POTENCIALIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.)
MERRILL) PARA CULTIVO DE INVERNO AVALIADA POR
CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

LUCIANO LOURENÇO NASS

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 Me-
lhoramento de Plantas

PIRACICABA

ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

JANEIRO DE 1989

N265p

Nass, Luciano Lourenço

Potencialidade de genótipos de soja (Glycine max (L.) Merrill) para cultivo de inverno avaliada por cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 1989.

112p. ilustr.

Diss. (Mestre) - ESALQ

Bibliografia

1. Soja - Cruzamento dialélico. 2. Soja - Cultivo de inverno. 3. Soja - Genótipo. 4. Soja - Melhoramento. I. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

CDD 633.34

POTENCIALIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.)
MERRILL) PARA CULTIVO DE INVERNO AVALIADA POR
CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Luciano Lourenço Nass

Aprovado em: 27.03.1989

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Natal Antonio Vello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Roland Vencovsky	ESALQ/USP
Prof. Dr. Décio Barbin	ESALQ/USP

1-1-11/115
Prof. Dr. Natal Antonio Vello
Orientador

A minha avô *Laura*

Aos meus pais *Lucy* e *Ottomar*

e a minha irmã *Lísian*

DEDICO.

Ao *Rivail*, *Sidival* e a
Nilce

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof.Dr. Natal Antonio Vello pela valiosa orientação, ensinamentos e colaboração na realização deste trabalho.

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

À EMBRAPA pelo apoio financeiro para condução dos experimentos.

Aos Professores do Departamento de Genética da ESALQ pelos ensinamentos recebidos e em particular aos Professores Drs. José Branco de Miranda Filho e Isaias Olívio Geraldi que juntamente com o Prof. Natal Antonio Vello, compuseram a banca do meu exame geral de qualificação.

À Ana Maria R. Cassiolato e Tania Marta C. dos Santos pela convivência agradável, pura e carinhosa; aos amigos Telmo Canton e Nilson A. Villa Nova pela força, amizade e companheirismo.

À bibliotecária Nilce T. Puga pela revisão de literatura; às funcionárias Terezinha de Jesus L. Barrete, Olívia R. Pachane e aos demais funcionários do Departamento de Genética da ESALQ, pela atenção e presteza.

Aos colegas Telmo Canton, Arnaldo Meister Pimentel e Cláudio Luiz Dias pelo apoio e indispensável colaboração nos trabalhos experimentais.

Aos funcionários do Laboratório de Soja, Antônio Roberto Cogo, Claudinei Antônio Didonê e Osmair José da Silva e ainda aos funcionários Álvaro Gomes e Orides Alves Cardoso pelo apoio e dedicação na realização dos trabalhos de campo e de laboratório.

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

Aos meus queridos sobrinhos Luciana, Diego e Gabriel, e ainda ao Mário Sérgio e Marcus Vinicius.

A Sra. Elisa S. Peron pelo eficiente trabalho de datilografia.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Fotoperíodo	4
2.2. Efeito da Latitude	10
2.3. Temperatura	14
2.4. Época de Plantio	18
2.5. Insensibilidade	21
2.6. Herança	24
2.7. Heterose e Heterobeltiose	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Procedimentos Experimentais	32
3.1.1. Obtenção de sementes F_1	32
3.1.2. Obtenção de sementes F_2	33
3.1.3. Delineamentos e descrições dos experimentos	34
3.1.4. Caracteres avaliados	36
3.2. Análises Estatístico-Genéticas	38
3.2.1. Análise de variância	38
3.2.2. Análise dialélica	39
3.3. Heterose e Heterobeltiose	43
3.4. Comparação dos tipos de parcelas experimentais	44

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. Análise de Variância	45
4.2. Avaliação dos parentais, progênies F_2 , heterose e heterobeltiose	46
4.2.1. Caracteres relacionados ao florescimento	46
4.2.2. Caracteres relacionados à maturidade	51
4.2.3. Acamamento, valor agronômico e produtividade	57
4.3. Análise dialélica de Griffing	63
4.3.1. Efeitos da CGC	66
4.3.2. Efeitos da CEC	70
4.4. Comparação dos tipos de parcelas experimentais	77
5. CONCLUSÕES	79
BIBLIOGRAFIA	82
TABELAS	97
APÊNDICE	111

POTENCIALIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.)
MERRILL) PARA CULTIVO DE INVERNO AVALIADA POR
CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Autor: Luciano Lourenço Nass

Orientador: Prof. Dr. Natal Antonio Vello

RESUMO

No Estado de São Paulo, como alternativa tecnológica, a soja vem sendo cultivada no inverno em sucessão ao cultivo de verão, representado preferencialmente por uma gramínea de ciclo precoce. O presente trabalho teve como objetivos principais a avaliação do potencial genético e da capacidade de combinação de genótipos semi-tardios de soja, visando ao cultivo de inverno. Foram utilizados dez parentais (Cristalina, EMGO-PA-301, IAC-4, IAC-5, IAC-6, IAC-8, IAC-9, IAC-11, Santa Rosa e SS-1, por apresentarem período juvenil acentuado, níveis altos de produtividade e certa divergência genética) e as progênes F₂ obtidas por cruzamentos dialêlicos.

No período de 21 de janeiro (plantio) a 21 de julho de 1988 (colheita do genótipo mais tardio), foram conduzidos três experimentos em Piracicaba-SP, em ambiente caracterizado por 22°42' de latitude Sul, 47°38' de longitude Oeste e 537m de altitude. O experimento 1 incluiu todos os cruzamentos e conservou o esquema dialélico; foi usado o delineamento em lâtigo 8 x 8 com tratamentos adicionais e cinco repetições; a parcela foi representada por nove plantas distribuídas individualmente em covas;

o espaçamento entre covas foi de 0,60m. Os outros dois experimentos possuíram menor número de tratamentos, sendo as parcelas representadas por fileiras de 1 e 3m. Nestes dois experimentos, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os caracteres avaliados foram os seguintes: número de dias para florescimento e maturidade, número de internódios no florescimento e na maturidade, altura da planta no florescimento e na maturidade, acamamento, valor agrônômico (notas visuais) e produtividade de planta individual.

O látice não apresentou eficiência em relação a blocos casualizados, assim as análises foram refeitas em blocos. Os parentais e as progênes F₂ apresentaram diferenças significativas entre si para todos os caracteres, evidenciando um elevado potencial para formação de uma população de base genética ampla, visando a obtenção de combinações superiores para o cultivo de inverno. A heterose e a heterobelitose apresentaram variação ampla; geralmente as suas maiores estimativas estiveram relacionadas às maiores médias, porém, nem sempre corresponderam às maiores variâncias. A análise de Griffing revelou maior importância da capacidade geral de combinação (CGC) em relação a capacidade específica de combinação (CEC), sendo a razão $CGC/(CGC+CEC)$ superior a 0,9 em todos os caracteres. As estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (g_i), do efeito da capacidade específica de combinação de um parental com ele mesmo (s_{ii}) e do efeito da capacidade específica de combinação para o cruzamento entre dois parentais (s_{ij} para $i \neq j$), apresentaram variação em todos os caracteres. No caráter produtividade (PPI), os parentais Cristalina, IAC-11 e SS-1, obtiveram as melhores estimativas para g_i ; além disso, participaram dos cruzamentos mais expressivos para esse caráter. A avaliação das progê-

nies F_2 em covas individuais, mostrou-se bastante satisfatória em discriminar os cruzamentos de maior potencial.

POTENTIAL OF SOYBEAN (*Glycine max* (L.) MERRILL)
GENOTYPES AS WINTER CROP EVALUATED THROUGH DIALLEL CROSSES

Author: Luciano Lourenço Nass

Adviser: Prof. Dr. Natal Antonio Vello

SUMMARY

Soybean has been grown as a winter crop as a technological alternative, succeeding the summer crops usually represented by maize, sorghum, or other early graminaceous crop, in the State of São Paulo, Brazil. This research aimed to evaluate the potential of semi-late soybean genotypes for winter cropping. Based on juvenile period, high seed yielding, and genetic divergence, ten genotypes were chosen as parents: Cristalina, EMGOPA-301, IAC-4, IAC-5, IAC-6, IAC-8, IAC-9, IAC-11, Santa Rosa and SS-1. These ten parents and their F₂ diallel progenies were tested in field conditions.

Three experiments were carried out in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil, at 22°42' South latitude, 47°38' West longitude, and 537m altitude, from January 21 (planting) to June 21, 1988 (harvest of the latest genotype). The first experiment included all F₂ progenies of the diallel crossing system, in a 8 x 8 lattice design with five replications; each plot corresponded to nine hills spaced 0.60m apart, with one plant each; an additional 0.60m space separated two neighbour plots. The other two experiments included only part of the F₂ progenies in a

randomized complete block design with four replications. In these two experiments, a plot was represented by rows of 1m and 3m, respectively, spaced 0.60m apart. The ten parents participated in all three experiments. Nine characters were evaluated: time to flowering and to maturity, numbers of internodes at flowering and at maturity, plant height at flowering and at maturity, lodging, agronomic value (visual scores), and seed yield on individual plant basis.

The lattice design was not efficient, and data were then analysed as a randomized complete block design. Significance was detected among parents and F_2 progenies for all the characters. This fact showed the high potential of these materials in synthesizing a population with large genetic basis for recurrent selection of genotypes appropriate to winter cropping. Large ranges of values were estimated for heterosis and heterobeltiosis; the largest estimates were related to the largest means, but not always they corresponded to the largest variances. Griffing's analysis revealed that general combining ability (gca) was much more important than specific combining ability (sca); the relation $gca/(gca+sca)$ was superior to 0.9 for all characters. There were variations among general and specific effects for all characters. 'Cristalina', 'IAC-11', and 'SS-1' presented the largest values of general combining effect and participated in the crosses with superior seed yield. Relatively high correlations indicated efficiency of individual plant hill plot in discriminating the crosses with superior potential for winter cropping, when compared to evaluations using rows as plots.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie autógama, de grande importância mundial, atingindo aproximadamente 100 milhões de toneladas em 1985. No Brasil, em 1986, a produção foi de 13.335.000t em uma área de 9.186.000ha, com produtividade de 1.452kg/ha (FAO PRODUCTION YEARBOOK, 1986).

De acordo com VELLO (1985) o interesse mundial pela soja deve-se à excelente combinação que a espécie apresenta em termos de produtividade (geralmente acima de 2t/ha) e porcentagens de óleo e de proteína, que em média, correspondem a 20 e 40% do peso das sementes, respectivamente.

Na década de 70, a soja apresentou aumentos significativos de produção, porém, esse cultivo limitava-se às regiões Sul e Sudeste. A partir de 1980, a região Central contribuiu para a expansão da cultura no território nacional, com produtividade atual semelhante às obtidas nas regiões tradicionais. Recentemente, com a disponibilidade de cultivares adaptados às baixas latitudes, tornou-se possível o cultivo de soja em todas as regiões do Brasil (BONATO & DALL'AGNOLL, 1985).

A crescente expansão da soja requer cultivares com caracteres específicos para atender às exigências dos diversos ambientes. Um desses caracteres é o período juvenil longo. Entende-se por período juvenil o número de dias entre a emergência da plântula (início da recepção de luz) e o começo do processo de indução do florescimento. A ampliação do período juvenil de 9 dias (genótipos sensíveis ao fotoperíodo) para mais de 20 dias (genótipos tolerantes ao fotoperíodo) permite maior crescimento vegetativo da planta e, conseqüentemente, aumenta o seu potencial de produtividade de sementes. Diferenças genéticas entre cultivares de soja quanto à duração do período juvenil, sob condições de dias curtos, foram detectadas por KIIHL (1976) e TISSELI JUNIOR (1981), possibilitando alteração desse caráter em programas de melhoramento conduzidos sob tais condições.

As influências de fatores ambientais sobre os genótipos de soja são muito pronunciadas. A temperatura tem efeito mais pronunciado sobre os genótipos precoces, enquanto que o fotoperíodo é mais limitante nos genótipos tardios. Os genótipos classificados como tardios na época normal de cultivo (plantio em outubro ou novembro) são os que oferecem melhores possibilidades para cultivo de inverno (plantio em fevereiro), principalmente devido ao menor efeito da temperatura sobre o desenvolvimento e a produtividade destes genótipos. O deslocamento da época de plantio de outubro para fevereiro traz como conseqüência imediata o encurtamento do ciclo, tornando os genótipos menos tardios. Este efeito sobre o ciclo pode ser muito drástico, ao ponto de limitar a utilização, no cultivo de inverno, da maioria dos genótipos de soja atualmente disponíveis.

Esse trabalho integra o Programa de Soja do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas do Instituto de Genética da Escola

Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, que entre seus objetivos visa desenvolver novos genótipos de soja menos sensíveis ao fotoperíodo, para utilização na safra de inverno. No Estado de São Paulo, o cultivo de inverno apresenta-se como uma tecnologia alternativa em relação ao cultivo normal. Esta possibilidade é particularmente promissora em sistemas agrônômicos que envolvem sucessão de espécies diferentes e nos quais o cultivo da época normal (verão) é representado por uma gramínea (milho, sorgo, etc) de ciclo precoce. Para alcançarem níveis altos de produtividade em cultivos de inverno, os cultivares devem apresentar período juvenil longo, tolerância às baixas temperaturas e pouca exigência em água. Assim sendo, este estudo teve os seguintes objetivos:

- a) avaliação do potencial genético e da capacidade de combinação de genótipos parentais;
- b) identificação dos cruzamentos de maior potencial com base na média, na variância da geração F_2 e na capacidade de combinação dos parentais;
- c) estimação de parâmetros genéticos para caracteres agrônômicos;
- d) comparação do comportamento dos parentais e das progênies F_2 em diferentes tipos de parcelas experimentais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fotoperíodo

A influência do período luminoso para o crescimento e desenvolvimento das plantas tem sido objeto de muitos estudos. Mooers, citado por HOWELL (1963), observou diferenças no fotoperíodo da soja semeada em épocas diferentes. GARNER & ALLARD (1920) após estudarem o efeito do comprimento do dia no desenvolvimento de algumas espécies, sugeriram os termos fotoperíodo para designar o comprimento do dia favorável para cada organismo e fotoperiodismo para a resposta do organismo para o comprimento relativo entre dia e noite.

Quando a soja foi classificada como uma espécie de dias curtos, acreditava-se que um período luminoso curto seria o responsável pela indução do florescimento. Sabe-se hoje que é o número de horas de escuridão que determina a indução do florescimento e não o número de horas do período luminoso diário (BORTHWICK & PARKER, 1938a,b). Estes autores observaram que o estímulo causado por dois fotoperíodos curtos sucessivos foram suficientes para dar início à diferenciação dos

primórdios florais e relataram que as folhas são os pontos de percepção do estímulo. Em estudos posteriores, utilizando o cultivar "Biloxi", BORTHWICK & PARKER (1940) analisaram a relação da idade e posição das folhas quanto à sua eficiência na iniciação floral. Concluíram que a folha mais eficiente é a que recentemente atingiu o completo desenvolvimento; após este estágio, sua eficiência declina gradualmente. PARKER *et alii* (1946) observaram a ação do espectro no controle fotoperiódico da iniciação floral em plantas de dias curtos. Os resultados apontaram ser o comprimento de onda, entre 600 a 680nm, o mais eficiente na iniciação floral, sendo 720nm o limite superior, acima do qual o florescimento é inibido, e apresentando o mínimo de efetividade na região dos 480nm.

A iniciação do primórdio floral em algumas variedades sob luz contínua mostrou não ser o período de escuridão uma condição necessária para a iniciação floral (BORTHWICK & PARKER, 1939 e CRISWELL & HUME, 1972). JOHNSON *et alii* (1960) estudaram a resposta ao fotoperíodo de diversos cultivares de soja com diferentes maturidades e observaram que tanto na indução floral quanto no desenvolvimento da planta após a indução, os cultivares precoces foram menos influenciados pelo fotoperíodo do que os cultivares tardios. BYTH (1968) comparou a resposta fotoperiódica em cultivares de soja de origem tropical e temperada. A taxa de iniciação floral e o desenvolvimento das plantas foram mais influenciadas pelo fotoperíodo nos cultivares de clima tropical do que nos de clima temperado. Observando tais variações, HARTWIG (1973) enfatizou que um cultivar de soja não poderia ser simplesmente descrito em termos de

maturação precoce, média ou tardia, sem que esses termos estivessem relacionados a uma latitude específica. Atualmente, a soja é classificada, para os Estados Unidos e Canadá, em 13 Grupos de Maturação: 000, 00, 0, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X, sendo que os grupos identificados por índices de valores menores são adaptados a latitudes mais elevadas e os grupos identificados por índices maiores contêm genótipos adaptados às baixas latitudes (próximo do Equador). Os grupos de maturação se diferenciam por intervalos de 10 a 15 dias e são referidos a um ou dois cultivares como padrão.

HARTWIG (1973), relacionando latitude com fotoperíodo, salientou que na transferência de um cultivar de 15° para 10° de latitude existe uma redução de apenas 12 minutos no fotoperíodo; entretanto, quando esta transferência é praticada de 45° para 40° , há uma redução de 35 minutos. Considerando estas alterações, o autor sugeriu que um cultivar adaptado para produção em baixas latitudes deveria ter uma faixa de adaptação mais ampla do que um cultivar adaptado para produção em latitudes elevadas. Esse é um dos motivos pelo qual, material tardio selecionado no Estado de São Paulo, adapta-se bem a latitudes menores (MIRANDA *et alii*, 1977).

A importância na disponibilidade de genótipos de soja não sensíveis ou insensíveis ao fotoperíodo, foi salientada por CRISWELL & HUME (1972), POLSON (1972) e SHANMUGASUNDARAM (1979), quanto à utilização dos mesmos em programas de melhoramento para o desenvolvimento de cultivares com maior área de adaptação. CRISWELL & HUME (1972) analisaram 12 cultivares de soja sob fotoperíodos de 12, 16, 20 e 24 horas

em câmara de crescimento. O número de dias da semeadura ao início do florescimento aumentou com fotoperíodos longos em 11 dos 12 cultivares, sendo que os cultivares precoces foram menos sensíveis que os tardios. Desta forma, 111 linhagens do Grupo de Maturação 00 foram conduzidas sob fotoperíodos de 12, 22, 23 e 24 horas e aproximadamente 70% das linhagens não tiveram o subperíodo semeadura-florescimento afetado pelo fotoperíodo.

POLSON (1972) testou genótipos de soja dos Grupos 00 e 0 para neutralidade ou insensibilidade ao fotoperíodo com relação à antese. Cerca de 400 linhagens foram avaliadas em casa de vegetação sob diferentes fotoperíodos. Neste experimento, foram identificadas linhagens que floresceram praticamente no mesmo número de dias, sob fotoperíodos com amplitude entre 12 e 22 horas. Várias linhagens identificadas em casa de vegetação como sendo de resposta neutra em relação ao fotoperíodo, mantiveram o mesmo comportamento em condições de campo sob diferentes fotoperíodos. Algumas destas linhagens sofreram um atraso na maturação, isto devido à exposição das mesmas a fotoperíodos longos.

SHANMUGASUNDARAM & TSOU (1978) trabalharam com uma linhagem sensível ao fotoperíodo e outra de reação insensível, com o objetivo de determinar o estágio crítico anterior à indução do florescimento e o comportamento da fotoindução necessários para a antese. Nos tratamentos fotoperiódicos utilizados, 10 e 16 horas, não foram detectadas diferenças na época de florescimento da linhagem insensível. Entretanto, na linhagem sensível, o número de dias para o início do florescimento não foi afetado pela troca do fotoperíodo de 16 para o de 10 horas

até nove dias após a emergência. Plantas mudadas de fotoperíodo de 10 para 16 horas, não floresceram antes de 36 dias após a emergência, indicando que a indução foi completada 36 dias após a emergência, sendo que a antese mais precoce ocorreu 46 dias após a emergência. Os autores concluíram que o período de indução foi de 27 dias curtos (10 horas), que a antese ocorreu 10 dias depois de encerrada a indução do florescimento e que o tempo crítico para se iniciar a indução foi de nove dias após a emergência para a linhagem sensível. Estes resultados indicaram que a soja possui uma fase juvenil, na qual é insensível ao fotoperíodo; na linhagem do experimento anterior, este período foi de nove dias; poderá ser diferente em outras linhagens.

A variação na resposta fotoperiódica em alguns caracteres da soja foi relatada por SHANMUGASUNDARAM (1979), utilizando fotoperíodos de 10 horas (dias curtos) e 16 horas (dias longos). Entre os 40 cultivares analisados 17 não mostraram diferenças significativas entre os fotoperíodos para todos os caracteres em estudo. O 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 fotoperíodos. O primeiro nó a florescer, altura da planta no florescimento, dias para o florescimento, número de nós no florescimento e peso de cem sementes foram menos influenciados pelos fotoperíodos na maioria dos cultivares, enquanto a altura na maturidade, número de nós na maturidade, número de dias para maturidade e produtividade foram mais influenciados.

NISSLY *et alii* (1975) testaram 515 genótipos do Grupo de Maturação III em relação à sensibilidade ao comprimento do dia, sob condições de comprimento do dia natural e dia natural complementado de 5 horas com luz incandescente. Os dados mostraram variação muito grande do germoplasma quanto à sensibilidade. Entretanto, PI 317334 B, apresentou um alto grau de insensibilidade a fotoperíodos longos. A diferença foi somente de dois dias no florescimento e de três dias na maturidade quando comparados os dois tratamentos fotoperiódicos. A seleção realizada em Porto Rico, sob iluminação contínua, mostrou resultados similares aos obtidos nos Estados Unidos. Os genótipos PI 317334 A e PI 196160 apresentaram reação neutra ao comprimento do dia e PI 317334 B mostrou baixo grau de sensibilidade ao fotoperíodo, em câmara de crescimento, sob períodos de 12, 14, 16 e 20 horas de luz.

A reação fotoperiódica que regula o florescimento, aparentemente controla alguma reação básica que é essencial não somente ao florescimento, mas a todos os estádios do desenvolvimento reprodutivo (JOHNSON *et alii*, 1960). Para esses autores, alguns cultivares são aparentemente mais sensíveis do que outros ao fotoperíodo posterior ao florescimento, encurtando o subperíodo florescimento-maturidade. HARTWIG (1975) procurou identificar genótipos de florescimento tardio, destinados a estações curtas, através da obtenção de maior porte e maior altura de inserção de vagens em cultivares de hábito determinado; PI 171450 e "Hill" quando utilizados como parentais originaram linhagens mais produtivas, que florescia mais tarde, porém maturavam praticamente junto com os cultivares testemunhas, devido à redução do subperíodo

florescimento-maturidade. O autor salientou que os resultados obtidos tornam possível a modificação de dias para o início do florescimento sem provocar muita alteração nos dias para completar a maturidade.

2.2. Efeito da Latitude

A latitude atua de maneira muito pronunciada nos genótipos de soja. Segundo Ball, citado por HARTWIG (1973), a altura da planta e o número de dias para a maturidade de genótipos introduzidos, foram muito reduzidos quando cultivados na região da Costa do Golfo em relação aos cultivos realizados em Washington, DC. Os genótipos de soja são muito sensíveis ao fotoperíodo e esta sensibilidade determina em grau considerável a área de adaptação e o tempo para maturidade de cada cultivar (HARTWIG, 1970).

WANG *et alii* (1980) estudando a resposta fotoperiódica em sojas coletadas em localidades de diferentes latitudes na China, observaram que a resposta a dias curtos foi maior em genótipos selvagens do que em material semi-cultivado. Os autores consideraram que as sojas com resposta fraca a dias curtos (precoces) foram originadas daquelas com resposta forte (tardias) e migraram gradualmente de baixas latitudes para regiões de latitudes mais elevadas.

HARTWIG (1970) testou em Mayaguez, Porto Rico ($18^{\circ}14'N$) o comportamento de cultivares de soja adaptados aos Estados Unidos. Quase todos os cultivares floresceram em 30 dias ou menos. O cultivar "Hill", Grupo V, floresceu no mesmo período que "Hardee", pertencente ao Grupo

VIII. Entretanto, "Hill" alcançou a maturidade 24 dias antes que "Hardee". Isto sugere a existência de variabilidade genética, a qual permite seleção para um período relativamente longo entre a emergência e o início do florescimento. O genótipo PI 274454 considerado como um dos mais tardios disponíveis em Stoneville ($33^{\circ}20'N$), iniciou o florescimento em 98 dias quando cultivado no início de junho em Porto Rico ($18^{\circ}14'N$) e quando cultivado na Colômbia ($3^{\circ}N$) floresceu em 65 dias. Outra avaliação sobre a influência da latitude foi realizada em Beltsville por JOHNSON *et alii* (1960), onde diferentes condições fotoperiódicas foram simuladas para latitudes de 39° , $36^{\circ}40'$ e $34^{\circ}20'$. As plantas cresceram sob condições naturais das 8:00 às 17:00 horas e foram colocadas em câmaras escuras onde o fotoperíodo foi complementado. Embora a máxima diferença no fotoperíodo fosse 17 minutos, o tempo médio para o florescimento ou maturidade tornou-se menor com o decréscimo do comprimento do dia. O número médio de dias para a maturidade de seis cultivares plantados em 23 de maio, para latitudes simuladas de 39° , $36^{\circ}40'$, $34^{\circ}20'$ foi 146, 141 e 139 dias, respectivamente. Para plantio em 4 de junho, os dias para maturidade foram 119, 116 e 113, respectivamente.

Ilustrando a magnitude da diferença fotoperiódica em relação à latitude, HARTWIG (1973) ressaltou que em 20 de maio o fotoperíodo para latitude de 45° é uma hora e 40 minutos maior que a 30° de latitude e é três horas maior que a 10° . Assumindo que um cultivar adaptado esteja disponível para semeadura em 20 de maio (aproximadamente 20 de novembro no Hemisfério Sul), a diferença do fotoperíodo na data de plantio e na maturidade poderia variar de 30 minutos em 10° até mais de 3 horas em 45° de latitude.

NISSLY *et alii* (1981) salientaram que genótipos de soja com maturidade tardia e reação neutra ou quase-neutra ao fotoperíodo, de vem ser um recurso valioso para programas de melhoramento, devido a suas potencialidades de ampla adaptação a diferentes latitudes e estações do ano. A soja é cultivada em muitas partes do mundo, sendo que a maioria das áreas localizam-se em latitudes superiores a 23°. O Brasil constituiu-se numa exceção porque possui em torno de dois milhões de hectares de soja em latitudes menores que 23°, existindo uma tendência de deslocamento para áreas próximas do equador (KIIHL *et alii*, 1985).

VILELA *et alii* (1979) avaliaram o comportamento de cultivares de soja em cultivo de inverno no cerrado. As linhagens mais tardias Lo 75-1410, Lo 75-2660 e L 109-ICA apresentaram bom desempenho no plantio de inverno quando comparadas com o plantio normal, no que diz respeito à produção de grãos, altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e ciclo. Os autores concluíram que a seleção de material segregante em época de dias curtos, com ênfase às linhagens mais tardias, poderia ser feita visando à obtenção de cultivares menos sensíveis ao fotoperíodo e de possível adaptação a regiões mais próximas do equador.

A soja cultivada numa latitude menor do que a de melhor adaptação, apresenta porte e rendimento reduzidos devido aos dias curtos, pois as plantas não se encontram suficientemente desenvolvidas quando atingem o florescimento. Por outro lado, quando plantada numa latitude maior à recomendável, os dias mais longos não permitem que ela floresça, mudam o florescimento para fora da época normal, ficando demasiadamente tardia (GANDOLFI *et alii*, 1977). Quanto a este respeito,

HARTWIG (1970), sugeriu que sob condições de dias curtos, um mínimo de 45 dias entre a emergência e o início do florescimento é requerido para permitir o desenvolvimento vegetativo necessário para produzir rendimento razoável e com altura de vagem suficiente para viabilizar a colheita mecanizada sem perdas excessivas.

CREGAN & HARTWIG (1984) testaram 12 genótipos de soja em fotoperíodos constantes, variando entre 11 a 20 horas, para caracterizar o comportamento de cada genótipo. Em fotoperíodos constantes e menores do que 14 horas, os genótipos PI 274454, PI 159925 e linhagens derivadas de cruzamentos com PI 159925 floresceram significativamente mais tarde em relação aos outros genótipos testados, incluindo os cultivares "Biloxi" e "Júpiter", que normalmente apresentam maturidade tardia. A regressão de dias para o início do florescimento sobre duração do fotoperíodo foi utilizada para caracterizar a resposta fotoperiódica de cada genótipo. Os mesmos foram classificados em três categorias: aqueles que não respondem, aqueles somente com resposta linear e os que apresentaram respostas linear e quadrática significativas. Os genótipos caracterizados como de florescimento tardio sob condições de dias curtos mostraram somente resposta linear.

FRANCIS (1970) ressaltou que a eliminação da sensibilidade ao fotoperíodo é um objetivo dos programas de melhoramento modernos, pois é um fator que pode ser limitante na adaptação de novos cultivares às diferentes latitudes. Em trabalho realizado para as condições brasileiras, KIIHL *et alii* (1982) obtiveram o cultivar "Tropical", proveniente do cruzamento Hampton X E 70-51, sendo que E 70-51 era uma

linhagem F₄ selecionada a partir do cruzamento Hill X PI 240664. "Tropical" é um cultivar adaptado às baixas latitudes, apresentando ciclo de 115 a 125 dias para áreas entre zero e 15° de latitude. Outro cultivar desenvolvido no Brasil para regiões de baixa latitude foi BR-9 (Savana), sendo resultado de seleção em "Bulk" formado por cruzamentos entre "Davis" com Santa Rosa, IAC 73-481, IAC 73-1075 e F 67-5221 (SOUZA *et alii*, 1984).

2.3. Temperatura

A interação entre o comprimento do dia e a temperatura exerce uma importante influência sobre algumas espécies. O fator comprimento do dia é essencialmente constante entre os anos, enquanto a temperatura é geralmente variável. A primeira observação mostrando que a resposta ao comprimento do dia é modificada pela temperatura, foi relatada por GARNER & ALLARD (1930). Os autores obtiveram evidências indicando que sob condições de campo em Washington, DC, as variações de ano para ano na data de florescimento, em cultivares precoces e tardios de soja plantados em qualquer data, ocorreram principalmente devido a diferenças na temperatura, enquanto o comprimento do dia foi o principal fator externo responsável pelo fato de um cultivar ser sempre relativamente precoce e outro tardio para atingir o estágio reprodutivo.

A temperatura noturna é um importante fator que afeta a indução floral, bem como outras reações nas plantas (ROBERTS, 1943). Sua influência alterou a morfologia da cultura (THOMAS & RAPER JUNIOR, 1978).

Segundo Summerfield *et alii*, citados por THOMAS & RAPER JUNIOR (1978), um aumento da temperatura noturna promoverá redução no tempo para florescimento de certos cultivares de soja e, à medida que a planta matura, um aumento na temperatura diurna provocará redução na produtividade. Também ressaltaram que para alguns cultivares adaptados aos trópicos, uma alteração de 5°C na temperatura noturna é mais eficiente que uma alteração de 100 minutos no comprimento do dia, no que se refere à influência sobre o início do florescimento. SCHAIK & PROBST (1958) estudando o efeito dos fatores ambientais na produção de flores e na eficiência reprodutiva da soja, observaram que a porcentagem de flores e vagens abortadas aumentou devido às altas temperaturas e aos fotoperíodos longos.

LAWN & BYTH (1973) concluíram que a temperatura apresentou uma influência significativa somente nos cultivares menos sensíveis ao fotoperíodo. As fases de pré-florescimento mais longas, para cultivares de maturidade precoce plantados antecipadamente, estão associadas com temperaturas diárias mais baixas ocorridas no subperíodo emergência-floração. Em trabalho realizado no Sul do Canadá, MAJOR *et alii* (1975), observaram que baixas temperaturas e dias longos determinam efeitos aditivos no retardamento do florescimento. Os efeitos das baixas temperaturas predominavam no início da primavera e nos dias longos próximo ao início do verão. Por outro lado, a maturidade foi apressada de tal forma pelos dias curtos do outono, que superavam os efeitos de retardamento das baixas temperaturas dessa estação sobre o amadurecimento das plantas.

A alteração em 5°C da temperatura noturna mantida por todo o período de crescimento influenciou o desenvolvimento vegetativo de alguns cultivares de caupi e soja. O fotoperíodo e a temperatura noturna influenciaram o tempo para o início do florescimento, entretanto, a taxa de desenvolvimento vegetativo foi mais dependente da temperatura noturna em relação a diurna e ao comprimento do dia (HUXLEY & SUMMERFIELD, 1974). A importância da temperatura noturna foi enfatizada por SEDDIGH & JOLLIFF (1984) como um critério em potencial para o desenvolvimento de novos cultivares de soja.

De acordo com BOARD & HALL (1984), a maior razão para a redução da produtividade em plantios realizados em datas não recomendadas é o desenvolvimento inadequado devido ao florescimento prematuro. Dependendo da temperatura e de outras condições ambientais, é necessário um período vegetativo de 42 até 58 dias para promover um índice de área foliar em torno de 3,0 que é requerido para produtividades elevadas (CONSTABLE, 1977; HARTWIG, 1970; HUXLEY & SUMMERFIELD, 1974; SCHAIK & PROBST, 1958; THOMAS & RAPER JUNIOR, 1977). Respostas morfológicas em soja foram avaliadas por THOMAS & RAPER JUNIOR (1977) sob fotoperíodos curtos e longos, em diferentes combinações entre temperaturas diurnas e noturnas. O desenvolvimento de ramos axilares em nós mais baixos do caule principal variou com a temperatura e com o estágio de desenvolvimento na indução. Para iniciação floral foram relacionados três sítios potenciais: nós do caule principal, ramos axilares e nós dos ramos axilares. As variações nas razões entre médias de flores/nós e vagens/nós, evidenciaram a importância da idade da planta e da temperatura em alterar a resposta fotoperiódica da soja.

As influências da temperatura e do fotoperíodo na redução da produtividade da soja, por florescimento prematuro em datas não recomendadas, foram estudadas por BOARD & HALL (1984). Os resultados observados mostraram que temperaturas altas (27°C) e fotoperíodos curtos reduziram o período vegetativo, enquanto temperaturas menores (21°C) e fotoperíodos longos prolongaram o mesmo. Interação significativa foi detectada entre fotoperíodo e temperatura no caráter tempo para o início do florescimento. Os autores concluíram que esta interação foi devida ao maior efeito de temperaturas altas em diminuir o período vegetativo sob dias curtos em relação aos dias longos.

Os resultados obtidos por POLSON (1972) indicaram que algumas linhagens podem ser sensíveis à temperatura e que esta sensibilidade era controlada geneticamente. As linhagens identificadas como neutras ao comprimento do dia foram geralmente insensíveis à temperatura. Diferentes termoperiodicidades sobre o desenvolvimento de cultivares de soja, sob condições de dias curtos no Rio Grande do Sul, foram estudadas por GANDOLFI *et alii* (1979). O trabalho foi realizado em câmara climática para avaliar os termoperíodos de $30^{\circ}/30^{\circ}$, $30^{\circ}/24^{\circ}$, $24^{\circ}/24^{\circ}$ e $24^{\circ}/18^{\circ}$ (dia/noite). As análises demonstraram haver diferenças significativas na resposta da maioria dos cultivares, com relação aos caracteres: número de dias da emergência ao florescimento, comprimento do caule principal, número de nós do caule principal e número de folhas da planta. De uma maneira geral, os cultivares apresentaram tendência a prolongar o período vegetativo, tanto sob altas como em baixas temperaturas. Os cultivares que mostraram menor influência do termoperíodo sobre

o número de dias da emergência à floração foram: PI 307838, IAS-4, Santa Rosa e UFV-1.

2.4. Época de Plantio

Devido ao fato de os genótipos de soja não serem suscetíveis ao mesmo comprimento de dia crítico, WHIGHAM & MINOR (1978), salientaram que o efeito da data de plantio sobre o número de dias para o florescimento e dias para a maturidade deve ser distinto para os diferentes cultivares.

HARTWIG (1954) estudando os fatores que afetam a época de plantio da soja em Stoneville ($33^{\circ}20'N$), reportou que o comprimento do dia, a temperatura do solo e a umidade, foram os principais determinantes da época adequada. O tempo entre a emergência e o florescimento não apresentou variação para os cultivares precoces, sendo o mesmo aproximadamente de 30 dias, independentemente da época de plantio. Entretanto, para a variedade com maturidade tardia "Roanoke", foram requeridos 47 dias para o início do florescimento quando plantada em 10 de abril e 63 dias no plantio em 01 de maio. Quanto à data de maturidade foram observados atrasos significativos nos cultivares precoces devido ao retardamento do plantio, enquanto que nos tardios, a variação foi de menor magnitude. O plantio antecipado (abril) reduziu a altura dos cultivares tardios, sendo a redução atribuída ao florescimento precoce sob condições de dias curtos e também a uma menor taxa de crescimento provocada por baixas temperaturas do solo. Estudos têm sido conduzidos nos quais foi demonstrado que a soja emerge e cresce mais rapidamente quando a

temperatura mínima do solo atinge ou excede $18,3^{\circ}\text{C}$ (HARTWIG, 1958).

ABEL JUNIOR (1961) reportou que o atraso no plantio reduziu em 50% o tempo entre o florescimento e a maturidade nos cultivares precoces, enquanto que a fase de pré-florescimento foi diminuída nos tardios. Os cultivares de ciclo médio apresentaram redução nas fases de pré e pós-florescimento pelos dias curtos. A data de maturidade dos cultivares tardios mostra-se menos influenciada pela data de plantio que nos precoces (ABEL JUNIOR, 1961; HARTWIG, 1954, 1958; OSLER & CARTTER, 1954).

JOHNSON *et alii* (1960) observaram o efeito relativo de pequenas diferenças fotoperiódicas em soja, tais como ocorrem em diferentes latitudes ou como consequência das variações nas datas de plantio. Interações significativas entre cultivares e fotoperíodos e entre cultivares e datas de plantio foram detectadas para a maioria dos caracteres. Simulando a mudança no comprimento do dia devido à troca de estação do ano, com fotoperíodo variando dia a dia, foram observadas diferenças no período entre a emergência e a maturidade. Entretanto, as maiores diferenças foram estabelecidas durante o período entre a emergência e o florescimento.

O fotoperíodo tem uma influência direta sobre a iniciação floral em muitas espécies; com isso, o comprimento do dia durante os estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, é um importante fator na determinação da data de plantio (FRANCIS, 1970). Quanto à influência do fotoperíodo sobre os subperíodos do pré ao pós-florescimento, LAWN & BYTH (1973) observaram que os cultivares de maturidade mais precoces

eram neutros ao comprimento do dia e apresentavam resposta significativa ao fotoperíodo somente durante o florescimento, enquanto que os cultivares tardios foram sensíveis ao fotoperíodo durante as fases de pré-florescimento e de florescimento, sendo que a fase de pós-florescimento foi retardada até a ocorrência de dias mais curtos.

Os efeitos da data de plantio foram avaliados em sete cultivares de soja em latitude $30^{\circ}13'S$ por CONSTABLE (1977). Os dados mostraram que a taxa média de redução na produtividade foi de 8% para cada semana de atraso no plantio. O peso das sementes foi levemente reduzido com o plantio no cedo, porém não houve efeito consistente da data de plantio sobre o número de sementes por vagem. O número de nós por planta também foi reduzido com o atraso do plantio. De acordo com SHANMUGASUNDARAM & TSOU (1978), nos trópicos e sub-trópicos, o comportamento do florescimento poderá variar entre cultivares plantados no mesmo local durante diferentes épocas do ano, mesmo que o fotoperíodo seja similar no plantio. Exemplificando, em $15^{\circ}N$ de latitude, um cultivar plantado em 21 de março e 23 de setembro terá um fotoperíodo de 12 horas. Após o plantio, o experimento plantado em março terá acréscimos fotoperiódicos, enquanto o fotoperíodo para setembro será reduzido.

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

CHIPALA (1985) avaliou o comportamento de genótipos que apresentam o caráter período juvenil longo, em diferentes épocas de plantio para ambientes tropicais. Os genótipos com período juvenil floresceram e maturaram mais tarde e foram maiores que as testemunhas. Além disso, foram os mais produtivos em sete ambientes estudados; a amplitude observada no florescimento, maturidade e altura de planta indicaram a existência de variabilidade suficiente para este caráter, com possibilidade de seleção para ambientes específicos.

FARIAS NETO (1987), analisando o comportamento e a variabilidade de genótipos de soja em cultivos de verão e inverno, em Piracicaba-SP, concluiu que as épocas de cultivo influenciaram a duração dos estádios de desenvolvimento dos cultivares, provocando reduções maiores no tempo para florescimento e menores no período reprodutivo dos cultivares no inverno. Também salientou que o número de dias para o florescimento e a altura da planta no florescimento são caracteres importantes em programas de melhoramento para maior produtividade em cultivo de inverno ou em baixas latitudes.

2.5. Insensibilidade

A identificação de insensibilidade fotoperiódica é de grande interesse no desenvolvimento de cultivares com ampla faixa de adaptação. MIYASAKA *et alii* (1970) avaliaram o desempenho de 200 genótipos de soja, com relação ao fotoperiodismo e às temperaturas baixas. O comportamento dos cultivares Santa Maria-1 e Aliança Preta-1, revelou a existência de genótipos indiferentes ao fotoperiodismo e tolerantes às

temperaturas baixas.

O comportamento de cultivares dos Grupos I até V, sob diferentes condições termo-fotoperiódicas, foi observado por MAJOR *et alii* (1975); os resultados mostraram que a maior diferença entre os genótipos foi devida à sensibilidade ao comprimento do dia no período de florescimento. Também relataram que os cultivares de maturidade tardia foram mais sensíveis ao fotoperíodo que os cultivares precoces, concordando com observações anteriores de BYTH (1968), CRISWELL & HUME (1972) e JOHNSON *et alii* (1960).

Para avaliar plantas F_2 , SHANMUGASUNDARAM & WANG (1977), desenvolveram uma técnica para selecionar genótipos insensíveis ao fotoperíodo. Quanto a este caráter, foram utilizadas três alternativas: enraizamento de ramos, enxertia sobre garfo comum a ambas e decapitação. Os genótipos PI 194647 e PI 248407 (insensíveis) e uma linhagem pura de PI 86736 (sensível) foram os testadores. O enraizamento de ramificações e a enxertia não deram resultados satisfatórios. Por outro lado, a técnica da decapitação para provocar a formação de duas hastes por planta, permitindo diferentes tratamentos fotoperiódicos, foi considerada eficiente na identificação de plantas sensíveis e insensíveis, possibilitando também o estudo da herança desse caráter. Tendo como objetivo identificar para condições de baixas latitudes os cultivares de soja menos sensíveis, GANDOLFI *et alii* (1977) avaliaram 555 genótipos pertencentes aos Grupos tardios VII, VIII, IX e X. A maioria dos genótipos estudados mostraram sensibilidade marcante ao fotoperíodo em relação às seguintes características: número de nós, comprimento do caule principal e número

de folhas trifolioladas da planta. De modo geral, os genótipos testados apresentaram diferenças significativas somente para 14 horas de luz, quando comparados com 10 e 12 horas. Os genótipos PI 85416 e PI 95960, originários da Coréia e pertencentes ao Grupo VII, não diferiram em comportamento nos três fotoperíodos, sendo considerados como os menos sensíveis em relação ao tempo necessário para o início do florescimento.

SHANMUGASUNDARAM (1978) relatou a variação na resposta fotoperiódica no florescimento da soja, utilizando dia normal, fotoperíodo curto e longo. Genótipos de dez Grupos de Maturação foram avaliados em condições de campo e foram observados diferentes graus de atraso no florescimento sob dias longos. Dez classes foram empregadas para distinguir os genótipos de acordo com a sensibilidade. As classes de 0 a 1 corresponderam aos genótipos insensíveis, enquanto que 8 e 9 ao máximo de sensibilidade. Os genótipos precoces apresentaram menor sensibilidade que os tardios, porém, foram identificados alguns genótipos tardios com baixa sensibilidade, os quais foram indicados como promissores para programas de melhoramento em regiões tropicais. Outro estudo sobre sensibilidade para tempo de florescimento e maturidade foi relatado por NISSLY *et alii* (1981), para linhagens do Grupo III, em experimentos realizados em Illinois (40°N) e Porto Rico (18°N). Os genótipos foram submetidos ao comprimento de dia natural, fotoperíodo contínuo e fotoperíodo de 19 horas, obtidos por suplementação com luz incandescente. As linhagens submetidas a fotoperíodos longos eventualmente floresceram, porém mostraram grande amplitude de atraso no florescimento, comparadas com as conduzidas sob dia normal. Os autores identificaram 32 linhagens

com baixa sensibilidade ao fotoperíodo e uma delas, PI 317334 B praticamente não exibiu sensibilidade nos dois ambientes.

2.6. Herança

SINGH & ANDERSON (1949) estudaram a herança da maturidade em soja, utilizando gerações F_2 e F_3 de seis cruzamentos diferentes. Existiram evidências de que a maturidade da soja é influenciada por poucos genes maiores e alguns genes menores. A segregação transgressiva em direção à maturidade tardia obtida em F_3 na maioria dos cruzamentos foi atribuída à influência da complementação de genes para maturidade tardia nos parentais. BERNARD (1971) reportou dois pares de genes independentes, denominados E_1/e_1 e E_2/e_2 , os quais afetam o tempo para florescimento e a maturidade da soja. A herança do tempo para florescimento em soja sob condições de dias longos foi relatada por BUZZELL (1971), onde as plantas foram submetidas a fotoperíodos de 20 horas com luz fria fluorescente. No controle da resposta ao florescimento foi encontrado um gene maior com dois alelos. 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 & VOLDENG (1980) sugeriram a denominação E_4/e_4 para a resposta ao florescimento em dias longos com luz incandescente. Os autores obtiveram evidências de que um único gene recessivo controla a insensibilidade. Recentemente, o loco E_5/e_5 foi descrito por McBLAIN & BERNARD (1987), sendo que E_5 ocasiona atraso na maturidade.

KIIHL (1976) constatou que o cultivar Santa Maria tem, aparentemente, um período juvenil que é responsável por seu bom desenvolvimento, ainda que sob condições de comprimento de dia mais curto que o seu valor crítico máximo. Observou que, cultivares com o caráter florescimento tardio, poderiam ser adaptados em áreas e épocas do ano onde os demais floresceriam muito cedo e alcançariam pouca altura na maturidade. Concluiu também, que o controle de dias longos e dias curtos é diferente e, que o "caráter florescimento tardio é geneticamente controlado" e pode ser transferido em programas de melhoramento conduzidos sob condições de dias curtos. SHANMUGASUNDARAM (1978), utilizando a técnica da decapitação, estudou a herança do florescimento em fotoperíodo de 10 e 16 horas, com os cultivares "Shih-Shih", PI 194647, PI 230970, PI 230971 e uma linhagem pura de PI 86736. Em 10 horas, o F_1 foi precoce em todos os casos, sendo dominante o florescimento precoce nesse período; o F_2 confirmou esse resultado. Entretanto, sob 16 horas, o F_1 apresentou dominância parcial para florescimento tardio e o F_2 uma distribuição contínua. O autor salientou que sob 16 horas de luz, o gene maior que age sobre o número de dias para o florescimento é modificado por uns poucos genes menores ou pela interação com outros genes.

HARTWIG & KIIHL (1979) indicaram que o controle genético de dias para o florescimento sob condições de dias curtos, no cruzamento D 72-7842 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. Os autores consideraram que três locos podem estar envolvidos.

TISSELI JUNIOR (1981) estudou a herança do caráter período juvenil longo sob condições de dias curtos e longos. Este caráter foi recessivo para os cultivares PI 159925 e FC 31919. A segregação transgressiva observada na população F_2 do cruzamento entre esses cultivares e a estimativa do número de genes indicaram que os mesmos possuem genes diferentes para o caráter, ocorrendo no mínimo dois genes diferentes para juvenilidade. De acordo com as estimativas do número de genes, "Davis" diferiu na resposta ao florescimento, sob condições de dias curtos, de "Tracy" e de PI 159925 por um gene e de FC 31919 por cinco genes. "Tracy" diferiu de PI 159925 por dois genes. O autor salientou que "Davis" e PI 159925 poderiam compartilhar um fator comum para período juvenil longo. Altas estimativas de herdabilidade e do ganho genético esperado para este caráter, sob condições de dias curtos, poderiam justificar a prática de seleção para o mesmo em populações segregantes. PI 159925 foi indicado como um germoplasma promissor para obtenção de progênes adaptadas às condições tropicais.

A herança do número de dias para florescimento foi estudada por GILIOLI *et alii* (1984) em quatro mutantes naturais sob condições de dias curtos. Para as avaliações foram utilizados os seguintes cruzamentos: Paranã X Paranaoiana; São Luiz X PR 77-10001; Viçosa X UFV-1 e "Hardee" X IAC 73-2736-10. Os genótipos Paranaoiana, PR 77-10001, UFV-1 e IAC 73-2736-10 são de florescimento e maturidade tardios e oriundos de mutações gênicas naturais ocorridas nos genótipos Paranã, São Luiz, Viçosa e "Hardee", respectivamente. O teste do χ^2 aplicado às populações F_2 e F_3 de todos os cruzamentos estudados, exceto Viçosa X UFV-1, indicou ausência de significância ao nível de 5% para

segregação de genótipos precoces e tardios, na proporção 3:1. Os resultados indicando que os genótipos tardios são controlados por um alelo recessivo foram coerentes, exceto para UFV-1, com os obtidos sob condições de dias longos, em que foi constatado um alelo recessivo controlando o número de dias para o florescimento nos genótipos mutantes Paranagoiana, PR 77-10001, IAC 73-2736-10 e UFV-1. Os autores salientaram que em um programa de melhoramento utilizando Paranagoiana, PR 77-10001 e IAC 73-2736-10 como fonte de genes, a seleção de genótipos tardios poderá ser aplicada igualmente em dias com 10 a 13 horas de luz.

KIIHL *et alii* (1985) avaliaram cinco genótipos com florescimento tardio (Paranagoiana, BR 80-7553, Tropical, Santa Maria e PI 159925) e verificaram que o florescimento tardio desses genótipos foi devido à combinação de um período juvenil longo e um período maior entre o início da indução até a abertura das flores.

2.7. Heterose e Heterobeltiose

O cruzamento entre indivíduos notadamente não aparentados resulta em descendentes mais vigorosos. Esse fenômeno é denominado vigor de híbrido, sendo que o termo heterose corresponde a essa manifestação do vigor de híbrido. Do ponto de vista prático, tem interesse o vigor de híbrido quando este é comparado ao parental melhor, tal comparação é denominada heterobeltiose (PATERNIANI, 1974).

WENTZ & STEWART (1924) relataram evidências de vigor de híbrido para produtividade dos híbridos sobre os parentais com amplitude

de 59,58 a 394,37%. VEATCH (1930) detectou heterose em vários caracteres, destacando-se os valores obtidos para produtividade, altura de planta e número de dias para o florescimento, com médias de 35,47, 15,04 e 7,92%, respectivamente. A comparação com o parental superior também foi realizada apresentando médias de 19,55, 2,07 e 0,64%, respectivamente. CHAUDHARY & SINGH (1974) observaram heterose para a maioria dos caracteres estudados, exceto para número de dias para o florescimento (-0,9%) e tamanho das sementes (-1,6%). Os caracteres número de sementes por planta, produção de sementes por planta e número de vagens por planta apresentaram heterose de 57,2, 59,9 e 55,1%, respectivamente. A heterobeltiose para produtividade variou de -30,3 a 67,8% com média de 26,1%. Os autores ressaltaram que a heterose para produtividade pode estar relacionada com os efeitos aditivos dos componentes da produtividade.

PASCHAL II & WILCOX (1975) avaliaram genótipos exóticos (China e Coréia) e cultivares melhorados nos Estados Unidos em esquema dialélico parcial. A heterose e a heterobeltiose apresentadas por parentais de mesma origem foram 16,4 e 9,4%, respectivamente, valores estes levemente superiores aos valores de heterose e heterobeltiose relativos aos parentais de origens diferentes (médias de 15,5 a 7,0%, respectivamente). Esses autores indicaram que o caráter peso da planta é talvez melhor testador da heterose do que a produtividade. Para esse caráter a mesma relação foi mantida, ou seja, os parentais de mesma origem mostraram-se superiores (15,1 e 7,7%) em relação aos de origem diferente (14,5 e 6,4%). Embora os parentais utilizados no estudo fossem

supostamente distintos geneticamente, a heterose para produtividade e outros caracteres não foi significativa.

A heterose e a heterobeltiose parecem não ser bons critérios para predizer o potencial de um cruzamento (WEISS *et alii*, 1947; LEFFEL & HANSON, 1961). Porém, em ambos os casos, o espaçamento utilizado para avaliar as plantas F_1 foi maior que o convencional. CHAUHAN & SINGH (1982) avaliaram 20 F_1 's e 17 populações em F_2 envolvendo parentais com alta, moderada e baixa divergência genética, com o objetivo de encontrar uma relação entre divergência genética dos parentais com a heterose na geração F_1 e a variabilidade genética na geração F_2 . As progênies com moderada e alta divergência dos parentais mostraram heteroses superiores às de baixa divergência, com poucas exceções. Progênies F_1 que exibiram heteroses superiores apresentaram maior variabilidade em F_2 e foi evidenciada a relação entre heterose e variabilidade para produtividade. Os autores salientaram que a diversidade genética parece ser essencial para a manifestação da heterose; entretanto, os dados foram insuficientes para correlacionar de forma definitiva divergência genética e heterose.

Para que a utilização de híbridos em soja seja viável, dois requisitos devem ser atendidos: a) um método para obtenção de sementes híbridas em larga escala; b) existência de heterose para produtividade (KUNTA *et alii*, 1985). Esses autores verificaram heterose para vários caracteres, sendo que a média para produtividade, número de vagens por planta, peso da planta e altura da planta foram 24,6, 18,0, 19,5 e 13,5%, respectivamente. A heterobeltiose para os mesmos caracteres

foram, respectivamente, 20,1, 6,9, 14,0 e 7,6%. Os híbridos apresentaram maior estabilidade que os parentais para produtividade, número de vagens por planta, número de sementes por planta e tamanho de sementes, quando analisadas as interações com anos para os dois grupos. Outro fator que dificulta o uso comercial de híbridos F_1 de soja é a pequena dispersão dos grãos-de-pólen.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Dez genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), compreendendo cultivares comerciais e linhagens experimentais, foram deliberadamente escolhidos para esse estudo. Os genótipos utilizados como parentais foram: Cristalina, EMGOPA-301, IAC-4, IAC-5, IAC-6, IAC-8, IAC-9, IAC-11, Santa Rosa e SS-1. Os genótipos Cristalina, IAC-8, IAC-9 e IAC-11 são os mais recomendados para cultivo de inverno em São Paulo. Os outros genótipos foram selecionados com base no comportamento superior em testes conduzidos pelo Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas do Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, durante dois anos, em três locais contrastantes.

Os experimentos foram conduzidos em área experimental do Departamento de Genética da ESALQ, no município de Piracicaba-SP, situado a 22°42'30" de latitude sul, 47°38'00" de longitude oeste e a 537m de altitude em relação ao nível do mar. O solo dessa área é do tipo terra roxa estruturada - série "Luiz de Queiroz"

(RANZANI *et alii*, 1966). A duração do comprimento do dia, temperaturas média, máxima e mínima, umidade relativa e precipitação pluvial durante o período experimental, encontram-se no Apêndice 1.

Os parentais foram selecionados devido ao fato de apresentarem tolerância às variações do fotoperíodo (período juvenil), níveis altos de produtividade e certa divergência genética constatada no exame de genealogias (HIROMOTO & VELLO, 1986; VELLO *et alii*, 1988).

3.1. Procedimentos Experimentais

3.1.1. Obtenção de sementes F_1

Durante o outono de 1986, os dez genótipos parentais foram plantados em vasos de cerâmica e cultivados em telado. Os parentais foram classificados através de caracteres qualitativos (cor do hipocótilo, cor das flores, cor das vagens, cor da pubescência, hábito de crescimento e cor de hilo) para uso futuro como marcadores visando separar cruzamentos de autofecundações indesejáveis. No início do inverno de 1986, os dez genótipos parentais foram novamente plantados em vasos de cerâmica e cultivados em telado, como também sob condições de campo. Estes plantios foram realizados em diferentes épocas, de forma que não houvesse defasagem da época de florescimento, fato este que poderia prejudicar a obtenção das sementes híbridas desejadas.

As plantas do telado foram utilizadas, preferencialmente, como parental feminino nos cruzamentos; quando estas plantas apresentaram

excesso de flores, parte destas flores foram utilizadas também como parental masculino. As plantas instaladas em condições de campo foram utilizadas somente como fonte de pólen para os cruzamentos. A coleta das flores foi realizada no período matinal, armazenando-se em vidros contendo sílica, que foram lacrados e acondicionados em geladeira; no período da tarde, estas flores foram utilizadas nas hibridações com plantas cultivadas em telado.

Para completar o esquema dialélico com os dez (n) parentais, excluindo-se os recíprocos, num total de $(n(n-1)/2) = 45$ cruzamentos, foram conduzidos outros três lotes de cruzamentos, em três épocas distintas, sendo que o primeiro foi instalado na segunda quinzena de outubro. O segundo lote foi instalado 15 dias após e o terceiro lote 30 dias em relação ao primeiro.

3.1.2. Obtenção de sementes F_2

As sementes F_1 obtidas na primeira etapa (1986) foram semeadas em copos plásticos e em torno de oito dias após a emergência as plântulas foram transplantadas para condições de campo. A eficiência deste avanço foi prejudicada por granizo que ocorreu em fevereiro de 1987. As sementes F_2 obtidas foram armazenadas em câmara seca.

As sementes F_1 obtidas na segunda etapa (início de 1987) foram semeadas em copos plásticos e em torno de oito dias após a emergência as plântulas foram transplantadas para sacos de polietileno e cultivadas em condições de telado. A utilização de telado foi necessária

para evitar o risco de granizo, como aconteceu na primeira etapa.

O substrato usado nos copos plásticos e nos sacos de polietileno compreendeu uma mistura de terra e esterco na proporção de 2:1. As plantas receberam números para identificação de cada semente F_1 , visando-se a observação quanto à expressão de genes marcadores como cor de flor, hábito de crescimento, cor da pubescência e cor da vagem, sendo possível discriminar cruzamentos de possíveis autofecundações indesejáveis. As plantas que não expressaram o gene marcador do cruzamento foram descartadas. As sementes F_2 da segunda etapa foram colhidas, devidamente identificadas e acondicionadas em câmara seca.

As sementes F_2 obtidas nas duas etapas foram utilizadas nos experimentos para coleta dos dados experimentais.

3.1.3. Delineamentos e descrições dos experimentos

Devido à grande variação no número de sementes disponíveis entre os cruzamentos, decidiu-se instalar três experimentos: o experimento 1 envolveu todos os cruzamentos e conservou o esquema dialélico; os outros dois experimentos possuíam menor número de tratamentos e foram constituídos por cruzamentos com maior disponibilidade de sementes. Os três experimentos encontram-se descritos abaixo:

Experimento 1: este experimento foi composto por todos os cruzamentos possíveis, exceto pelo cruzamento entre EMGOPA-301 x IAC-5, no qual não foi possível a obtenção de sementes F_2 .

O esquema dialélico foi mantido e o experimento delineado em reticulados quadrados (látice) 8 x 8 com cinco repetições. O experimento constou de 64 tratamentos, sendo dez parentais, 44 progênies F_2 e dez progênies F_2 adicionais. A parcela experimental foi representada por nove plantas, utilizando-se covas individuais para avaliação. O espaçamento entre covas foi de 0,60m com caminhos de 1,20m entre parcelas, sendo a área total da parcela de 5,76m².

Experimento 2: este experimento constou de 39 tratamentos, sendo 30 progênies F_2 e nove parentais. A parcela foi composta por uma fileira com 1,0m de comprimento. O espaçamento entre fileiras foi de 0,60m e foram semeadas 25 sementes por metro linear de sulco. Aos 25 dias pós-semeadura foi realizado um desbaste para 16 plantas por metro linear. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições.

Experimento 3: o terceiro experimento foi constituído por 19 tratamentos, sendo dez progênies F_2 e nove parentais. A parcela foi composta por uma fileira de 3,0m de comprimento. O espaçamento entre fileiras foi de 0,60m e foram semeadas 75 sementes por 3,0 metros lineares de sulco. Aos 25 dias pós-semeadura foi realizado um desbaste para 48 plantas por 3,0 metros lineares. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições.

Os experimentos 2 e 3 foram conduzidos paralelamente ao experimento 1, com o objetivo de realizar comparações entre o desempenho dos cruzamentos nos diversos tipos de parcelas. Além da disponibilidade de sementes dos mesmos, outra razão considerada é que o material expe-

rimental foi constituído de sementes F_2 , ou seja, geração em que se dispõe de maior segregação em espécies autógamas.

Para a instalação dos três experimentos foram realizadas uma aração e duas gradagens, adubação com a mistura NPK 3-15-15, no sulco e na cova, dependendo do ensaio. As sementes foram tratadas com fungicida (Captan) e inoculadas (*Rhizobium japonicum*), visando garantir a germinação das sementes. A instalação dos experimentos foi realizada em 21/01/88 e a disponibilidade de água foi completada com irrigações periódicas, sempre que se fizeram necessárias.

3.1.4. Caracteres avaliados

As observações foram realizadas nas plantas individuais devidamente etiquetadas. As etiquetas foram distribuídas logo após o desbaste, enquanto as plantas apresentavam-se uniformes. Os dados coletados foram os seguintes:

NDF - número de dias para o início do florescimento. Correspondente ao período entre a data de semeadura até a antese da primeira flor.

NIF - número de internódios na haste principal no início do florescimento. Contados a partir do nó cotiledonar até o ápice da haste principal.

APF - altura da planta (cm) no início do florescimento. Compreendeu a distância entre o colo e a inserção da inflorescência mais distal da haste principal.

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

NIM - número de internódios na maturidade. Contados a partir do nó cotiledonar até o ápice da haste principal.

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

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

VAG - valor agrônômico. Avaliado na maturidade através de uma escala de notas visuais variando de 0 a 5, onde a nota zero correspondeu a uma planta sem nenhum valor agrônômico e a nota 5 a uma planta com excelentes características agrônômicas (grande número de vagens, sem sintomas de doenças, sem acamamento, ausência de hastes verdes, sem debulha de vagens).

PPI - produtividade de planta individual. Avaliada na maturidade através do peso dos grãos das plantas individuais amostradas (etiquetadas) na parcela. A unidade utilizada foi gramas por planta.

Após a colheita foi realizada uma complementação da secagem à sombra antes do beneficiamento. Todo o material, após o beneficiamento, foi exposto ao sol por dois dias e recolhido ao laboratório, esperando-se três dias para o início das pesagens.

3.2. Análises Estatístico-Genéticas

As análises foram realizadas com base na média a nível de parcelas das observações feitas em plantas individuais para todos os caracteres. Os dados foram transformados para $\sqrt{x+1}$ nos seguintes caracteres: número de internódios no florescimento e na maturidade, acamamento e valor agrônômico.

3.2.1. Análise de variância

Duas análises de variância foram realizadas, sendo uma em lâtilice e outra em blocos completos casualizados.

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

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

onde:

Y_{ijk} = observação realizada no ij -ésimo tratamento no k -ésimo bloco;

μ = média geral dos tratamentos;

T_{ij} = efeito do ij -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,...,10, corresponde aos parentais;

ixj - para $i=j$, efeito de um genótipo parental;

ixj - para $i \neq j$, efeito de uma progênie F_2 obtida do cruzamento entre os parentais i e j .

Na análise de blocos casualizados, fez-se a decomposição da soma de quadrados de grupos em parentais, progênies F_2 e a respectiva comparação entre os grupos (parentais versus progênies F_2).

As comparações entre as médias dos tratamentos foram realizadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de probabilidade de 5%.

3.2.2. Análise dialélica

Para a análise dialélica utilizou-se o método 2, modelo misto B, definido por GRIFFING (1956). O método 2 compreende os parentais e o conjunto dos $n(n-1)/2$ híbridos (progênies F_2), sem incluir os recíprocos. Nesse modelo, os efeitos de tratamentos são fixos e os de blocos e erro experimental são aleatórios.

O uso do modelo misto B decorre da escolha deliberada dos parentais, os quais constituem a população a respeito da qual podem ser tiradas conclusões válidas. Isso implica em que as possíveis inferências e conclusões limitam-se ao material experimental utilizado no presente estudo.

Sendo os efeitos de tratamentos fixos, os objetivos básicos do estudo são a comparação das capacidades de combinação dos parentais quando os próprios são usados como testadores e a identificação das

melhores combinações híbridas.

Para a análise da capacidade de combinação considerou-se o mesmo modelo utilizado na análise de variância, desdobrando-se os efeitos de tratamentos em capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), de tal modo que:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \frac{1}{b} \sum_{k=1}^b e_{ijk}$$

onde:

μ = média geral do dialelo;

g_i = efeito da CGC do parental de ordem i ;

g_j = efeito da CGC do parental de ordem j ;

s_{ij} = efeito da CEC para o cruzamento entre os parentais de ordem i e de ordem j . Para os parentais

$$s_{ij} = s_{ii} = s_{jj};$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, b$$

As seguintes restrições são impostas para que esse modelo seja válido:

e_{ijk} - deve apresentar distribuição normal e ser independentemente distribuído com média zero e variância σ_e^2 ;

$$\sum_{i=1}^n g_i(j) = 0;$$

$$\sum_j s_{ij} + s_{ii} = 0 \quad (\text{para cada } i).$$

Os efeitos da média, CGC e CEC foram estimados como se segue:

$$\hat{\mu} = \frac{2}{n(n+1)} Y_{..};$$

$$\hat{g}_i = \frac{1}{n+2} (Y_{i.} + Y_{.i} - \frac{2}{n} Y_{..});$$

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

As variâncias das estimativas dos efeitos e das diferenças entre os efeitos foram estimadas da seguinte forma:

$$\widehat{\text{Var}}(\hat{\mu}) = \frac{2}{n(n+1)} \hat{\sigma}^2;$$

$$\widehat{\text{Var}}(\hat{g}_i) = \frac{n-1}{n(n+2)} \hat{\sigma}^2;$$

$$\widehat{\text{Var}}(\hat{s}_{ii}) = \frac{n(n-1)}{(n+1)(n+2)} \hat{\sigma}^2;$$

$$\widehat{\text{Var}}(\hat{s}_{ij}) = \frac{n^2 + n + 2}{(n+1)(n+2)} \hat{\sigma}^2; \quad \text{com } i \neq j;$$

$$\widehat{\text{Var}}(\hat{g}_i - \hat{g}_j) = \frac{2}{n+2} \hat{\sigma}^2, \quad \text{com } i \neq j;$$

$$\widehat{\text{Var}}(\widehat{s}_{ii} - \widehat{s}_{ij}) = \frac{2(n-2)}{n+2} \widehat{\sigma}^2, \text{ com } i \neq j;$$

$$\widehat{\text{Var}}(\widehat{s}_{ij} - \widehat{s}_{i'j'}) = \frac{2(n+1)}{n+2} \widehat{\sigma}^2, \text{ com } i \neq j \text{ e } j \neq j';$$

$$\widehat{\text{Var}}(\widehat{s}_{ij} - \widehat{s}_{i'j'}) = \frac{2n}{n+2} \widehat{\sigma}^2, \text{ com } i \neq j, i', j';$$

$$j \neq i', j' \text{ e } i' \neq j'.$$

Além dessas variâncias para a média de qualquer parental ou progênie F_2 , tem-se que:

$$\widehat{\text{Var}}(\bar{Y}_{ij}) = \widehat{\sigma}^2 = QMe ;$$

e que a variância da diferença entre duas médias quaisquer é

$$\widehat{\text{Var}}(\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i'j'}) = 2 \widehat{\sigma}^2;$$

sendo $\widehat{\sigma}^2 = (QM \text{ resíduo})/b$.

Como salientado anteriormente, a obtenção de sementes F_2 para o cruzamento EMGOPA-301 x IAC-5, não foi possível. Os valores desse cruzamento para os vários caracteres foram estimados pela fórmula (ECKHARDT, 1952):

$$a \times b = \frac{(n-1)(T'a + T'b) - 2T'}{n^2 - 5n + 6}$$

onde:

$a \times b$ = estimativa do cruzamento para determinado caráter;

n = número de parentais;

$T'a$ = somatório da linha "a" em uma tabela dialética, excluindo o valor $a \times b$;

$T'b$ = somatório da linha "b" em uma tabela dialética, excluindo o valor $a \times b$;

linha "a" = cruzamentos que envolvem o parental "a";

linha "b" = cruzamentos que envolvem o parental "b";

$2T'$ = somatório geral da tabela dialética menos $2ab$;
a fórmula utilizada não inclui os parentais na estimativa do cruzamento.

3.3. Heterose e Heterobeltiose

Devido à utilização de progênie F_2 , os resultados foram multiplicados por dois para que os mesmos fossem expressos ao nível de F_1 . As estimativas foram obtidas da seguinte forma:

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

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

sendo:

$\bar{F}_2$ = média da progênie F_2 ;

$\overline{MP} = \frac{\bar{P}_i + \bar{P}_j}{2}$, média dos parentais da progênie $F_{2(ij)}$;

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

As significâncias das estimativas foram testadas aos níveis de probabilidade de 5 e 1% pelo teste "t", para os contrastes $2(\bar{F}_2 - \bar{MP})$ e $2(\bar{F}_2 - \bar{PS})$, conforme procedimento adotado por PIMENTEL GOMES (1985).

3.4. Comparação dos tipos de parcelas experimentais

Nesta pesquisa, foram utilizados três tipos de parcelas descritos em 3.1.3: covas (experimento 1), fileiras de 1 metro de comprimento (experimento 2) e fileiras de 3 metros (experimento 3). O grau de concordância entre os resultados obtidos nos três tipos de parcelas foi avaliado através do coeficiente de correlação linear simples, combinando-se dois a dois os três tipos de parcelas.

Foram estimadas três correlações a partir das médias de tratamentos de cada caráter, envolvendo: 39 pares de médias (9 parentais e 30 progênes F_2) na correlação entre covas e fileiras de 1m; 19 pares de médias (9 parentais e 10 progênes F_2) tanto na correlação entre covas e fileiras de 3m quanto na correlação entre fileiras de 1m e fileiras de 3m. Desta maneira, foram estimadas 27 correlações (3 tipos de parcelas x 9 caracteres) para cada grupo de tratamentos: parentais, progênes F_2 e (parentais + progênes F_2). No total, foram estimadas 81 correlações.

A significância dos coeficientes de correlação fenotípica foi verificada pelo teste "t", com $n-2$ graus de liberdade, aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, segundo procedimento adotado por PIMENTEL GOMES (1985).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de Variância

Os valores e respectivas significâncias dos quadrados médios das análises de variância em blocos casualizados para os caracteres número de dias para o início do florescimento (NDF), número de internódios no florescimento (NIF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (ACM), valor agrônômico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI) são apresentados na Tabela 2. Para todos os caracteres são apresentados também os respectivos coeficientes de variação experimental.

Verificou-se através dos coeficientes de variação que a precisão das análises apresentou níveis bastante satisfatórios. Para cinco caracteres foram inferiores a 5%, para outros três foram aproximadamente de 10% e somente para o caráter PPI ficou ao redor de 20%.

Os quadrados médios para tratamentos (grupos) e os desdobramentos em parentais, progênies F_2 e P vs F_2 , foram significativos ao

nível de 1% pelo teste "F", para todos os caracteres avaliados, exceto para NDF e ACM, nos quais não houve diferença significativa para P vs F_2 . A significância dos quadrados médios dos parentais e das progênes F_2 mostra que há uma grande variabilidade nesse conjunto de parentais, evidenciando a possibilidade de formação de uma população de base genética bastante ampla a partir desse material. A significância da comparação entre os grupos, feita através da fonte de variação parentais versus progênes F_2 (P vs F_2), indica a presença de heterose nos híbridos.

4.2. Avaliação dos parentais, progênes F_2 , heterose e heterobeltiose

4.2.1. Caracteres relacionados ao florescimento

A média, variância e as porcentagens de heterose e heterobeltiose, para os caracteres NDF, NIF e APF, e as respectivas diferenças mínimas significativas (DMS) ao nível de 5% pelo teste de Tukey para comparações entre parentais e entre progênes F_2 , são apresentados na Tabela 3.

Para o caráter NDF os parentais apresentaram média de 53 dias e variância de 3 (dias)², enquanto as progênes F_2 floresceram em 52 dias em média com variância de 14 (dias)². Mesmo tratando-se de um grupo de cultivares semi-tardios, diferenças significativas (5%) para NDF foram observadas. Entre os parentais, a amplitude de variação foi de 47 dias (Santa Rosa e IAC-4) a 59 dias (IAC-6); os demais parentais tiveram tempo para florescimento dentro do intervalo anterior. Os parentais Cristalina,

IAC-6, IAC-8 e IAC-9 apresentaram variâncias relativamente altas para esse caráter; isto sugere que esses parentais podem não estar totalmente homozigotos para NDF.

Observa-se que entre as progênes F_2 , o NDF variou de 46 dias no cruzamento IAC-4 x IAC-5 a 59 dias no cruzamento EMGOPA-301 x IAC-8, muito semelhante ao intervalo observado nos parentais. Os cruzamentos mais tardios foram EMGOPA-301 x IAC-8 (59,0 dias), IAC-6 x SS-1 (57,6 dias), IAC-6 x IAC-9 (57,3 dias), IAC-6 x IAC-11 (57,0 dias) e EMGOPA-301 x IAC-6 (56,0 dias). As respectivas variâncias foram de 8,07; 2,31; 4,40; 8,20 e 6,46 (dias)². Percebe-se que esses parentais apresentam um grande potencial para retardar o florescimento mesmo em cultivo de inverno.

A heterose foi predominantemente negativa para NDF; dos 44 cruzamentos, 29 apresentaram heterose negativa e 15 foram positivas. Os valores com heterose positiva mais expressivos foram detectados nos cruzamentos EMGOPA-301 x IAC-8 (19,4%), IAC-5 x Santa Rosa (3,9%), IAC-6 x IAC-11 (3,6%) e Cristalina x IAC-11 (3,6%). A heterobeltiose foi calculada com relação ao parental mais precoce e ao parental mais tardio. Para a maioria dos cruzamentos, a progênie F_2 foi mais tardia que o parental mais precoce, apresentando diferenças significativas em 27 cruzamentos. Considerando-se a heterobeltiose em relação ao parental mais tardio, cinco cruzamentos mostraram estimativas positivas; entretanto, somente o cruzamento EMGOPA-301 x IAC-8 (16,64**) apresentou significância. As demais progênes F_2 apresentaram estimativas negativas em relação ao parental mais tardio, evidenciando uma tendência das progênes F_2 terem tempo para florescimento intermediário em relação aos respectivos parentais. Através

das estimativas da média e da variância para esse caráter, verifica-se a possibilidade de serem obtidos materiais mais tardios que os integrantes deste grupo de parentais; por exemplo, o cruzamento EMGOPA-301 x IAC-8 apresentou média de 59 dias e variância de 8 (dias)².

VEATCH (1930) constatou maior frequência de cruzamentos apresentando heterose e heterobeltiose positivas, resultado que difere do observado neste estudo. Entretanto, CAMPOS (1979) e CHAUDHARY & SINGH (1974) obtiveram estimativas predominantemente negativas. FREIRE FILHO (1988) observou em 45 cruzamentos, 32 com heterose negativa, das quais sete foram significativas; quanto à heterobeltiose, detectou 17 cruzamentos com diferenças significativas em relação ao parental mais precoce e 25 cruzamentos com relação ao parental mais tardio. Os resultados obtidos confirmaram a dominância do florescimento precoce, estando de acordo com os demais autores, exceto com os resultados observados sob condições de dias longos por VEATCH (1930).

A média do NIF variou de 10,4 no parental IAC-4 a 13,8 no parental IAC-6, o qual diferiu significativamente dos outros parentais. A variância dos parentais Cristalina e IAC-4 foram relativamente altas com relação aos demais, sugerindo que os mesmos poderão não estar totalmente em homozigose para o NIF. Nas progênes F_2 , o NIF variou de 10,3 no cruzamento IAC-8 x Santa Rosa a 14,4 no cruzamento Cristalina x IAC-6. Os cruzamentos com maiores valores para NIF foram Cristalina x IAC-6 (14,4), Cristalina x EMGOPA-301 (14,1), IAC-6 x IAC-9 (14,0), IAC-6 x IAC-11 (13,8) e Cristalina x IAC-11 (13,5). Os dados mostram que os parentais Cristalina, IAC-6 e IAC-11, apresentaram grande potencial para

e elevar o NIF. As variâncias observadas variaram de 1,2 no cruzamento EMGOPA-301 x IAC-9 a 7,6 no cruzamento Santa Rosa x SS-1. Os maiores valores foram observados nos cruzamentos Santa Rosa x SS-1 (7,6), IAC-8 x SS-1 (6,3), Cristalina x SS-1 (6,0), IAC-9 x SS-1 (5,3) e IAC-5 x SS-1 (4,9). Verifica-se que o parental SS-1 participou dos cruzamentos com maior variância para NIF; isto indica que este genótipo pode contribuir com o aumento do NIF através de seleção.

A heterose foi predominantemente positiva, sendo significativa para 36 cruzamentos. A variação foi de -21,5 no cruzamento IAC-4 x IAC-6 a 31,4 no cruzamento Cristalina x EMGOPA-301. Os dados sugerem uma tendência das progênes F_2 apresentarem NIF superior à média dos parentais.

A heterobeltiose variou de -43,4 no cruzamento IAC-4 x IAC-6 a 20,4 no cruzamento Cristalina x EMGOPA-301. Para NIF, 50% das progênes F_2 apresentaram valores positivos, sendo 21 significativos. Isso indica que 50% das progênes F_2 situaram-se entre a média dos parentais e o respectivo parental superior; a outra metade apresentou média superior ao respectivo parental superior. Nas progênes F_2 com heterobeltiose positiva e significativa, evidenciou-se a ocorrência de sobre-dominância para o caráter NIF.

O número de nós na haste principal, que se mostra como medida semelhante ao NIF, apresentou heterose predominantemente positiva (VEATCH (1930) e CAMPOS (1979)). O caráter NIF foi avaliado por FREIRE FILHO (1988) em genótipos precoces de soja, sendo obtidos resultados similares aos detectados neste estudo para heterose. Para a heterobeltiose,

VEATCH (1930) observou maior frequência de valores positivos; por outro lado, CAMPOS (1979) e FREIRE FILHO (1988) obtiveram valores predominantemente negativos. Entretanto, os resultados obtidos nesse estudo aproximam-se dos obtidos por CHAUDHARY & SINGH (1974), onde a comparação com o parental superior apresentou metade dos cruzamentos com valores positivos.

Os parentais apresentaram em média 38,7cm de APF, enquanto as progênes F_2 foram levemente superiores, com média de 40,7cm. A APF nos parentais variou de 28,8cm no parental IAC-4 a 46,5cm no parental IAC-6. Os parentais EMGOPA-301 e IAC-6, obtiveram as maiores variâncias, respectivamente 74,0 e 53,6, sendo inclusive superiores às variâncias de alguns cruzamentos. Entre as progênes F_2 , a variação foi de 31,2cm no cruzamento IAC-4 x Santa Rosa a 54,5cm no cruzamento Cristalina x EMGOPA-301. As variâncias dos cruzamentos foram relativamente altas; isto refletiu a ampla variabilidade existente para APF.

A heterose para APF foi predominantemente positiva, sendo significativa em 22 cruzamentos. Os cruzamentos com valores mais expressivos foram Cristalina x EMGOPA-301 (83,2), Cristalina x IAC-8 (34,5), IAC-4 x IAC-5 (29,2), Cristalina x IAC-6 (28,6) e EMGOPA-301 x Santa Rosa (28,1). Esses resultados indicaram que as progênes F_2 tenderam a apresentar APF superior à média dos parentais.

A heterobeltiose apresentou valores negativos para a maioria dos cruzamentos; entretanto, para 19 cruzamentos obtiveram-se estimativas positivas, das quais cinco foram significativas: Cristalina x EMGOPA-301 (67,0), EMGOPA-301 x IAC-9 (21,7), EMGOPA-301 x SS-1 (21,4), EMGOPA-301 x

IAC-11 (17,0) e Cristalina x SS-1 (14,8). Os parentais Cristalina, EMGOPA-301 e SS-1 mostraram-se com grande potencial para elevar a APF, o que é altamente desejável.

As estimativas de heterose e heterobeltiose indicaram que as progênes F_2 tenderam a se colocar entre a média dos parentais e o parental superior. FREIRE FILHO (1988) obteve na média de 15 cruzamentos, valor positivo para heterose e negativo para heterobeltiose, respectivamente 5,9 e -12,0%. Esses resultados, em média, estão de acordo com os obtidos neste estudo, evidenciando a ocorrência de dominância parcial para maior altura no florescimento.

4.2.2. Caracteres relacionados à maturidade

A média, variância e as porcentagens de heterose e heterobeltiose, para os caracteres NDM, NIM e APM, e as respectivas diferenças mínimas significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey para comparação entre parentais e entre progênes F_2 , são apresentados na Tabela 4.

Os parentais apresentaram diferenças significativas para NDM, alcançando em média a maturidade com $125,1 \pm 8,6$ dias. Os parentais IAC-4 e Santa Rosa foram os mais precoces (112,9 dias) e os mais tardios foram Cristalina (136,7 dias) e IAC-6 (132,4 dias), fato que implicou numa diferença em torno de 24 dias para atingir a maturidade. Essa amplitude é de considerável importância prática, visto que o plantio foi realizado em janeiro. Os parentais Cristalina e IAC-6 foram também os que apresentaram florescimento mais tardio; isto indicou a existência de genes para período juvenil nos mesmos.

As progênes F_2 foram, em média, mais precoces que os parentais, atingindo a maturidade com $122,9 \pm 6,1$ dias. Foram detectadas diferenças significativas para os cruzamentos, sendo o mais precoce, o cruzamento IAC-4 x Santa Rosa (111,9 dias) e o mais tardio Cristalina x IAC-9 (134,6 dias). Verificou-se que tal variação foi praticamente a mesma observada para os parentais e que os dois cruzamentos envolveram os parentais mais precoces (IAC-4 e Santa Rosa) e o mais tardio (Cristalina), respectivamente, em termos de maturidade. As variâncias dentro de progênes F_2 foram relativamente altas, variando de 1,9 (IAC-6 x SS-1) a $192,8 \text{ dias}^2$ (IAC-11 x SS-1); a variância média dentro de progênes F_2 foi $42,1 \pm 42,2 \text{ dias}^2$. Todos os cruzamentos que apresentaram variância acima de 42 (dias)^2 ofereceriam oportunidade para a prática de seleção visando-se genótipos com maturidade mais precoce e com período juvenil.

A heterose foi negativa na maioria dos cruzamentos, apresentando média de $-3,5 \pm 4,3\%$, indicando que as progênes F_2 situaram-se em torno da média dos parentais com uma tendência de dominância parcial para maturidade precoce.

A heterobeltiose com relação ao parental mais precoce apresentou média de $4,9 \pm 6,3\%$. Em 34 cruzamentos, a heterobeltiose foi positiva, dos quais 13 apresentaram diferenças significativas, sendo portanto, mais tardios em relação ao parental mais precoce. Entretanto, a heterobeltiose com relação ao parental mais tardio foi predominantemente negativa, observando-se somente uma estimativa positiva, porém não significativa; a média foi de $-11,0 \pm 7,5\%$, indicando que as progênes F_2 tenderam a ser mais precoces que os respectivos parentais mais tardios.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por FREIRE FILHO (1988) que obteve médias negativas para heterose e heterobeltiose com relação ao parental mais tardio e média positiva em relação ao parental mais precoce. Também foram similares às estimativas de CAMPOS (1979) e KAW & MENON (1979) que obtiveram médias negativas tanto para heterose quanto para heterobeltiose, considerando-se o parental mais tardio. WEBER *et alii* (1970) em um período de quatro anos, obtiveram heterose média positiva em três anos e negativa em apenas um ano; entretanto, a média do NIM nos parentais foi de $14,8 \pm 1,5$ internódios, enquanto as progênies F_2 apresentaram $15,2 \pm 1,4$; praticamente, não existiu diferenças para NIM, em termos médios. Contudo, os parentais e as progênies F_2 apresentaram diferenças significativas dentro de cada grupo. O NIM variou de 12,2 no parental IAC-4 a 16,9 no parental IAC-5, o qual diferiu significativamente dos outros parentais. Esses parentais foram os que apresentaram também menor e maior APM, respectivamente 36,5 e 63,4cm. Nota-se que o maior valor para NIM ocorreu no parental IAC-5, sendo que o mesmo é o único de crescimento indeterminado. A variância média entre os parentais foi de $2,9 \pm 0,9$ (internódios)².

Nas progênies F_2 o NIM variou de 12,4 no cruzamento EMGOPA-301 x IAC-4 a 18,7 no cruzamento IAC-5 x IAC-11, variação esta que superou o valor do parental com maior NIM. Verificou-se que os parentais IAC-4 e IAC-5, respectivamente os que apresentaram menor e maior NIM, participaram das progênies F_2 contribuindo na mesma direção. As progênies F_2 apresentaram variância média de $5,2 \pm 3,5$ (internódios)² e variaram de 1,9 no cruzamento IAC-6 x IAC-11 a 18,2 no cruzamento IAC-5 x IAC-9.

Isto indicou a existência de variabilidade para seleção quanto ao NIM.

A heterose apresentou média de $5,6 \pm 10,3\%$ para NIM, variando de -12,8 no cruzamento IAC-4 x SS-1 a 30,6 no cruzamento IAC-5 x IAC-11. O valor mais expressivo para heterose foi observado no cruzamento que apresentou maior NIM. As estimativas foram predominantemente positivas, sendo que 31 cruzamentos apresentaram diferenças significativas. Os resultados evidenciaram tendência de dominância para maior NIM.

A heterobeltiose foi negativa para a maioria dos cruzamentos; entretanto, 17 cruzamentos apresentaram valores positivos, sendo 15 significativos. A média foi de $-5,4 \pm 12,2\%$ com variação de -34,0 no cruzamento IAC-4 x SS-1 a 21,6 no cruzamento IAC-5 x IAC-11. Esses resultados de um modo geral, indicaram que as progênies F_2 situaram-se entre a média dos parentais e o parental superior; entretanto, em vários cruzamentos as progênies superaram a média do parental com maior NIM. A partir deste fato, visualizou-se a possibilidade de sucesso na seleção de progênies com NIM maior que os parentais.

A utilização de covas individuais poderia ter influenciado a expressão do vigor de híbrido, devido ao espaçamento mais largo entre plantas dentro de fileiras. Entretanto, tal fato não ocorreu, pois os resultados obtidos nesse estudo estão de acordo com CAMPOS (1979) e KAW & MENON (1979) para o caráter número de nós. Assim como são concordes com as estimativas obtidas por FREIRE FILHO (1988) para NIM, embora esse autor tenha utilizado parcelas constituídas por fileiras de 5m de comprimento.

Os parentais apresentaram APM média de $51,6 \pm 8,5$ cm variando de 36,5cm no parental IAC-4 a 63,4cm no parental IAC-5. A média das variâncias nos parentais foi de $48,4 \pm 22,5(\text{cm})^2$, sendo que quatro parentais apresentaram valores maiores que a variância média: EMGOPA-301 ($91,9\text{cm}^2$), IAC-8 ($72,5\text{cm}^2$), IAC-6 ($62,2\text{cm}^2$) e IAC-9 ($57,7\text{cm}^2$). Esses valores sugerem que os mesmos podem ter sido influenciados pelo ambiente, ou então não estarem totalmente homozigóticos para os genes que controlam a APM.

As progênes F_2 apresentaram média superior aos parentais, atingindo $54,9 \pm 8,3$ cm na maturidade. A altura das progênes variou de 37,5cm no cruzamento IAC-4 x Santa Rosa a 71,1cm no cruzamento IAC-5 x IAC-11. Observou-se que nos valores extremos os parentais IAC-4 e IAC-5, os quais apresentaram respectivamente, menores e maiores estimativas para NIM e APM, mantiveram a mesma tendência nas suas progênes. A média das variâncias dentro de progênes foi de $118,6 \pm 83,9 (\text{cm})^2$, sendo detectados valores relativamente altos em vários cruzamentos, cuja variação foi de 39,8 no cruzamento IAC-6 x IAC-11 a 384,0 no cruzamento IAC-5 x SS-1. Verificou-se, através desses resultados, a existência de variabilidade suficiente na APM para prática de seleção.

A heterose foi predominantemente positiva, apresentando significância em 26 cruzamentos. A média das estimativas foi de $12,9 \pm 18,0\%$, variando de -24,0 no cruzamento IAC-4 x SS-1 a 72,8 no cruzamento Cristalina x EMGOPA-301. Vale salientar que em todos os cruzamentos em que o parental IAC-5 participou, a heterose foi positiva e significativa, evidenciando que neste caso a média da progênie F_2 foi sempre superior à

média dos parentais. Estimativas positivas para heterose tem sido relatadas por diversos autores (CHAUDHARY & SINGH, 1974; CHAUHAN & SINGH, 1982; FREIRE FILHO, 1988; KUNTA *et alii*, 1985; VEATCH, 1930; WEBER *et alii*, 1970; WENTZ & STEWART, 1924). Através da literatura consultada apenas o trabalho de KAW & MENON (1979) diferiu dos resultados obtidos nesse estudo, sendo detectada heterose média negativa para a APM. Entretanto, com base na revisão efetuada, percebe-se maior frequência de heterose positiva para APM.

A heterobeltiose para APM apresentou estimativas negativas na maioria dos cruzamentos, porém, estimativas positivas foram observadas em 20 cruzamentos, sendo dez significativas. A média foi de $-5,4 \pm 22,3\%$ e variou de -56,3 no cruzamento IAC-4 x SS-1 a 59,4 no cruzamento Cristalina x EMGOPA-301. PASCHAL II & WILCOX (1975) relataram que as progênies F_1 tenderam a ser intermediárias em relação aos parentais. A mesma tendência foi observada por FREIRE FILHO (1988) utilizando progênies F_2 para obtenção das estimativas, salientando ainda que, as progênies F_2 tenderam a situar-se entre a média dos parentais e o parental superior. A mesma tendência foi observada nesse estudo; entretanto, em alguns cruzamentos, verificou-se que as progênies F_2 mostraram-se superiores ao parental com maior APM.

As estimativas para heterobeltiose média são contrastantes na literatura, existindo estimativas negativas (CAMPOS, 1979; FREIRE FILHO, 1988; WEBER *et alii*, 1970), como também heterobeltioses médias positivas (CHAUDHARY & SINGH, 1974; KUNTA *et alii*, 1985; VEATCH, 1930). As progênies que excederam o parental superior nesse estudo, podem ter

sido influenciadas pela utilização de covas individuais, no sentido de favorecer a expressão do vigor de híbrido.

4.2.3. Acamamento, valor agronômico e produtividade

Na Tabela 5 são apresentados os dados referentes à média, variância e as porcentagens de heterose e heterobeltiose para os caracteres ACM, VAG e PPI, e as respectivas diferenças mínimas significativas (DMS) ao nível de 5% pelo teste de Tukey para comparações entre parentais e entre progênes F_2 .

Os caracteres ACM e VAG foram avaliados através de uma escala de notas visuais e as análises de dados foram processadas com transformação dos mesmos para $\sqrt{x+1}$.

O melhor comportamento para o caráter ACM, correspondeu as menores notas da escala. A média dos parentais foi de $1,7 \pm 0,5$ e variou de 1,1 no parental IAC-4 a 2,5 no parental IAC-6. A média das variâncias dos parentais foi de $1,5 \pm 1,0$ com valores compreendidos entre 0,1 a 3,6 nos parentais IAC-4 e EMGOPA-301, respectivamente.

O ACM nas progênes F_2 foi praticamente igual ao observado nos parentais, com média de $1,8 \pm 0,4$ e variou de 1,1 nos cruzamentos IAC-4 x Santa Rosa e IAC-8 x Santa Rosa a 2,9 no cruzamento IAC-5 x IAC-8. A variância média das progênes F_2 foi de $1,6 \pm 0,7$, sendo o maior valor obtido no cruzamento Cristalina x EMGOPA-301 (2,7).

As estimativas da heterose foram positivas para a maioria dos cruzamentos, com média de $14,3 \pm 38,9$. A variação observada foi de

-62,6 no cruzamento IAC-8 x Santa Rosa a 86,2 no cruzamento IAC-6 x SS-1. Esses resultados mostraram que as progênes F_2 tenderam a apresentar grau de ACM levemente superior em relação a média dos parentais. Os dados obtidos por FREIRE FILHO (1988) são um pouco discordantes deste trabalho; o autor obteve estimativas de heterose negativas para a maioria dos cruzamentos e constatou média também negativa ($-11,3 \pm 24,6\%$). As condições de competição foram diferentes; FREIRE FILHO (1988) utilizou plantas competitivas (10cm entre plantas dentro de fileiras), enquanto que, neste estudo as estimativas obtidas basearam-se em plantas sem competição.

As heterobeltioses estimadas foram positivas para a maioria dos cruzamentos, quando comparadas com o parental superior, neste caso o que apresentou menor escore. A heterobeltiose média foi de $57,1 \pm 54,8\%$ e apresentou significância para a maioria dos cruzamentos. Para esse caráter, seria interessante que a heterobeltiose fosse negativa, assim as progênes F_2 apresentariam maior resistência ao ACM em relação ao parental mais resistente. Quanto às estimativas da heterobeltiose, os resultados desse estudo estão de acordo com FREIRE FILHO (1988), o qual detectou média de $25,0 \pm 30,0\%$ e estimativas positivas para a maioria dos cruzamentos. Contudo, as progênes F_2 exibiram variabilidade adequada para a prática de seleção visando a maior resistência ao ACM.

Os parentais apresentaram média de $2,9 \pm 0,5$ para VAG, havendo diferenças significativas entre os mesmos, que variaram de 1,9 no parental IAC-4 a 3,4 no parental IAC-6. As variâncias foram relativamente uniformes, com média de $0,24 \pm 0,1$, variando de 0,2 a 0,4 nos parentais EMGOPA-301 e IAC-6, respectivamente.

As progênes F_2 também apresentaram diferenças significativas para VAG, com média de $3,0 \pm 0,4$ e variação de 2,1 no cruzamento IAC-4 x Santa Rosa a 3,7 no cruzamento Cristalina x EMGOPA-301. Vale observar que o cruzamento IAC-4 x Santa Rosa foi o mais precoce e também o que apresentou menor altura na maturidade, enquanto que o cruzamento Cristalina x EMGOPA-301, apresentou a maior altura no florescimento e a maior estimativa de heterose para APM. A média das variâncias foi de $0,4 \pm 0,2$ e variou de 0,1 no cruzamento IAC-6 x IAC-11 a aproximadamente 1,0 no cruzamento IAC-5 x SS-1. Os resultados obtidos indicaram a existência de variabilidade considerável para o VAG.

As estimativas de heterose foram predominantemente positivas, das quais 31 mostraram-se significativas. A média foi de $8,2 \pm 16,8\%$, variando de -28,9 no cruzamento IAC-6 x Santa Rosa a 51,7 no cruzamento IAC-4 x IAC-5. Aproximadamente metade das estimativas para heterobeltio-se foram positivas, apresentando média de $-7,6 \pm 24,8\%$. Entre as estimativas positivas apenas uma não foi significativa, indicando que o VAG das progênes mostrou-se superior à média dos parentais e em muitos cruzamentos foi maior que o respectivo parental superior. Os resultados obtidos sugerem apreciável variabilidade para esse caráter.

A avaliação de uma planta ou progênie, através do VAG, reflete a utilização de um índice mental que engloba um conjunto de vários caracteres agrônômicos simultaneamente, sendo expresso através de uma nota. Como ressaltou FREIRE FILHO (1988), o VAG empregado para avaliar progênes F_2 , não apresenta uma boa eficiência para fins de seleção. Devido à considerável ação da heterose nessa geração, a avaliação visual

poderá refletir, pelo menos em parte, o vigor de híbrido, o qual não se mantém através do processo de avanço de gerações em direção à homozigose. BRIM (1973) relatou que esquemas de seleção visual têm sido utilizados visando reduzir o número de progênes para um nível tal, que viabilize a avaliação do potencial produtivo, enfatizando ainda, que tais esquemas são efetivos para caracteres de alta herdabilidade.

A avaliação da produtividade foi realizada através do peso de grãos em plantas individuais (PPI) amostradas nas parcelas. O conjunto dos parentais apresentou diferenças significativas ao nível de probabilidade de 1%. A média dos parentais foi de $68,4 \pm 14,9$ g/planta e variou de 43,2 no parental Santa Rosa a 88,1 g/planta no parental SS-1. As variâncias dos parentais tiveram média de $780,8 \pm 327,1$ (g/planta)². Os valores mais expressivos foram apresentados pelos parentais Cristalina, EMGOPA-301, IAC-6 e IAC-9, respectivamente 1223, 902, 1420 e 880 (g/planta)².

A PPI média das progênes F_2 foi de $78,6 \pm 17,1$ g/planta, superando em média 10 g/planta o conjunto dos parentais. A produtividade variou de 44,1 no cruzamento IAC-4 x Santa Rosa a 108,9 g/planta no cruzamento Cristalina x IAC-6. Entre as progênes F_2 , 29 apresentaram média superior ao conjunto dos parentais, sendo que 16 superaram o parental mais produtivo. A média das variâncias foi de $1369,5 \pm 666,0$ (g/planta)² e variou de 331,4 no cruzamento IAC-4 x Santa Rosa a 3249,0 (g/planta)² no cruzamento IAC-5 x SS-1.

A maioria das estimativas de heterose foram positivas e 16 apresentaram diferenças significativas. A média foi de $28,1 \pm 31,0\%$ e

variou de -38,3 no cruzamento IAC-4 x IAC-6 a 94,8 no cruzamento Cristalina x EMGOPA-301. O cruzamento Cristalina x EMGOPA-301 apresentou a maior APF, a heterose mais pronunciada para APM e foi o segundo mais produtivo entre as progênies F_2 , com média de 107,0 g/planta. Esses resultados indicaram que o cruzamento Cristalina x EMGOPA-301 mostrou ótimo desempenho, evidenciando a possibilidade de obtenção de combinações superiores para o cultivo de inverno.

As estimativas de heterobeltiose foram predominantemente positivas com média de $2,5 \pm 34,7\%$. Entre os 25 cruzamentos que apresentaram heterobeltiose positiva, apenas quatro foram significativas ao nível de 5% de probabilidade: Cristalina x EMGOPA-301 (48,0), Cristalina x IAC-6 (52,3); EMGOPA-301 x IAC-8 (43,9) e IAC-8 x IAC-9 (49,2). A heterobeltiose variou de -62,3 no cruzamento IAC-4 x IAC-6 a 52,3 no cruzamento Cristalina x IAC-6. Esses resultados mostraram que a maioria das progênies F_2 foi superior à média dos parentais, sendo que algumas progênies superaram a média do respectivo parental superior. Observou-se através das médias e das estimativas de variância das progênies F_2 , que há considerável variabilidade para o caráter PPI.

A heterose média obtida nesse estudo está de acordo com todos os resultados na literatura consultada, geralmente avaliando a produtividade em gramas/planta e constatando estimativas positivas. A média obtida por CAMPOS (1979) foi de 19,0%; CHAUHAN & SINGH (1982), 48,4%; FREIRE FILHO (1988), 5,2%; KAW & MENON (1979), 17,4%; KUNTA *et alii* (1985), 24,6%; VEATCH (1930), 35,5%; WEBER *et alii* (1970), 25,1% e WEISS *et alii* (1947), 20,8%.

A mesma tendência foi observada para heterobeltiose, onde as estimativas na literatura foram predominantemente positivas, estando de acordo com o resultado desse estudo. A média obtida por CAMPOS (1979) foi de 3,3%; CHAUDHARY & SINGH (1974), 26,1%; KAW & MENON (1979), 4,3%; KUNTA *et alii* (1985), 20,1%; PASCHAL II & WILCOX (1975), 8,0%; VEATCH (1930), 19,6%; WEBER *et alii* (1970), 13,4% e WEISS *et alii* (1947), 14,5%. A única estimativa negativa para heterobeltiose média na literatura consultada, foi obtida por FREIRE FILHO (1988), com média de -22,2%. Entretanto, o autor ressaltou que duas progênies F_2 superaram o melhor parental do grupo no caráter PPI.

Para que haja exploração comercial de híbridos em soja, dois requisitos devem ser satisfeitos: a) um método econômico para produção de sementes híbridas em larga escala; b) suficiente heterose para produtividade (WEBER *et alii*, 1970; PASCHAL II & WILCOX, 1975; KUNTA *et alii*, 1985). As evidências experimentais quanto a esses aspectos, indicaram que embora a variância aditiva seja o principal componente da variância hereditária, os efeitos genéticos não aditivos podem contribuir significativamente para a variação de alguns caracteres em certas populações de soja. A heterose constitui-se em uma manifestação esperada dos efeitos não aditivos (BURTON, 1987). O autor relatou ainda que, não se conhece quanto do efeito heterótico é devido à dominância, aos tipos de epistasia envolvendo dominância e quanto poderia ser atribuído à epistasia aditiva x aditiva. Provavelmente, uma linhagem homozigótica com comportamento equivalente à progênie F_1 poderia ser selecionada a partir das gerações segregantes. A probabilidade desta linhagem ser encontrada,

entretanto, seria influenciada pelo número de genes envolvidos e pela relativa importância dos efeitos de dominância, os quais não podem ser fixados e, também, pelos efeitos aditivo x aditivo que podem ser fixados. O autor concluiu que a identificação de tal linhagem seria difícil e de custo elevado, se o caráter for influenciado por um grande número de genes e/ou se a dominância e os tipos de epistasia dominantes estiverem envolvidos significativamente. BURTON & CARTER JUNIOR (1983) propuseram um método para produção de sementes híbridas em quantidades experimentais. Todavia, a exploração comercial do vigor de híbrido em soja ainda é muito remota, devido principalmente à dificuldade de dispersão dos grãos-de-pólen de uma planta para outra.

Verificou-se pelos resultados obtidos para produtividade e para os outros caracteres avaliados, que as diferenças observadas entre parentais e principalmente entre progênes F_2 , como também, a variação das estimativas da heterose e da heterobeltiose, que esse grupo de parentais possui ampla variabilidade para todos os caracteres avaliados. Quanto à produtividade, existiu possibilidade de obtenção de combinações superiores visando futura utilização no cultivo de inverno.

4.3. Análise dialética de Griffing

Na análise de variância apresentada na Tabela 2 constatou-se diferenças significativas (1% pelo teste "F") para tratamentos e para os desdobramentos em efeitos de parentais e de progênes F_2 para todos os caracteres avaliados. Essa significância indicou que há diferenças entre os genótipos. Procedeu-se então, à análise da capacidade de

combinação, desdobrando-se a soma de quadrados de tratamentos em soma de quadrados para capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), de acordo com o método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956).

A análise de variância para CGC, CEC, relação entre CGC e CEC, e a média dos quadrados médios dos efeitos da CGC e CEC, para os nove caracteres estudados são apresentados na Tabela 6. A capacidade geral de combinação (CGC) foi significativa (1%) para oito caracteres, exceto para ACM. Para capacidade específica de combinação (CEC) não foi detectada significância para os caracteres avaliados. SPRAGUE & TATUM (1942) e KEMPTHORNE & CURNOW (1961) ressaltaram que a CGC decorre principalmente da variância genética aditiva e da variância epistática aditiva x aditiva e que a CEC resulta da variância genética dominante e de vários tipos de componentes da variância epistática. Portanto, pode-se admitir que para os caracteres NDF, NIF, APF, NDM, NIM, APM, VAG e PPI, foram predominantemente controlados por ação gênica aditiva e possivelmente por interação epistática aditiva x aditiva.

A relação entre CGC e CEC foi avaliada segundo BAKER (1978) para o modelo com efeito de tratamentos fixos. Em oito caracteres a relação $CGC/(CGC + CEC)$ foi superior a 93%, sendo que a menor relação foi observada para ACM, que apresentou 89,5%. KAW & MENON (1981), PASCHAL II & WILCOX (1975) e WEBER *et alii* (1970) obtiveram predominância da CGC em relação à CEC para produtividade, componentes da produtividade e outros caracteres na geração F_1 . A mesma tendência tem sido observada para geração F_2 : BHATADE *et alii* (1977) obteve relação de 79,4% e FREIRE

FILHO (1988) estimou em 88,8% a participação da CGC para PPI.

Os resultados desse estudo evidenciaram maior importância da CGC em relação à CEC, estando de acordo com a literatura consultada. FREIRE FILHO (1988) e MIRANDA (1987) relataram que quando o conjunto de parentais é heterogêneo essa superioridade da CGC é esperada. A CEC não foi significativa nessa população; BAKER (1978) salientou que em tal situação, o comportamento de uma progênie pode ser adequadamente predito com base na capacidade geral de combinação. Para determinado caráter, a progênie mais promissora pode ser obtida através do cruzamento dos parentais que apresentarem os maiores valores para CGC (BAKER, 1978 e KAW & MENON, 1981). A magnitude da CGC em relação à CEC enfatiza a ação gênica aditiva e possivelmente epistática aditiva x aditiva para expressão dos caracteres avaliados. Os efeitos aditivo e aditivo x aditivo podem ser fixados em linhagens homozigóticas. Portanto, como afirmou BRIM (1973), quando o produto final de um programa de melhoramento são linhagens, a presença de epistasia aditiva x aditiva significativa não deve alterar muito o programa, pois, o maior efeito da epistasia é tornar a avaliação precoce das progênies menos efetiva.

KUNTA *et alii* (1985) e PASCHAL II & WILCOX (1975) constataram interações significativas, particularmente com anos. Porém, os autores concluíram que embora as interações tenham sido significativas, elas foram de pequena magnitude, podendo ser desprezadas. Este estudo foi realizado em um ano e em um único local; pode-se concluir que os dados obtidos em um ano e um local (não sendo atípicos) podem ser considerados satisfatórios para as estimativas da CGC e CEC.

4.3.1. Efeitos da CGC

Os efeitos da capacidade geral de combinação (g_i), os erros padrões de g_i e de $(g_i - g_j)$, para os parentais em todos os caracteres avaliados são apresentados na Tabela 7.

Quando se tem uma estimativa de g_i com baixo valor absoluto, o valor da CGC do parental, calculado com base em seus híbridos com os demais parentais, situa-se em torno da média da CGC de todos os parentais. Por outro lado, a estimativa de g_i com alto valor absoluto indica que o parental em questão tem CGC superior ou inferior, respectivamente g_i positivo e negativo, com relação ao comportamento médio dos cruzamentos (SPRAGUE & TATUM, 1942).

Para o caráter NDF, os valores de g_i variaram de -3,375 a 2,951. Sete parentais apresentaram g_i positivos, sobressaindo-se os parentais Cristalina, EMGOPA-301, IAC-6 e IAC-9, respectivamente com valores de 1,216; 1,269; 2,951 e 1,336 dias. Isto indicou que esses parentais contribuíram geneticamente com atrasos superiores a um dia para o início do florescimento. Os parentais IAC-4, IAC-5 e Santa Rosa, contribuíram no sentido de reduzir o início do florescimento em dois ou três dias, apresentando valores de g_i de -3,375; -2,115 e -2,617, respectivamente.

A mesma tendência de valores positivos e negativos foi observada para o NIF, com exceção do parental IAC-8, que apresentou estimativa de g_i negativa para NIF (-0,047). Os parentais Cristalina (0,093), EMGOPA-301 (0,019), IAC-6 (0,102), IAC-9 (0,079), IAC-11 (0,058) e SS-1 (0,017), mostraram potencial para aumentar o NIF.

As estimativas de g_i para APF variaram de -5,749 a 3,764cm, valor este apresentado pelo parental IAC-8, o qual mostrou o maior potencial para aumentar a APF. Os parentais IAC-4 e Santa Rosa contribuíram negativamente para esse caráter, reduzindo em aproximadamente 6 e 5cm a APF, respectivamente.

Para o caráter NDM, foi mantida a tendência das estimativas para NDF, com sete parentais apresentando valores de g_i positivos. Destacaram-se os parentais Cristalina, EMGOPA-301, IAC-6 e IAC-9, respectivamente com g_i de 5,597, 2,631, 3,471 e 3,336 dias. Portanto, contribuindo geneticamente para atrasar o NDM até aproximadamente seis dias, valor obtido para o parental Cristalina. No outro extremo está o parental IAC-4, com g_i de -7,243 dias, o que representa uma contribuição média para reduzir em sete dias esse caráter.

No caráter NIM seis parentais apresentaram g_i positivos. As estimativas variaram de -0,201 no parental IAC-4 a 0,237 no parental IAC-5. A estimativa de g_i para o parental IAC-5 é relativamente alta, deve-se ressaltar que o mesmo, apresenta crescimento indeterminado. Esse resultado está de acordo com as estimativas obtidas por FREIRE FILHO (1988).

Os parentais que mais contribuíram para aumentar a APM foram EMGOPA-301 e IAC-5, respectivamente com valores de g_i de 4,183 e 9,642cm. Os parentais IAC-4 e Santa Rosa contribuíram com as maiores reduções para esse caráter, com -9,591 e -8,010 dias, respectivamente. O parental IAC-5 apresentou um comportamento interessante nos caracteres relacionados à maturidade; com estimativa de g_i negativa (-3,198 dias) para

NDM e com maiores valores para os caracteres NIM e APM, respectivamente 0,237 e 9,642cm. Isso significou que o parental contribuiu simultaneamente para precocidade e para aumentar o NIM e a APM. FREIRE FILHO (1988) observou comportamento semelhante em parentais precoces, relacionando essas estimativas ao hábito de crescimento indeterminado do parental.

Para o caráter ACM, seis parentais apresentaram estimativas de g_i negativas, indicando potencial genético para reduzir o ACM. As estimativas de g_i variaram de -0,089 no parental IAC-4 a 0,143 no parental IAC-5. Verificou-se que, o parental com maior estimativa positiva de g_i foi o que apresentou a maior contribuição para o aumento da APM.

A avaliação visual de vários caracteres agronômicos simultaneamente, torna o VAG um caráter bastante complexo. Oito parentais apresentaram estimativas de g_i positivas, sobressaindo-se os parentais Cristalina, EMGOPA-301, IAC-5, IAC-6 e IAC-8, respectivamente com valores de 0,052, 0,050, 0,041, 0,043 e 0,042, estimativas superiores ao erro padrão para o caráter. Os parentais com estimativas de g_i positivas, praticamente mantiveram a mesma tendência para PPI, exceção feita ao parental IAC-6, que mudou de sinal de uma avaliação para outra. O VAG tende a refletir principalmente os componentes da produtividade, fato este vantajoso, visto que a produtividade geralmente é o caráter de maior interesse.

Para PPI, os parentais apresentaram estimativas que variaram de -19,435 no parental Santa Rosa a 14,094 g/planta no parental Cristalina. Os parentais Cristalina, IAC-11 e SS-1 foram os que apresentaram as maiores estimativas de g_i , respectivamente 14,094, 7,347 e 7,662 g/planta.

Esses resultados indicaram que existiu potencial genético no sentido de contribuir com aumentos em torno de 7 a 14g na PPI.

Verificou-se na Tabela 7, que os parentais Cristalina, SS-1 e IAC-11 destacaram-se com progênes F_2 mais produtivas visando ao cultivo de inverno. O parental Cristalina apresentou g_1 satisfatório para todos os caracteres com progênes seis dias mais tardias em maturidade, enquanto os parentais SS-1 e IAC-11 originaram progênes com estimativas de g_1 mais próximas da média de todos os genótipos. HARTWIG (1970) sugeriu que sob condições de dias curtos, um mínimo de 45 dias entre a emergência e o início do florescimento é requerido para permitir o desenvolvimento vegetativo necessário para produzir rendimento razoável; os resultados obtidos neste estudo confirmaram esta hipótese, pois em média foi observado um mínimo de 53 dias após semeadura para o início do florescimento nos parentais Cristalina, IAC-11 e SS-1.

A incorporação de genes para período juvenil longo nos cultivares foi salientada por FARIAS NETO (1987), como uma estratégia promissora para possibilitar que um mesmo genótipo tenha comportamento superior e relativamente estável em diferentes épocas de cultivo. Uma análise geral desse conjunto de parentais, evidenciou considerável variabilidade entre os mesmos, cujo potencial pode ser devidamente explorado, através de intercruzamentos sucessivos para formação de uma população com ampla base genética.

4.3.2. Efeitos da CEC

A interpretação do efeito da capacidade específica de combinação, compreende o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus parentais. Assim sendo, baixos valores absolutos de s_{ij} indicariam que os híbridos comportar-se-iam conforme o esperado a partir da CGC de seus parentais, enquanto, altos valores absolutos de s_{ij} demonstrariam que o comportamento de um cruzamento particular é superior (s_{ij} positivo) ou inferior (s_{ij} negativo) ao esperado com base na CGC dos respectivos parentais.

As estimativas dos efeitos s_{ii} , que correspondem à CEC do parental i com ele mesmo e os efeitos s_{ij} que correspondem a CEC do parental i com o parental j , são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Vários autores utilizaram o método 2 de GRIFFING (1956), o qual inclui os híbridos e os respectivos parentais, para análise de cruzamentos dialélicos em soja (BHATADE *et alii*, 1977; KAW & MENON, 1981; SRIVASTAVA *et alii*, 1978). Entretanto, os efeitos s_{ii} não foram discutidos necessitando ainda de um significado genético mais realístico (MIRANDA, 1987).

De acordo com CRUZ & VENCovsky¹, os valores de s_{ii} têm grande significado genético, tanto no seu sinal quanto na sua magnitude

¹ CRUZ, C.D. & VENCovsky, R. (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, SP) Comparação de alguns métodos de análise dialélica. (Em elaboração).

relativa. No modelo aditivo-dominante o estimador s_{ii} é uma medida da divergência genética do parental i em relação à média dos outros parentais incluídos no dialelo. Esta divergência será maior quanto maior for o valor absoluto de s_{ii} . Quando s_{ii} for negativo, a heterose (em relação à média dos parentais) manifestada nos híbridos do parental i , será em média positiva; quando s_{ii} for positivo, a heterose será em média negativa, e quando s_{ii} for zero ou próximo de zero a divergência do parental i em relação aos outros será pequena ou nula e a heterose nos híbridos do parental i será também pequena ou nula.

Com base na interpretação dada por CRUZ & VENCovsky, as estimativas de s_{ii} apresentaram grande variação para todos os caracteres (Tabela 8). Isso indicou que há uma considerável divergência entre os parentais, observando-se também que nenhum dos parentais apresentou os maiores ou menores valores absolutos de s_{ii} para todos os caracteres. Verificou-se que parentais diferentes apresentaram os extremos de divergência genética para os vários caracteres avaliados.

A proporção do número de parentais com valores s_{ii} positivos e negativos variou com o caráter considerado. Valores de s_{ii} predominantemente positivos foram observados apenas em dois caracteres 8:2 (NDF e NDM); para ambos os caracteres, a heterose média foi negativa (Tabelas 3 e 4). Para os outros caracteres foi observada predominância de valores de s_{ii} negativos; 3:7 (NIF), 1:9 (APF), 3:7 (NIM), 4:6 (APM), 3:7 (ACM), 2:8 (VAG) e 2:8 (PPI), sendo que a heterose média foi positiva para os sete caracteres (Tabelas 3, 4 e 5). Pode-se concluir que os resultados obtidos estão de acordo com as afirmativas de CRUZ & VENCovsky.

Na Tabela 9, são apresentados os resultados para CEC referentes aos efeitos s_{ij} para $i \neq j$, ou seja, correspondente a um híbrido do cruzamento entre os parentais i e j , para todos os caracteres avaliados. Verificou-se que as estimativas s_{ij} apresentaram uma ampla variação para todos os caracteres. FREIRE FILHO (1988) ressaltou que em soja, onde o produto final do melhoramento são linhagens homozigóticas, as quais encerram somente efeitos aditivos e epistáticos aditivo x aditivo, a importância da CEC depende da magnitude da proporção da variância epistática aditiva x aditiva que ela contém. Nesse contexto, a CEC, por si só, apresenta um valor limitado para o progresso de seleção. Assim sendo, deve-se considerar a CEC juntamente com outros parâmetros, tais como a média e a variância do híbrido, considerando-se uma geração segregante, e a CGC dos respectivos parentais.

No caráter NDF, visando-se florescimento tardio, os cruzamentos que apresentaram melhores valores para s_{ij} foram IAC-6 x SS-1, Cristalina x IAC-11, IAC-6 x IAC-11, IAC-5 x Santa Rosa e IAC-6 x IAC-9, respectivamente com 1,925, 1,747, 1,583, 1,183 e 0,956 dias. Desses cruzamentos, os três mais tardios apresentaram estimativas de g_i positivas para ambos os parentais e variâncias menores que a média da variância dos híbridos do dialelo. Vale ressaltar que entre os cruzamentos mais tardios para NDF, o parental IAC-6 participou em três combinações híbridas; esse parental foi em média o mais tardio e apresentou a melhor estimativa de g_i para esse caráter (Tabelas 3 e 7).

As maiores estimativas de s_{ij} para NIF foram apresentadas pelos cruzamentos Cristalina x EMGOPA-301, Cristalina x IAC-8, EMGOPA-301 x

Santa Rosa, Cristalina x IAC-6 e IAC-4 x Santa Rosa, respectivamente com 0,137, 0,095, 0,095, 0,089 e 0,088. Entre os seis parentais envolvidos nesses cruzamentos, apenas Cristalina, EMGOPA-301 e IAC-6 apresentaram estimativas de g_i positivas (Tabela 7).

Para APF, as maiores estimativas para s_{ij} foram observadas nos cruzamentos Cristalina x EMGOPA-301, IAC-4 x IAC-5, Cristalina x IAC-8, IAC-8 x SS-1 e IAC-6 x SS-1, respectivamente com 9,902, 4,137, 3,313, 3,119 e 3,042. Verificou-se que esses cinco cruzamentos envolveram sete dos dez parentais avaliados e que cinco parentais (Cristalina, EMGOPA-301, IAC-6, IAC-8 e SS-1) apresentaram estimativas de g_i positivas (Tabela 7). Os parentais com g_i positivo originaram progênes F_2 com médias superiores e geralmente com variâncias de elevada magnitude, considerando-se a média e a variância do conjunto de híbridos (Tabela 3).

No caráter NDM, a maioria das estimativas de s_{ij} foi negativa; isso está de acordo com a tendência observada das progênes F_2 atingirem a maturidade antes que os parentais (médias e heterose média negativa, Tabela 4). As maiores estimativas de s_{ij} foram obtidas nos cruzamentos IAC-6 x SS-1, Cristalina x IAC-11, IAC-5 x Santa Rosa, IAC-4 x Santa Rosa e Cristalina x IAC-9, respectivamente com 5,287, 2,750, 2,685, 2,329 e 2,299 dias. Entre os oito parentais que participaram desses cruzamentos, cinco apresentaram g_i positivos (Tabela 7). As progênes originadas dos parentais Cristalina, IAC-6, IAC-9, IAC-11 e SS-1 (g_i positivos) apresentaram médias superiores e variâncias inferiores ao conjunto de híbridos. Entretanto, foram observados cruzamentos com média em torno do conjunto de progênes F_2 , porém com variâncias de elevada magnitude,

caso dos cruzamentos Cristalina x SS-1, EMGOPA-301 x SS-1, IAC-5 x SS-1, IAC-9 x SS-1 e IAC-11 x SS-1. Percebe-se que além de participar da combinação híbrida de maior estimativa para s_{ij} , o parental SS-1 deu origem a progênies F_2 com variâncias relativamente altas com praticamente todos os parentais envolvidos no esquema dialélico.

Para NIM, os cruzamentos IAC-5 x IAC-11 com estimativa de 0,146, Cristalina x EMGOPA-301 de 0,101, IAC-4 x IAC-8 de 0,092, IAC-5 x IAC-6 de 0,087 e IAC-5 x IAC-8 de 0,082, foram os que apresentaram os maiores efeitos da CEC. Cinco parentais desses cruzamentos apresentaram estimativas de g_i positivas (Tabela 7). Nota-se que dos cinco cruzamentos de maior efeito s_{ij} para NIM, o parental IAC-5 participou em três combinações e que as progênies F_2 nas quais esteve envolvido, apresentaram as médias e variâncias mais elevadas dos cruzamentos avaliados (Tabela 4).

No caráter APM, a maioria das estimativas de s_{ij} foram positivas e os valores mais expressivos foram apresentados pelos cruzamentos Cristalina x EMGOPA-301, IAC-5 x IAC-11, Cristalina x IAC-8, EMGOPA-301 x IAC-5 e IAC-5 x IAC-6, respectivamente com 10,345, 6,811, 4,640, 4,039 e 3,642cm. Os seis parentais que participaram desses cruzamentos apresentaram estimativas de g_i positivas (Tabela 7). Os cruzamentos IAC-5 x IAC-11 e Cristalina x EMGOPA-301 obtiveram as maiores médias para APM, os demais cruzamentos também apresentaram médias superiores ao conjunto de progênies F_2 . As variâncias observadas foram iguais ou superiores à média da variância de todos os cruzamentos (Tabela 4).

Para ACM, houve um equilíbrio quanto ao número de estimativas de s_{ij} positivas e negativas. Os cruzamentos Cristalina x IAC-6, IAC-8 x Santa Rosa, EMGOPA-301 x SS-1, IAC-9 x IAC-11, Cristalina x IAC-11 e IAC-8 x IAC-11 apresentaram os melhores valores de s_{ij} , respectivamente -0,158, -0,150, -0,143, -0,097, -0,092 e -0,092. Nesses cruzamentos, participaram oito parentais e todos eles reuniram um parental com g_i positivo e outro com g_i negativo, exceto os cruzamentos Cristalina x IAC-11 e IAC-9 x IAC-11, nos quais ambos os parentais apresentaram g_i negativos (Tabela 7). A média desses cruzamentos foi sempre inferior à média dos cruzamentos do dialelo; as variâncias situaram-se em torno da média das variâncias dos cruzamentos, com exceção do cruzamento IAC-9 x IAC-11. Para o ACM, médias próximas de 1,0 são de interesse, visto que a nota 1,0 foi atribuída a uma planta ereta (Tabela 5).

Para o caráter VAG, os cruzamentos que apresentaram as melhores estimativas de s_{ij} foram IAC-4 x IAC-5, IAC-5 x IAC-11, Cristalina x EMGOPA-301, IAC-8 x IAC-9 e EMGOPA-301 x IAC-9, respectivamente com valores de 0,108, 0,077, 0,067, 0,052 e 0,051. As estimativas de g_i foram positivas para ambos os parentais, com exceção do cruzamento IAC-4 x IAC-5, onde o parental IAC-4 apresentou g_i negativo e o parental IAC-5 g_i positivo (Tabela 7). A média desses cruzamentos foi igual (IAC-4 x IAC-5) ou superior à média dos cruzamentos do dialelo. As variâncias dos cruzamentos IAC-4 x IAC-5 e IAC-8 x IAC-9 foram inferiores e os cruzamentos IAC-5 x IAC-11, Cristalina x EMGOPA-301 e EMGOPA-301 x IAC-9 apresentaram variâncias superiores à média das variâncias dos cruzamentos dialélicos (Tabela 5).

No caráter PPI, dos dez cruzamentos que apresentaram os maiores valores de s_{ij} , oito envolveram parentais com estimativas positivas para g_i e dois tiveram parentais com sinais diferentes para g_i . Os cinco cruzamentos que apresentaram os valores mais expressivos para os efeitos s_{ij} foram Cristalina x IAC-6, Cristalina x EMGOPA-301, IAC-5 x IAC-11, IAC-8 x IAC-9 e IAC-9 x SS-1, respectivamente com valores de 19,0, 13,8, 12,5, 11,9 e 9,6 g/planta. Esses cruzamentos apresentaram médias superiores à média geral dos cruzamentos e com exceção do cruzamento IAC-8 x IAC-9, tiveram variâncias maiores que a média das variâncias do dialelo (Tabela 5). Vale registrar, que embora apresentando baixos efeitos de CEC, há outros cruzamentos como Cristalina x IAC-9, Cristalina x IAC-11, Cristalina x SS-1, EMGOPA-301 x IAC-11, IAC-5 x IAC-9, IAC-5 x SS-1, IAC-8 x SS-1 e IAC-11 x SS-1, que apresentaram média de PPI e particularmente variâncias superiores aos cruzamentos que apresentaram os valores mais expressivos para CEC. Verificou-se que nos cruzamentos citados, principalmente no último grupo, sobressairam-se os parentais Cristalina, IAC-11 e SS-1; sendo os mesmos, os parentais que apresentaram as maiores estimativas de g_i para a produtividade de planta individual (Tabela 7). Esses resultados indicaram que os parentais Cristalina, IAC-11 e SS-1, assim como os cruzamentos dos quais eles participaram, mostraram-se como os mais promissores para o melhoramento para produtividade visando o cultivo de inverno.

Para todos os caracteres avaliados, os cruzamentos que mais se destacaram em termos de efeitos s_{ij} , reuniram parentais com efeitos da CGC de mesmo sentido, sendo que a maioria dos parentais apresentou estimativa de g_i positiva. Nesse estudo, as maiores estimativas de

s_{ij} para a maioria dos caracteres, geralmente estiveram relacionadas às maiores médias e estimativas de g_i , entretanto nem sempre corresponderam às maiores variâncias. Desse modo, a CEC mostrou-se relativamente pouco valiosa para a identificação dos melhores parentais e cruzamentos.

Como foi salientado por SPRAGUE & TATUM (1942) e KEMPTHORNE & CURNOW (1961), a CEC é dependente da variância dominante e dos efeitos epistáticos, entre os quais se inclui as interações com dominância. O objetivo final do melhoramento em soja, que é uma espécie autógama, é a obtenção de linhagens homozigóticas. Assim, a importância da CEC depende da magnitude da contribuição da interação epistática aditiva x aditiva que ela contém. Porém, como ressaltou FREIRE FILHO (1988), a epistasia depende da interação interalélica, sendo instável em gerações segregantes e podendo ter seus efeitos anulados em decorrência da segregação. Desse modo, para se explorar melhor os efeitos da CEC em soja, as avaliações da capacidade específica de combinação devem ser realizadas em gerações mais avançadas.

4.4. Comparação dos tipos de parcelas experimentais

A instalação de três experimentos com diferentes tipos de parcelas possibilitou a comparação de parentais e de progênies F_2 em vários arranjos experimentais. A Tabela 10 apresenta as correlações fenotípicas dos parentais, progênies F_2 e de ambos em conjunto, em três arranjos experimentais distintos para os nove caracteres avaliados.

Os resultados observados apresentam correlações significativas para todos os caracteres, exceto para ACM, nos diferentes tipos de parcelas. Vale salientar, que nos caracteres relacionados ao florescimento e à maturidade, a utilização de covas individuais foi bastante eficiente. Para a avaliação da produtividade (PPI) a maioria das correlações foram significativas, sendo que as comparações onde não foi detectada significância, os resultados observados situaram-se muito próximos do limite de 5% de probabilidade pelo teste "t". Os dados obtidos indicaram a possibilidade da utilização de diferentes tipos de parcelas experimentais na avaliação de populações segregantes; particularmente o emprego de covas individuais mostrou-se bastante satisfatório em discriminar os cruzamentos mais promissores para o cultivo de inverno.

O processo de avaliação deve incluir tantos genótipos quanto possível para aumentar a chance de obtenção de combinações superiores. Este processo deve ser suficientemente preciso para separar diferenças genéticas do erro experimental e da interação genótipo x ambiente. FEHR (1987) salientou duas vantagens da utilização de parcelas em covas sobre fileiras: a) obtenção de sementes suficientes a partir de uma planta para testes com repetições sem a necessidade de uma geração adicional para aumentar a quantidade de sementes; b) menor área por parcela, sendo importante quando um grande número de genótipos são avaliados. GARLAND & FEHR (1981) relataram que as parcelas em covas são mais vantajosas no teste inicial para avaliar o potencial de produção das progênes; entretanto, as covas não devem ser consideradas como um substituto para as fileiras nos testes em fases mais avançadas.

5. CONCLUSÕES

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

- a) O comportamento dos parentais *per se* e a heterose média observada nos cruzamentos, indicaram que os cultivares utilizados nesse trabalho, representam um conjunto geneticamente promissor para programas de melhoramento visando ao cultivo de inverno.
- b) A variabilidade genética variou entre os cruzamentos e entre os nove caracteres avaliados. Nenhum cruzamento apresentou variância superior em todos os caracteres, sugerindo que os parentais possuem características complementares.
- c) A heterose e a heterobeltiose apresentaram ampla variação; geralmente as maiores estimativas para heterose e heterobeltiose estiveram relacionadas às maiores

médias; entretanto, nem sempre corresponderam às maiores variâncias. Em termos de PPI, 16 progênes F_2 superaram o parental mais produtivo (SS-1), evidenciando heterose padrão para PPI na geração F_2 .

- d) A capacidade geral de combinação (CGC) foi mais importante que a capacidade específica de combinação (CEC). A magnitude desta relação enfatiza a ação gênica aditiva e possivelmente a epistasia aditiva x aditiva para a expressão dos caracteres avaliados.
- e) Os maiores valores de g_i ocorreram em parentais diferentes para os vários caracteres avaliados, indicando a complementação de caracteres nos parentais. As maiores estimativas de s_{ij} reuniram parentais com g_i positivos; estiveram relacionadas às maiores médias e estimativas de g_i , mas nem sempre corresponderam às maiores variâncias.
- f) Com base nas médias e na capacidade de combinação, principalmente nos efeitos da CGC, os parentais Cristalina, IAC-11 e SS-1, assim como os cruzamentos dos quais eles participaram, apresentaram maior potencial para o melhoramento da produtividade de grãos visando ao cultivo de inverno.

- g) Os parentais apresentaram complementação de caracteres e considerável variabilidade genética para formação de população básica a ser utilizada em programas de seleção recorrente, objetivando o desenvolvimento de genótipos com período juvenil acentuado e com maior produtividade de grãos para o cultivo de inverno ou em baixas latitudes.
- h) A utilização de covas individuais para avaliação das progênes F_2 mostrou-se bastante satisfatória em discriminar os cruzamentos mais promissores.

BIBLIOGRAFIA

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

BAKER, R.J. Issues in diallel analysis. *Crop Science*, Madison, 18:533-6, 1978.

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

BHATADE, S.S.; SINGH, C.B.; TIWARI, A.S. Diallel analysis of yield and its components in soybean. *Indian Journal Agricultural Science*, New Delhi, 47:322-4, 1977.

BOARD, J.E. & HALL, W. Premature flowering in 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, 100:374-87, 1938b.

BORTHWICK, H.A. & PARKER, M.W. Photoperiodic responses of several
varieties of soybeans. *Botanical Gazette*, Chicago, 101:341-65, 1939.

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.

BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E., ed.
Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American
Society of Agronomy, 1973. p.155-86.

BURTON, J.W. Quantitative genetics; results relevant to soybean breeding.
In: WILCOX, J.R. *Soybeans; improvement, production and uses*. Madison,
American Society of Agronomy, 1987. p.211-47.

BURTON, J.R. & CARTER JUNIOR, T.E. A method for production of experimental quantities of hybrid soybean seed. *Crop Science*, Madison, 23:388-90, 1983.

BUZZELL, R.I. Inheritance of a soybean flowering response to fluorescent-daylength conditions. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, Ottawa, 13:703-7, 1971.

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, 1979. 76p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa)

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*. Série B, Ann Arbor, 45:1963, 1985.
- CONSTABLE, G.A. Effect of planting date on soybeans in the namoi valley, new south wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Melbourne, 17:148-55, 1977.
- CREGAN, P.B. & HARTWIG, E.E. Characterization of flowering response to photoperiod in diverse soybean genotypes. *Crop Science*, Madison, 24: 659-62, 1984.
- CRISWELL, G.J. & HUME, D.J. Variation in sensitivity to photoperiod among early maturing soybean strains. *Crop Science*, Madison, 12:657-60, 1972.
- ECKHART, R.C. Predicting yields of missing single crosses of corn. *Agronomy Journal*, Madison, 44:215-6, 1952.
- ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Departamento de Física e Meteorologia. *Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba*. Piracicaba, 1975. 23p. (Boletim Técnico Científico, 32).
- FALCONER, D.S. *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279p.

FAO PRODUCTION YEARBOOK 1985. Rome, 39:142, 1986.

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)

FEHR, W.R. Breeding methods for cultivar development. In: WILCOX, J.R. *Soybeans; improvement, production and uses*. Madison, American Society of Agronomy, 1987. p.249-93.

FRANCIS, C.A. Effective day lengths for the study of photoperiod sensitive reactions in plants. *Agronomy Journal*, Madison, 62:790-2, 1970.

FREIRE FILHO, F.R. Análise genética de um dialelo entre genótipos precoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1988. 224 p. (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.
- GARLAND, M.L. & FEHR, W.R. Selection for agronomic characters in hill and row plots of soybeans. *Crop Science*, Madison, 21:591-5, 1981.
- 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 of 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 of 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, estudada sob condições de dias curtos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. *Anais*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1984. p.323-37.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, Melbourne, 9:463-93, 1956.

HARTWIG, E.E. *Factors affecting time of planting soybeans in the southern states.* Washington, USDA, 1954. 13p.

HARTWIG, E.E. Time of planting soybeans in the south. *Soybean Digest*, Hudson, 18:16-9, 1958.

HARTWIG, E.E. Growth and reproductive characteristics of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) grown under short-day conditions. *Tropical Science*, London, 12:47-53, 1970.

HARTWIG, E.E. Varietal development. In: CALDWELL, B.E., ed. *Soybeans; improvement, production, and uses.* Madison, American Society of Agronomy, 1973. p.187-210.

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. & 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.

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.

HOWELL, R.W. Physiology of the soybean. In: NORMAN, A.G., ed. *The soybean*. New York, Academic Press, 1963. p.75-124.

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 of development of the soybean in various stages of the life cycle. *Botanical Gazette*, Chicago, 122:77-95, 1960.

KAW, R.N. & MENON, P.M. Heterosis in a ten-parental diallel cross in soybean. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, 49:322-4, 1979.

KAW, R.N. & MENON, P.M. Combining ability for developmental traits in soybean. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, 41: 303-8, 1981.

KEMPTHORNE, O. & CURNOW, R.N. The diallel cross. *Biometrics*, Raleigh, 17:229-50, 1961.

- 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, R.A.S.; ALMEIDA, L.A.; CAMPELO, G.J.A.; BAYS, I.A.; GOMES, E.R.; ROLIM, R.B.; MONTEIRO, P.M.F.O.; MIRANDA, M.A.C. Tropical uma cultivar brasileira para as baixas latitudes. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. *Anais*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1982. v.2, p.493-4.
- 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 in South-Eastern Queensland; I. Influence of photoperiod and temperature on phasic developmental patterns. *Australian Journal Agricultural Research*, Melbourne, 24:67-80, 1973.
- LEFFEL, R.C. & HANSON, W.D. Early generation testing of diallel crosses of soybeans. *Crop Science*, Madison, 1:169-74, 1961.

- 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.
- 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.). Piracicaba, 1987. 159p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)
- MIRANDA, M.A.C.; MIYASAKA, S.; MASCARENHAS, H.A.A.; ROSSETTO, D. Melhoramento da soja no Estado de São Paulo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *A soja no Brasil Central*. Campinas, 1977. p.23-54.
- MIYASAKA, S.; GUIMARÃES, G.; KIIHL, R.A.S.; LOVADINI, L.A.C.; DEMATTÊ, J.D. Variedades de soja indiferentes ao fotoperíodo e tolerantes a baixas temperaturas. *Bragantia*, Campinas, 29:169-73, 1970.
- NISSLY, C.R.; BERNARD, R.L.; HITTLE, C.N. Daylength sensitivity studies with maturity group III soybean germplasm. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 2:14-5, 1975.

- NISSLY, C.R.; BERNARD, R.L.; HITTLE, C.N. Variation in photoperiod sensitivity for time of flowering and maturity among soybean strains of maturity group III. *Crop Science*, Madison, 21:833-6, 1981.
- 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.
- PARKER, M.W.; HENDRICKS, S.B.; BORTHWICK, H.A.; SCULLY, N. J. Action spectrum for the photoperiodic control of floral initiation of short-day plants. *Botanical Gazette*, Chicago, 108:1-26, 1946.
- 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).
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 11. ed. São Paulo, Nobel, 1985. 466p.
- POLSON, D.E. Day-neutrality in soybeans. *Crop Science*, Madison, 12:773-6, 1972.

RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINJO, T. *Carta de solos do município de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ/Centro de Estudos de Solos, 1966. 86p. (mimeografado).

ROBERTS, R.H. The role of night temperature in plant performance. *Science*, Lancaster, 98:265, 1943.

SCHAIK, P.H. van & PROBST, A.H. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, 50:192-7, 1958.

SEDDIGH, M. & JOLLIFF, G.D. Night temperature effects on morphology, phenology, yield and yield components of indeterminate field-grown soybean. *Agronomy Journal*, Madison, 76:824-8, 1984.

SHANMUGASUNDARAM, S. Variation in the photoperiodic response to flowering in soybean. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 5:91-4, 1978.

SHANMUGASUNDARAM, S. Variation in the photoperiodic response on several characters in soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Euphytica*, Wageningen, 28:495-507, 1979.

SHANMUGASUNDARAM, S. & WANG, C.C. Decapitation technique to screen for photoperiod insensitivity in soybean. *Glycine max* (L.) Merrill. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 4:13-5, 1977.

- SHANMUGASUNDARAM, S. & TSOU, S.C.S. Photoperiod and critical duration for flower induction in soybean. *Crop Science*, Madison, 18:598-601, 1978.
- SINGH, M.P. & ANDERSON, J.C. Inheritance of earliness of maturity in soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Agronomy Journal*, Madison, 41: 477-83, 1949.
- SOUZA, P.I.M. de; SPEHAR, C.R.; URBEN FILHO, G.; VILELA, L.; ZUFFO, N.L.; ARANTES, N.E.; MONTEIRO, P.M.O.F.; KIIHL, R.A. BR-9 (Savana); uma nova cultivar de soja para os cerrados. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. *Anais*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1984. p.401-5.
- SPRAGUE, G.F. & TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single cross of corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, Geneva, 34:923-32, 1942.
- SRIVASTAVA, R.L.; SAXENA, J.K.; AHMAD, Z.; BHATIA, R.S. Genetics of yield and yield component traits in soybean. *Indian Journal of Genetic & Plant Breeding*, New Delhi, 38:6-10, 1978.
- THOMAS, J.F. & RAPER JUNIOR, C.D. Morphological response of soybeans as governed by photoperiod, temperature, and age at treatment. *Botanical Gazette*, Chicago, 138:321-8, 1977.

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.

TISSELI 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 dialética 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. Efeitos da introdução de germoplasma exótico sobre a produtividade e relações com a base genética dos cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1985. 91p. (Livre-Docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)

VELLO, N.A.; HIROMOTO, D.M.; AZEVEDO FILHO, A.J.B.V. Coefficient of parentage and breeding of Brazilian soybean germplasm. *Revista Brasileira de Genética*. Ribeirão Preto, 11:679-97, 1988.

- VILELA, L.; SPEHAR, C.R.; SOUZA, P.I.M.; VIEIRA, R.D. Comportamento de cultivares de soja em época seca (inverno) no cerrado do Distrito Federal. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. *Anais*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1979. v.1., p.357-63.
- WANG, C.L.; MON, C.S.; TSU, C.C. Photoperiodic response of wild soybeans collected from localities of different latitude in China. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, 7:32-5, 1980.
- 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.

TABELAS

Tabela 1. Fontes de variação para análise de variância em blocos casualizados com o desdobramento da soma de quadrados de grupos em efeitos de parentais e progênies F_2

Fontes de Variação	G.L.	SQ	QM	Teste "F"
Blocos	J-1	SQ_6	QM_6	QM_6/QM_1
Grupos	I-1	SQ_5	QM_5	QM_5/QM_1
Parentais (P)	P-1	SQ_4	QM_4	QM_4/QM_1
Progênies F_2 (F)	F-1	SQ_3	QM_3	QM_3/QM_1
Pvs. F	1	SQ_2	QM_2	QM_2/QM_1
Resíduo	(I-1)(J-1)	SQ_1	QM_1	
Total	IJ-1	SQT		

$i = 1, 2, \dots, I$ Grupos

$j = 1, 2, \dots, J$ Repetições

$P = 1, 2, \dots, P$ Parentais

$f = 1, 2, \dots, F$ Progênies F_2

Tabela 2. Análise de variância do número de dias para o início do florescimento (NDF), número de internódios no florescimento (NIF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (ACM), valor agrônômico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI) com desdobramento da soma de quadrados de grupos em efeitos de parentais e progêneses F₂. Soja semi-tardia, Piracicaba, 1987/88

Fontes de Variação	G.L.	Caracteres								
		NDF	NIF ¹	APF	NDM	NIM ¹	APM	ACM ¹	VAG ¹	PPI
		Quadrados Médios								
Blocos	4	8,74**	0,2116**	332,45**	43,98**	0,1360**	333,47**	0,1829**	0,0424**	4520,14**
Grupos	63	46,23**	0,0913**	125,17**	212,45**	0,1531**	335,39**	0,0748**	0,0526**	1378,05**
Parentais (P)	9	79,45**	0,1253**	159,82**	372,11**	0,1778**	363,90**	0,1014**	0,0761**	1109,66**
Progenies F ₂ (F)	53	41,34**	0,0834**	118,91**	187,84**	0,1484**	328,44**	0,0714**	0,0486**	1351,81**
Pvs. F	1	6,42	0,2040**	145,10**	79,84**	0,1799**	447,15**	0,0156	0,0468**	5184,28**
Resíduo	252	2,49	0,0135	14,01	11,49	0,0157	31,13	0,0352	0,0067	307,52
Total	319	11,20	0,0314	39,95	51,59	0,0444	95,01	0,0448	0,012	571,77
C.V. (%)		3,02	3,20	9,30	2,74	3,12	10,26	11,42	4,09	22,56

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

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

Tabela 3. Média, variância, heterose e heterobeltiose para os caracteres número de dias para início do florescimento (NDF), número de internódios no início do florescimento (NIF) e altura da planta no início do florescimento (APF). Dez parentais e 44 progênies F₂ obtidas em esquema dialélico. Soja semi-tardia, Piracicaba, 1987/88

Grupos	NDF						NIF						APF			
	Variância			Heterose			Heterobeltiose			Heterose			Média		Variação	
	Média	Variação	Heterose	Média	Variação	Heterose	Média	Variação	Heterose	Média	Variação	Heterose	Média	Variação	Heterose	Heterobeltiose
Parentais																
1. Cristalina	55,92	4,57		12,76	3,89		36,11	30,00								
2. ENQUA-301	54,46	1,17		11,55	2,55		40,80	74,04								
3. IAC-4	47,12	1,28		10,38	3,09		28,83	24,92								
4. IAC-5	47,98	1,00		11,06	0,59		36,20	11,66								
5. IAC-6	58,99	4,39		13,75	2,31		46,46	53,62								
6. IAC-8	53,10	3,47		10,92	2,26		46,31	44,10								
7. IAC-9	54,09	5,87		12,90	2,09		40,72	36,70								
8. IAC-11	52,97	1,28		12,70	1,52		39,21	32,81								
9. Santa Rosa	47,07	0,94		10,61	1,58		31,76	26,91								
10. SS-1	54,38	1,93		12,19	1,82		40,25	24,23								
Progênies F ₂																
1 x 2	54,99	13,37	-0,72	1,95	-3,33		54,46	97,13	83,24**							66,96**
1 x 3	48,97	8,64	-9,90	7,85	-24,86		35,19	28,82	16,75**							-5,10
1 x 4	49,82	8,91	-8,20	7,67	-21,82		37,57	24,17	7,83							7,57
1 x 5	55,43	3,16	-7,05	-1,75	-12,07		47,18	52,69	28,56**							3,10
1 x 6	52,46	6,05	-7,52	-2,41	-12,37		48,32	60,09	34,51**							8,68
1 x 7	54,51	2,12	-1,80	1,55	-5,04		38,40	32,46	-0,08							-11,39
1 x 8	55,43	4,81	3,62*	9,29	-1,75		40,44	66,26	14,76**							6,27
1 x 9	49,78	14,18	-6,66	11,51	-21,96		37,51	36,62	21,07**							7,75
1 x 10	53,32	43,78	-5,91	-3,16	-8,58		43,22	96,49	26,40**							14,76**
2 x 3	49,84	9,79	-3,74	11,54	-16,97		35,14	43,04	1,87							-27,75
2 x 5	56,02	6,46	-2,49	5,73	-10,07		47,43	68,97	17,42**							4,18
2 x 6	58,99	8,07	19,38**	22,18	16,64		45,78	78,59	10,22**							-2,29
2 x 7	55,01	6,55	2,71	3,40	2,02		45,22	47,45	21,88**							21,67**
2 x 8	53,35	7,75	-1,36	1,43	-4,08		44,26	55,16	21,27**							16,96**
2 x 9	51,50	10,80	2,90	18,73	-10,87		41,38	85,95	28,11**							2,84
2 x 10	52,44	27,59	-7,28	-7,13	-7,42		45,17	117,07	22,92**							21,42**
3 x 4	46,34	5,36	-5,09	-3,31	-6,84		37,27	24,51	29,25**							5,91
3 x 5	48,91	7,87	-15,63	7,60	34,18		33,19	39,66	-23,67							-57,12
3 x 6	49,53	12,69	-2,31	10,23	-13,45		40,62	35,20	16,24**							-26,57
3 x 7	49,79	10,87	-3,22	11,33	-15,90		36,72	47,64	11,19**							-19,65
3 x 8	48,66	5,32	-5,54	6,54	-16,27		35,70	33,74	9,88**							-17,90
3 x 9	48,96	1,89	-0,57	-0,47	-0,68		31,18	40,41	5,84							-3,65
3 x 10	48,38	37,63	-9,34	5,35	-22,07		32,51	51,59	-11,75							-38,46

Tabela 4. Média, variância, heterose e heterobeltiose para os caracteres número de dias para maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM) e altura da planta na maturidade (APM). Dez parentais e 44 progêneses F₂ obtidas em esquema dialélico. Soja semi-tardia, Piracicaba, 1987/88

Grupos	Caracteres											
	NDM				NIM				APM			
	Média	Variancia	Heterose (%)	Heterobeltiose ¹ PMP	Média ²	Variancia ³	Heterose (%)	Heterobeltiose (%)	Média	Variancia	Heterose (%)	Heterobeltiose (%)
Parentais												
1. Cristalina	136,68	13,33			15,83	1,93			48,71	22,64		
2. EHCOPA-301	128,31	8,88			14,70	4,10			54,03	91,88		
3. IAC-4	112,92	7,60			12,17	2,73			36,54	43,76		
4. IAC-5	115,16	11,22			16,89	2,55			63,44	45,10		
5. IAC-6	132,39	13,19			15,50	3,02			56,64	62,24		
6. IAC-8	130,98	8,64			13,56	4,39			57,10	72,49		
7. IAC-9	131,23	5,07			14,70	3,74			48,30	57,70		
8. IAC-11	123,57	8,50			15,57	2,26			54,94	29,85		
9. Santa Rosa	112,93	5,04			12,82	1,63			39,01	32,27		
10. SS-1	126,60	7,43			15,75	2,88			57,75	25,99		
Progêneses F₂												
1 x 2	132,60	46,61	0,16	6,69	16,83	3,92	20,50**	12,63**	70,07	105,57	72,81**	59,37**
1 x 3	120,16	35,23	-7,44	12,82	13,97	2,94	-0,43	-23,50	45,94	49,63	15,55*	-11,37
1 x 4	122,54	42,48	-5,37	12,82	17,70	6,34	16,38**	9,59**	63,54	234,52	26,63**	0,32
1 x 5	132,09	8,38	-3,63	-0,45	15,79	4,50	1,60**	-0,51	58,55	90,36	22,31**	6,74
1 x 6	129,13	17,56	-7,02	-2,82	15,87	3,60	15,99**	0,51**	62,83	87,10	37,52**	20,07**
1 x 7	134,57	12,06	0,92	5,09	15,40	3,45	1,77**	-5,43	53,20	51,14	19,36**	18,44**
1 x 8	131,73	16,62	2,47	13,21	15,66	4,33	-0,51	-2,15	54,99	77,48	12,21*	0,18
1 x 9	120,84	44,20	-6,35	14,01	14,96	3,44	8,87**	-10,99	48,72	65,15	22,16**	0,44
1 x 10	126,87	135,65	-7,25	0,43	15,94	6,09	1,96**	1,39**	56,54	110,05	12,44*	-4,19
2 x 3	120,18	37,61	-0,72	12,86	12,65	4,89	-11,69	-27,89	45,64	77,39	1,57	-31,06
2 x 5	128,97	24,40	-2,12	1,03	15,78	3,57	9,01**	3,61**	61,63	83,53	22,75**	17,62*
2 x 6	128,01	11,28	-2,52	-0,47	15,10	3,27	5,51**	5,44**	60,09	143,80	16,29**	10,47
2 x 7	129,31	20,27	-0,71	1,56	15,68	3,26	13,33**	13,33**	58,67	69,02	29,34**	17,18*
2 x 8	126,03	37,40	0,14	3,98	15,92	2,96	10,37**	4,50**	59,66	97,50	19,00**	17,18*
2 x 9	120,28	26,73	-0,56	13,02	14,65	5,79	12,94**	-0,68	52,53	123,52	25,84**	-5,55
2 x 10	122,51	103,68	-7,76	-6,46	15,60	5,75	4,93**	-1,90	62,60	172,29	24,01**	16,80*
3 x 4	114,03	15,39	-0,02	1,97	16,06	5,21	21,06**	-9,83	57,73	119,33	30,97**	-18,00
3 x 5	114,69	14,99	-12,99	3,13	13,17	2,89	-9,61	-30,06	43,27	59,86	-14,25	-47,21
3 x 6	117,92	32,83	-6,61	8,86	13,80	2,82	14,54**	3,54**	50,47	54,60	15,59*	-23,22
3 x 7	117,00	36,52	-8,31	7,23	13,50	2,82	0,97**	-16,33	44,98	77,58	12,07*	-13,75
3 x 8	114,75	14,11	-5,91	3,24	14,27	3,25	5,77**	-16,70	46,01	65,60	1,18	-32,51
3 x 9	111,86	4,69	-1,89	-1,88	12,76	3,53	4,24**	-0,94	37,52	49,69	-1,35	-7,64
3 x 10	113,39	70,09	-10,64	0,83	13,07	5,64	-12,75	-34,03	41,49	113,04	-23,99	-56,31

Tabela 4. Média, variância, heterose e heterobeltiose para os caracteres número de dias para maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM) e altura da planta na maturidade (APM). Dez parentais e 44 progênies F₂ obtidas em esquema dialélico. Soja semi-tardia, Piracicaba, 1987/88 (continuação).

	Caracteres									
	NDM			NIM			APM			
	Média	Variância	Heterobeltiose ¹ (%)	Média ²	Variância ³	Heterobeltiose (%)	Média	Variância	Heterobeltiose (%)	Heterobeltiose (%)
4 x 5	124,58	37,12	1,30	17,95	14,22	21,67**	69,37	370,66	31,08**	18,69**
4 x 6	123,90	52,47	1,35	17,28	11,65	27,00**	68,09	274,97	25,95**	14,66*
4 x 7	122,42	71,99	-1,26	16,80	18,24	12,73**	61,37	316,43	19,69**	-6,53
4 x 8	119,49	60,65	0,21	16,71	7,68	30,56**	71,14	215,24	40,38**	24,27**
4 x 9	116,26	7,65	3,88	16,22	4,68	18,38**	58,79	102,36	29,54**	-14,66
4 x 10	121,05	141,70	0,28	17,36	15,47	12,75**	67,51	383,98	22,82**	12,83
5 x 6	125,70	14,20	-9,09	14,47	4,23	-0,83	56,72	105,52	-0,53	-1,33
5 x 7	130,78	10,35	-1,56	15,50	3,46	5,30**	57,18	41,83	17,95**	1,91
5 x 8	128,04	15,51	0,09	15,66	1,86	1,61**	55,03	39,81	-2,72	-5,69
5 x 9	116,55	40,27	-9,96	13,74	3,87	-5,93	46,49	123,66	-5,58	-35,84
5 x 10	132,20	1,88	4,18	14,90	3,01	-9,28	56,81	56,17	-1,35	-3,26
6 x 7	127,76	15,35	-5,10	14,84	2,89	10,05**	57,26	74,36	17,31**	0,56
6 x 8	121,08	21,92	-0,31	14,95	2,55	5,29**	57,35	100,71	4,75	0,88
6 x 9	115,44	19,61	-10,68	12,73	3,72	-6,97	45,42	67,86	-10,97	-40,91
6 x 10	121,80	84,94	-10,85	14,90	8,53	3,34**	60,63	188,47	11,16	9,97
7 x 8	125,56	12,69	-2,89	15,00	2,63	-1,78	50,68	53,09	-3,64	-15,51
7 x 9	118,77	37,40	-5,42	13,74	3,82	-0,29	45,45	60,56	8,22	-11,80
7 x 10	128,14	140,12	-1,20	15,37	5,99	1,90**	51,96	130,70	-4,02	-20,05
8 x 9	115,32	16,60	-4,96	14,35	3,56	2,18**	45,74	57,77	-5,26	-33,49
8 x 10	122,07	192,78	-4,82	14,94	5,15	-9,20	51,10	106,75	-18,62	-23,03
9 x 10	116,75	50,05	-5,03	13,98	8,57	-4,27	46,41	169,61	-8,14	-39,27
Média dos parentais	125,08	8,89	-	14,75	2,95	-	51,65	48,39	-	-
	18,63	22,93	-	11,48	40,88	-	28,53	222,49	-	-
Média das progênies F ₂	122,93	42,14	-3,54	15,17	5,23	5,66	54,94	118,60	12,91	-5,39
	16,11	142,16	14,29	11,43	13,52	110,30	28,29	183,92	117,96	122,28
LMS entre parentais (Tukey 5%)	5,18	-	-	0,22	-	-	8,03	-	-	-
LMS entre progênies F ₂ (Tukey 5%)	9,02	-	-	0,33	-	-	14,86	-	-	-

1. PHP = parental mais precoce e PMT = parental mais tardio

2. LMS obtidos a partir de dados transformados para $\sqrt{x}$

3. Estimativas obtidas a partir de dados transformados para $\sqrt{x+1}$

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

Tabela 5. Média, variância, heterose e heterobeltiose para os caracteres acamamento (ACM), valor agronômico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI). Dez parentes e 44 progênies F₂ obtidas em esquema dialélico. Soja semi-tardia, Piracicaba, 1987/88

Grupos	Caracteres									
	ACM					VAG				
	Média	$\frac{1}{2}$ Variancia	Heterose	Heterobeltiose	(%)	Média	$\frac{1}{2}$ Variancia	Heterose	Heterobeltiose	(%)
Parentais										
1. Cristalina	1,80	1,73				3,11	0,20			
2. BRGOPA-301	2,40	3,63				3,16	0,19			
3. IAC-4	1,12	0,09				1,92	0,29			
4. IAC-5	2,49	2,05				2,88	0,27			
5. IAC-6	1,93	2,22				3,37	0,40			
6. IAC-8	1,70	1,96				3,17	0,23			
7. IAC-9	1,19	0,46				3,10	0,23			
8. IAC-11	1,38	1,32				3,04	0,22			
9. Santa Rosa	1,56	1,07				2,24	0,24			
10. SS-1	1,27	0,74				3,26	0,14			
Progênies										
1 x 2	2,35	2,73	23,81**	61,11**		3,73	0,44	37,96**	36,08**	
1 x 3	1,28	0,81	-24,66	28,57**		2,70	0,36	14,71**	-26,37	
1 x 4	2,25	2,49	9,79**	50,00**		3,29	0,47	19,70**	11,58**	
1 x 5	1,35	0,72	-55,23	-50,00		3,61	0,19	22,84**	14,24**	
1 x 6	1,92	1,94	19,43**	25,88**		3,55	0,30	26,11**	23,97**	
1 x 7	1,33	1,13	-22,07	23,53**		3,38	0,41	17,71**	17,36**	
1 x 8	1,27	1,07	-40,25	-15,94		3,38	0,31	19,84**	17,36**	
1 x 9	1,79	1,23	13,10**	29,49**		2,84	0,31	12,34**	-17,36	
1 x 10	1,04	1,89	65,80**	121,26**		3,13	0,59	-3,45	-7,98	
2 x 3	1,57	1,61	-21,59	80,36**		2,14	0,34	-10,24	-47,47	
2 x 5	2,06	2,47	-9,70	13,47**		3,59	0,24	19,91**	13,06**	
2 x 6	1,92	2,27	19,43**	25,88**		3,42	0,29	16,11**	15,77**	
2 x 7	1,90	2,01	54,18**	119,33**		3,50	0,44	23,64**	21,52**	
2 x 8	2,53	2,05	67,72**	166,67**		3,14	0,62	2,58**	-1,27	
2 x 9	1,67	1,60	-1,19	14,10**		2,90	0,45	14,81**	-16,46	
2 x 10	1,52	1,51	-1,95	39,37		3,24	0,59	1,87**	-1,23	
3 x 4	1,69	1,33	-12,74	101,79**		3,02	0,24	51,67**	9,72**	
3 x 5	1,38	1,48	-19,02	46,43**		2,32	0,20	-24,57	-62,31	
3 x 6	1,68	2,20	38,30**	100,00**		2,63	0,43	6,68**	-34,07	
3 x 7	1,58	1,44	73,59**	82,14**		2,49	0,41	-1,59	-39,35	
3 x 8	1,65	1,76	64,00**	94,64**		2,34	0,49	-11,29	-46,05	
3 x 9	1,12	0,18	-32,84	0,00		2,14	0,38	5,77**	-8,93	
3 x 10	1,52	0,78	54,39**	71,43**		2,60	0,33	0,77**	-40,49	
						107,00	2126,25	94,75**	48,00*	
						76,14	1312,35	23,74	-23,53	
						81,99	1156,42	16,73	-9,97	
						108,86	1517,72	76,96**	52,31*	
						100,46	980,97	64,53**	32,84	
						93,74	2090,40	32,03	17,27	
						102,90	1683,42	46,75*	38,50	
						67,67	598,74	8,99	-43,16	
						103,43	2449,86	37,20	34,72	
						56,95	1246,88	9,47	-6,69	
						80,31	1006,81	47,39*	26,45	
						80,03	1269,68	57,04**	43,92*	
						89,74	1507,36	67,42**	38,32	
						91,02	2465,64	61,10**	26,08	
						67,83	1768,88	65,61**	30,24	
						95,37	1926,80	59,42**	16,43	
						66,34	906,88	31,03	4,03	
						48,83	571,89	-38,26	-62,31	
						63,63	879,79	20,42	-6,10	
						57,02	859,95	-17,74	-48,57	
						71,20	1380,79	18,49	-23,15	
						44,12	331,35	-10,36	-20,76	
						66,76	692,40	-6,44	-48,50	

Tabela 5. Média, variância, heterose e heterobeltiose para os caracteres acamamento (ACM), valor agrônomico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI). Dez parentais e 44 progenies F₂ obtidas em esquema dialélico. Soja semi-tardia, Piracicaba, 1987/88 (continuação).

Grupos	CARACTERES											
	ACH				VAG				PPI			
	Média	Variancia	Heterose	Heterobeltiose	Média	Variancia	Heterose	Heterobeltiose	Média	Variancia	Heterose	Heterobeltiose
	($\bar{x}$)	(s^2)	(%)	(%)	($\bar{x}$)	(s^2)	(%)	(%)	($\bar{x}$)	(s^2)	(%)	(%)
4 x 5	2,62	2,34	37,10**	71,50**	3,39	0,58	16,96**	1,19**	80,22	1330,87	36,01	26,19
4 x 6	2,89	2,50	75,89**	140,00**	3,20	0,47	11,57**	1,89**	78,17	1166,49	39,33*	38,25
4 x 7	1,98	2,02	15,22**	132,77**	3,24	0,74	16,72**	9,03**	85,19	2293,11	42,81*	26,24
4 x 8	2,10	1,83	17,05**	104,35**	3,53	0,70	38,51**	32,24**	97,19	2439,24	67,10**	41,41
4 x 9	1,98	2,17	-4,44	53,85**	2,88	0,48	25,00**	0,00	56,46	628,92	8,61	-26,36
4 x 10	2,12	2,07	25,53**	133,86**	3,39	0,98	20,85**	7,98**	89,79	3249,01	34,50	3,77
5 x 6	2,14	2,63	35,81**	51,76**	3,40	0,32	7,95**	1,78**	78,01	847,10	28,52	19,96
5 x 7	1,97	2,14	52,56**	131,09**	3,09	0,24	9,58**	1,19**	84,17	1301,83	30,22	23,53
5 x 8	1,66	1,22	0,60**	40,58**	3,29	0,12	5,30**	-4,75	89,71	1534,95	36,94	22,83
5 x 9	1,44	1,39	-34,96	-15,38	2,40	0,81	-28,88	-57,57	48,96	875,34	-28,45	-61,95
5 x 10	2,29	2,55	86,25**	160,63**	3,34	0,20	1,51**	-1,78	71,60	1353,61	-21,30	-38,74
6 x 7	1,40	1,63	-6,23	35,29**	3,47	0,30	21,37**	18,93**	93,84	709,37	66,34**	49,21*
6 x 8	1,29	1,01	-32,47	-13,04	3,37	0,27	17,07**	12,62**	95,18	1094,44	60,52**	36,41
6 x 9	1,12	0,16	-62,58	-56,41	2,66	0,17	-3,33	-32,18	57,85	335,26	12,59	-23,68
6 x 10	1,70	1,78	28,96**	67,72**	3,31	0,68	5,91**	3,07**	90,88	2101,39	36,44	6,24
7 x 8	1,08	0,12	-31,91	-18,49	2,94	0,21	-8,47	-10,32	75,64	857,83	-5,84	-12,12
7 x 9	1,46	1,32	12,36**	45,38**	2,52	0,37	-11,24	-37,42	55,08	760,18	-14,14	-53,72
7 x 10	1,68	1,47	73,17**	82,35**	2,90	0,56	-17,61	-22,09	97,22	1874,04	37,93*	20,63
8 x 9	1,46	1,54	-1,36	11,59**	2,58	0,29	-4,55	-30,26	65,53	760,75	11,81	-37,23
8 x 10	1,38	0,96	8,30**	17,32**	2,95	0,44	-12,70	-19,02	84,36	2400,66	0,08	-8,56
9 x 10	1,93	2,52	72,79**	103,94**	2,57	0,71	-13,09	-42,33	62,44	1613,03	-9,87	-58,30
Média dos parentais	1,68 ±0,48	1,53 ±1,03	-	-	2,92 ±0,47	0,24 ±0,07	-	-	68,38 ±14,90	780,79 ±327,07	-	-
Média das progenies F ₂	1,75 ±0,42	1,64 ±0,67	14,32 ±38,90	57,05 ±54,77	3,05 ±0,42	0,41 ±0,19	8,23 ±16,76	-7,65 ±24,78	78,60 ±17,11	1369,52 ±666,03	28,10 ±31,05	2,51 ±34,67
DMS entre parentais (Tukey 5%)	0,31	-	-	-	0,16	-	-	-	29,09	-	-	-
DMS entre progenies F ₂ (Tukey 5%)	0,49	-	-	-	0,21	-	-	-	46,41	-	-	-

1. Dados originais

2. Estimativas obtidas a partir de dados transformados para $\sqrt{x+1}$

3. DMS em dados transformados para $\sqrt{x+1}$

*, ** = significativo ao nível de probabilidade, respectivamente de 5 e 1% pelo teste "t"

Tabela 6. Análise de variância para capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), relação entre CGC e CEC e média dos quadrados médios dos efeitos de CGC e CEC para os caracteres número de dias para o início do florescimento (NDF), número de internódios no florescimento (NIF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (ACM), valor agronômico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI). Método 2 e modelo misto B de GRIFFING (1956). Esquema dialélico 10 x 10 com 45 progênies F₂ de soja semi-tardia. Piracicaba, 1987/88

Parâmetros	G.L.	Caracteres								
		NDF	NIF ¹	APF	NDM	NIM ¹	APM	ACM ¹	VAG ¹	PPI
		Quadrados Médios								
CGC	9	49,36**	0,0927**	126,97**	227,43**	0,1732**	374,69**	0,0639	0,0611**	1296,73**
CEC	45	1,11	0,0048	7,94	5,86	0,0056	14,41	0,0075	0,0023	85,62
Resíduo	252	2,49	0,0135	14,01	11,49	0,0157	31,13	0,0352	0,0067	307,52
CGC/(CGC+CEC)	(%)	97,80	95,08	94,11	97,49	96,87	96,30	89,50	96,37	93,81
$\Sigma g_i^2/9$	1	4,11	0,0077	10,58	18,96	0,0144	31,22	0,0053	0,0051	108,06
$\Sigma s_{ij}^2/45$		0,92	0,0038	6,11	4,46	0,0035	8,43	0,0069	0,0017	51,94

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

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

Tabela 7. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (g_i) com os respectivos erros padrões entre os efeitos g_i e as respectivas médias dos parentais para os caracteres número de dias para o início do florescimento (NDF), número de internódios no florescimento (NIF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (ACM), valor agrônomico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI). Método 2 e modelo misto B de GRIFFING (1956). Esquema dialélico 10 x 10 com 45 progenies F₂ de soja semi-tardia. Piracicaba, 1987/88

Efeitos (g_i)	Caracteres								
	NDF	NIF ¹	APF (cm)	NDM	NIM ¹	APM (cm)	ACM ¹	VAG ¹	PPI (g/planta)
Parentais									
g_1 (Cristalina)	1,216	0,093	0,861	5,597	0,076	0,881	0,002	0,052	14,094
g_2 (ENGOPA-301)	1,269	0,019	3,319	2,631	0,032	4,183	0,089	0,050	2,205
g_3 (IAC-4)	-3,375	-0,138	-5,749	-7,243	-0,201	-9,591	-0,089	-0,148	-16,245
g_4 (IAC-5)	-2,115	-0,059	-1,503	-3,198	0,237	9,642	0,143	0,041	0,483
g_5 (IAC-6)	2,951	0,102	3,287	3,471	0,015	1,425	0,038	0,043	-1,136
g_6 (IAC-8)	0,180	-0,047	3,764	1,831	-0,057	2,655	0,004	0,042	1,972
g_7 (IAC-9)	1,336	0,079	0,649	3,336	-0,012	-1,988	-0,063	0,014	3,053
g_8 (IAC-11)	0,449	0,058	-0,506	0,040	0,043	0,028	-0,053	0,006	7,347
g_9 (Santa Rosa)	-2,617	-0,124	-4,709	-6,567	-0,145	-8,010	-0,055	-0,114	-19,435
g_{10} (SS-1)	0,706	0,017	0,587	0,103	0,012	0,775	-0,013	0,013	7,662
EP (g_i)	0,432	0,032	1,025	0,928	0,032	1,528	0,055	0,032	4,802
EP ($g_i - g_j$)	0,643	0,045	1,528	1,384	0,055	2,278	0,077	0,032	7,159

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

Tabela 8. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação dos parentais com eles próprios (s_{ii}) com os respectivos erros padrões para os caracteres número de dias para o início do florescimento (NDF), número de internódios no florescimento (NIF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (ACM), valor agronômico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI). Método 2 e modelo misto B de GRIFFING (1956). Esquema dialélico 10 x 10 com 45 progenies F_2 de soja semi-tardia. Piracicaba, 1987/88

Efeitos (s_{ii})	Caracteres								
	NDF	NIF ¹	APF (cm)	NDM	NIM ¹	APM (cm)	ACM ¹	VAG ¹	PPI (g/planta)
Parentais									
$S_{1,1}$ (Cristalina)	1,478	-0,109	-5,995	2,147	-0,064	-7,709	0,022	-0,082	-18,776
$S_{2,2}$ (ENGOPA-301)	-0,093	-0,128	-6,220	-0,287	-0,116	-8,996	0,012	-0,068	-22,363
$S_{3,3}$ (IAC-4)	1,861	0,016	-0,051	4,064	0,017	1,066	-0,019	-0,002	5,449
$S_{4,4}$ (IAC-5)	0,202	-0,042	-1,170	-1,787	-0,258	-10,504	-0,074	-0,117	-12,808
$S_{5,5}$ (IAC-6)	1,078	0,003	-0,498	2,112	0,017	-0,865	-0,018	-0,002	-3,670
$S_{6,6}$ (IAC-8)	0,723	-0,087	-1,601	3,981	-0,084	-2,861	-0,018	-0,048	-15,196
$S_{7,7}$ (IAC-9)	-0,595	-0,064	-0,963	1,216	-0,028	-2,376	-0,049	-0,011	-7,670
$S_{8,8}$ (IAC-11)	0,057	-0,047	-0,155	0,152	-0,029	0,222	-0,003	-0,007	-11,047
$S_{9,9}$ (Santa Rosa)	0,288	0,023	0,793	2,723	-0,008	0,376	0,053	0,022	5,226
$S_{10,10}$ (SS-1)	0,958	-0,035	-1,308	3,055	0,055	1,539	-0,123	0,030	-4,070
EP (s_{ii})	1,302	0,095	3,090	2,799	0,105	4,607	0,155	0,071	14,480
EP ($s_{ii}-s_{ij}$)	1,821	0,134	4,321	3,914	0,145	6,442	0,217	0,095	20,249

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

Tabela 9. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (s_{ij}) com os respectivos erros padrões para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF), número de internódios no florescimento (NIF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (ACM), valor agrônômico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI). Método 2 e modelo misto B de GRIFFING (1956). Esquema dialélico 10x10 com 45 progênes de soja semi-tardia. Piracicaba, 1987/88

Efeitos (s_{ij})	Caracteres								
	NDF	NIF	APF (cm)	NDM	NIM	APM (cm)	ACM	VAS	PPI (g/planta)
Progênes F_2									
$s_{1.2}$	0,489	0,137	9,902	1,039	0,101	10,345	0,087	0,067	13,821
$s_{1.3}$	-0,888	-0,035	-0,299	-1,527	-0,020	-0,005	-0,053	1,014	1,412
$s_{1.4}$	-1,298	-0,029	-2,167	-3,193	-0,002	-1,641	0,006	-0,027	-9,462
$s_{1.5}$	-0,748	0,089	2,656	-0,318	-0,008	1,583	-0,158	0,046	19,028
$s_{1.6}$	-0,951	0,095	3,313	-1,639	0,074	4,640	0,053	0,033	7,515
$s_{1.7}$	-0,058	-0,029	-3,487	2,299	-0,029	-0,347	-0,063	0,021	-0,284
$s_{1.8}$	1,747	0,027	-0,295	2,750	-0,051	-0,579	-0,092	0,031	4,587
$s_{1.9}$	-0,829	-0,039	0,980	-1,534	0,050	1,194	0,072	0,017	-3,860
$s_{1.10}$	-0,420	0,002	1,387	-2,170	0,014	0,228	0,103	-0,037	4,797
$s_{2.3}$	-0,063	-0,089	-2,807	1,453	-0,150	-3,610	-0,053	-0,060	-5,885
$s_{2.4}$	0,138	0,031	1,371	1,001	0,076	4,039	0,003	0,036	6,434
$s_{2.5}$	-0,216	0,000	0,447	-0,474	0,035	1,362	-0,033	0,043	2,363
$s_{2.6}$	0,527	-0,016	-1,684	0,208	0,023	-1,404	-0,038	0,005	-1,019
$s_{2.7}$	0,394	0,047	0,871	0,006	0,050	1,818	0,022	0,051	7,607
$s_{2.8}$	-0,378	0,050	1,064	0,019	0,024	0,792	0,187	-0,026	4,598
$s_{2.9}$	0,840	0,095	2,391	0,882	0,055	1,698	-0,057	0,032	8,182
$s_{2.10}$	-1,545	0,003	0,886	-3,559	0,017	2,954	-0,143	-0,010	8,627
$s_{3.4}$	-0,179	0,081	4,137	1,133	0,080	3,021	-0,068	0,108	5,245
$s_{3.5}$	-2,679	-0,167	-4,725	-4,875	-0,064	-3,223	-0,059	-0,079	-10,660
$s_{3.6}$	0,715	0,087	2,227	-0,004	0,092	2,752	0,069	0,006	1,023
$s_{3.7}$	-0,182	0,011	1,444	-2,437	0,007	1,901	0,105	-0,005	-6,660
$s_{3.8}$	-0,424	0,047	1,570	-1,385	0,053	0,912	0,115	-0,037	3,223
$s_{3.9}$	0,941	0,088	1,262	2,329	0,041	0,467	-0,055	0,029	2,931
$s_{3.10}$	-0,965	-0,056	-2,709	-2,814	-0,073	-4,348	0,036	0,026	-1,527
$s_{4.5}$	-0,371	-0,006	-0,113	0,963	0,087	3,642	0,066	0,005	3,994
$s_{4.6}$	0,762	-0,020	-2,840	1,928	0,082	1,138	0,170	-0,038	-1,163
$s_{4.7}$	-0,043	-0,021	-0,560	-1,054	-0,020	-0,937	-0,009	0,000	4,779
$s_{4.8}$	-0,586	0,005	0,769	-0,692	0,146	6,811	0,017	0,077	12,485
$s_{4.9}$	1,183	-0,037	0,214	2,685	0,044	2,499	-0,017	0,038	-1,467
$s_{4.10}$	-0,010	0,081	1,530	0,802	0,023	2,436	-0,019	0,035	4,771
$s_{5.6}$	-1,491	-0,011	-0,245	-2,939	-0,039	-2,018	0,076	0,008	0,299
$s_{5.7}$	0,956	0,052	2,381	0,635	0,045	3,089	0,095	0,033	5,374
$s_{5.8}$	1,583	0,054	-0,062	1,190	0,009	-1,081	-0,008	0,016	6,624
$s_{5.9}$	-1,116	-0,073	-2,386	-3,692	-0,046	-1,580	-0,077	-0,090	-7,340
$s_{5.10}$	1,925	0,056	3,042	5,287	-0,054	-0,044	0,134	0,021	-12,340
$s_{6.7}$	0,266	0,064	1,101	-0,751	0,034	1,936	-0,046	0,052	11,940
$s_{6.8}$	0,617	0,008	0,585	1,873	-0,007	0,010	-0,092	0,037	8,990
$s_{6.9}$	-0,830	-0,095	-2,374	-3,161	-0,107	-3,879	-0,150	-0,020	-1,563
$s_{6.10}$	-1,061	0,063	3,119	-3,476	0,017	2,547	-0,005	0,015	4,370
$s_{7.8}$	-0,216	-0,019	0,122	-1,151	-0,046	-2,015	-0,097	-0,042	-11,632
$s_{7.9}$	-0,418	0,000	0,345	-1,339	-0,018	0,790	0,032	-0,031	-5,416
$s_{7.10}$	0,490	0,022	-0,292	1,361	0,032	-1,483	0,059	-0,058	9,632
$s_{8.9}$	-1,237	0,019	-0,557	-1,491	0,006	-0,931	0,021	-0,004	0,746
$s_{8.10}$	-1,221	-0,097	-2,887	-1,416	-0,077	-4,362	-0,045	-0,038	-7,526
$s_{9.10}$	0,890	-0,003	-1,461	-0,126	-0,010	-1,008	0,125	-0,015	-2,665
EP (s_{ij})	1,452	0,105	3,447	3,123	0,114	5,139	0,173	0,077	16,153
EP ($s_{ij}-s_{ih}$)	2,135	0,158	5,067	4,590	0,170	7,554	0,253	0,110	23,744
EP ($s_{ij}-s_{kj}$)	2,036	0,152	4,832	4,377	0,161	7,203	0,243	0,105	22,639

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

Tabela 10. Correlações fenotípicas (r) entre as médias dos parentais, progênes F2 e de ambas para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF), número de internódios no florescimento (NIF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), número de internódios na maturidade (NIM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (ACM), valor agronômico (VAG) e produtividade de planta individual (PPI), em três tipos de parcelas: cova, 1 e 3m. Soja semi-tardia. Piracicaba, 1988

Carac- teres	Parentais			Progênes F2			Parentais + Progênes F2		
	r	cova, 1m	r	cova, 1m	r	cova, 3m	r	cova, 1m	r
NDF	0,973**	0,962**	0,998**	0,929**	0,921**	0,962**	0,941**	0,941**	0,982**
NIF	0,862**	0,852**	0,904**	0,852**	0,751*	0,859**	0,849**	0,827**	0,870**
APF	0,936**	0,932**	0,930**	0,788**	0,656*	0,818**	0,802**	0,722**	0,873**
NDM	0,979**	0,974**	0,995**	0,929**	0,974**	0,946**	0,944**	0,974**	0,972**
NIM	0,542**	0,450	0,777**	0,781**	0,888**	0,644*	0,748**	0,663**	0,668**
ADM	0,768**	0,699*	0,872**	0,756**	0,839**	0,758*	0,739**	0,759**	0,812**
ACM	0,055	0,395	0,027	0,285	-0,254	-0,437	0,233	0,062	-0,182
VAG	0,713**	0,643*	0,861**	0,702**	0,801**	0,693*	0,701**	0,702**	0,748**
PPI	0,459*	0,416	0,917**	0,641**	0,609	0,415	0,616**	0,556*	0,714**
Nº de pares	9	9	9	30	10	10	39	19	19

*, ** = significativo ao nível de probabilidade de 5 e 1% pelo teste "t".

APÊNDICE

Apêndice 1. Comparação dos valores médios mensais da temperatura média, máxima e mínima, precipitação pluviométrica, umidade relativa e do fotoperíodo entre os períodos; Normal (1917-1975) e experimental (1988) em Piracicaba, São Paulo

Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul
Temp. do Ar (°C)	TMéd. 1988	26,2	24,6	24,6	23,0	20,2	16,4	15,3
	Normal	23,6	23,5	23,1	21,2	18,5	17,0	16,7
	TMáx. 1988	32,4	30,3	31,2	28,6	26,4	23,6	23,5
	Normal	29,7	29,7	29,7	28,1	26,0	24,8	25,1
	TMín. 1988	20,0	18,9	18,1	17,2	14,0	9,2	7,1
	Normal	18,9	19,0	18,1	15,2	11,9	10,3	9,3
Precipitação Pluviométrica (mm)	1988	185	328	194	140	104	27	0,0
	Normal	221	191	135	63	48	41	24
Umidade Relativa (%)	1988	73	78	70	75	73	65	60
	Normal	74	76	75	71	72	67	60
N = Fotoperíodo (horas)		13,4	12,8	12,2	11,6	11,1	10,8	10,9

FONTE: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Departamento de Física e Meteorologia