equivalente à da geração F_1 .

As estimativas foram obtidas através da aplicação das seguintes fórmulas, expressando os resultados em porcentagens.

$$\text{Heterose (Ht)} = 2 \frac{(\bar{F}_2 - \bar{MP})}{\bar{MP}} \times 100$$

$$\text{Heterobelitiose (Hb)} = 2 \frac{(\bar{F}_2 - \bar{PS})}{\bar{PS}} \times 100$$

onde:

$\overline{F}_2$ = média da progênie F_2 ;

$\overline{MP} = \frac{P_i + P_j}{2}$, média dos parentais i e j ;

$\overline{PS}$ = média do respectivo parental superior.

3.4. Herdabilidade

A eficiência da seleção sobre qualquer caráter depende da sua herdabilidade, isto é, do grau de influência do ambiente sobre sua expressão fenotípica. Por definição, herdabilidade é a proporção da variância fenotípica total de um caráter que é devido à herança, ou seja, à ação dos genes.

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo foram realizadas da seguinte maneira:

$$h^2_{(A)_i} = \frac{VG}{VdF_{2i}}$$

onde:

$h^2_{(A)_i}$ - herdabilidade no sentido amplo do i -ésimo cruzamento em F_2 ;

VG - estimativa da variância genotípica em plantas;

VdF_{2i} - variância fenotípica dentro do i -ésimo cruzamento F_2 .

Sendo que:

$$VG = VdF_{2i} - VE$$

onde:

VE - Estimativa da variância ambiental

$$VE = \frac{[VdP_i \times GLP_i] + [VdP_j \times GLP_j]}{GLP_i + GLP_j}$$

onde:

$Vd(P_i \text{ ou } P_j)$ = graus dentro do i-ésimo ou j-ésimo parental;

$GL(P_i \text{ ou } P_j)$ = graus de liberdade do i-ésimo ou j-ésimo parental

3.5. Cálculo de Frequências de Genótipos Superiores

Para auxiliar a identificação dos melhores cruzamentos, foi calculada a frequência (expressa em porcentagem) dos genótipos superiores com maior precocidade, maior altura, maior produtividade e menor acamamento em relação à média do parental superior dentro de cada experimento. Este parâmetro difere da heterobeltiose, pois é a frequência dos genótipos que reúnem os quatro caracteres mencionados.

Os dados foram expressos da seguinte maneira:

- a) frequência de genótipos dentro de cada cruzamento com ciclo inferior a 120 dias;
- b) frequência de genótipos dentro de cada cruzamento com ciclo menor que 120 dias e altura superior ao parental adaptado;

- c) frequência de genótipos dentro de cada cruzamento com ciclo menor que 120 dias; altura e produtividade superiores ao parental adaptado;
- d) frequência de genótipos dentro de cada cruzamento com ciclo menor que 120 dias; altura, produtividade superiores e acamamento inferior ao parental superior;

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises de variância iniciais feitas com o esquema da Tabela 3, não foram detectados efeitos significativos para épocas de plantio e nem para a interação entre tratamentos e épocas, na maioria dos caracteres dos 12 experimentos. Provavelmente isto ocorreu devido ao pequeno número de dias (7 dias) entre as duas épocas. Além disso, pode ter ocorrido uma certa homeostase dada pelos genes de período juvenil relativamente longo dos parentais adaptados (BR 80-6989 e Primavera); apesar da natureza recessiva destes genes (KIIHL & GARCIA, 1989; HARTWIG & KIIHL, 1979; TISSELLI JR., 1981 e GILIOLI *et alii*, 1984) pelo menos uma parte do efeito homeostático sobre o florescimento pode ter ocorrido já em F_2 nas plantas com homozigose recessiva. Com base nestes resultados iniciais, foram ignoradas as duas épocas e promoveram-se as análises com quatro repetições, de acordo com o esquema da Tabela 4.

4.1. Análise de Variância

Os resultados das análises de variância dos 12 experimentos com os valores e respectivas significâncias dos

quadrados médios para os caracteres número de dias para florescimento (NDF) altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de plantas individuais (PPI) e produtividade da parcela (PP) são apresentados nas Tabelas 5 a 16. Com exceção da produtividade de parcela (PP), os demais caracteres foram analisados a partir da média das observações de plantas individuais avaliadas na parcela. Para todos os caracteres analisados são apresentados os coeficientes de variação experimental.

A precisão das análises, avaliada através dos coeficientes da variação (CV) apresentou níveis bastante satisfatórios, muito semelhantes aos obtidos por NASS (1989), FREIRE FILHO (1988), ou seja, para cinco caracteres (NDF, NDM, APM, Ac e VA) os valores de CV foram inferiores a 10%, para outros dois caracteres (APF e PP), os valores de CV foram inferiores a 20%; apenas o caráter PPI apresentou CV acima de 20%.

Os quadrados médios para tratamentos e para parentais foram significativos ao nível de 5% pelo teste "F", para todos os caracteres avaliados em todos os experimentos, exceto para o caráter acamamento (Ac) que foi somente significativo ao nível de 5% no teste "F" para os experimentos 02 (BR 80-6989 x Pella), 06 (BR 80-6989 x McCall) e 09 (Primavera x Century); nos experimentos restan-

tes não foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos e nem entre parentais para Ac.

A significância ao nível de 1% pelo teste "F" para todos os caracteres (exceto Ac) em todos os experimentos, demonstra que os parentais adaptados BR 80-6989 e Primavera são altamente contrastantes fenotipicamente com os parentais exóticos Pella, Williams, Century, M. Amber, M. Presto e McCall.

No desdobramento "progênes F_2 " dos 12 experimentos, a maioria dos caracteres não apresentaram diferenças significativas, indicando que as progênes dentro de cada experimento realmente são provenientes de cruzamentos, descartando a hipótese de existirem autofecundações. Houve diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste "F" somente nos experimentos 02 (BR 80-6989 x Williams) para o caráter Ac, 08 (Primavera x Williams) para o caráter PPI e 10 (Primavera x M. Presto) para o caráter NDM.

O desdobramento "progênes F_2 vs Parentais" apresentou resultados diferenciados para os caracteres dentro de cada experimento. Para o caráter número de dias para florescimento (NDF) houve diferenças significativas ao nível de probabilidade de 5% pelo teste "F" nos experimentos 04 (BR 80-6989 x M. Presto), 05 (BR 80-6989 x M. Amber) e 06 (BR 80-6989 x McCall). Este resultado demonstra a tendência das médias das progênes F_2 serem diferentes e mais precoces que a média dos parentais, somente quando o genótipo BR 80-6989 foi cruzado com genótipos de origem canadense.

Para o caráter número de dias para maturidade (NDMD) houve diferenças significativas nos experimentos 01 (BR 80-6989 x Pella), 04 (BR 80-6989 x M. Presto), 05 (BR 80-6989 x M. Amber), 06 (BR 80-6989 x McCall), 09 (Primavera x Century), 10 (Primavera x M. Presto), 11 (Primavera x M. Amber) e 12 (Primavera x McCall). Os parentais exóticos canadenses M. Presto, M. Amber, McCall mostraram-se eficientes para aumento da precocidade nas suas progênes F_2 .

No caráter altura da planta no florescimento (APF) houve significância ao nível de 5% pelo teste "F" nos experimentos 03 (BR 80-6989 x Century), 04 (BR 80-6989 x M. Presto), 05 (BR 80-6989 x M. Amber), 06 (BR 80-6989 x McCall), 10 (Primavera x M. Presto), 11 (Primavera x M. Amber) e 12 (Primavera x McCall), indicando existência de heterose nos híbridos (progênes F_2) nestes experimentos.

Para o caráter altura da planta na maturidade (APMD) os experimentos 01 (BR 80-6989 x Pella), 02 (BR 80-6989 x Williams), 07 (Primavera x Pella), 09 (Primavera x Century), 10 (Primavera x M. Presto), 11 (Primavera x M. Amber) e 12 (Primavera x McCall), houve significância ao nível de 5% pelo teste "F".

Para o caráter acamamento (Ac) houve diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste "F" nos experimentos 01 (BR 80-6989 x Pella), 02 (BR 80-6989 x Williams), 04 (BR 80-6989 x M. Presto), 06 (BR 80-6989 x McCall), 07 (Primavera x Pella) e 09 (Primavera x Century).

No caráter valor agrônômico houve diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste "F" nos experimentos 02 (BR 80-6989 x Williams), 07 (Primavera x Pella), 08 (Primavera x Williams) e 09 (Primavera x Century).

Nos caracteres relacionados à produtividade (produtividade de planta individual - PPI e produtividade de parcela - PP) houve diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste "F" para quase todos os caracteres exceto nos experimentos 01 (BR 80-6989 x Pella), 03 (BR 80-6989 x Century), 09 (Primavera x Century) e 10 (Primavera x M. Presto) no caráter produtividade de planta individual (PPI) e nos experimentos 03 (BR 80-6989 x Century), 06 (BR 80-6989 x McCall), 08 (Primavera x Williams), 10 (Primavera x M. Presto) e 12 (Primavera x McCall) no caráter produtividade de parcela (PP).

A significância no desdobramento progênes F_2 vs parentais indicou a existência de heterose nos híbridos dos respectivos cruzamentos, seja o valor positivo ou negativo.

A comparação dos cruzamentos para os caracteres estudados foi realizada graficamente (Figura 03 a 06), considerando-se o intervalo de ± 2 desvios padrões da média, de maneira a ter 93% de probabilidade de se incluir a verdadeira média.

Nos caracteres relacionados ao florescimento (NDF e APF) não foram detectadas diferenças significativas entre os cruzamentos, exceto nos cruzamentos 01 (BR 80-6989

x Pella), 02 (BR 80-6989 x Williams) e 03 (BR 80-6989 x Century) que foram ligeiramente mais tardios para NDF e mais altos para APF, demonstrando a existência de correlação positiva entre os dois caracteres (Figura 03). Correlação positiva entre NDF e APF foi relatado por FREIRE FILHO (1988).

No caráter NDM, houve uma tendência dos cruzamentos com parentais exóticos de origem canadense serem mais precoces que os parentais exóticos de origem americana. Os cruzamentos 01, 02 e 03 entre o parental adaptado BR 80-6989 vs parentais exóticos americanos foram mais tardios, porém todos com NDM menor que 120 dias (Figura 04).

Para o caráter APM, não foi visualizada nenhuma tendência, mas casos isolados como o cruzamento 02 (BR 80-6989 x Williams) que apresentou maior APM; e os cruzamentos 05 e 11, em que o parental exótico Maple Amber estava presente, apresentaram menores valores de APM.

No caráter Ac, os valores apresentados demonstram que este caráter não é limitante nestes cruzamentos, uma vez que a maioria estão próximos do valor mínimo (1 ou 100% de plantas eretas; Figura 05).

No caráter VA, o cruzamento 01 (BR 80-6989 x Pella) destacou positivamente diferindo dos demais. De maneira inversa o cruzamento 06 (BR 80-6989 x McCall) apresentou o intervalo com menor valor (Figura 05).

Para o caráter PPI, os cruzamentos 01, 02 e 03 entre o parental adaptado BR 80-6989 vs parentais exóticos americanos foram superiores aos demais (Figura 06).

Posteriormente, será discutido no item 4.3 a comparação dos cruzamentos considerando-se vários caracteres simultaneamente.

4.2. Heterose, Heterobeltiose e Herdabilidade

4.2.1. Caracteres relacionados ao florescimento

Na Tabela 17 são apresentadas as estimativas de médias, heterose, heterobeltiose, variância e herdabilidade dos caracteres número de dias para início do florescimento (NDF) e altura da planta no florescimento (APF).

Para o caráter número de dias para florescimento (NDF), os parentais apresentaram uma amplitude de variação de 35 dias, sendo o genótipo M. Amber o mais precoce (28,33 a 30,00 dias) e o genótipo BR 80-6989 o mais tardio com 59,94 a 63,74 dias.

A heterose do NDF foi negativa em oito cruzamentos e positiva em outros quatro. A tendência de heterose negativa sugere que os alelos para a precocidade são dominantes sobre os alelos para florescimento tardio. Os autores NASS (1989), FREIRE FILHO (1988), CAMPOS (1979) e CHAUDHARY & SINGH (1974) também obtiveram heteroses predominantemente negativas. Heteroses positivas foram observadas apenas por VEACH (1930), mas sob condições de dias longos.

Quanto à heterobeltiose em relação ao parental mais tardio, em todos os experimentos as progênies F_2 foram

mais precoces que os parentais adaptados (BR 80-6989 e Primavera), sendo que os valores negativos foram mais altos quando o parental adaptado era BR 80-6989. A heterobeltiose variou de -35,65 no cruzamento Primavera x Century (experimento 09) a -65,55 no cruzamento BR 80-6989 x McCall (experimentos 06).

As variâncias foram relativamente baixas dentro dos parentais (0,0 a 2,3 dias²); estas variâncias são inferiores às obtidas por NASS (1989) e FREIRE FILHO (1988). Este resultado sugere que os parentais estão homozigóticos para NDF.

A média do NDF das progênes F_2 variou de 40 dias para o cruzamento BR 80-6989 x M. Presto (experimento 04) a 47 dias no cruzamento BR 80-6989 x Williams (experimento 02). As variâncias tiveram amplitude de 10,68 a 37,28 dias². Estes resultados mostram que as médias das progênes F_2 ocuparam posições intermediárias a seus respectivos parentais, mas com variância elevada, possibilitando a seleção de genótipos com período juvenil mais longo que os parentais exóticos, praticamente em todos os cruzamentos.

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo para o caráter NDF apresentaram valores elevados que variou de 92,3 a 99,4% nos cruzamentos Primavera x M. Amber (experimento 11) e Primavera x Pella (experimento 07) respectivamente; possibilitando a seleção direta, mesmo em gerações precoces como F_2 .

Entre os parentais, a altura da planta no florescimento (APF), variou de 18,22 cm em Century a 69,95 cm em BR 80-6989; já a variância média dentro dos parentais variou de 1,72 cm² em Pella (experimento 01) a 30,86 cm² em BR 80-6989 (experimento 03). O genótipo BR 80-6989 participou como parental adaptado de 06 experimentos; a média da variância entre as plantas do parental BR 80-6989 variou de 5,68 cm² no experimento 02 a 23,48 cm² no experimento 03. Provavelmente, esta variação deve-se ao efeito ambiental, pois o estande irregular eleva o valor da variância dentro da parcela.

Quanto às progêneses F_2 , a APF variou de 29,72 cm no cruzamento Primavera x M. Amber (experimento 11) a 40,69 cm no cruzamento BR 80-6989 x Williams (experimento 02). A APF elevada associada ao maior NDF indicam a existência de progêneses F_2 com período juvenil mais longo que os parentais exóticos.

A variância da APF variou de 45,70 cm² no cruzamento Primavera x McCall (experimento 12) a 176,99 cm² no cruzamento BR 80-6989 x Williams (experimento 02). A progênie F_2 do cruzamento 02 foi a que apresentou maior média e variância da APF.

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo para o caráter APF apresentou valores elevados, variando de 62,1 no cruzamento Primavera x M. Amber (experimento 11) a 97,4% no cruzamento e BR 80-6989 x Williams (experimento 02), indicando a possibilidade de progresso com seleção

mesmo em gerações precoces como F_2 .

A correlação entre APF e APM depende do hábito de crescimento das plantas; quando predomina o hábito de crescimento determinado, a correlação entre APF e APM é elevada, ou seja, as plantas crescem pouco após o florescimento. Já nas plantas com hábito de crescimento indeterminado, a correlação entre APF e APM é baixa, uma vez que as plantas aumentam de 2 a 4 vezes a altura que apresentavam no florescimento.

Nos cultivares com hábito de crescimento determinado e precoces, se o período juvenil é longo, o período vegetativo também será longo e, conseqüentemente, o período reprodutivo será reduzido, diminuindo a produtividade de grãos. A associação entre hábito de crescimento indeterminado ou semi-determinado com período juvenil relativamente longo pode favorecer a quebra da correlação positiva entre ciclo e produtividade de grãos, pois com estes tipos de hábito de crescimento, as plantas continuam o crescimento vegetativo após o florescimento, fato que deve resultar em maior produtividade de grãos.

A heterose para APF foi predominantemente negativa para a maioria dos experimentos (9 negativos e 3 positivos), contrastando com os resultados obtidos por NASS (1989) e FREIRE FILHO (1988). A heterobeltiose da APF foi negativa em todos os experimentos, variando de -53,30 a -99,50 cm nos cruzamentos 08 (Primavera x Williams) e 04 (BR 80-6989 x M. Presto), respectivamente. As estimativas de he-

terose e heterobeltiose indicam que as progênies F_2 tenderam a se colocar abaixo da média dos parentais em APF.

As comparações das médias das progênies F_2 com o parental adaptado e como o parental exótico, através do teste de Tukey ao nível de 5%, detectaram contrastes significativos para ambos os parentais; exceção ocorreu no experimento 10 (Primavera x M. Presto), onde o contraste progênies F_2 vs parental exótico (M. Presto) para o caráter APF não foi significativo. Este resultado mais uma vez vem corroborar a suposição feita anteriormente de que as progênies F_2 situaram-se em posições intermediárias aos parentais, permitindo que fossem detectadas diferenças significativas para ambos os parentais.

4.2.2. Caracteres relacionados à maturidade

Na Tabela 18 são apresentados as estimativas de médias, heterose, heterobeltiose, variância e herdabilidade dos caracteres número de dias para maturidade (NDM) e altura de planta na maturidade (APM).

Entre os parentais, o caráter NDM variou de 82 dias em M. Presto a 135 dias em BR 80-6989. Genótipos extremamente precoces como "M. Presto" possuem altura baixa na maturidade e inadequada, em condições brasileiras, para colheita mecanizada. O genótipo desejado é aquele com precocidade próxima aos 110 dias, com período juvenil e hábito de crescimento indeterminado, possibilitando altura adequada à colheita mecanizada.

Entre os parentais, a variância do NDM variou desde zero no genótipo BR 80-6989 (experimento 01), até 4,55 dias² em "M. Presto" (experimento 04). Estes valores de variância são inferiores aos obtidos por NASS (1989) e FREIRE FILHO (1988).

Nas progênies F_2 dos diversos cruzamentos, a média do NDM variou de 96 dias no cruzamento Primavera x M. Presto (experimento 10) a 112 dias nos cruzamentos BR 80-6989 x Pella (experimento 01) e BR 80-6989 x Williams (experimento 02). Como as progênies F_2 são genótipos segregantes, há possibilidade de se selecionarem plantas que reünam precocidade, altura adequada à colheita mecanizada e produtividade elevada. Estes genótipos transgressivos múltiplos serão melhor discutidos na análise de frequência dos genótipos superiores no item 4.3.

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo para o caráter NDM variou de 86,3 a 99,7% nos cruzamentos Primavera x McCall (experimento 12) e BR 80-6989 x Williams (experimento 02), respectivamente, possibilitando a seleção para este caráter em gerações precoces como F_2 .

A heterose do NDM foi negativa em todos os cruzamentos variando de -21,72% no cruzamento BR 80-6989 x M. Presto (experimento 04) a -0,58% no cruzamento Primavera x Pella (experimento 07), indicando o efeito de dominância para precocidade. A heterobeltiose calculada em relação ao parental adaptado (mais tardio) foi negativa em todos os cruzamentos variando de -18,37% no cruzamento Primavera x

Pella (experimento 07) a -55,88% no cruzamento BR 80-6989 x M. Presto (experimento 04). Estes resultados demonstraram que todas as progênies F_2 foram mais precoces que os parentais adaptados, conforme objetivo inicial. O genótipo Maple Presto tem demonstrado grande potencial para redução de ciclo, ou seja maior precocidade.

Autores como CAMPOS (1979) e KAW & MENOW (1979) obtiveram heterose e heterobeltiose predominantemente negativas. Já PASCAL II & WILCOX (1975), FREIRE FILHO (1988) e NASS (1989) relataram que as progênies tenderam a ocupar posições intermediárias entre os parentais.

Os contrastes parentais das progênies F_2 vs parental adaptado e progênies F_2 vs parental exótico, analisados pelo teste de Tukey, apresentaram significância ao nível de 5% (Tabela 18). As significâncias em ambos os contrastes indicaram que as progênies F_2 ocuparam posições intermediárias aos parentais, de maneira que o teste de médias detectou diferenças significativas para ambos os parentais.

No caráter APM, os parentais apresentaram médias variando de 10,32 cm em "M. Amber" (experimento 11) a 111,85 cm em "Primavera" (experimento 10). As variâncias nos parentais tiveram uma amplitude de 7,86 cm^2 em "Primavera" (experimento 10) a 41,83 cm^2 no BR 80-6989 (experimento 03). A diferença de variância dentro no mesmo genótipo "Primavera" mas em experimentos diferentes (10 e 12) deve-se a fatores ambientais, mais precisamente, deve ser consequência do

estando irregular nas parcelas do genótipo Primavera no experimento 12. Quando o espaçamento entre plantas de um mesmo genótipo é maior, a altura tende a ser menor e vice-versa; a irregularidade no estande induz o aparecimento de plantas altas e baixas, que ocasiona o aumento da variância da APM.

Nas progênes F_2 , a APM variou 58,04 cm no cruzamento Primavera x M. Amber (experimento 11) a 80,03 cm no cruzamento BR 80-6989 x Williams (experimento 02). As variâncias dentro variam de 153,57 cm^2 na progênes no cruzamento Primavera x Century (experimento 09) a 490,34 no cruzamento BR 80-6989 x Williams (experimento 02). Sendo a APM um caráter muito importante na cultura da soja, a existência de alta variabilidade para este caráter é bastante importante. A progênie F_2 do experimento 02 (BR 80-6989 x Williams) é a que apresenta maior média associada à maior variância, possibilitando a seleção de genótipos superiores para APM.

As estimativas de herdabilidade no sentido amplo para o caráter APM variou de 72,6 a 97,0% nos cruzamentos Primavera x Century (experimento 09) e Primavera x M. Presto (experimento 10) respectivamente, possibilitando a obtenção de progresso com seleção em gerações precoces como F_2 .

A heterose da APM foi negativa em seis experimentos e positiva em outros seis, variando de -33,75 cm no cruzamento Primavera x M. Presto (experimento 10) a 31,31 cm

no cruzamento BR 80-6989 x Pella (experimento 01). As heteroses positivas da APM estão associadas às progênes onde o genótipo BR 80-6989 participa como parental adaptado. Este resultado demonstra que a associação de genótipos com período juvenil relativamente longo (BR 80-6989) com genótipos de hábito de crescimento indeterminado (parentais exóticos) possibilitam o aumento da APM, em relação à média dos parentais.

A heterobeliose foi negativa em todos os experimentos. Resultados semelhantes foram obtidos por NASS (1989), FREIRE FILHO (1988), CAMPOS (1979) e WEBER *et alii*, 1970, porém, heterobelioses positivas foram observadas por CHAUDHARY & SINGH (1974), KUNTA *et alii*, 1985 e VEATCH (1930).

Os contrastes entre as médias das progênes F_2 vs média do parental adaptado ou vs média do parental exótico apresentaram significâncias ao nível de 5% pelo teste de Tukey, exceto nos experimentos 01 (BR 80-6989 x Pella), 02 (BR 80-6989 x Williams) e 03 (BR 80-6989 x Century). Nestes experimentos, a não significância sugere a adaptação das progênes F_2 com 50% de genes de genótipos exóticos para o caráter APM. Este fato pode ser explicado por dois fatores:

- a) A base genética dos genótipos brasileiros se assemelha à base genética dos genótipos americanos (Pella, Williams e Century), segundo HIROMOTO & VELLO (1986) e St. MARTIN (1982);

- b) A introdução de genes que controlam caracteres adaptativos como o período juvenil auxilia na adaptação.

4.2.3. Acamamento e valor agrônômico

Na Tabela 19 são apresentados as estimativas de média, heterose, heterobeltiose, variância e herdabilidade dos caracteres acamamento (Ac) e valor agrônômico (VA).

As menores notas de Ac correspondem aos menores graus de acamamento, representando, portanto, as plantas com melhor comportamento. Os parentais adaptados BR 80-6989 e Primavera tiveram amplitudes de 1,05 a 1,21 e 1,25 a 1,75, respectivamente em suas médias de Ac. A maioria dos parentais exóticos apresentaram valor mínimo (1,00) de Ac; Este fato pode ser explicado pela pequena APM apresentada pelos genótipos exóticos. Porém, os genótipos com maior APM, como o parental adaptado Primavera, apresentaram valores maiores de Ac. Esta correlação fenotípica e genotípica positiva e elevada entre altura na maturidade e acamamento foi relatada por FREIRE FILHO (1988).

Nos contrastes entre a média da progênie F_2 e os respectivos parentais, as progênies F_2 apresentaram valores de Ac maiores que os parentais quando o parental adaptado foi BR 80-6989; já quando o parental adaptado foi Primavera, as progênies F_2 foram intermediárias aos dois parentais, devido aos valores elevados de Ac e APM em "Primavera". Todas as diferenças detectadas através do contraste de médias foram significativas ao nível de 1%.

Nas estimativas de heterose, para o caráter Ac os resultados não foram consistentes. Oito cruzamentos apresentaram valores positivos de heterose, com amplitude de 18,85% a 79,03%; nos quatro cruzamentos restantes, os valores de heterose foram negativos com amplitude de -4,21% a -29,22%. A maioria destes valores foram significativos ao nível de 5% e 1% pelo teste "t".

Os resultados obtidos por FREIRE FILHO (1988) apresentaram valores de heterose negativos. Os resultados obtidos por NASS (1989) foram discordantes, pois os valores de heterose foram positivos. A diferença nos resultados dos autores pode ser atribuída ao grupo de maturação dos genótipos e ao tipo de parcela utilizado.

As estimativas de heterobeltiose para Ac foram positivas quando o parental adaptado foi BR 80-6989 e negativa quando o parental adaptado foi Primavera. Estes resultados corroboram aqueles obtidos anteriormente nos contrastes entre as médias de F_2 e seus respectivos parentais.

A variância nas progênes F_2 foi superior à variância dos parentais em todos os experimentos, possibilitando assim a seleção visando maior resistência ao acamamento.

A estimativa de herdabilidade no sentido amplo para o caráter Ac variou de 15,9 a 98,5% nos cruzamentos Primavera x McCall (experimento 12) e BR 80-6989 x M. Amber (experimento 05), respectivamente. Entre os 12 cruzamentos estudados, 11 apresentaram valores de herdabilidade acima de

80%; somente o cruzamento 12 apresentou valor baixo de herdabilidade, devido à variância elevada do parental Primavera. Estes valores de herdabilidade elevado para o caráter Ac indicam a maior possibilidade de progresso com seleção em gerações precoces como F_2 .

Para os caráter VA, foram detectados diferenças ao nível de 1% pelo teste de Tukey para os contrastes entre a média da progênie F_2 e os respectivos parentais em todos os experimentos. As médias de VA das progênes F_2 ficaram em posições intermediárias aos parentais, exceto no experimento 01 (BR 80-6989 x Pella) onde a média da progênie F_2 foi maior que a do parental adaptado, demonstrando a superioridade deste cruzamento para o caráter em questão.

A amplitude da média do VA nos parentais foi de 1,0 a 3,0. O valor mínimo de VA foi constatado nos parentais exóticos M. Amber, McCall e M. Amber nos experimentos 05, 06 e 11, respectivamente. O valor máximo observado foi para o parental adaptado Primavera no experimento 11.

Nas progênes F_2 , a média do VA teve uma amplitude de 1,8 a 2,3. O valor mínimo foi detectado no cruzamento BR 80-6989 x McCall (experimento 06) e o valor máximo no cruzamento BR 80-6989 x Pella (experimento 01).

As estimativas de heterose para VA em cinco cruzamentos apresentaram valores positivos variando de 7,88% no cruzamento Primavera x McCall (experimento 12) a 47,04% no cruzamento BR 80-6989 x Pella (experimento 01). Nos outros sete experimentos, as estimativas foram negativas,

variando de -4,10% no cruzamento Primavera x M. Amber (experimento 11) a -38,43 no experimento 07 (Primavera x Pella). Para a maioria das estimativas detectou-se significância pelo teste "t" aos níveis de 5% e 1% de probabilidade.

As estimativas de heterobeltiose para VA foram predominantemente negativas variando de -13,49% no cruzamento Primavera x Century (experimento 09) a -73,07% no cruzamento BR 80-6989 x McCall (experimento 06). Somente o cruzamento BR 80-6989 x Pella (experimento 01) apresentou valor positivo de 35,82%, resultado este que vem a reafirmar as indicações obtidas anteriormente através dos contrastes entre as médias da progênie F_2 e aos respectivos parentais. Para todas as estimativas de heterobeltiose, negativas ou positivas, houve significância pelo teste "t" ao nível de probabilidade de 1%.

A variância do VA variou de zero nos parentais exóticos M. Amber (experimento 05) e McCall (experimento 06) a 0,0195 no parental adaptado BR 80-6989 (experimento 02).

A variância do VA das progênies F_2 foi superior à variância dos parentais na maioria dos experimentos, apresentando uma amplitude de 0,0260 no experimento 09 (Primavera x Century) a 0,0779 no experimento 06 (BR 80-6989 x McCall). Este resultado sugere que há uma ampla variabilidade genética para VA.

A estimativa de herdabilidade no sentido amplo para o caráter VA variou de 59,0 a 92,4% nos cruzamentos Primavera x Century (experimento 09) e Primavera x Williams

(experimento 08) respectivamente, indicando a possibilidade da seleção direta para este caráter, em gerações precoces como F_2 .

A avaliação de uma planta ou progênie, através de VA, expressa o emprego de um índice de notas visuais que engloba um conjunto de vários caracteres agronômicos simultaneamente. Quando se utiliza o método de melhoramento genealógico "Pedigree", o VA é de extrema importância, uma vez que as plantas são inicialmente selecionadas na geração F_2 . Porém, deve-se salientar que na geração F_2 há ainda uma considerável ação da heterose e nestes casos a avaliação poderá refletir em parte o vigor de híbrido, que não se mantém, em consequência das autofecundações sucessivas que levam à homozigose.

4.2.4. Caracteres relacionados à produtividade

Na Tabela 20 são apresentados dados referentes à média, variância, heterose e heterobeltiose dos caracteres produtividade de planta individual (PPI) e produtividade total da parcela (PP). A variância só foi possível de ser estimada para PPI. Também são apresentados os contrastes de médias progênes F_2 vs parental adaptado e vs parental exótico.

No caráter PPI, as médias dos parentais variaram de 4,79g para o genótipo exótico McCal1 (experimento 06) a 46,68 g no genótipo adaptado BR 80-6989 (experimento 02).

A diferença entre as médias de PPI de um mesmo genótipo nos experimentos é atribuída à variação ambiental entre experimentos. Por exemplo, o genótipo McCall, que participou dos experimentos 06 e 12, apresentou valores de 4,79 g e 6,60 g, respectivamente. O genótipo BR 80-8989, que participou dos experimentos 01 a 02, apresentou PPI variando de 37,00 a 46,68 g.

As variâncias para PPI nos parentais variaram de 1,18 g² no genótipo M. Amber no experimento 05 a 361,91 g² para o genótipo BR 80-8989 no experimento 01. As maiores variâncias dentro da parcela ocorreram nos parentais adaptados, uma vez que esses genótipos tem efeito de compensação maior que os genótipos exóticos, sob condições de estande irregular. Com isto, pode-se antever que a seleção baseada na PPI somente será eficiente quando o estande for relativamente uniforme.

A PPI das progênes F_2 variou de 10,39 g no cruzamento Primavera x M. Presto (experimento 10) a 23,23 g no cruzamento BR 80-8989 x Williams (experimento 02). Nenhuma das médias de progênes F_2 superou a média dos parentais adaptados, porém, nas progênes F_2 dos experimento 01, 02 e 03 foram as que apresentaram maiores médias, associadas às maiores variâncias, demonstrando a potencialidade destes cruzamentos para aumentar a PPI.

As variâncias das progênes F_2 para o caráter PPI, tiveram uma amplitude de 58,81 g² no cruzamento Primavera x M. Amber (experimento 11) a 346,21 g² no cruzamento

BR 80-6989 x Williams (experimento 02). As variâncias das progênes F_2 não foram diferentes das variâncias dos parentais adaptados, demonstrando que o efeito ambiental sobre o caráter é bastante elevado, fato que também já foi demonstrado anteriormente, através dos coeficientes de variação acima de 20% nas análises estatísticas.

As estimativas de heterose e heterobeltiose para PPI foram negativas em todos os cruzamentos.

Os resultados de PPI das progênes F_2 distribuíram-se em torno da média, com tendência à inferioridade nos cruzamentos cujo parental exótico era de origem canadense (M. Presto, M. Amber e McCall).

No caráter PP, a média dos parentais variou de 79,12 g no genótipo M. Amber (experimento 11) a 1.152,18 g no genótipo BR 80-6989 (experimento 02). A diferença de PP entre o grupo dos parentais adaptados e o grupo dos parentais exóticos foi acentuada, demonstrando que os dois grupos de parentais são contrastantes para PP.

As médias de PP das progênes F_2 variou de 427,01 g no cruzamento Primavera x M. Presto (experimento 10) a 840,01 g no cruzamento BR 80-6989 x Pella (experimento 01).

Os contrastes entre as médias das progênes F_2 vs parental adaptado e vs parental exótico foram significativos ao nível de 5% de probabilidade, exceto nos cruzamentos BR 80-6989 x Pella (experimento 01) e Primavera x Pella (experimento 09) no contraste das progênes F_2 vs parental

adaptado, demonstrando que os dois cruzamentos entre parentais adaptados com o parental exótico Pella foram eficazes para elevar a PP nas progênies F_2 .

As estimativas de heterose para PP variaram de -40,88 no cruzamento BR 80-6989 x M. Presto (experimento 04) a 69,62 no cruzamento Primavera x Pella (experimento 07). As estimativas de heterose foram negativas para o grupo de cruzamentos onde o parental exótico era de origem canadense.

4.3. Frequência de Genótipos Superiores

Um outro parâmetro que pode ser empregado para mensurar a potencialidade dos cruzamentos é a frequência de genótipos que reúnam um ou mais caracteres desejáveis.

Os critérios de classificação as respectivas frequências expressas em percentagem são apresentados na Tabela 21.

O primeiro critério imposto às progênies F_2 nos 12 experimentos foi o número de dias para maturidade (NDMD) menor que 120 dias. As maiores frequências de genótipos superiores ocorreram no grupo de experimentos (07 a 12) descendentes do parental adaptado Primavera, onde o cruzamento 07 (Primavera x Pella) apresentou 98,28% de plantas com < 120 dias e os cruzamentos 08 (Primavera x Williams) e 12 (Primavera x McCall) apresentaram valores máximos de 100%. O fato dos parentais exóticos e o parental adaptado deste grupo de cruzamento apresentarem NDM menor

que 120 dias contribuiu para freqüências tão elevadas de plantas F_2 mais precoces.

Quando foi imposta a segunda limitação, a altura da planta na maturidade (APM do parental adaptado no seu respectivo experimento (Tabela 18) obtiveram-se valores bem distintos. O grupo de experimentos (01 a 06) descendentes do parental adaptado BR 80-6989 apresentou valores maiores; 11,63% no cruzamento BR 80-6989 x Century (experimento 03) a 31,44% no cruzamento BR 80-6989 x M. Amber (experimento 05). Os cruzamentos 07 a 12, descendentes do parental adaptado Primavera, após o segundo critério, tiveram freqüências bastante reduzidas; 0,69% no cruzamento Primavera x M. Amber (experimento 11) a 9,60% no cruzamento Primavera x Century (experimento 09). Este fato pode ser explicado pelo limite maior de APM imposto a este grupo uma vez que a APM média de 103,92 cm do parental adaptado Primavera é maior que a APM média de 80,41 cm do parental adaptado BR 80-6989.

Ao se incluir mais uma característica, a produtividade de individuais plantas (PPI), os valores percentuais ficam bastante reduzidos. O grupo de experimentos (01 a 06) descendentes do parental adaptado BR 80-6989 sofreu maior redução devido ao limite de PPI médio maior, 41,24 g. Os valores ficaram reduzidos à 0,79% no experimento 02 (BR 80-6989 x Williams) a 2,60% no experimento 01 (BR 80-6989 x Pella). O grupo de experimentos 07 a 12, descendentes do parental adaptado Primavera, sofreu uma redução menor, com

os valores percentuais variando de 0,0% no experimento 10 (Primavera x M. Presto) a 5,58% no experimento 09 (Primavera x Century). Este experimento apresentou valor elevado devido ao limite de PPI neste experimento não ser alto (22,35 g), enquanto que o limite médio de PPI para o grupo foi de 28,88 g.

Finalmente, quando imposta a última limitação, o acamamento (Ac), há uma redução branda, pois o caráter (Ac) não foi tão limitante nas progênes F_2 estudadas. No grupo de cruzamentos descendentes do parental adaptado BR 80-6989, as frequências após sofrerem as quatro limitações simultaneamente, variaram de 0,53% no experimento 02 (BR 80-6989 x Williams) a 2,34% no experimento 01 (BR 80-6989 x Pella). No grupo de experimentos 07 a 12, os descendentes do parental Primavera apresentaram valores finais que variaram de 0,0% para os experimentos 10 (Primavera x M. Presto) e 11 (Primavera x M. Amber) a 4,24% no experimento 09 (Primavera x Century).

Na análise conjunta dos dados, observa-se que dois cruzamentos se destacaram: a progênie F_2 do experimento 01 (BR 80-6989 x Pella) que havia se mostrado bastante promissora através da análise dos parâmetros como heterose, heterobeliose e contraste das médias através do teste de Tukey vem confirmar sua potencialidade onde, após sofrer as principais limitações da cultura da soja, apresentou um valor percentual de 2,34% de plantas superiores. O segundo cruzamento a destacar foi o 09 (Primavera x Century) que

após as quatro limitações apresentou valor percentual de 4,24% de plantas superiores; porém, este resultado deve ser analisado com ressalvas uma vez que o limite de PPI foi o menor, em todos os cruzamentos.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem apontar as seguintes conclusões:

- a) O comportamento das progênies F_2 indicou que os 12 cruzamentos representam um conjunto gênico promissor para programas de melhoramento visando rotação de culturas, principalmente com a cultura da cana-de-açúcar.
- b) A variabilidade genética foi variável entre os cruzamentos e entre os oito caracteres avaliados. Nenhum cruzamento apresentou variância superior em todos os caracteres, apontando que os parentais tem características complementares.
- c) A heterose e a heterobeltiose tiveram ampla variação. Nem sempre as maiores heteroses e heterobeltiose estiveram relacionadas às maiores médias e variâncias. Em termos de APM, PPI e PP, nenhuma progênie F_2 foi superior ao parental adaptado do respectivo cruzamento. Porém, no cálculo de frequência de genótipos superiores foi detectada a presença de indivíduos que reuniam

as características APM e PPI superiores à média do respectivo parental adaptado do cruzamento. Este fato deve-se à existência de genótipos segregantes transgressivos múltiplos que reúnem, simultaneamente, as características desejáveis.

- d) A combinação de genes para precocidade de genótipos exóticos com genes para período juvenil médio a longo de genótipos adaptados mostrou-se promissora para obter indivíduos que reunissem precocidade, maior altura na maturidade e menor sensibilidade às variações fotoperiódicas. Esta estratégia pode ser muito promissora para adaptação rápida de genótipos exóticos às condições brasileiras.
- e) A combinação do hábito de crescimento indeterminado e período juvenil mostrou-se eficiente para obter plantas precoces com altura adequada à colheita mecanizada.
- f) A progênie F_2 do cruzamento BR 80-6989 x Pella, mostrou maior potencial para obtenção de genótipos apropriados ao sistema de rotação de culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL JUNIOR, G.H. Response of soybean to dates of planting in the Imperial Valley of California. *Agronomy Journal*, Madison, 53: 95-8, 1961.

BERNARD, R.L. Two major genes for time of flowering and maturity in soybeans. *Crop Science*, Madison, 11: 242-4, 1971.

BERNARD, R.L. Two genes affecting stem termination soybeans. *Crop Science*, Madison, 12: 235-9, 1972.

BERNARD, R.L. & WEISS, M.G. Qualitative genetics. In: CALDWELL, B.E. (ed.). *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1973. p.117-154.

BOARD, J.E. & HALL, W. Premature flowering and soybean yield reductions at nonoptimal planting dates as influenced by temperature and photoperiod. *Agronomy Journal*, Madison, 76: 700-4, 1984.

BONATO, E.R. & DALL'AGNOLL, A. Soybean in Brazil-Production and research. In: *WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3.*, Ames, 1984. *Proceedings*. Boulder, Westview Press, 1985. p. 1248-56.

- BORTHWICK, H.A. & PARKER, M.W. Effectiveness of photoperiodic treatments of plants of different age. *Botanical Gazette*, Chicago, 100: 245-9, 1938a.
- BORTHWICK, H.A. & PARKER, M.W. Photoperiodic perception in Biloxi soybeans. *Botanical Gazette*, Chicago, 100: 347-87, 1938b.
- BORTHWICK, H.A. & PARKER, M.W. Floral initiation in Biloxi soybean influenced by age and position of leaf. *Botanical Gazette*, Chicago, 101: 806-17, 1940.
- BUZZELL, R.I. & VOLDENG, H.D. Inheritance of insensitivity to long daylength. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 7: 26-9, 1980.
- BYTH, D.E. Comparative photoperiodic responses for several soybean varieties of tropical and temperate origin. *Australian Journal Agricultural Research*, Melbourne, 19: 879-90, 1968.
- CAMPOS, L.A.C. Estudo da heterose, da herdabilidade e de correlações de algumas características agronômicas em cruzamentos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, 1970. 76p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).
- CARLSON, J.B. Morphology. In: CALDWELL, B.E., ed. *Soybeans: improvement, production and uses*. Madison Wisconsin, 1973. p. 17-95.
- CHAUDHARY, D.N. & SINGH, B.B. Heterosis in soybean. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, 34: 69-74, 1974.
- CHAUHAN, V.S. & SINGH, B.B. Heterosis and genetic variability in relation to genetic divergence in soybean.

Indian Journal of Genetics & Plant Breeding, New Delhi, 42: 324-8, 1982.

CHIPALA, E. Utilization of a juvenile trait in soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). Dissertation Abstracts International. Series B, Ann Arbor, 45: 1983, 1985.

CRISWELL, G.J. & HUME, D.J. Variation in sensitivity to photoperiod among early maturing soybean strains. Crop Science, Madison, 12: 657-60, 1972.

FAO PRODUCTION YEARBOOK 1988. Rome, 42: 155, 1988.

FARIAS NETO, J.T. Comportamento e variabilidade de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em cultivos de verão e inverno. Piracicaba, 1987.. 87p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

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

GANDOLFI, V.H.; SOUZA, B.H. de; MULLER, L. Efeitos de diferentes termoperiodicidades sobre desenvolvimento de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em condições de dias curtos. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 15: 33-51, 1979.

GANDOLFI, V.H.; MULLER, L.; MINOR, H.C.; BERLATO, M.A. Identificação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) menos sensíveis ao fotoperíodo entre cultivares tardias. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 13: 63-82, 1977.

- GARNER, W.W. & ALLARD, H.A. Effect of the relative length of day and night and other factor of the environment on growth and reproduction in plants. *Journal Agricultural Research*, Washington, 18: 553-606, 1920.
- GARNER, W.W. & ALLARD, H.A. Photoperiodic response of soybeans in relation to temperature and other environmental factors. *Journal Agricultural Research*, Washington, 41: 719-35, 1930.
- GILIOLI, J.L.; SEDIYAMA, T.; FONSECA JUNIOR, N. Herança do número de dias para a floração em quatro mutantes naturais de soja, estudadas sob condições de dias curtos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. Anais. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1984. p. 323-37.
- HARTWIG, E.E. Factors affecting time of planting soybeans in the Southern States. Washington, USDA, 1954. 13p.
- HARTWIG, E.E. Growth and reproductive characteristics of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) grow under short-day conditions. *Tropical Science*, London, 12: 47-53, 1970.
- HARTWIG, E.E. & EDWARDS, C.J., Jr. Effects of morphological characteristics upon seed yield soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, 62: 64-5, 1970.
- HARTWIG, E.E. Some inter-relationships between days to first bloom and days to maturity. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 2: 26-8, 1975.
- HARTWIG, E.E. Some inter-relationships between days to first bloom and days to maturity. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 2: 145-51, 1979.

- HARTWIG, E.E. & KIIHL, R.A.S. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybeans for short-day conditions. *Field Crops Research*, Amsterdam, 2: 145-51, 1979.
- HICKS, D.R.; PENDLETON, J.W.; BERNARD, R.L. & JOHNSTON, T.J. Responses of soybean plant types to planting patterns. *Agronomy Journal*, Madison, 61: 290-3, 1969.
- HINSON, K. Use a long juvenile trait in cultivar development. *WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE IV. Proceedings*. Buenos Aires, Argentina, 1989. p. 983-87.
- HIROMOTO, D.M. & VELLO, N.A. The genetic base of Brazilian soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 9: 295-306. 1986.
- HUXLEY, P.A. & SUMMERFIELD, R.J. Effects of night temperature and photoperiod on the reproductive ontogeny of cultivars of cowpea and of soybean selected for the wet tropics. *Plant Science Letters*, Amsterdam, 3: 11-7, 1974.
- JOHNSON, H.W.; BORTHWICK, H.A.; LEFFEL, R.C. Effects of photoperiod and time of planting on rates development of the soybean in various stages of the life cycle. *Botanical Gazette*, Chigaco, 122: 77-95, 1960.
- KAW, R.N. & MENON, P.M. Heterosis in a ten-parental diallel cross in soybean. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, 49: 322-4, 1979.
- KIIHL, R.A.S. Inheritance studies of two characteristics in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill); I. Resistance to soybean mosaic virus; II. Late flowering under short-day conditions. Mississippi, 1976. 56p. (Ph.D. - Mississippi State University).

- KIIHL, R.A.S.; ALMEIDA, L.A.; DALL'AGNOLL, A. Strategies for cultivar development in the tropics. In: WORLD SOYBEAN CONFERENCE, 3., Ames, 1984. Proceedings. Boulder, Westview Press, 1985. p. 301-4.
- KIIHL, A.S. & GARCIA, A. The use of long-juvenile trait in breeding soybean cultivars. WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE IV. Proceedings. Buenos Aires, Argentina, 1989. p. 994-1000.
- KUNTA, T.; EDWARDS, L.H.; McNEW, R.W.; DINKINS, R. Heterosis performance and combining ability in soybeans. Soybean Genetics Newsletter, Ames, 12: 97-9, 1985.
- LAWN, R.J. & BYTH, D.E. Response of soybeans to planting date South-Eastern Queensland; I. Influence of photoperiod and temperature on phasic developmental patterns. Australian Journal Agricultural Research, Melbourne, 24: 67-80, 1973.
- MAJOR, D.J.; JOHNSON, D.R.; TANNER, J.W.; ANDERSON, I.C. Effects of daylength and temperature on soybean development. Crop Science, Madison, 15: 174-9, 1975.
- MACHADO Jr., G.R.; SILVA, W.M.; IRVINE, J.E. Sugarcane breeding in Brazil: The Copersucar program. Copersucar international sugarcane breeding workshop, Piracicaba, Copersucar Technology center, 1987. p. 217-232.
- McBLAIN, B.A. & BERNARD, R.L. A new gene affecting the time of flowering and maturity in soybeans. The Journal of Heredity, Washington, 78: 160-2, 1987.
- MIRANDA, J.E.C. Análise genética de um cruzamento dialélico em pimentão (*Capsicum annuum* L.). Piracicabam 1987. 159p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- MIYASAKA, S.; GUIMARÃES, G.; KIIHL, R.A.S.; LOVADINI, L.A.C.; DEMATTE, J.D. Variedades de soja indiferentes ao fotoperíodo e tolerantes a baixas temperaturas. *Bragantia*, Campinas, 29: 169-73, 1970.
- MOURÃO, F.F.; SILVA, W.A.; SHIBUYA, Y.; ITO, E. Ensaio de épocas de plantio para culturas de soja na região de Barreiras-BA. *Anais do V Congresso de difusão de tecnologia em grandes culturas*. São Paulo, CAC-CC. 1989. p. 140-142.
- NASS, L.L. Potencialidade de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) para cultivos de inverno através de cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 1989. 112 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- OSLER, R.D. & CARTTER, J.L. Effect of planting date on chemical composition and growth characteristics of soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, 46: 267-9, 1954.
- PANDEY, R.K.; LENG, E.R.; JACOBS, J.A. Path-coefficient analysis of flowering time in diverse genotypes of soybean as influenced by temperature and daylength. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, 47(10): 498-502, 1977.
- PARKER, M.W.; HENDRICKS, S.B.; BORTHWICK, H.A.; SCULLY, N.J. Action spectrum for the photoperiodic control of floral initiation of shortday plants. *Botanical Gazette*, Chicago, 108: 1-26, 1946.
- PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A. Photoperiodic responses of soybean varieties. *Soybean Digest*, 11: 26-30, 1951.
- PASCHAL II, E.H. & WILCOX, J.R. Heterosis and combining ability in exotic germplasm. *Crop Science*, Madison, 15: 344-9, 1975.

- PATERNIANI, E. Estudos recentes sobre heterose. São Paulo, Fundação Cargill, 1974. 36p. (Boletim, 1).
- POLSON, D.E. Day-neutrality in soybeans. *Crop Science*, Madison, 12: 773-6, 1972.
- SATO, L.N.; LUIZ, A.J.B.; ISHIDA, E.H.; MORAIS, A.B. Ensaio de competição de cultivares de soja em três épocas de plantio em Dois Irmãos do Buriti-MS. Safra 1988/89. Anais do V Congresso de difusão de tecnologia em grandes culturas. São Paulo, CAC-CC. 1989. p. 23-28.
- SHANON, J.G.; WILCOX, J.R. & PROBST, A.H. Response of soybean genotypes to spacing in hill plots. *Crop Science*, Madison, 11: 38-40, 1971.
- SHANMUGASUNDARAM, S. & TSOU, S.C.S. Photoperiod and critical duration for flower induction in soybean. *Crop Science*, Madison, 18: 598-601, 1978.
- SHANMUGASUNDARAM, S. Variation in the photoperiodic response on several characters in soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Euphytica*, Wageningen, 28: 495-507, 1979.
- SHIBLES, R.; ANDERSON, I.C. & GIBSON, A.H. Soybean. In: EVANS, L.T., ed., *Crop physiology; some case histories*. Cambridge Univ. Press, 1975. p. 151-89.
- St MARTIN, S.K. Effective population size for the soybean improvement program in maturity groups 00 to IV. *Crop Science*, 22: 151-152, 1982.
- THOMAS, J.F. & RAPER JUNIOR, C.D. Effect of day and night temperatures during floral induction on morphology of soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, 70: 893-8, 1978.

- TISSALI JUNIOR, O. Inheritance study of the long-juvenile characteristic in soybeans under long and short-day conditions. Mississippi, 1981: 77p. (Ph.D. - Faculty of Mississippi State University).
- TOLEDO, J.F.F. & KIIHL, R.A.S. Métodos de análise dialélica do modelo genético em controle das características dias para floração e número de folhas trifolioladas em soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17: 745-55, 1982.
- VEATCH, C. Vigor in soybeans as affected by hybridity. Journal of the American Society of Agronomy, Madison, 22: 289-310, 1930.
- VELLO, N.A.; HIROMOTO, D.M.; AZEVEDO FILHO, A.J.B.V. Coefficient of parentage and breeding of Brazilian soybean germplasm. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 11: 679-697, 1988.
- VERNETTI, F.J. Genética da soja-caracteres qualitativos. In: VERNETTI, F.J. ed. Soja genética e melhoramento. Campinas. Fundação Cargill, 1983. p. 467-721.
- WEBER, C.R.; EMPIG, L.T.; THORNE, J.C. Heterotic performance and combining ability of two-way F_1 soybean hybrids. Crop Science, Madison, 10: 159-60, 1970.
- WEISS, M.G.; WEBER, C.R.; KALTON, R.R. Early generation testing in soybeans. Journal of the American Society of Agronomy, Madison, 39: 791-811, 1947.
- WENTZ, J.B. & STEWART, R.T. Hybrid vigor in soybeans. Journal of the American Society of Agronomy, Madison, 16: 534-40, 1924.

- WHIGHAM, D.K. & MINOR, H.C. Agronomic characteristics and environmental stress. In: NORMAN, A.G., ed. Soybean; physiology, agronomy, and utilization. New York, Academic Press, 1978. p. 77-116.
- WOODWORTH, C.M. Inheritance of growth habit, pod color and flower color in soybean. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, 15: 481-95, 1923.
- WOODWORTH, C.M. Genetics and breeding in the improvement of the soybean. *Illinois Agric. Exp. Sta.*, 1932. p. 297-404. (Bulletin, 384).
- WOODWORTH, C.M. Genetics of the soybean. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, 25: 36-51, 1933.
- YANACHI, A.S.; FORTES, P.H.C.; CHIGUTI, M.; PINTA, E. Ensaio de competição varietal de soja em duas épocas de plantio para região de Ponta Grossa, PR. safra 1988/89. *Anais do V Congresso de difusão de tecnologia em grandes culturas*. São Paulo, CAC-CC. 1989. p. 6-10.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1 - Características botânicas e agronômicas de oito genótipos de soja, utilizados como parentais. Piracicaba, 1986/87.

GENÓTIPO ¹ PARENTAL	NÚMERO DE REGISTRO	PROCE- DÊNCIA	CARACTERÍSTICAS ²									
			REAÇÃO FOTOPERÍODO	HÁBITO CRESCIMENTO	CICLO ³ MÉDIA	COR FLOR	COR DA PUBESCÊNCIA	COR DA VAGEM	COR DA HILO	COR SEMENTE		
BR 80-6989	546	Brasil EMBRAPA	MS	D	130	P	M	AP	Pt	A		
Primavera	290	Brasil OCEPAR	MS	I	118	P	M	M	Pt	A		
Williams	52	USA	AS	I	97	B	C	AP	Bf	A		
Pella	550	USA	AS	I	98	P	M	AP	Pt	A		
Century	551	USA	AS	I	95	P	M	M	Pt	A		
Maple Presto	552	Canadá	AS	I	95	P	M	M	Pt	A		
Maple Amber	554	Canadá	AS	I	88	P	M	M	Pt	A		
McCall	555	Canadá	AS	I	84	P	C	AP	Bf	A		

¹ Genealogias no Apêndice 1 (página 109).

² MS - menor sensibilidade: AS - altamente sensível; D - determinado; I - indeterminado; P - púrpura; B - branca; M - marrom; C - cinza; AP - amarelo palha; Pt - preto; Bf - buff; A - amarelo.

³ Número de dias para maturidade.

Tabela 2 - Esquema de cruzamentos entre parentais adaptados e exóticos, com respectivos números de sementes F_1 e números dos experimentos (E01 a E12).

ADAPATADO EXÓTICO	BR 80-0989		PRIMAVERA	
	NÚMERO DO EXPERIMENTO	NÚMERO DE SEMENTES F_1	NÚMERO DO EXPERIMENTO	NÚMERO DE SEMENTES F_1
Pella	E 01	21	E 07	11
Williams	E 02	38	E 08	31
Century	E 03	27	E 09	27
Maple Presto	E 04	22	E 10	18
Maple Amber	E 05	11	E 11	10
McCall	E 06	18	E 12	18

Tabela 3 - Fontes de variação para análise de variância em blocos casualizados considerando-se o efeito de épocas de plantio.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	TESTE "F"
Épocas (E)	E-1	SQ_5	QM_5	$QM_5 + QM_6 / QM_3 + QM_2$
Tratamentos (T)	I-1	SQ_4	QM_4	QM_4 / QM_3
Ext	(E-1)(J-1)	SQ_3	QM_3	QM_3 / QM_1
Repetições/E	J(E-1)	SQ_2	QM_2	QM_2 / QM_1
Resíduo	J(E-1)(I-1)	SQ_1	QM_1	
TOTAL	EIJ-1	SQT		

e = 1, ..., E Épocas;

i = 1, 2, ..., I Tratamentos;

j = 1, ..., J Repetições.

Tabela 4 - Fontes de variação para análise de variância em blocos casualizados com desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de parentais e progênies F_2 .

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	TESTE "F"
Tratamentos	$I-1$	SQ_5	QM_5	QM_5/QM_1
Parentais	$P-1$	SQ_4	QM_4	QM_4/QM_1
Progênies F_2	$F-1$	SQ_3	QM_3	QM_3/QM_1
Parentais VS Progênies F_2	1	SQ_2	QM_2	QM_2/QM_1
Resíduo	$(I-1)(J-1)$	SQ_1	QM_1	
TOTAL	$IJ-1$	SQT		

$i = 1, 2, \dots, I$ Tratamentos;

$j = 1, 2, \dots, J$ Repetições;

$p = 1, \dots, P$ Parentais;

$f = 1, 2, \dots, F$ Progênies F_2 .

Tabela 5 - Experimento 01 (BR 80-6989 x Pella). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA), produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em efeitos parentais e progêneses F_2 . Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	C A R A C T E R E S							
		QUADRADOS MÉDIOS							
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP
Blocos	3	2,43	189,13**	3,01	315,71**	0,00398*	0,0019	120,73	26.651,30
Tratamentos	9	175,62**	380,98**	321,62**	276,52**	0,00159	0,0195**	179,00**	139.925,21**
Parentais (P)	1	1.541,51**	3.248,18**	2.778,85**	1.399,20**	0,00068	0,1166**	1.224,38**	926.351,08**
Progênie F_2 (F)	7	5,58	25,80	8,90	73,34	0,00086	0,0083	51,68	22.927,08
P vs F	1	0,03	0,01	53,38*	576,41**	0,00752*	0,0006	24,82	172.486,18*
Resíduo	27	4,91	20,31	9,32	47,85	0,00143	0,0037	50,54	17.000,01
TOTAL	39	44,11	116,32	80,90	121,22	0,00166	0,0072	85,58	46.109,77
C.V. (%)		4,72	11,80	2,69	9,96	2,60	3,49	32,33	17,09

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

*, ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 6 - Experimento 02 (BR 80-6989 x Willians). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de parentais e progêneses F_2 . Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	CARACTERES									
		QUADRADOS MÉDIOS									
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP		
Blocos	3	5,69	313,99**	11,55**	424,75**	0,0224	0,0542**	242,28*			4.757,71
Tratamentos	15	122,97**	371,69**	219,14**	252,12*	0,0246**	0,0149*	260,12**			6.195.845,04**
Parentais (P)	1	1.756,76**	5.255,69**	2.995,38**	1.950,00**	0,0009	0,0714**	2.538,64**			1.299.086,69**
Progênie F_2 (F)	13	6,48	19,90	15,54	83,76	0,0219**	0,0087	80,36			6.222,26
P vs F	1	3,59	60,88	89,71	742,99*	0,0833**	0,0390*	318,55*			57.711,56*
Resíduo	45	7,26	38,17	21,41	112,38	0,0086	0,0077	62,49			11.467,50
TOTAL	63	34,73	130,71	68,02	160,53	0,0131	0,0116	118,10			31.238,07
C.V. (%)		5,68	14,89	4,09	13,38	6,06	5,01	32,74			12,92

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

*; ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 7 - Experimento 03 (BR 80-6989 x Century). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de parentais e progêneses F₂. Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	CARACTERES							
		QUADRADOS MÉDIOS							
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP
Blocos	3	15,82	60,42	51,90	367,99**	0,0045*	0,1164**	116,99	135.621,61**
Tratamentos	19	103,47**	336,76**	211,25**	306,50**	0,0021	0,0238*	171,77**	106.659,26**
Parentais (P)	1	1.880,38**	5.620,65**	3.153,77**	4.320,78**	0,0149	0,3073**	2.348,18**	1.688.423,61**
Progênie F ₂ (F)	17	4,28	30,01	38,14	72,74	0,0012	0,0083	46,32	18.225,23
P vs F	1	12,88	267,48**	211,47	266,79	0,0048	0,0028	130,97	28.273,44
Resíduo	57	7,77	23,33	54,81	83,99	0,0016	0,0133	62,38	13.920,46
TOTAL	79	31,09	100,12	92,32	148,29	0,0018	0,0198	90,76	40.846,29
C.V. (%)		5,91	12,89	6,68	13,30	2,79	6,70	35,53	16,20

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

*; ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 8 - Experimento 04 (BR 80-6989 x M. Presto). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de parentais e progênes F₂. Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	C A R A C T E R E S							
		QUADRADOS MÉDIOS							
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP
Blocos	3	12,65*	145,98**	10,39	503,50**	0,0186**	0,0077	116,99	104.006,89**
Tratamentos	10	191,18**	491,68**	630,88**	339,30**	0,0065	0,0352*	266,17**	198.534,67**
Parentais (P)	1	1.753,80**	3.427,92**	5.343,19**	2.806,88**	0,00001	0,2850**	2.009,17**	1.802.065,77**
Progênie F ₂	8	3,91	58,72	5,01	57,01	0,0048	0,0070	15,10	10.796,06
P vs F	1	126,76**	1.019,09**	925,45	130,03	0,0264	0,0113	531,75**	96.912,38*
Resíduo	30	3,67	28,67	6,49	59,20	0,0035	0,0050	25,03	13.929,89
TOTAL	43	47,90	144,53	151,97	155,33	0,0052	0,0122	79,90	63.145,67
C.V. (%)		4,59	15,20	2,56	12,24	3,94	4,10	31,20	23,81

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

*, ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 9 - Experimento 05 (BR 80-6989 x M. Amber), Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de parentais e progêneses F₂. Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	CARACTERES									
		QUADRADOS MÉDIOS									
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP		
Blocos	3	8,49*	150,83**	4,38	627,55**	0,0020	0,0178*	18,01*	66.725,56**		
Tratamentos	5	490,16**	769,16**	1.041,61**	884,97**	0,0133	0,0870**	546,96**	330.889,88**		
Parentais (P)	1	2.377,05**	3.321,12**	4.436,82**	4.072,53**	0,0005	0,3916**	2.231,45**	1.558.768,79**		
Progénie F ₂ (F)	3	2,15	30,48	1,56	97,50	0,0125	0,0119	53,65	6.009,59		
P vs F	1	67,31	433,21**	766,56**	59,81	0,0290	0,0078	342,41**	77.701,83**		
Resíduo	15	1,73	22,97	4,07	64,48	0,0091	0,0038	20,67	7.306,82		
TOTAL	23	108,79	201,86	229,66	316,29	0,0091	0,0237	134,74	85.403,40		
C.V. (%)	3,01		13,62	1,94	14,03	6,50	3,65	27,66	17,70		

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

*, ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 10 - Experimento 06 (BR 80-6989 x McCall). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de parentais e progêneses F_2 . Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	C A R A C T E R E S							
		QUADRADOS MÉDIOS							
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP
Blocos	3	6,85	46,15	2,79	73,04	0,0010	0,0096	62,52	17.751,01
Tratamentos	3	800,45**	1.612,55**	1.761,78**	1.516,11**	0,0037**	0,1735**	1.009,74**	500.689,91**
Parentais (P)	1	2.347,84**	4.338,46**	4.722,64**	4.481,68**	0,0002	0,5141**	2.647,01**	1.474.860,21**
Progênie F_2 (F)	1	1,76	46,37	11,50	55,70	0,0001	0,0014	1,17	6,77
P vs F	1	51,76	452,84	501,20**	10,96	0,0107**	0,0049	381,03*	27.202,74
Resíduo	9	1,36	13,51	3,74	36,24	0,0004	0,0045	64,19	14.931,15
TOTAL	15	162,28	339,85	355,16	339,58	0,0012	0,0393	252,97	112.646,87
C.V. (%)		2,65	9,10	1,83	9,90	1,35	3,96	44,28	21,79

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

*, ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 11 - Experimento 07 (Primavera x McCall). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados em efeitos parentais e progêneses F_2 . Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	CARACTERES							
		QUADRADOS MÉDIOS							
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP
Blocos	3	7,73**	28,77**	6,73	608,29**	0,0308**	0,0021	12,52	42.121,61
Tratamentos	8	108,59**	205,61**	109,31**	872,87**	0,0093	0,0347**	84,72**	108.107,68**
Parentais (P)	1	861,12**	1.621,08**	861,74**	6.819,95**	0,0076	0,1723**	561,12**	618.978,31**
Progênie F_2 (F)	6	0,95	3,89	2,05	8,95	0,0053	0,0079	9,10	3.343,72
P vs F	1	1,91	0,60	0,38	109,32*	0,0349*	0,0580**	62,09	225.820,83**
Resíduo	24	1,55	4,90	2,50	17,32	0,0046	0,0045	9,29	15.323,48
TOTAL	35	26,52	52,82	27,27	263,53	0,0079	0,0112	26,81	38.828,28
C.V. (%)		2,86	6,96	1,48	5,43	4,51	3,89	18,96	17,80

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

*, ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 12 - Experimento 08 (Primavera x Williams). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados de tratamentos em efeitos parentais e progêneses F_2 . Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	C A R A C T E R E S							
		QUADRADOS MÉDIOS							
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP
Blocos	3	4,69	125,04**	36,45**	2.265,80**	0,2321*	0,0346*	27,45	79.577,44**
Tratamentos	26	37,73**	75,56**	51,11**	248,33**	0,0142	0,0193**	81,59**	37.127,57**
Parentais (P)	1	894,64**	1.283,98**	981,24**	4.711,78**	0,0355	0,1916**	869,44**	647.704,10**
Progênie F_2 (F)	24	3,49	28,06	13,62*	72,74	0,0133	0,0104	44,29**	12.264,48
P vs F	1	2,70	7,16**	20,69	266,79	0,0158	0,0594	188,92**	23.265,23
Resíduo	78	3,83	25,36	6,85	83,99	0,0111	0,0087	19,75	9.769,98
TOTAL	107	12,10	40,35	18,44	154,90	0,0180	0,0120	34,99	18.374,84
C.V. (%)		4,44	15,45	2,48	8,68	6,84	5,49	27,45	14,11

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

*; ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 13 - Experimento 09 (Primavera x Century). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados em efeitos parentais e progêneses F₂. Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	CARACTERES									
		QUADRADOS MÉDIOS									
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP		
Blocos	3	12,80**	20,49	24,85**	588,97**	0,0077	0,0299**	51,39	25.329,25*		
Tratamentos	17	57,01**	126,63**	55,04**	446,06**	0,0102	0,0188**	31,74**	67.803,93**		
Parentais (P)	1	903,76**	1.850,72**	808,62**	6.526,53**	0,0880	0,1370**	295,85**	915.230,04**		
Progénio F ₂ (F)	15	3,85	19,73	6,80	69,71	0,0038	0,0048	16,24	9.991,27		
P vs F	1	7,58	6,15	25,10*	350,96	0,0279**	0,1097**	0,12	87.567,67		
Resíduo	51	2,71	22,42	4,95	38,00	0,0034	0,0058	19,54	7.962,10		
TOTAL	71	16,14	47,29	17,79	163,74	0,0052	0,0099	23,80	23.024,25		
C.V. (%)		3,74	14,70	2,13	8,61	4,01	4,33	28,97	13,89		

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

*; ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 14 - Experimento 10 (Primavera x M. Presto). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados em efeitos parentais e progênies F_2 . Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	C A R A C T E R E S									
		QUADRADOS MÉDIOS									
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	P	P	P
Blocos	3	3,76	29,31	12,09*	76,60*	0,0003	0,0068	12,00	10.101,71		
Tratamentos	4	278,82**	163,69**	642,46**	2.769,42**	0,0082	0,0890**	293,76**	308.561,63**		
Parentais (P)	1	1.095,12**	435,86**	2.613,65**	10.135,32**	0,0096	0,3457**	891,91**	1.175.542,77**		
Progênie F_2 (F)	2	7,14	30,27	19,70**	60,07	0,0101	0,0051	14,86	14.831,13		
P vs F	1	5,86	158,36**	36,78**	822,21**	0,0030	0,0003	249,41	29.041,50		
Resíduo	12	5,49	26,78	2,58	40,21	0,0032	0,0046	12,06	6.982,96		
TOTAL	19	62,76	56,00	145,11	650,53	0,0038	0,0229	71,36	70.965,64		
C.V. (%)	5,57	14,03	1,64	9,27	3,88	3,92	25,84	18,24			

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

*; ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 15 - Experimento 11 (Primavera x M. Amber). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) com desdobramento da soma de quadrados em efeitos parentais e progênes F₂. Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	CARACTERES									
		QUADRADOS MÉDIOS									
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP		
Blocos	3	13,26**	79,75**	4,84	432,42**	0,0004	0,0058	27,42	29.178,51**		
Tratamentos	9	140,29**	202,30**	245,33**	1.218,94**	0,0024	0,0646**	252,84**	180.757,49**		
Parentals (P)	1	1.253,25**	1.699,64**	1.999,02**	10.545,88**	0,0059	0,5681**	1.567,44**	1.564.202,87**		
Progênie F ₂ (F)	7	0,97	2,37	3,01	6,38	0,0023	0,0015	5,24	4.008,59		
P vs F	1	2,56	104,70**	187,92**	379,91**	0,0000	0,0033	641,45**	34.554,41*		
Resíduo	27	2,81	10,78	3,74	27,41	0,0014	0,0032	21,00	5.362,78		
TOTAL	39	35,34	60,28	59,57	333,54	0,0016	0,0176	75,00	47.670,18		
C.V. (%)		3,99	10,77	1,98	8,79	2,61	3,30	33,77	15,83		

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

*; ** = significativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 16 - Experimento 12 (Primavera x M. McCall). Análise de variância do número de dias para início do florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA) produtividade de planta individual (PPI) e produtividade da parcela (PP) do experimento 12 (Primavera x M. McCall) com desdobramento da soma de quadrados em efeitos parentais e progênes F_2 . Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

FONTES DE VARIACÃO	GL	CARACTERES							
		QUADRADOS MÉDIOS							
		NDF	APF	NDM	APM	Ac ¹	VA ¹	PPI	PP
Blocos	3	0,18	61,51**	25,84**	602,33**	0,0117	0,0044	6,62	22.864,37
Tratamentos	7	160,71	178,83**	246,38**	1.432,19**	0,0085	0,0495**	146,11**	196.583,46**
Parentais (P)	1	1.113,92**	1.115,10**	1.467,46**	9.789,50**	0,0467	0,3252**	879,90**	1.277.417,33**
Progênie F_2 (F)	5	0,88	6,74	5,89	4,61	0,0011	0,0031	4,11	9.831,81
P vs F	1	6,68	102,98*	227,74	212,74	0,0076	0,0059	122,31**	49.507,82
Resíduo	21	4,52	16,65	4,03	38,71	0,0040	0,0034	13,32	15.424,29
TOTAL	31	39,37	57,61	60,86	407,91	0,0058	0,0139	42,66	57.051,21
C. V. (%)		5,06	12,85	1,98	9,27	4,33	3,38	26,70	23,33

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

*; ** = sign ativos ao nível de probabilidade, de 5 e 1% pelo teste "F", respectivamente.

Tabela 17 - Média, heterose, heterobeltiose, variância e herdabilidade no sentido amplo para os caracteres número de dias para início do florescimento (NDF) e altura da planta no florescimento (APF) de 12 cruzamentos. Soja precoce, Piracicaba 1986/87.

Parentais e Cruzamentos (F ₂)	NDF				APF			
	MÉDIA ¹ (dias)	HETEROSE HETEROB. (%)	VARIÂNCIA (dias) ²	HERDABILIDADE (%)	MÉDIA ¹ (cm)	HETEROSE HETEROB. (%)	VARIÂNCIA (dias) ²	HERDABILIDADE (%)
01. BR 80-6989 BR 80-6989 x Pella Pella	50,83 a 46,92 b 32,89 c	 0,26 -45,73**	0,79 37,28 0,00	 98,9	58,06 a 38,02 b 17,95 b	 0,078** -69,03**	20,54 128,94 1,72	 91,4
02. BR 80-6989 BR 80-6989 x Williams Williams	52,84 a 47,25 b 33,37 c	 -3,55 -49,82**	0,78 36,70 0,00	 98,9	69,95 a 40,69 b 18,53 c	 -18,05** -83,66**	5,68 176,99 3,45	 97,4
03. BR 80-6989 BR 80-6989 x Century Century	53,74 a 47,00 b 32,65 c	 -4,98 -52,53**	1,23 32,39 0,00	 98,1	69,05 a 36,82 b 16,59 c	 -28,02** -93,35**	30,86 115,26 2,07	 85,7
04. BR 80-6989 BR 80-6989 x M. Presto M. Presto	59,94 a 40,97 b 30,68 c	 -19,16** -63,30**	1,03 19,55 0,00	 97,4	65,83 a 33,08 b 24,79 c	 -53,98** -99,50**	18,73 92,66 14,60	 82,0
05. BR 80-6989 BR 80-6989 x M. Amber M. Amber	63,00 a 42,33 b 28,33 b	 -14,60** -65,62**	2,36 27,69 0,00	 95,7	60,71 a 32,14 b 20,27 c	 -41,24** -94,12**	19,56 112,83 3,32	 89,8
06. BR 80-6989 BR 80-6989 x McCall McCall	62,94 a 42,31 b 28,84 c	 -15,60** -65,55**	1,44 23,25 0,00	 96,9	68,78 a 35,01 b 22,53 c	 -46,60** -98,17**	14,09 123,47 9,21	 90,6
07. Primavera Primavera x Pella Pella	53,44 a 43,68 b 32,82 c	 2,55 -36,53**	0,24 19,70 0,00	 99,4	48,06 a 31,72 a 17,94 b	 -1,75 -62,27**	6,30 80,49 3,34	 94,0
08. Primavera Primavera x Williams Williams	54,15 a 44,16 b 33,12 c	 2,40 -36,90**	0,37 12,78 0,00	 98,8	44,35 a 32,53 b 19,29 c	 4,46 -53,30**	13,49 56,95 1,78	 86,6
09. Primavera Primavera x Century Century	53,80 a 44,21 b 32,50 c	 4,91 -35,65**	1,02 11,02 0,00	 95,4	46,40 a 32,07 b 16,22 c	 4,85 -61,77**	12,90 49,28 3,21	 84,0
10. Primavera Primavera x M. Presto M. Presto	54,15 a 41,53 b 30,79 c	 -4,43** -46,61**	0,50 17,06 0,00	 98,5	47,70 a 33,89 b 32,89 b	 -31,79** -57,90**	4,60 82,75 10,00	 91,2
11. Primavera Primavera x M. Amber M. Amber	54,89 a 41,89 b 30,00 c	 -2,61 -47,37**	1,86 12,05 0,00	 92,3	47,67 a 29,72 b 19,15 c	 -22,09** -75,31**	30,02 49,82 7,76	 82,1
12. Primavera Primavera x McCall McCall	54,56 a 41,69 b 31,00 c	 -5,09 -47,18**	1,25 10,88 0,00	 94,1	46,33 a 30,84 b 23,05 c	 -22,20** -66,87**	13,48 45,70 2,56	 82,4

¹ Em cada cruzamento, parentais e progênes F₂ seguidos por letras diferentes diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18 - Média, heterose, heterobeltiose, variância e herdabilidade no sentido amplo para os caracteres número de dias para maturidade (NDM) e altura da planta na maturidade (APM) de 12 cruzamentos. Soja precoce, Piracicaba 1986/87.

Parentais e Cruzamentos (F ₂)	NDM				APM			
	MÉDIA ¹ (dias)	HETEROSE HETEROB. (%)	VARIÂNCIA (dias) ²	HERDABILIDADE (%)	MÉDIA (cm)	HETEROSE HETEROB. (%)	VARIÂNCIA (dias) ²	HERDABILIDADE (%)
01. BR 80-6989 BR 80-6989 x Pella Pella	134,67 a 112,95 b 97,26 c	-5,20* -32,26**	0,00 92,95 0,79	99,6	74,56 a 71,21 a 48,58 b	31,31** -8,99	20,87 410,54 51,45	91,2
02. BR 80-6989 BR 80-6989 x Willians Willians	135,68 a 112,65 b 97,00 c	-8,34* -33,95**	0,04 96,87 0,48	99,7	86,16 a 80,03 a 54,47 b	27,63* -14,22	22,16 490,34 31,96	94,4
03. BR 80-6989 BR 80-6989 x Century Century	135,58 a 109,54 b 95,76 c	-10,50** -38,41**	0,28 92,42 0,27	99,7	85,89 a 89,38 a 39,76 b	-20,87* -38,44**	41,83 370,99 14,35	92,4
04. BR 80-6989 BR 80-6989 x M. Presto M. Presto	135,00 a 97,28 b 83,26 c	-21,72** -55,88**	0,26 42,65 4,55	94,4	77,67 a 64,66 b 40,84 c	18,24* -33,50*	13,33 346,17 18,23	95,4
05. BR 80-6989 BR 80-6989 x M. Amber M. Amber	135,59 a 99,60 b 88,07 b	-21,76** -53,00**	0,19 45,51 2,13	97,4	74,94 a 58,00 b 31,53 c	17,90 -45,20**	35,91 374,33 7,82	94,2
06. BR 80-6989 BR 80-6989 x McCall McCall	135,53 a 99,84 b 86,79 c	-20,37** -52,67**	0,24 52,45 0,38	99,4	83,29 a 61,62 b 36,32 c	6,07 -52,03**	16,37 418,93 22,73	95,3
07. Primavera Primavera x Pella Pella	117,06 a 106,31 b 96,18 c	-0,58 -18,37**	3,21 46,56 0,86	95,6	108,00 a 75,33 a 50,82 b	-10,27* -60,50**	54,17 213,21 46,03	76,5
08. Primavera Primavera x Willians Willians	118,15 a 105,34 b 95,94 c	-3,18 -21,68**	3,88 29,37 0,24	92,9	103,05 a 74,53 b 54,65 c	-10,96 -55,35**	16,05 159,56 9,27	92,1
09. Primavera Primavera x Century Century	116,45 a 104,49 b 96,22 c	-3,47* -20,54**	7,98 29,58 0,00	86,5	93,75 a 72,42 b 36,94 c	21,65** -45,50**	50,59 153,57 33,42	72,6
10. Primavera Primavera x M. Presto M. Presto	117,65 a 96,62 b 81,63 c	-8,26** -35,75**	4,26 29,02 0,00	92,3	111,85 a 63,46 b 40,84 b	-33,75** -86,53**	7,86 333,04 10,04	97,0
11. Primavera Primavera x M. Amber M. Amber	117,89 a 96,78 b 86,35 c	-10,50** -35,85**	1,49 21,04 2,54	90,4	101,00 a 58,04 b 29,45 c	-22,03** -85,07**	17,30 204,69 10,32	86,6
12. Primavera Primavera x McCall McCall	119,33 a 99,69 b 92,40 c	-11,66** -32,92**	3,80 21,14 2,00	86,3	105,89 a 65,31 b 36,60 c	-16,66* -76,64**	37,25 209,65 12,54	88,1

¹ Em cada cruzamento, parentais e progênies F₂ seguidos por letras diferentes diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 19 - Média, heterose, heterobeltiose, variância e herdabilidade no sentido amplo para os caracteres acamamento (Ac) e valor agrônômico (VA) para 12 cruzamentos. Soja precoce, Piracicaba 1986/87.

Parentais e Cruzamentos (F ₂)	Ac				VA			
	MÉDIA ¹ (dias)	HETEROSE HETEROB. (%)	VARIÂNCIA (dias) ²	HERDABILIDADE (%)	MÉDIA (nota)	HETEROSE HETEROB. (%)	VARIÂNCIA (nota) ²	HERDABILIDADE (%)
01. BR 80-6989 BR 80-6989 x Pella Pella	1,1111 b 1,1688 a 1,0000 c	 21,46** 10,39*	0,0089 0,0199 0,0000	 77,6 	2,0260 b 2,3889 a 1,8421 c	 47,04** 35,82**	0,0178 0,0482 0,0126	 58,4
02. BR 80-6989 BR 80-6989 x Williams Williams	1,1053 b 1,5053 a 1,0526 c	 79,03** 72,38**	0,0089 0,0503 0,0042	 86,9 	2,6316 a 2,0763 b 1,9474 c	 -18,62** -42,20	0,0195 0,0527 0,0100	 72,0
03. BR 80-6989 BR 80-6989 x Century Century	1,2105 a 1,0769 b 1,0000 c	 -5,13* -22,07**	0,0015 0,0077 0,0006	 86,4 	2,6842 a 2,0223 b 1,4706 c	 -5,30 -49,32**	0,0036 0,0691 0,0118	 88,8
04. BR 80-6989 BR 80-6989 x M. Presto M. Presto	1,0556 b 1,3939 a 1,1579 c	 51,89** 64,10**	0,0044 0,0302 0,0042	 85,8 	2,3889 a 2,0606 b 1,3684 c	 19,37** -27,48**	0,0111 0,0522 0,0089	 80,8
05. BR 80-6989 BR 80-6989 x M. Amber M. Amber	1,1176 b 1,2358 a 1,0000 c	 33,43** 21,12*	0,0071 0,0245 0,0000	 98,5 	2,6471 a 1,9566 b 1,0000 c	 14,59** -52,17**	0,0112 0,0675 0,0000	 91,7
06. BR 80-6989 BR 80-6989 x McCall McCall	1,0588 b 1,2230 a 1,0000 c	 37,61** 31,02**	0,0047 0,0254 0,0000	 90,7 	2,8824 a 1,8293 b 1,0000 c	 -11,53** -73,07**	0,0188 0,0779 0,0000	 87,9
07. Primavera Primavera x Pella Pella	1,2778 b 1,4020 a 1,0000 c	 48,20** -19,44**	0,0228 0,0421 0,0006	 72,2 	2,8889 a 1,9510 a 1,9412 b	 -38,43** -64,93**	0,0050 0,0351 0,0129	 74,5
08. Primavera Primavera x Williams Williams	1,5500 a 1,4811 b 1,0588 c	 27,09** -8,89**	0,0052 0,0350 0,0053	 85,0 	2,9000 a 1,9087 b 1,7059 c	 -34,24** -68,36**	0,0002 0,0364 0,0053	 92,4
09. Primavera Primavera x Century Century	1,7500 a 1,1741 b 1,0000 c	 -29,22** -85,82**	0,0086 0,0172 0,0000	 75,0 	2,2500 a 2,0982 b 1,2222 c	 41,71** -13,49*	0,0141 0,0260 0,0072	 59,0
10. Primavera Primavera x M. Presto M. Presto	1,2500 a 1,2299 b 1,0000 c	 18,65** -3,216**	0,0205 0,0269 0,0000	 81,9 	2,7000 a 1,9970 b 1,4737 b	 -8,61* -52,07**	0,0120 0,0575 0,0111	 79,9
11. Primavera Primavera x M. Amber M. Amber	1,2778 a 1,1149 b 1,0000 c	 -4,21 -25,50**	0,0046 0,0129 0,0000	 82,2 	3,0556 a 1,9862 b 1,0000 c	 -4,10 -70,00**	0,0129 0,0429 0,0000	 84,9
12. Primavera Primavera x McCall McCall	1,5000 a 1,1605 b 1,0000 c	 -14,32** -45,27**	0,0264 0,0157 0,0000	 15,9 	2,5556 a 1,9778 b 1,2500 c	 7,88** -45,22**	0,0010 0,0365 0,0160	 76,7

¹ Em cada cruzamento, parentais e progênies F₂ seguidos por letras diferentes diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 20 - Média, variância, heterose e heterobeltiose para o caráter produtividade de planta individual (PPI) e média, heterose e heterobeltiose para o caráter produtividade total da parcela (PP) para 12 cruzamentos. Soja precoce, Piracicaba 1986/87.

Parentais e Cruzamentos (F_2)	PPI			PP	
	MÉDIA ¹	HETEROSE	VARIÂNCIA	MÉDIA	HETEROSE
	(g)	HETEROB. (%)	(g) ²	(g)	HETEROB. (%)
01. BR 80-6989	37,00 a		361,91	971,92 a	
BR 80-6989 x Pella	21,63 b	-20,53	279,11	795,80 a	-51,98**
Pella	11,21 b	-83,08**	20,36	291,35 b	-36,24
02. BR 80-6989	46,68 a		330,18	1.152,18 a	
BR 80-6989 x Williams	23,23 b	-41,22*	346,21	840,01 b	-24,23*
Williams	11,84 b	-100,47**	14,71	346,24 c	-54,19**
03. BR 80-6989	43,63 a		199,69	1.131,37 a	
BR 80-6989 x Century	21,73 b	-34,28*	270,43	734,63 b	18,65
Century	8,82 b	-100,39**	4,84	212,56 c	-70,13**
04. BR 80-6989	39,33 a		248,37	1.069,91 a	
BR 80-6989 x M. Presto	14,46 b	-76,70**	114,11	473,62 b	-40,88**
M. Presto	7,58 b	-126,47**	19,13	120,68 c	-111,46**
05. BR 80-6989	40,47 a		314,01	1.004,87 a	
BR 80-6989 x M. Amber	13,53 b	-82,01**	102,71	442,76 b	-42,84**
M. Amber	5,40 c	-133,14**	1,18	122,05 c	-111,88**
06. BR 80-6989	40,35 a		115,91	1.031,38 a	
BR 80-6989 x McCall	12,92 b	-85,51*	105,00	519,54 b	-27,40
McCall	4,79 b	-135,96**	1,59	172,64 c	-99,25**
07. Primavera	26,72 a		43,44	825,41 a	
Primavera x Pella	15,36 b	-33,22*	96,99	737,76 a	-69,62**
Pella	10,12 b	-85,03**	7,24	269,10 b	-48,96**
08. Primavera	31,25 a		110,81	933,31 a	
Primavera x Williams	15,76 b	-48,46**	88,92	704,81 b	17,24**
Williams	10,35 b	-99,14**	5,41	364,24 c	-48,96**
09. Primavera	22,35 a		198,36	881,73 a	
Primavera x Century	15,38 b	-5,50	94,18	654,47 b	-40,84**
Century	9,28 b	-62,37**	2,62	205,26 c	-51,55**
10. Primavera	28,25 a		35,88	888,12 a	
Primavera x M. Presto	10,39 b	-82,80**	66,33	427,01 b	-30,82**
M. Presto	7,21 b	-126,44**	4,48	121,46 c	-103,84**
11. Primavera	37,50 a		110,23	923,49 a	
Primavera x M. Amber	11,59 b	-97,54**	58,81	447,83 b	-21,33**
M. Amber	7,75 b	-138,18**	5,90	79,12 c	-103,01**
12. Primavera	27,22 a		91,52	1.000,12 a	
Primavera x McCall	12,57 b	-51,33**	64,62	509,69 b	-30,26**
McCall	6,60 b	-107,64**	8,78	201,00 c	-98,07**

¹ Em cada cruzamento, parentais e progênies F_2 seguidos por letras diferentes diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 21 - Porcentagem de plantas F_2 superiores dentro de cada cruzamento, segundo quatro critérios de seleção. Soja precoce. Piracicaba, 1986/87.

EXPERIMENTOS	CRUZAMENTOS	CRITÉRIO 1 [*] (NDM)	CRITÉRIO 2 (NDM, APM)	CRITÉRIO 3 (NDM, APM e PPI)	CRITÉRIO 4 (NDM, APM, PPI e Ac)
01	BR 80-0989xPella	77.40	27.59	2.00	2.34
02	BR 80-0989xWilliams	76.58	14.47	0.79	0.53
03	BR 80-0989xCentury	83.39	11.06	1.74	1.49
04	BR 80-0989xM. Presto	98.48	21.13	1.81	0.76
05	BR 80-0989xM. Amber	98.91	31.44	1.90	1.08
06	BR 80-0989xMcCall	98.61	14.63	2.09	1.74
07	PrimaveraxPella	98.28	3.92	2.43	0.24
08	PrimaveraxWilliams	100.00	3.34	2.43	1.53
09	PrimaveraxCentury	99.78	9.60	3.58	4.24
10	PrimaveraxM. Presto	99.40	0.89	0.00	0.00
11	PrimaveraxM. Amber	99.77	0.69	0.23	0.00
12	PrimaveraxMcCall	100.00	0.74	0.49	0.23

(*) CRITÉRIOS:

NDM: Genótipos com número de dias para maturidade menor que 120 dias.

APM: Genótipos com altura da planta na maturidade maior que média do parental superior (adaptado) dentro do respectivo experimento.

PPI: Genótipos com produtividade individual de planta maior que a média do parental superior (adaptado) dentro do respectivo experimento.

Ac: Genótipos com acamamento menor que a média do parental superior (adaptado) dentro do respectivo experimento.

Figura 1 - Variação do comprimento do dia, durante o ano em diferentes latitudes no hemisfério Sul.

Fonte: Soja no Brasil - Fundação Cargill, 1983.

Figura 2 - Umidade relativa do ar, temperatura máxima e mínima e precipitação pluvial diária do período de outubro/86 a abril/87, no município de Piracicaba - SP.

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

Figura 3 - Comparação gráfica dos 12 cruzamentos através do intervalo de média $\pm$ 2 desvios padrões dos caracteres número de dias para florescimento (NDF) e altura da planta no florescimento (APF). Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

Figura 4 - Comparação gráfica dos 12 cruzamentos através do intervalo de média $\pm$ 2 desvios padrões dos caracteres número de dias para maturidade (NDMD) e altura da planta na maturidade (APMD). Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

Figura 5 - Comparação gráfica dos 12 cruzamentos através do intervalo de média ± 2 desvios padrões dos caracteres acamamento (Ac) e valor agrônomo (VA). Soja precoce, Piracicaba, 1986/87.

Figura 6 - Comparação gráfica dos 12 cruzamentos através do intervalo de média ± 2 desvios padrões do caráter produtividade de planta individual (PPI).

APENDICE

Apêndice 1 - Genealogias dos parentais.

GENÓTIPO PARENTAL	GENEALOGIAS	FONTE
BR 80-6989	ParanáxBossier	Informação pessoal Dr. Romeu A.S. Kiihl, EMBRAPA CNPSoja - Londrina.
Primavera	(HalesoyxVolstate) x x (HoodxRhosa).	Organização das Cooperativas do Paraná. Recomendações técnicas para cultura da soja 1989/90. Cascável, 1989. 95p. (OCEPAR, Boletim técnico), 25).
Pella	[Waynex(ClarkxAdams)] x x Calland	BAHRENFUS, J.B. & FEHR, W.R. Registration Pella Soybean. Crop Science, Madison, 20: 415, 1980.
Williams	Waynex(ClarkxAdams)	HYMOWITZ, T.; NEWELL, C.A.; CARMER, S.G. (1977). Pedigrees of soybean cultivars released in the United State and Canada. Urbana, INTSOY series Number 13, pp.32.
Century	Calland x Bonus	WILCOX, J.R.; ATHOW, K.L.; ABNEY, T.S.; LAVIOLETTE, F.A.; RICHARDS, T.L. Registration of Century Soybean. Crop Science, Madison, 20: 415, 1980.
Maple Presto	Genealogia não localizada	
Maple Amber	Genealogia não localizada	
McCall	(AcmeChippewa) x Hark	LAMBERT, J.M. & KENNEDY, B.S. Registration of McCall Soybean. Crop Science, Madison, 19: 297, 1979.