HERANÇA DO TEMPO PARA O FLORESCIMENTO E PARA A MATURIDADE
EM VARIANTES NATURAIS DE SOJA [*Glycine max* (L.) MERRILL]

EMÍDIO RIZZO BONATO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.Dr.NATAL ANTONIO VELLO

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo
1989

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

B699h Bonato, Emídio Rizzo
Herança do tempo para o florescimento e para a
maturidade em variantes naturais de soja (Glycine
max (L.) Merrill). Piracicaba, 1989.
166p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Soja - Floração - Herança 2. Soja - Genética
3. Soja - Maturidade - Herança I. Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.34

HERANÇA DO TEMPO PARA O FLORESCIMENTO E PARA A MATURIDADE
EM VARIANTES NATURAIS DE SOJA [*Glycine max* (L.) MERRILL]

EMÍDIO RIZZO BONATO

Aprovada em 23.03.1990

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Natal Antonio Vello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Roland Vencovsky	ESALQ/USP
Prof. Dr. Gerhard Bandel	ESALQ/USP
Prof. Dr. Júlio Marcos Filho	ESALQ/USP
Dr. José Francisco F. de Toledo	CNPSo/EMBRAPA

4-1-1/115

Prof. Dr. Natal Antonio Vello
Orientador

À minha esposa

LÍDIA

Às minhas filhas

ANA LÍDIA e CLÁUDIA

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

- . Ao Prof. Dr. Natal Antonio Vello, pela orientação, ensinamentos e colaboração na realização deste trabalho;
- . À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e ao Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade;
- . Ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, pela concessão do tempo necessário para a realização do curso;
- . Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq, pela concessão da bolsa de estudos;
- . Aos professores do Departamento de Genética da ESALQ, pela dedicação com que transmitiram os conhecimentos;
- . Ao Dr. Romeu A.S. Kiihl, pelo fornecimento das sementes e pela colaboração na realização da pesquisa;
- . Aos Drs. Carlos M. Mattioli e José F.F. de Toledo e à Pesquisadora Maria Cristina N. de Oliveira, pelo auxílio nas análises estatístico-genéticas;
- . À bibliotecária Nilce Teresinha Puga, pela revisão das referências bibliográficas;
- . Aos colegas do curso de Pós-graduação, pela amizade, cooperação e incentivo.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Indução do florescimento	4
2.2. Efeito do fotoperíodo	9
2.3. Efeito da temperatura	14
2.4. Efeito dos genes na determinação do tempo para o florescimento e para a maturidade	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Ambientes, parentais e gerações estudadas	29
3.2. Delineamento experimental e caracteres avalia- dos	32
3.3. Análises estatístico-genéticas	35
3.3.1. Análise da variância da geração F_2	35
3.3.2. Análise dialélica	37
3.3.3. Coeficientes de herdabilidade	42
3.3.4. Determinação do número de genes	44

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. Caracterização dos cruzamentos	45
4.2. Análise dialélica	52
4.2.1. Número de dias para o florescimento	54
4.2.2. Número de dias para a maturidade	57
4.2.3. Altura das plantas no florescimento	59
4.2.4. Número de nós na maturidade	60
4.2.5. Altura das plantas na maturidade	62
4.3. Número de genes para o tempo para o florescimen <u>to</u> to e para a maturidade	68
4.3.1. Paranã x Paranagoiana	68
4.3.2. SS-1 x Paranã	70
4.3.3. Paranã x Pirapõ 78	72
4.3.4. SS-1 x Paranagoiana	75
4.3.5. Pirapõ 78 x Paranagoiana	77
4.3.6. SS-1 x Pirapõ 78	80
4.4. Caracterização dos genes	82
5. CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
TABELAS	109
FIGURAS	151
APÊNDICES	164

HERANÇA DO TEMPO PARA O FLORESCIMENTO E PARA A MATURIDADE
EM VARIANTES NATURAIS DE SOJA [*Glycine max* (L.) MERRILL]

Autor: EMÍDIO RIZZO BONATO

Orientador: Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo determinar a herança do tempo para o florescimento e para a maturidade em variantes ocorridos naturalmente no cultivar de soja Paraná. Para isso, foram avaliadas em Londrina, PR, localizada a 23°22' de latitude sul, as gerações F₂ e F₃ de um dialelo envolvendo, além do cultivar original Paraná, os variantes naturais Pirapô 78, SS-1 e Paranagoiana. O comprimento do dia, considerando-se o sol ao nível do horizonte, foi de 12 h 39 min na data da semeadura, 13 h 21 min no florescimento do parental mais precoce e de 13 h 24 min no do mais tardio. Além do número de dias para o florescimento e para a maturidade, foram estudados os caracteres altura das plantas nesses dois estádios e o número de nós na maturidade.

As análises do dialelo revelaram um comportamento genético semelhante entre os caracteres estudados,

a não ser para a altura das plantas na maturidade, onde foram constatados efeitos epistáticos. As análises indicaram que a ação gênica aditiva foi mais importante que a dominante. Observou-se, no conjunto dos seis cruzamentos, dominância parcial dos alelos que determinam a redução dos caracteres. Os parentais de ciclo mais curto, Paraná e Pirapó 78, mostraram possuir, para essas características, mais alelos dominantes que recessivos. O inverso ocorreu com os de ciclo mais longo, Paranagoiana e SS-1.

As análises de cada cruzamento revelaram que as mutações naturais que deram origem aos cultivares Parana goiana e SS-1 foram recessivas e ocorreram no mesmo loco. Foram propostas as designações Es_1 para o alelo do cultivar original Paraná, es_1^a para o do 'Paranagoiana' e es_1^b para o do 'SS-1'. O alelo Es_1 foi parcialmente dominante sobre os recessivos es_1^a e es_1^b . O alelo es_1^a exibiu uma leve dominância sobre o es_1^b para o florescimento. Nesse caso, a dominância foi do alelo que determinou o florescimento mais tardio. Em relação ao tempo para a maturidade não foi constatada dominância entre os dois alelos. O cultivar Pirapó 78, provavelmente oriundo de um cruzamento natural, diferiu do cultivar Paraná por possuir alelos recessivos de um segundo gene. A designação sugerida foi de Es_2 , para o alelo do 'Paraná', e es_2 , para o do 'Pirapó 78'. Es_2 não mostrou dominância sobre o es_2 quanto ao tempo para o florescimento. Foi, porém, parcialmente dominante em relação ao tempo para

a maturidade.

Os genótipos propostos para o florescimento e para a maturidade foram: Paranã: $Es_1Es_1Es_2Es_2$, Paranagoi-
ana: $es_1^aes_1^aEs_2Es_2$, SS-1: $es_1^bes_1^bEs_2Es_2$ e Pirapõ 78:
 $Es_1Es_1es_2es_2$.

O retardamento médio em dias do tempo para o florescimento e para a maturidade, em relação ao cultivar original Paranã, foi, respectivamente de 23 e 39 pelo genótipo $es_1^aes_1^aEs_2Es_2$, 15 e 23 pelo $es_1^bes_1^bEs_2Es_2$, 7 e 9 pelo $Es_1Es_1es_2es_2$, 54 e 68 pelo $es_1^aes_1^aes_2es_2$, 34 e 38 pelo $es_1^bes_1^bes_2es_2$. O erro dessas estimativas variou de 0,1 a 0,5 dias.

INHERITANCE OF FLOWERING AND MATURITY TIME IN NATURAL
VARIANTS OF SOYBEANS [*Glycine max* (L.) MERRILL]

Author: EMÍDIO RIZZO BONATO

Adviser: Prof. Dr. NATAL ANTONIO VELLO

SUMMARY

This research aimed to explain the genetic variations of flowering and maturity time which occurred naturally in the Paran soybean cultivar. The F₂ and F₃ generations of a diallel, involving the original cultivar Paran and the natural variants Pirap 78, SS-1, and Paranagoiana, were evaluated at Londrina, State of Paran, Brazil, located at 2322' of latitude South. Day length, considering the sun at the horizon line, was of 12 h 39 min at planting time. At flowering, day lengths were of 13 h 21 min and 13 h 24 min, respectively for the earliest and latest parents. Besides the number of days to flowering and maturity, plant height at these two stages and the number of nodes at maturity were also evaluated.

Analysis of the diallel indicated a similar genetic behavior of the traits studied, only plant height at maturity differed, for which epistasis was detected.

This analysis indicated that additive gene action was more important than dominance. Partial dominance determined reduction in the expression of the characters in all six crosses. Early parents, 'Paraná' and 'Pirapô 78', had more dominant than recessive alleles. The opposite was shown by the late parents, 'Paranagoiana' and 'SS-1'.

Paranagoiana and SS-1 cultivars arose from two recessive natural mutations at the same locus. The designations Es_1 for the allele in the original cultivar Paraná, es_1^a for the allele in the Paranagoiana, and es_1^b for the allele in SS-1 were proposed. Allele Es_1 was partially dominant over the recessives es_1^a and es_1^b ; es_1^a was slightly dominant over es_1^b for flowering time. In this case, dominance was for the allele determining lateness (es_1^a) over the allele for earliness (es_1^b) in flowering. No dominance was detected between es_1^a and es_1^b for maturity time. Cultivar Pirapô 78, probably originated from a natural cross, differed from cultivar Paraná by having recessive alleles in a second locus. The designation Es_2 for the allele in 'Paraná', and es_2 for the allele in 'Pirapô 78' was suggested. Es_2 was not dominant over es_2 for flowering time but was partially dominant for maturity time.

The proposed genotypes for flowering and maturity time were: Paraná: $Es_1Es_1Es_2Es_2$, Paranagoiana: $es_1^aes_1^aes_2Es_2$, SS-1: $es_1^bes_1^bes_2Es_2$ and Pirapô 78:

$Es_1Es_1es_2es_2$.

On the average, the number of days to flowering and maturity were respectively delayed in 23 and 39 for genotype $es_1^a es_1^a Es_2 Es_2$, 15 and 23 for $es_1^b es_1^b Es_2 Es_2$, 7 and 9 for $Es_1 Es_1 es_2 es_2$, 54 and 68 for $es_1^a es_1^a es_2 es_2$, 34 and 38 for $es_1^b es_1^b es_2 es_2$. The standard error of such averages ranged from 0,1 to 0,5 days.

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem seu centro de origem na parte central da China (MORSE, 1950). Sua domesticação, segundo HYMOWITZ (1970), ocorreu na metade norte daquele País. É, portanto, uma espécie originalmente adaptada a uma faixa de latitude entre 30° e 45°. Até o final da década de 60, sua exploração comercial estava restrita às regiões com latitudes superiores a 22°.

Sendo uma planta de dias curtos, requer um número mínimo de horas de luz para poder desenvolver-se adequadamente e garantir uma produção aceitável de grãos. A sensibilidade fotoperiódica faz com que um determinado cultivar tenha uma estreita faixa de adaptação no sentido norte-sul, de aproximadamente 4° de latitude, embora ampla no sentido leste-oeste. A exploração da variabilidade genética, especialmente a que se relaciona ao número de dias para o florescimento e a menor sensibilidade às variações do comprimento do dia, tem permitido ampliar a faixa de sua adaptação, bem como, introduzi-la em áreas de menores latitudes.

No Brasil, por muito tempo, a soja esteve confinada à região Sul, em razão da grande dependência de cultivares, introduzidos dos Estados Unidos. A pesquisa brasileira tem concentrado esforços para desenvolver cultivares adaptados ao Centro-Oeste, Norte e Nordeste do País. O Brasil tem-se tornado, com isso, um dos países pioneiros no cultivo, com sucesso, da soja em regiões com latitudes inferiores a 20°. A participação da região Centro-Oeste, na área nacional cultivada, elevou-se de 6,48 %, na safra de 1973/74, para 33,49 %, na de 1984/85. Na produção total, a participação dessa região cresceu de 5,89 para 36,27 %, nesses 11 anos (BONATO & BONATO, 1987). A partir do final da década de 70 foi iniciado o cultivo comercial em regiões com latitudes inferiores a 15°.

Com o rompimento da barreira imposta pelo foto período, novas necessidades estão constantemente surgindo, especialmente no tocante ao desenvolvimento de cultivares com ciclos adequados às peculiaridades de cada região. Maior diversidade de ciclo é imprescindível para uma melhor adequação da soja às diferentes condições climáticas e aos diversos sistemas produtivos. Assim, por exemplo, é importante o desenvolvimento de cultivares que tenham um ciclo suficientemente longo, para que a maturidade ocorra após o término do período de chuvas intensas, especialmente para atender os Estados de Mato Grosso, de Rondônia e de Tocantins. Por outro lado, algumas regiões, como Minas Gerais,

Goiás e o oeste da Bahia, exigem a disponibilidade de cultivares que tenham um ciclo suficientemente curto para permitir o plantio de outras culturas, especialmente a do trigo, antes do término do período úmido.

O presente estudo, ao pretender esclarecer as modificações genéticas ocorridas naturalmente em soja quanto ao tempo para o florescimento e para a maturidade, objetiva somar conhecimentos que possibilitem direcionar os trabalhos de melhoramento no sentido de explorar racionalmente a variabilidade genética e, com isso, suprir as necessidades específicas de cultivares das diferentes regiões do País.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A soja, sendo uma espécie de dias curtos, é induzida a florescer quando o comprimento do dia se torna menor que a duração crítica específica para cada cultivar (GARNER & ALLARD, 1920). O número de dias exigido pela soja para iniciar o seu florescimento e atingir a maturidade está sob controle genético, sendo a ação dos genes grandemente influenciada pelas condições ambientais. Embora o fotoperíodo, isoladamente, seja o principal componente ambiental que induz a passagem da soja da fase vegetativa para a reprodutiva, outros fatores ambientais também interferem com a ação dos genes.

2.1. Indução do florescimento

KNOTT (1934) demonstrou, em espinafre, que uma substância formada nas folhas é a responsável pelo início da formação do primórdio floral. Segundo HOWELL (1963),

foi Cajlachyan em 1936¹ o primeiro a afirmar que essa substância era um hormônio, ao qual lhe deu o nome de florígeno. Esse hormônio é sintetizado somente quando condições adequadas de comprimento do dia forem fornecidas às plantas (VINCE-PRUE, 1975). As reações que determinam o estímulo ocorrem, no entanto, durante o período contínuo de escuro, e não durante o comprimento do período de luz, conforme demonstrado por HAMNER & BONNER (1938), HAMNER (1940) e por PARKER & BORTHWICK (1950).

Em soja também foi evidenciado que o estímulo é recebido pelas folhas (BORTHWICK & PARKER, 1938b). As folhas jovens da soja, completamente expandidas, são, segundo BORTHWICK & PARKER (1940), as mais sensíveis ao fotoperíodo. Elas, segundo os pesquisadores, aumentam a sua capacidade de induzir a iniciação floral até atingirem o tamanho definitivo, após o que tem sua eficiência gradativamente reduzida. Portanto, essa capacidade está correlacionada com o estado de maturidade das folhas e não com a sua distância dos pontos de crescimento, onde as flores são formadas.

O número de locais potenciais para ocorrer a indução floral está relacionado com o número total de nós

¹ CAJLACHYAN, M.C. On the hormonal theory of plant development. Compt. Rend. Acad. Sci. URSS, 3:443-7. 1936.

da haste principal, com o número de ramos axilares e de nós nesses ramos (THOMAS & RAPER JUNIOR, 1977). Entretanto, a indução floral ocorre primeiro no meristema de uma das folhas axilares, em algum lugar ao longo da haste principal, e então, prossegue no sentido acrópeto e basípeto ao longo dos ramos (BORTHWICK & PARKER, 1940; THOMAS & RAPER JUNIOR, 1983).

BORTHWICK & PARKER (1938a) constataram que os primórdios florais no cultivar de soja Biloxi eram microscópicamente visíveis dentro de três dias e, a olho nú, dentro de 10 dias, após iniciado o tratamento indutivo. O tempo para a indução dos primórdios florais varia entre cultivares e entre fotoperíodos diferentes. THOMAS & RAPER JUNIOR (1983) verificaram que a iniciação do primórdio floral no cultivar Ransom ocorria dentro de três a cinco dias após a exposição das plantas a fotoperíodos de 10 a 12 horas e, após sete a dez dias, quando expostas a fotoperíodos de 16 horas. Cultivares com período juvenil mais longo levam mais tempo para serem induzidos.

A quantidade de substância indutora produzida, segundo HAMNER (1969), é proporcional ao número de dias curtos recebidos pela planta. SHANMUGASUNDARAM *et alii* (1979) mostraram que é também proporcional ao número de folhas trifolioladas que recebem o estímulo. A presença de apenas uma folha trifoliolada, em um cultivar sensível ao fotoperíodo, induziu a produção de 45 flores. Para saturar

o requerimento de produção do florígeno, foram suficientes quatro a seis folhas trifolioladas. Em um cultivar insensível ao comprimento do dia, a presença de quatro folhas foi suficiente.

A indução do florescimento em soja parece estar também na dependência de um balanço hormonal interno. GALSTON (1947) observou que o florescimento é dependente de um balanço entre auxina-florígeno. Um elevado teor de auxina retardou o florescimento. A partir de suas observações formulou o conceito de que as auxinas e o mecanismo de florescimento são antagônicos. O antagonismo entre auxinas-florígeno foi comprovado por FISHER & LOOMIS (1954) e por FISHER (1955). Esses pesquisadores constataram que a remoção de folhas imaturas, ou seja, logo após formadas, induzia um florescimento precoce, ao passo que a remoção de folhas maduras, completamente expandidas, retardava o florescimento. Demonstraram, portanto, que o florescimento em soja é condicionado por um balanço entre a produção de auxina, nos tecidos recém formados, e a produção da substância indutora do florescimento, nos tecidos maduros.

O efeito determinado pelas auxinas pode ser inibido através do uso de substâncias com atividade anti-auxina. Assim, GALSTON (1947), FISHER & LOOMIS (1954) e FISHER (1955) constataram que a aplicação do ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA), ou do sulfato de nicotina, apressava o florescimento. Segundo FISHER (1955), o efeito do sul-

fato de nicotina se deve mais à inibição da produção de auxina pelos tecidos novos, do que à inibição do efeito da auxina nas folhas maduras.

BORTHWICK & PARKER (1938b e 1940) e SHANMUGA SUNDARAM *et alii* (1979) demonstraram que a substância indutora do florescimento, produzida nas folhas, é translocada para os pontos de crescimento. A movimentação se dá predominantemente através do floema, junto com o fluxo de carboidratos, embora em algumas espécies pode também se dar através do tecido do mesófilo foliar ou ao longo da epiderme, conforme discutem SCHWABE (1971), VINCE-PRUE (1975) e THOMAS & VINCE-PRUE (1984) em suas revisões sobre o assunto. A translocação dessa substância foi também demonstrada através de enxertia por HEINZE *et alii* (1942), KIYOSOWA & KIYOSAWA (1962) e por NIWA (1976).

O florígeno produzido pela soja cultivada não é específico à espécie *Glycine max* e nem ao subgênero *Soja*. Ao menos é isso que mostrou o trabalho desenvolvido por NEWELL & HYMOWITZ (1979), quando induziram o florescimento em um genótipo de *Glycine tomentella*, espécie perene do subgênero *Glycine*, enxertado em 'Wayne', um cultivar de *Glycine max*, do subgênero *Soja*. Portanto, a substância indutora formada na soja cultivada deve ser a mesma que se forma nas espécies selvagens, mesmo de subgêneros pouco relacionados.

Convém, por fim, deixar claro que todo esse processo de indução somente ocorre após a planta ter completado a fase inicial de crescimento, conhecido como período juvenil. Durante o período juvenil a planta não é induzida a florescer por nenhum tratamento (VINCE-PRUE, 1975; SHANMUGASUNDARAM & TSOU, 1978; THOMAS & VINCE-PRUE, 1984 e CHIPALA, 1985). A soja não só apresenta a fase juvenil, como existem genótipos que possuem um período juvenil mais longo que a maioria. Alguns destes genótipos foram identificados por MIYASAKA *et alii* (1970), HARTWIG (1970), HARTWIG & KIIHL (1979), KIIHL *et alii* (1984) e por CHIPALA (1985).

2.2. Efeito do fotoperíodo

O fotoperíodo, considerado isoladamente, é o principal componente ambiental que afeta a manifestação dos genes na determinação do número de dias para o florescimento e para a maturidade em soja.

Foram GARNER & ALLARD (1920) os primeiros a explicar o efeito do comprimento do dia sobre diferentes espécies de plantas. Verificaram que três fatores primários entravam na ação da luz sobre as plantas: intensidade, qualidade, ou seja, comprimento de onda e duração da exposição da planta. Em linhas gerais, concluíram que a reprodução sexual só pode ser alcançada pela planta quando ela é expos-

ta a um comprimento do dia favorável. Esse requisito é variável entre as diferentes espécies, e mesmo entre genótipos da mesma espécie. Nesse estudo, GARNER & ALLARD (1920) classificaram a soja como uma espécie de dias curtos, ou seja, que somente floresce quando o comprimento do dia é menor que o nível crítico específico para cada genótipo.

Posteriormente, foi demonstrado que a soja floresce somente quando curtos períodos de luz estão associados a longos períodos de escuro (HAMNER, 1940; ALLARD & GARNER, 1941; PARKER & BORTHWICK, 1950). Se, porém, o longo período de escuro for interrompido por breves intervalos de luz, o início do florescimento é inibido, passando a planta a se comportar como se estivesse submetida a fotoperíodos longos (PARKER *et alii*, 1946). Segundo BICKFORD & DUNN (1972), a sensibilidade da planta é tanta que reconhece alguns segundos de luz que interferem no período de escuro. Constataram que apenas um minuto de luz à meia noite inibiu o florescimento em plantas de soja. As plantas ignoram o tempo de escuro anterior e começam a computar o escuro de novo depois da interrupção da luz. É, então, durante o período de escuro que ocorrem os principais processos que levam à indução do florescimento, e o estímulo é determinado pelo comprimento contínuo desse período, segundo determinaram HAMNER & BONNER (1938), HAMNER (1940) e PARKER & BORTHWICK (1950).

Dois períodos curtos de luz, de oito horas,

seguidos cada um por um longo período de escuro, foram suficientes, segundo BORTHWICK E PARKER (1938a) e PARKER & BORTHWICK (1939b), para induzir o florescimento no cultivar de soja Biloxi. No entanto, um maior número de nós floresce se lhe for dado mais dias curtos (HAMNER, 1940). A sequência de indução para o florescimento e para a frutificação requer a continuação de um fotoperíodo adequado. PARKER & BORTHWICK (1939a) verificaram que as plantas que receberam sete períodos de oito horas de luz, e após passaram a receber 14 horas, não formaram vagens.

BORTHWICK & PARKER (1938b) verificaram que o período que vai da iniciação floral à antese foi de aproximadamente três semanas no cultivar Biloxi. Enquanto isso, JOHNSON *et alii* (1960) observaram que a abertura das primeiras flores ocorreu 21 dias após a visualização dos primórdios florais nos cultivares Clark e Perry, e após 35 a 40 dias nos cultivares Hood e Lee.

A constatação de que os cultivares de soja tem exigências fotoperiódicas específicas para passarem da fase vegetativa para a reprodutiva, feita inicialmente por GARNER & ALLARD (1920), foi fartamente comprovada. GARNER & ALLARD (1930) verificaram que o cultivar Mandarin produzia rapidamente flores, tanto em plantios feitos durante os meses de verão como nos de inverno. Já os cultivares Biloxi e Peking necessitavam de várias semanas a mais para atingirem o florescimento durante o verão que durante o inverno. STE-

INBERG & GARNER (1936) determinaram que o comprimento crítico do dia para esses cultivares, sob condições favoráveis de temperatura, era de 17 horas para o 'Mandarin', de aproximadamente 15 horas para o 'Peking' e de 13 a 14 horas para o cultivar Biloxi.

Um estudo bastante detalhado sobre as exigências fotoperiódicas de diferentes cultivares de soja foi feito por BORTHWICK & PARKER (1939). Estudaram 13 cultivares, que variavam de 90 a 175 dias para a maturidade, em nove diferentes fotoperíodos, de 8 a 24 horas de luz diária, desde a emergência até a colheita. O estudo mostrou que os cultivares, que em condições de campo necessitavam 105 dias, ou menos, para alcançarem a maturidade, iniciavam o primórdio floral em todos os fotoperíodos estudados, inclusive no de luz contínua. Entretanto, os cultivares que no campo exigiam mais de 165 dias para maturarem não tiveram nenhuma planta com iniciação do primórdio floral em fotoperíodos de 16 ou mais horas. Já em plantas dos cultivares que necessitavam de 125 a 140 dias para a maturação, a iniciação dos primórdios era observada em fotoperíodos de 16 horas. Os cultivares que não necessitam de períodos de escuro, para a iniciação floral, sugerem, de acordo com BORTHWICK & PARKER (1939), que não são verdadeiramente plantas de dias curtos, mas que devem ser considerados como indeterminados. Em um cultivar, que iniciou a formação de gemas florais mais rapidamente sob luz contínua, as reações

que causam a indução foram aceleradas quando as plantas foram submetidas a períodos diários de escuro.

A menor sensibilidade dos cultivares extremamente precoces foi também constatada por outros pesquisadores. CRISWELL & HUME (1972) verificaram que 70 % dos 111 genótipos estudados, pertencentes ao grupo de maturação 00, não tiveram o tempo para o florescimento afetado por fotoperíodos que variavam de 12 horas até luz contínua de 24 horas. À mesma constatação chegou POLSON (1972), ao estudar 400 linhagens dos grupos de maturação 00 e 0. LAWN & BYTH (1973) observaram em plantios de inverno, em latitude de 27°37' S, que os cultivares mais precoces foram neutros aos fotoperíodos estudados.

Diferenças de comportamento ao comprimento do dia para o tempo para o florescimento, entre cultivares de soja de todos os ciclos, foram amplamente comprovados (JOHNSON *et alii*, 1960; BYTH, 1968; HARTWIG, 1970; CRISWELL & HUME, 1972; POLSON, 1972; LAWN & BITH, 1973; MURFET, 1977; NISSLY *et alii*, 1975 e 1981; GREGAN & HARTWIG, 1984). A maior parte desses estudos demonstrou que os cultivares precoces são menos sensíveis ao comprimento do dia que os de ciclo mais longo. Nos precoces, o efeito da temperatura é mais importante que o do fotoperíodo.

2.3. Efeito da temperatura

É difícil analisar o efeito da temperatura sobre o florescimento e a maturidade da soja isoladamente do efeito do fotoperíodo. Ambos estão intimamente relacionados e a temperatura pode alterar significativamente o efeito do comprimento do dia sobre a planta.

EASTON (1924) verificou que quando plantas do cultivar de soja Peking, mantidas em um fotoperíodo de 13 horas, eram submetidas a temperaturas noturnas de 50°F (10°C) tinham considerável atraso no florescimento em comparação com as expostas às temperaturas noturnas de 65 a 90°F (18 a 32°C). Resultados semelhantes foram obtidos por GILBERT (1926) com os cultivares Mandarin, Peking e Biloxi, também estudados sob condições de dias curtos. Verificou que as plantas mantidas nas temperaturas médias de 75 a 80°F (24 a 27°C) apresentavam botões em cerca de 30 dias, enquanto que no fim desse período não havia indicação de florescimento nas plantas mantidas nas temperaturas de 65 a 70°F (18 a 21°C).

GARNER & ALLARD (1930), por sua vez, atribuíram as variações de ciclo verificadas de ano para ano, quando os cultivares eram plantados na mesma época em Washington, às variações de temperatura durante a fase do pré florescimento. Constataram que alguns cultivares retardavam o florescimento quando as temperaturas eram menores que

75 a 77°F (24 a 25°C). Sob as condições em que realizaram o estudo, estabeleceram que para cada decréscimo de um grau Fahrenheit (0,6°C), na temperatura média durante o período vegetativo, alguns cultivares retardavam o florescimento em dois a três dias. Informação semelhante foi obtida por FUKUI *et alii* (1962), quando constataram que um aumento de 2 a 3°C na temperatura implicava em um decréscimo de cinco a dez dias no tempo para o florescimento em cultivares de soja.

STEINBERG & GARNER (1936) verificaram que a temperatura de 71°F (25°F) era sub-ótima para os cultivares estudados em fotoperíodos de 3 a 17 horas. Para todos os comprimentos do dia avaliados, a temperatura ótima para os cultivares Mandarin e Peking foi de 77 a 83°F (25 a 28°C) e para o cultivar Biloxi de 83°F. Respostas semelhantes foram obtidas por VAN-SCHAIK & PROBST (1958), SHIBLES *et alii* (1976) e por INOUE *et alii* (1979).

Outras observações importantes sobre o efeito da temperatura no número de dias para o florescimento da soja foram feitas por PARKER & BORTHWICK (1939b e 1943) e por BORTHWICK *et alii* (1941).

PARKER & BORTHWICK (1939b) observaram que quando as plantas inteiras eram submetidas a uma temperatura noturna de 55°F (13°C) durante cinco dias, nos quais as plantas estavam em condições de dias curtos, iniciavam significativamente menos flores que as mantidas em temperatu-

ras noturnas de 65, 75 e 85°F (18, 24 e 29°C, respectivamente). As diferenças entre as plantas mantidas nas mesmas temperaturas foram marcadamente menores durante o período de luz que durante o período de escuro. Dessa maneira, concluíram que a interação entre a temperatura e o fotoperíodo deve ser explicada como uma influência sobre os processos que ocorrem durante o período de escuro.

Considerando que a reação fotoperiódica que resulta em florescimento no cultivar Biloxi ocorre nas folhas, conforme demonstrado por BORTHWICK & PARKER (1939b), outro estudo foi realizado por BORTHWICK *et alii* (1941), no qual submeteram diferentes partes das plantas a diferentes temperaturas. Constataram que a iniciação floral foi muito menor quando as baixas temperaturas eram apenas aplicadas aos pecíolos das folhas ou aos meristemas terminais das plantas que recebiam o tratamento de fotoperíodos curtos. Temperaturas de 37 a 40°F (3 a 4°C) inibiram a quantidade de iniciação floral, enquanto que essa inibição era muito pequena em temperaturas de 45°F (7°C), ou mais elevadas. Verificaram, ainda, que o efeito inibitório das temperaturas de 37 a 40°F só ocorria quando eram aplicadas continuamente, dia e noite, durante o tratamento das plantas com fotoperíodos curtos. Esses resultados contrastam com os anteriores, que indicavam que o efeito de inibição ocorria quando a planta inteira recebia 55°F somente durante as noites. Por outro lado, parecem indiretamente indicar que a

inibição da iniciação floral, nas plantas do cultivar Bilo-xi, se deve ao efeito das baixas temperaturas sobre as reações fotoperiódicas que ocorrem nas folhas. Para testar essa indicação, PARKER & BORTHWICK (1943) realizaram uma série de estudos onde aplicaram, durante cinco dias, ao limbo de uma folha, oito horas de luz e 16 horas de escuro, sendo o período de escuro com temperaturas controladas, enquanto que as outras partes da planta recebiam a temperatura normal da casa de vegetação, ou seja de 70 a 75°F (21 a 24°C) e fotoperíodos de 16 ou mais horas. Os resultados indicaram que quando uma folha era mantida à temperatura de 50°F (10°C), ou menor, por um período de indução de cinco dias, a iniciação floral era grandemente inibida. Já nas temperaturas de 70 a 90°F (21 a 32°C) a iniciação era igual a que ocorria nas partes da planta que recebiam as temperaturas normais da casa de vegetação. Em temperaturas superiores a 90°F a iniciação também era menor.

Com base nesses estudos, PARKER & BORTHWICK (1943) concluíram que o efeito das baixas temperaturas sobre a indução floral, em plantas do cultivar de soja Bilo-xi, ocorre sobre as reações fotoperiódicas que acontecem durante o período de escuro, mais do que sobre a transmissão do estímulo de indução das folhas para os meristemas terminais ou sobre a diferenciação e o desenvolvimento das gemas nesses meristemas.

A partir dessas informações, os pesquisado-

res passaram a dar maior atenção ao efeito das temperaturas noturnas. Assim, SUMMERFIELD *et alii* (1975) atribuíram a redução do número de dias para o florescimento, em certos cultivares de soja, ao aumento da temperatura à noite. Afirmaram que, para alguns cultivares adaptados às regiões tropicais, uma mudança de 5°C na temperatura noturna tem maior influência, sobre o tempo para a abertura da primeira flor, que uma mudança de 100 minutos no comprimento do dia.

SHIBLES *et alii* (1976), por sua vez, verificaram que, em fotoperíodo constante de 16 horas, o cultivar Wayne necessitava de 40 dias para iniciar o florescimento em temperaturas diurnas/noturnas de 27/22°C. Já em temperaturas inferiores, 18/13°C, o tempo requerido para o florescimento foi de 83 dias, e em temperaturas superiores, 36/31°C, o florescimento ainda não tinha ocorrido quando o experimento atingiu 55 dias. Concluíram ser a temperatura a responsável principal pela duração do período da emergência ao florescimento em soja cultivada em latitudes superiores a 40°, onde o fotoperíodo tem pouca participação. Em latitudes inferiores a essa, porém, segundo os autores, a duração desse período é controlada principalmente pelo fotoperíodo, visto ser o plantio retardado para aproximadamente um mês antes do dia mais longo do ano, quando os cultivares são induzidos precocemente.

THOMAS & RAPER JUNIOR (1978) transferiram plantas do cultivar Ransom, desenvolvidas em fotoperíodo

longo até a expansão da primeira folha trifoliada, para condições de dias curtos e as submeteram a todas as 25 combinações das temperaturas 14/10°C, 18/14°C, 22/18°C, 26/22°C e 30/26°C. Nesse estudo evidenciaram que a iniciação floral ocorreu 10 dias após a transferência das plantas para o fotoperíodo curto em todas as temperaturas, exceto nas combinações mais baixas, 14/10°C, 14/14°C, 16/10°C e 18/14°C. Nessas condições a iniciação floral só foi evidenciada após 20 dias. O efeito mais pronunciado, verificado pelos pesquisadores, foi sobre a taxa de desenvolvimento floral e no tempo para a antese. A primeira flor aberta foi observada 19 a 21 dias após a transferência para o fotoperíodo curto, nas plantas desenvolvidas sob as temperaturas diurnas/noturnas mais quentes, 30/26°C, 30/22°C, 26/26°C. Nas quatro combinações de temperatura mais baixas, citadas acima, os botões florais, apesar de visíveis, não abriram durante os 50 dias que durou o experimento. Enquanto isso, nas temperaturas diurnas baixas e noturnas altas, 22/26°C, 18/26°C, 14/26°C e 18/26°C, as primeiras flores abriram de 23 a 29 dias após a exposição, e nas temperaturas diurnas altas e noturnas baixas, 30/10°C, 30/14°C, 26/10°C e 26/14°C, foram necessários de 33 a 40 dias para ocorrer a abertura da primeira flor. Desse estudo, concluíram que a temperatura quente à noite, em combinação com qualquer temperatura diurna, reduz o tempo que vai da primeira exposição a fotoperíodos curtos à antese da flor.

Em outro estudo, THOMAS & RAPER JUNIOR (1983) demonstraram que a iniciação do primórdio floral, o desenvolvimento das estruturas florais e a antese são eventos distintos e que todos sofrem a influência da temperatura em conjunto com o efeito do fotoperíodo. Em fotoperíodos curtos, 10 a 12 horas, o efeito das temperaturas sobre o intervalo entre a primeira indução dos primórdios florais axilares e a do broto apical principal foi pequeno. O intervalo foi de dois dias nas temperaturas mais altas, 34/30°C, 30/26°C e 26/22°C, e de cinco a sete dias nas temperaturas mais baixas, 22/18°C e 18/14°C. Já no fotoperíodo de 14 horas, o número de dias necessários para a transformação do broto apical principal aumentou gradativamente com a diminuição das temperaturas. Assim, o intervalo entre a primeira transformação nas axilas e a do broto apical foi de somente dois dias nas temperaturas mais quentes e de sete dias nas temperaturas de 22/18°C, enquanto que nas temperaturas de 18/14°C o broto apical ainda não tinha se transformado 16 dias após a iniciação do primeiro primórdio axilar.

A antese, segundo THOMAS & RAPER JUNIOR (1983), variou de 21 dias, nos fotoperíodos de 10 a 12 horas e temperaturas mais altas, a mais de 60 dias, nos fotoperíodos mais longos e temperaturas mais baixas.

HADLEY *et alii* (1984), estudando cultivares de soja sensíveis e insensíveis ao comprimento do dia em temperaturas noturnas de 14, 19 e 24°C, em combinação com

30°C diurnos, concluíram, contrariando muitos outros trabalhos, que os genótipos de soja são mais sensíveis à temperatura média diária que à temperatura noturna '*per se*'.

Interação significativa entre cultivares de diferentes grupos de maturação, temperatura e fotoperíodo foi constatada por BOARD & HALL (1984). Verificaram que todos os genótipos estudados em temperaturas de 27°C reduziram mais o período vegetativo nas condições de dias curtos que nas de dias mais longos, quando a comparação foi feita com a temperatura de 21°C. Esse efeito, em dias curtos, foi também maior sobre os cultivares dos grupos de maturação VI e VII que nos do grupo V. Os cultivares do grupo V, Forrest e Dare, tiveram aproximadamente 28 % de redução em seu período vegetativo, enquanto que os do grupo VI, 'Tracy-M', 'Davis' e 'Centennial', e os do grupo VII, 'Bragg' e 'Ransom', mostraram uma redução de 40, 25, 41, 47 e 39 %, respectivamente.

2.4. Efeito dos genes na determinação do tempo para o florescimento e para a maturidade

Os caracteres tempo para o florescimento e para a maturidade em soja são, geralmente, considerados como sendo herdados quantitativamente. A variação contínua observada em populações segregantes, segundo BERNARD

(1971), dá sustentação à essa conclusão. Diversos estudos, no entanto, tem conseguido identificar a presença de genes principais controlando esses caracteres.

Um dos primeiros estudos sobre o efeito de genes principais no controle do número de dias para o florescimento e para a maturidade, embora indireto, foi feito por WOODWORTH (1923). Estudando o tamanho das plantas, constatou que o tempo para a maturidade estava intimamente ligado ao tamanho, e que a geração F_2 segregava a uma proporção de três plantas altas e tardias para uma planta baixa e precoce. As plantas altas maturavam cerca de duas semanas mais tarde que as baixas.

OWEN (1927), com base nas altas correlações que encontrou entre a maturidade tardia, avaliada pelo tempo para o florescimento, e a cor da pubescência cinza, concluiu que a maturidade, no cruzamento entre os cultivares Blach Eyebrow e J-5, era afetada por um gene principal simples. Não conseguiu, porém, evidenciar claramente uma proporção 3:1. Mesmo assim, designou o gene de E/e .

Outros estudos seguiram-se a esses e evidenciaram mais alguns aspectos da herança do tempo para o florescimento e para a maturidade em soja. Assim, VEATCH (1930) verificou que o tempo para o florescimento estava intimamente relacionado com o tempo para a maturidade, além de constatar que a maturidade tardia era dominante sobre a precoce. Já WILLIAMS (1948) observou uma segregação trans-

gressiva para ambas as direções, na maior parte das populações F_2 estudadas.

Segregações transgressivas foram, também, observadas por WEBER & MOORTHY (1952) tanto para o florescimento como para a maturidade. Os resultados de três cruzamentos os levaram a concluir que poucos genes estavam envolvidos e de que a segregação transgressiva, para ambas as direções, era ocasionada pelos efeitos de genes modificadores.

A participação de poucos genes principais na manifestação do florescimento e da maturidade foi também evidenciada por SINGH & ANDERSON (1949). Esses pesquisadores estudaram a herança da maturidade nas gerações F_2 e F_3 de seis cruzamentos, cujos parentais variavam de 85 a 140 dias para a maturidade, e conseguiram recuperar os tipos parentais na geração F_2 com uma população relativamente pequena.

HAQUE (1964) encontrou no cruzamento 'Ralsoy x L 6-2132 A14' segregação do tempo para a maturidade, sendo que o alelo dominante, que designou de S, retardava o ciclo em cerca de duas semanas quando comparado com seu alelo recessivo. A separação entre as plantas mais tardias e mais precoces não foi clara, e isso foi atribuído aos efeitos de outros locos segregantes.

Foi BERNARD (1971), no entanto, quem primei-

ro detalhou o efeito dos genes principais no controle do florescimento e da maturidade em soja. Estudou o genótipo de plantas individuais da geração F_2 , oriundas de cruzamento entre linhagens isogênicas do cultivar Clark, para as quais foram transferidos os genes que controlam a maturidade. O genótipo de cada planta F_2 foi confirmado através do estudo de progênies F_3 e, em alguns casos, F_4 . Do estudo concluiu existirem dois pares de genes independentes que afetavam o tempo para o florescimento e para a maturidade, E_1/e_1 e E_2/e_2 . Os alelos dominantes determinam o florescimento e a maturidade tardios.

De acordo com BERNARD (1971), o gene com o qual HAQUE (1964) estava trabalhando era o E_1/e_1 , desde que a linhagem L 6-2132 A14 é praticamente idêntica ao cultivar Clark, pois proveio da mesma linha F_4 .

O alelo E_1 , segundo BERNARD & WEISS (1973), está presente na maior parte dos cultivares do sul dos Estados Unidos, enquanto que o e_1 é comum nos cultivares do norte.

KILEN & HARTWIG (1971), usando os cultivares Lee e Hill, insensíveis à qualidade da luz, e 'Dorman' e 'Arksoy', sensíveis, observaram que a segregação do tempo para o florescimento, nas gerações F_2 dos cruzamentos Dorman x Hill e Arksoy x Lee, dava-se a uma proporção aproximada de três plantas tardias e insensíveis à qualidade da luz

para uma planta precoce e sensível, quando eram desenvolvidas sob luz fluorescente.

O efeito genético sobre o tempo para o florescimento e para a maturidade e sobre a sensibilidade à qualidade da luz foi esclarecido por BUZZELL (1971). Esse pesquisador, trabalhando com o cruzamento Blackawk x Harosoy 63, identificou o gene E_3/e_3 que, além de conferir a sensibilidade ou a insensibilidade à luz artificial fluorescente, afeta o número de dias para o florescimento e para a maturidade no campo. O alelo dominante, E_3 , é responsável pela sensibilidade à luz fluorescente e pela maturidade tardia. O alelo recessivo, e_3 , confere insensibilidade à luz fluorescente e determina maturidade precoce em condições de campo. Esse alelo recessivo, segundo BUZZELL (1971), é mais frequente que seu alelo dominante nos cultivares dos grupos de maturação 00, 0 e I, enquanto que o contrário verifica-se nos cultivares dos grupos II a VIII. Isso indica que o alelo e_3 desempenhou um importante papel no desenvolvimento de cultivares de soja extremamente precoces.

Testes de alelismo, realizados por BUZZELL & BERNARD (1975), mostraram que o gene E_3/e_3 é o mesmo que o referido por KILEN & HARTWIG (1971). Verificaram, também, que é diferente do gene E_2/e_2 .

THSENG & HOSOKAWA (1972), estudando as gara-

ções F_1 , F_2 e os retrocruzamentos para ambos os parentais do cruzamento entre os cultivares Sangowase, de hábito de crescimento indeterminado, e Harosoy, de hábito determinado, identificaram a presença de dois genes com dois alelos cada um, que condicionavam o tempo para o florescimento e para a maturidade. Constataram que os dois genes exibiam interações tanto intra como interalélicas. Assim, para o florescimento, o alelo que designaram de A exibia dominância parcial sobre o alelo a , quando em associação com os genótipos BB ou bb . Os alelos B e b não apresentavam relação de dominância consistente quando em associação com A ou a . O alelo b apresentava dominância parcial sobre o B quando em associação com AA e Aa . Já o alelo B tinha dominância parcial sobre o alelo b quando em associação com aa . Para a maturidade os dois genes exibiam ação aditiva. Esse estudo, no entanto, não está entre os referendados pelo "Soybean Genetics Committee", e é poucas vezes citado nos trabalhos sobre o assunto.

BUZZELL & VOLDENG (1980), estudando material segregante envolvendo o genótipo PI 297 550, insensível ao fotoperíodo, constataram a presença de um quarto gene relacionado ao florescimento da soja, o qual recebeu a designação de E_4/e_4 . O alelo recessivo, e_4 , é o responsável pela insensibilidade ao comprimento do dia.

Um quinto gene foi descrito por Mc BLAIN

(1985) e por Mc BLAIN & BERNARD (1987) em linhagens isogênicas de 'Harosoy'. Como os demais genes, todos identificados em condições de dias longos, o alelo dominante, designado de E_5 , determina o florescimento e a maturidade tardios. Esse alelo foi transferido da 'PI 80 837' para a linhagem D64-4830, isogênica de 'Harosoy'. Este é a fonte do alelo recessivo, e_5 , que determina a precocidade. O gene E_5/e_5 é diferente dos genes E_1/e_1 , E_2/e_2 , E_3/e_3 e E_4/e_4 segundo os testes de alelismo realizados por Mc BLAIN & BERNARD (1987).

No Brasil, GILIOLI (1979) estudou mutantes de quatro cultivares comerciais de soja em fotoperíodos de 10,56 e 13,21 horas e concluiu que todos diferiam dos genótipos originais em apenas um gene. Nas duas condições fotoperiódicas o alelo dominante foi o responsável pelo menor número de dias para o florescimento e para a maturidade, quando comparado com o recessivo.

O controle genético do tempo para o florescimento e para a maturidade em soja sob condições de dias curtos é diferente do verificado em condições de dias longos, conforme demonstrado por KIIHL (1976), HARTWIG & KIIHL (1979), TISSELLI JUNIOR (1981) e por TOLEDO & KIIHL (1982a e 1982b). Esses pesquisadores constaram que sob condições de dias curtos o florescimento tardio é controlado por genes recessivos. O número de genes envolvidos varia de acor

do com os genótipos estudados. É citada, nesses estudos, a presença de um a cinco genes principais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Ambientes, parentais e gerações estudadas

Plantas das gerações F_2 e F_3 , provenientes de um cruzamento em dialelo, sem recíprocos, envolvendo o cultivar Paraná e seus variantes naturais, citados em ordem crescente de ciclo, Pirapó 78, OCEPAR 9 - SS-1 e Paranagoiana, foram estudadas em Londrina, Estado do Paraná, localizada a $23^{\circ}22'$ de latitude sul. A geração F_2 foi estudada durante o ano agrícola de 1985/86 e a F_3 no ano de 1986/87. As condições climáticas, ocorridas durante o ciclo da soja nos dois anos em que o estudo foi feito, estão relatadas nos Apêndices 1 e 2. O comprimento do dia, considerando o sol ao nível do horizonte, foi de 12 h 39 min na data da semeadura, de 13 h 21 min no início do florescimento do parental mais precoce e de 13 h 24 min no início do florescimento do parental mais tardio. O dia mais longo durante a cultura foi de 13 h 25 min, ocorrido 11 dias antes do início do florescimento do parental mais tardio em 1985/86 e seis dias em 1986/87. Para o cálculo do fotoperíodo efetivo deve ser acrescido a esses comprimentos do dia o tempo de duração da

luz difusa devida aos 'crepúsculos civis' da manhã e da tarde. Para a soja é considerada a luz difusa proveniente do sol quando esse se encontra a 6° abaixo da linha do horizonte (HINSON, 1974). Segundo PRADO (1980), a duração de cada crepúsculo na latitude de $23^{\circ}30'$, muito próxima da de Londrina, é de 26 minutos nos equinócios e de 29 minutos nos solstícios. Desta forma, no cálculo do fotoperíodo efetivo, deve-se somar ao comprimento do dia duas vezes o tempo do crepúsculo, uma referente à luz difusa matutina e outra à vespertina.

As sementes F_2 foram recebidas, em 1985, de Romeu A. S. Kiihl, do Centro Nacional de Pesquisa de Soja.

O cultivar Paraná, introduzido em F_5 com a designação de N 59-6800, é resultante de seleção praticada no cruzamento Hill x D 52-810 pela Universidade de Carolina do Norte, Estados Unidos. Foi lançado em 1973 no Estado do Paraná (KASTER *et alii*, 1979).

O cultivar Pirapó 78, segundo informações recebidas da Estação Experimental de Pirapó, Paraguai, foi selecionado em 1978 como sendo um mutante natural do cultivar Paraná. Além da diferença no tempo para o florescimento e para a maturidade, difere também do cultivar Paraná por apresentar hábito de crescimento semi-determinado. Com base em resultados obtidos através de análises de isoenzi-

mas, DERBYSHIRE *et alii*¹ concluíram que o cultivar Pirapõ 78 não deve ser produto de uma mutação natural, mas, provavelmente, produto de uma hibridação natural envolvendo o cultivar Paraná.

'OCEPAR 9 - SS-1', daqui em diante designado apenas por 'SS-1', foi selecionado no município paranaense de Toledo, em uma lavoura semeada no inverno com o cultivar Paraná, em julho de 1981. Os testes que comprovaram ser um mutante natural, foram realizados no Centro de Pesquisa da OCEPAR, em Cascavel, PR. Em 1987 foi recomendado para cultivo comercial no Estado (CARRARO, I.M. - comunicação pessoal²).

'Paranagoiana' é resultante de uma mutação natural do cultivar Paraná, selecionado no município de Santa Helena, Estado de Goiás, em 1977. Tem um comportamento bastante diferente em relação ao cultivar original por apresentar um período juvenil mais longo e um retardamento do período indutivo. Isso determina o florescimento tardio, mesmo em condições de dias curtos (KIIHL *et alii*, 1984).

¹ DERBYSHIRE, E.; CARVALHO, M.T.V.; BONATO, E.R. Comparison of natural variants of the soybean cultivar Paraná by isoenzyme analysis. (Em elaboração).

² CARRARO, I.M. Organização das Cooperativas do Estado do Paraná - OCEPAR. Programa de Pesquisa. Caixa Postal, 1203. 85800 - Cascavel, PR.

3.2. Delineamento experimental e caracteres avaliados

Um experimento, envolvendo os quatro parentais e as sementes F_2 dos seis cruzamentos, foi instalado em Londrina, PR, no dia 23 de outubro de 1985. O experimento estava organizado em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, e cinco repetições. Cada parcela era constituída por um cruzamento e as subparcelas pelos parentais e respectivas sementes F_2 , provenientes de quatro plantas F_1 . As sementes de cada planta F_1 foram semeadas em fileiras separadas afim de prevenir-se a possibilidade de alguma ter-se originado de semente autofecundada.

As subparcelas eram constituídas por uma fileira para os parentais e de quatro fileiras para cada geração F_2 . Cada fileira tinha dois metros de comprimento e continha 10 sementes por metro linear. O espaçamento entre duas fileiras foi de um metro. A emergência, em todo o experimento, ocorreu no dia 29 de outubro. No florescimento e na maturidade foram avaliadas, diariamente, 15 plantas na geração F_2 e oito em cada cultivar parental por fileira.

O ano agrícola de 1985/86 foi bastante seco, ocorrendo deficiência hídrica nos meses de setembro a dezembro (Apêndice 2). Como na área onde foi instalado o experimento não havia sistema de irrigação disponível, para garantir uma emergência uniforme e um bom desenvolvimento ini-

cial das plantas, a água foi suplementada através de carropipa por três vezes.

Nesse experimento foram avaliados os seguintes caracteres:

- . Número de dias para o florescimento, compreendendo o período entre a emergência e a data da abertura da primeira flor;
- . altura das plantas no florescimento, dada pela distância entre a superfície do solo e o ápice da haste principal;
- . número de dias para a maturidade, compreendendo o período entre a emergência e a data em que 95 % das vagens estavam maduras;
- . altura das plantas na maturidade, dada pela distância entre a superfície do solo e a extremidade do rácimo terminal, e
- . número de nós na haste principal na maturidade.

Os genótipos das plantas F_2 foram verificados através do estudo de progênies F_3 . Para tal foi tomada uma amostra ao acaso dentro de cada população F_2 . Como os dados obtidos no F_2 davam uma forte indicação da presença de apenas um ou dois genes na determinação do tempo para o florescimento e para a maturidade nos diferentes cruzamen-

tos, usou-se um número limitado de progênes de plantas F_2 em cada cruzamento, compatível com a capacidade de avaliar-se diariamente todas as plantas no campo.

As progênes F_3 de cada cruzamento, junto com os quatro cultivares utilizados como parentais no trabalho, constituíram experimentos individuais. As progênes foram semeadas em fileiras individuais, sem repetição e os parentais foram repetidos de três a cinco vezes, dependendo do cruzamento. A semeadura foi feita em 24 de outubro de 1986. As fileiras tinham seis metros de comprimento com 10 plantas por metro linear, exceto para os cruzamentos Paraná x Paranagoiana e SS-1 x Paraná, onde foram usados três metros de comprimento. A emergência ocorreu em 31.10.1986.

Na geração F_3 foram anotadas, diariamente, as datas de abertura da primeira flor e da maturidade e a altura das plantas na maturidade. As observações foram feitas em 20 plantas de cada progênie e em 12 de cada repetição dos parentais nos experimentos com os cruzamentos Paraná x Paranagoiana e SS-1 x Paraná. Nos demais foram observadas 40 plantas de cada progênie e 10 plantas por repetição de cada parental.

3.3. Análises estatístico-genéticas

3.3.1. Análise da variância da geração F_2

A análise estatística da geração F_2 , em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, seguiu o seguinte modelo linear:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + C_j + (a)_{ij} + G_{k(j)} + (e)_{ik(j)} + d_{l(ijk)}$$

onde:

Y_{ijkl} = dado obtido na planta l da geração k do cruzamento j no bloco i ;

μ = média geral do caráter no experimento;

B_i = efeito do i -ésimo bloco;

C_j = efeito do j -ésimo cruzamento;

$(a)_{ij}$ = efeito do erro experimental ao nível de parcelas, resultante da interação blocos x cruzamentos;

$G_{k(j)}$ = efeito da k -ésima geração dentro do j -ésimo cruzamento (por gerações entende-se os parentais e a população F_2);

$(e)_{ik(j)}$ = efeito do erro experimental ao nível de subparcela, resultante da interação blocos x gerações/cruzamentos;

$d_1(ijk)$ = efeito da i -ésima planta dentro da k -ésima geração em cada j -ésimo cruzamento e em cada i -ésimo bloco.

Os efeitos de gerações/cruzamentos foram decompostos nos efeitos dentro de cada cruzamento, e esses nos contrastes entre os dois parentais e entre a geração F_2 e a média dos parentais. As variâncias entre plantas dentro dos tratamentos também foram decompostas nos efeitos dentro de cada parental e dentro da geração F_2 , em cada cruzamento.

As variâncias foram estimadas dividindo-se a soma das somas dos quadrados das respectivas subparcelas pela soma dos graus de liberdade de cada subparcela.

Durante o desenvolvimento da soja algumas plantas morreram acarretando, especialmente nos dados colhidos durante a maturidade, uma variação no número de plantas observadas nas diferentes subparcelas. Em razão da desproporcionalidade do número de observações, a análise estatística das médias das subparcelas foi feita pelo método dos quadrados mínimos ponderados. A ponderação dos dados das subparcelas de cada geração foi feita pelo valor médio do inverso das variâncias de suas médias.

3.3.2. Análise dialélica

A análise de uma tabela dialélica completa foi desenvolvida por HAYMAN (1954a, 1954b) e por JINKS (1954). A adaptação dessa análise para dados obtidos na geração F_2 foi feita por JINKS (1956) e por HAYMAN (1958).

MORLEY JONES (1965), SINGH & SINGH (1984) e FERREIRA (1985) estabeleceram diferentes procedimentos para a análise da metade de uma tabela dialélica, ou seja, quando os cruzamentos recíprocos não são incluídos. FERREIRA (1985), através de novas ponderações dos termos correspondentes aos componentes ambientais, estabeleceu algumas diferenças nas fórmulas de $\hat{H}_1$, $\hat{H}_2$ e $\hat{h}^2$, bem como na matriz de covariâncias. A análise de um dialelo sem os recíprocos, por esse procedimento, determina um aumento nas variâncias de alguns componentes, quando comparado com a estimação feita a partir dos procedimentos desenvolvidos para o modelo completo.

As expectativas das estimativas para a geração F_2 são iguais às aquelas desenvolvidas para a geração F_1 , com exceção dos componentes que estimam a contribuição da dominância, em virtude da redução pela metade da frequência de heterozigotos que se verifica na geração F_1 para a F_2 . Então, os componentes $\hat{H}_1$, $\hat{H}_2$ e $\hat{h}^2$, estimados em F_2 , são 1/4 daqueles constatados na geração F_1 , e o componente

$\hat{F}$ é 1/2 daquele (MATHER & JINKS, 1971). A partir disso, as fórmulas de estimação propostas por FERREIRA (1985), para a geração F_1 , foram adaptadas para a geração F_2 . Desta maneira, as variâncias e as covariâncias na geração F_2 passaram a ter a seguinte composição:

$\bar{V}_r = V_{1L2}$ = variância média das progênes

$$= \frac{1}{4} \hat{D} + \frac{1}{16} \hat{H}_1 - \frac{1}{8} \hat{F} + \hat{E}_{02}$$

$\bar{W}_r = W_{0Lo2}$ = covariância média entre as progênes com os respectivos parentais não recorrentes.

$$= \frac{1}{2} \hat{D} - \frac{1}{8} \hat{F} + \frac{1}{n} + \hat{E}_{02}$$

$V_{\bar{r}} = V_{0L2}$ = variância das médias das progênes dos n parentais recorrentes.

$$= \frac{1}{4} \hat{D} + \frac{1}{16} \hat{H}_1 - \frac{1}{16} \hat{H}_2 - \frac{1}{8} \hat{F} + \frac{n-1}{n} \hat{E}_{02}$$

$V_p = V_{0Lo}$ = variância dos genótipos parentais.

$$= \hat{D} - \hat{E}_{02}$$

onde:

$\hat{E}_{02}$ = quadrado médio do erro experimental. No caso presente é o quadrado médio da interação gerações x blocos;

n = número de parentais;

$\hat{D}$ = componente genético referente aos efeitos aditivos.

$$= V_{oLo} - \hat{E}_{o2}$$

$\hat{H}_1$ = componente genético referente aos efeitos de dominância.

$$= 16 V_{1L2} - 16 W_{oLo2} + 4 V_{oLo} - \frac{4(5n-4)}{n} \hat{E}_{o2}$$

$\hat{H}_2$ = componente genético referente aos efeitos de dominância corrigido para a distribuição gênica. Indica a assimetria dos efeitos positivos e negativos dos genes. Teoricamente $\hat{H}_1 > \hat{H}_2$; $\hat{H}_1 = \hat{H}_2$ se houver simetria entre os genes de efeito positivo e negativo, ou seja, se os genes de efeitos positivos e negativos estiverem presentes em frequências iguais.

$$= 16 V_{1L2} - 16 V_{oL2} - \frac{16(n^2 - n + 1)}{n^2} \hat{E}_{o2}$$

$\hat{h}^2$ = componente genético referente aos efeitos de dominância. Reflete o quadrado da diferença entre a média dos parentais e a média geral das n^2 combinações possíveis na tabela dialélica.

$$= (4 M_{L2} - 4 M_{Lo})^2 - \frac{16(n^2 - 1)}{n^3} \hat{E}_{o2}$$

$\hat{F}$ = componente genético referente às frequências relativas de genes dominantes e recessivos na população parental. $\hat{F}$ é positivo se os alelos dominantes forem mais frequentes que os recessivos, e negativo se ocorrer o contrário.

$$= 4 V_{oLo} - 8 W_{oLo2} - \frac{4(n-2)}{n} \hat{E}_{o2}$$

Os componentes genéticos foram estimados pelas fórmulas relatadas, após o teste de Bartlett (STEEL & TORRIE, 1960) para a homogeneidade das variâncias dos erros devidas às interações de parentais x blocos ($\hat{E}_o$), F_2 x blocos ($\hat{E}_2$) e de gerações x blocos ($\hat{E}_{o2}$). Os valores médios das variâncias e das covariâncias, usados para estimar os componentes genéticos, foram obtidos das médias das estimativas feitas em cada repetição.

Para estimar os erros padrões das diferentes estimativas dos componentes, os multiplicadores da matriz de covariâncias, constantes na Tabela 2 de FERREIRA (1985), foram adaptados para a geração F_2 . Assim, para os erros de $\hat{H}_1$, $\hat{H}_2$ e $\hat{h}^2$ os valores foram multiplicados por 16, e para o erro de $\hat{F}$ por quatro. Os erros padrões foram, então, estimados por:

$$E.P. \text{ componente} = (s^2 \cdot \text{multiplicador do componente})^{0,5}$$

onde:

$$s^2 = \frac{1}{2} \text{var} (W_R - V_R)$$

A significância dos componentes foi avaliada pelo teste 't', com n-2 graus de liberdade, da seguinte maneira:

$$t = \frac{\text{Estimativa do componente}}{\text{Erro padrão do componente}}$$

Os componentes genéticos foram utilizados para a obtenção das estimativas dos seguintes parâmetros:

- . Grau médio de dominância = $(\hat{H}_1/\hat{D})^{0,5}$
- . Razão do número de alelos dominantes para alelos recessivos nos parentais.

$$= \frac{(4\hat{D}\hat{H}_1)^{0,5} + \hat{F}}{(4\hat{D}\hat{H}_1)^{0,5} - \hat{F}}$$

- . Produto das frequências médias dos alelos de efeitos positivos e negativos nos blocos onde ocorre dominância = $uv = \frac{\hat{H}_2}{4\hat{H}_1}$

A inclusão dos parentais mais de uma vez e da geração F_2 de cada cruzamento apenas uma vez por repetição determina, segundo LEFFEL & WEISS (1958), que a covariância dos descendentes com os parentais não recorrentes con

tenha um componente ambiental que não se cancela. Para manter constante o número de repetições entre os parentais e a geração F_2 , optou-se por fazer a análise de Hayman tomando-se ao acaso, para cada parental, um dado em cada repetição.

Os coeficientes da regressão das covariâncias sobre as variâncias foram estimados pela fórmula:

$$b = \frac{\text{Cov } (W_R, V_R)}{\text{Var } (V_R)}$$

O erro de b foi estimado, segundo SINGH & CHAUDHARY (1979), através de:

$$s_b = \left[\frac{\text{Var } (W_R) - b \cdot \text{Cov } (W_R, V_R)}{(n-2) \cdot \text{Var } (V_R)} \right]^{0,5}$$

Os testes de significância de b foram realizados pelo teste 't', com n-2 graus de liberdade.

3.3.3. Coeficientes de herdabilidade

As herdabilidades interpopulacionais, no sentido amplo e restrito, foram estimadas a partir dos componentes obtidos pela análise de Hayman, usando as fórmulas apresentadas por MATHER & JINKS (1971).

$$h^2_{\text{ampla}} = \frac{\frac{1}{2} \hat{D} + \frac{1}{2} \hat{H}_1 - \frac{1}{4} \hat{H}_2 - \frac{1}{2} \hat{F}}{\frac{1}{2} \hat{D} + \frac{1}{2} \hat{H}_1 - \frac{1}{4} \hat{H}_2 - \frac{1}{2} \hat{F} + \frac{\hat{E}_{02}}{r}}$$

$$h^2_{\text{restrita}} = \frac{\frac{1}{2} \hat{D} + \frac{1}{2} \hat{H}_1 - \frac{1}{2} \hat{H}_2 - \frac{1}{2} \hat{F}}{\frac{1}{2} \hat{D} + \frac{1}{2} \hat{H}_1 - \frac{1}{4} \hat{H}_2 - \frac{1}{2} \hat{F} + \frac{\hat{E}_{02}}{r}}$$

onde:

r = número de repetições

Para cada cruzamento em particular foram, também, estimadas as herdabilidades, tanto no sentido amplo como no restrito. As herdabilidades intrapopulacionais no sentido amplo foram estimadas por:

$$h^2_{\text{ampla}} = \frac{s^2_{F_2} - \frac{(s^2_{P_1} \cdot gl_1) + (s^2_{P_2} \cdot gl_2)}{gl_1 + gl_2}}{s^2_{F_2}}$$

onde:

$s^2_{F_2}$ = variância fenotípica da geração F_2 ;

$s^2_{p_1}$ = variância fenotípica do parental 1;

$s^2_{p_2}$ = variância fenotípica do parental 2;

gl_1 = graus de liberdade do parental 1;

gl_2 = graus de liberdade do parental 2;

As herdabilidades no sentido restrito foram estimadas segundo BASSET & WOODS (1978):

$$h^2_{\text{restrita}} = \frac{2}{3} r_{F_2, \bar{F}_3}$$

onde:

$r_{F_2, \bar{F}_3}$ = correlação das médias das progênes F_3 em relação às respectivas plantas F_2 .

3.3.4. Determinação do número de genes

O número de genes principais, envolvidos na expressão do tempo para o florescimento e para a maturidade, foi estimado através da comparação, pelo teste χ^2 , das frequências de plantas observadas na geração F_2 e de progênes F_3 com as teoricamente esperadas de acordo com as leis da segregação mendeliana.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização dos cruzamentos

As análises das variâncias dos números de dias para o florescimento e para a maturidade, das alturas das plantas no florescimento e na maturidade e do número de nós na maturidade, feitas a partir das médias dos parentais e das gerações F_2 pelo método dos quadrados mínimos ponderados, estão nas Tabelas 1 e 2.

Os coeficientes de variação indicam que as análises foram feitas com boa precisão, exceto da do número de nós. O teste F indicou diferenças altamente significativas entre os cruzamentos e entre as gerações/cruzamentos para os cinco caracteres analisados. Por geração, nesse caso, entende-se os dois parentais e a respectiva geração F_2 de cada cruzamento.

Nas análises mostradas na Tabela 2 observa-se que a soma das somas dos quadrados dos desdobramentos não corresponde à soma dos quadrados dos efeitos desdobrados. Isso se deve ao fato de os efeitos terem se tornado não

ortogonais em razão da ponderação com pesos diferentes para cada subparcela. Os efeitos de gerações dentro de cada cruzamento foram altamente significativos, segundo o teste F , para todas as características analisadas dos seis cruzamentos, com exceção do número de nós no cruzamento Paraná x Pirapó 78, onde a significância foi detectada ao nível de 1,45% de probabilidade. O mesmo ocorreu com os contrastes entre os dois parentais, onde somente o do número de nós no cruzamento Paraná x Pirapó 78 excedeu ao nível de 1%, tendo sua significância sido detectada ao nível de 1,2% de probabilidade.

Os contrastes F_2 vs $\bar{P}$, que estimam a presença de heterose, foram altamente significativos para todas as cinco características nos cruzamentos Paraná x Parana-goiana e SS-1 x Paraná. No cruzamento Paraná x Pirapó 78 foram altamente significativos para o número de dias para a maturidade e para a altura das plantas na maturidade, significativo ao nível de 3,09% de probabilidade para o número de nós e com significância detectada apenas nos níveis de 44,93 e 21,26% de probabilidade para o número de dias para o florescimento e para a altura das plantas no florescimento, respectivamente. Já no cruzamento SS-1 x Paranagoiana, apenas o número de nós mostrou heterose, significativa ao nível de 3,45% de probabilidade. Para as demais características as significâncias dos contrastes F_2 vs $\bar{P}$ só foram detectadas em níveis que variaram de 30,34 a 93,09% de probabilidade.

bilidade. No cruzamento Pirapó 78 x Paranagoiana, os efeitos de F_2 vs $\bar{P}$ na maturidade foram altamente significativos para o número de dias, altura das plantas e número de nós. As significâncias desse contraste para o número de dias para o florescimento e para a altura das plantas no florescimento só foram detectadas, respectivamente, nos níveis de probabilidade de 61,93 e 58,41 %. No cruzamento SS-1 x Pirapó 78 esses contrastes na maturidade foram altamente significativos para o número de dias, altura das plantas e número de nós. Para o número de dias para o florescimento e para a altura das plantas nesse estágio do desenvolvimento foram significativos nos níveis de probabilidade de 1,53 e 4,52 %, respectivamente.

Uma visão geral do comportamento das populações F_2 e dos respectivos parentais, para as cinco características estudadas nos seis cruzamentos, é fornecida na Tabela 3.

As gerações F_2 apresentaram, via de regra, alta variabilidade genética, exceto, como era de se esperar, naqueles cruzamentos nos quais os parentais eram pouco divergentes, como em 'Paraná x Pirapó 78' e 'SS-1 x Paranagoiana'. Mesmo nesses, no entanto, as variâncias fenotípicas das gerações F_2 foram superiores às dos parentais, indicando a presença de variabilidade genética.

A variabilidade das diferentes populações F_2

pode ser constatada através das herdabilidades no sentido amplo estimadas dentro de cada população (Tabela 4). Observa-se que o número de nós, no cruzamento Paraná x Pirapó 78, e a altura das plantas no florescimento, no cruzamento SS-1 x Paranagoiana, apresentaram valores extremamente baixos, 0,1329 e 0,2583, respectivamente. Os valores para os outros caracteres desses dois cruzamentos também foram inferiores aos observados nos demais cruzamentos, os quais variaram de 0,6896 a 0,9808. Em todos os cruzamentos, os maiores valores de herdabilidade foram evidenciados pelo número de dias para o florescimento, enquanto que o número de nós teve a tendência de apresentar os menores. Os valores estimados para as diferentes características estão muito próximos dos observados por outros pesquisadores, como por WEBER & MOORTHY (1952), KWON & TORRIE (1964), GILIOLI (1979), CHAUHAN & SINGH (1984), DESTRO *et alii* (1987), FREIRE FILHO (1988) e por LIN & NELSON (1988b).

Observa-se, ainda, na Tabela 3 que as amplitudes dos dados, em todas as características, das populações F_2 dos cruzamentos Pirapó 78 x Paranagoiana e SS-1 x Pirapó 78 foram além dos limites de ambos os parentais, exceto para o número de dias para a maturidade e para a altura das plantas no florescimento no cruzamento Pirapó 78 x Paranagoiana, onde a variação foi mais nítida apenas no sentido do parental mais tardio. Nos demais cruzamentos apenas o número de nós apresentou uma amplitude que fugiu aos

limites dos respectivos parentais de menores valores.

As médias das gerações F_2 foram inferiores à média dos respectivos parentais em todas as características avaliadas para todos os cruzamentos, exceto para 'SS-1 x Pa ranagoiana', onde foram levemente superiores, menos para o número de nós.

Segundo MATHER & JINKS (1971), a utilização das estimativas dos componentes de médias, [h] e [d], como medidas do grau de dominância só é válida se os genes de efeitos iguais estiverem completamente associados nos paren tais e se a dominância destes genes for unidirecional. Como será visto mais adiante, a primeira condição não ocorre nos parentais que divergem em dois genes. Além disso, nos casos em que os três parâmetros, m, [d] e [h], foram significativos não foi possível testar a validade do modelo aditivo-dominante, uma vez que foram estimados a partir de infor mações obtidas de três fontes de dados, ou seja, dos dois parentais e da geração F_2 . Assim, não foi possível determinar a presença ou não de alguma ação epistática. Por essas razões, as estimativas de d e de h servem para determinar o nível de dominância somente nos caracteres em que apenas um gene está envolvido (Tabela 5).

Confrontando-se os dados das Tabelas 2 e 5 observa-se, com exceção do número de dias para o florescimento no cruzamento SS-1 x Paranagoiana, uma grande rela-

ção entre as significâncias do componente das médias h e as do contraste F_2 vs $\bar{P}$.

No florescimento as plantas apresentavam, na média dos parentais e das gerações F_2 , 72,7 % da altura final, observada na maturidade. Essa percentagem foi de 64,1 % no cultivar SS-1, 65,8% no Pirapó 78, 69,8% no Paranagoiana e 82,8% no Paraná. Entre as gerações F_2 , variou de 68,2%, no cruzamento SS-1 x Paranagoiana, a 78,1%, no cruzamento Paraná x Pirapó 78. De uma maneira geral, observou-se que a altura das plantas medida no florescimento nos genótipos mais precoces representa mais fielmente a altura final que nos mais tardios. A única exceção foi observada no cultivar Pirapó 78, onde as plantas cresceram proporcionalmente mais após o florescimento que as do cultivar tardio Paranagoiana. Isso encontra explicação no fato de 'Pirapó 78' ser de hábito de crescimento semi-determinado. O mesmo não ocorre em relação ao cultivar SS-1. As relações entre a altura das plantas no florescimento e na maturidade observadas neste estudo não divergem muito das encontradas por LIN & NELSON (1988a, 1988b), quando verificaram que cerca de 80% da altura final das plantas de soja tinha sido alcançada no início do florescimento.

Na Tabela 6 é apresentado um sumário do desempenho das progênes F_3 em comparação com os respectivos parentais, nos experimentos realizados em 1986/87. Consta-se, pelos resultados, a alta variabilidade tanto entre

como dentro das progênies para os três caracteres avaliados nos seis cruzamentos. A correlação entre o desempenho das plantas F_2 com a média das suas respectivas progênies variou de 0,3578 a 0,9753. As menores correlações foram observadas para as características dos cruzamentos Paraná x Pirapó 78 e SS-1 x Paranagoiana, onde as diferenças entre os parentais são menores (Tabela 7).

As herdabilidades no sentido restrito, apresentadas também na Tabela 7, variaram de 0,2385 a 0,6502. As menores herdabilidades foram constatadas para aqueles caracteres e cruzamentos que evidenciaram menores correlações entre as plantas F_2 e as médias de suas progênies, visto terem sido estimadas a partir dos valores dessas correlações. De uma maneira geral, as maiores herdabilidades no sentido restrito foram apresentadas pelo número de dias para o florescimento, com valores que variaram de 0,4488, no cruzamento SS-1 x Paranagoiana, a 0,6502, no cruzamento Pirapó 78 x Paranagoiana. Para o número de dias para a maturidade, os valores variaram de 0,4196, no cruzamento Paraná x Pirapó 78, a 0,6290, no cruzamento Pirapó 78 x Paranagoiana. Já as herdabilidades restritas para a altura das plantas na maturidade variaram de 0,2385 a 0,5817 entre os diferentes cruzamentos.

As herdabilidades estimadas neste estudo mantiveram uma grande concordância com as estimadas por outros pesquisadores, os quais usaram para a estimação a regressão

da média das progênies F_3 sobre as respectivas plantas F_2 , quando as duas gerações foram cultivadas em anos diferentes. Assim MAHMUD & KRAMER (1951) encontraram herdabilidades no sentido restrito de 0,533 para o número de dias para a maturidade e de 0,353 para a altura das plantas nesse estádio. BARTLEY & WEBER (1952) citam herdabilidades de 0,537 a 0,953 para o tempo para a maturidade e de 0,349 a 0,867 para a altura das plantas. CAVINESS & PRONGSIRIVATHANA (1968) constataram herdabilidade de 0,52 para a altura das plantas na maturidade. DESTRO *et alii* (1987) citam herdabilidades no sentido restrito que variaram, entre diferentes cruzamentos e tipos de plantas, de 0,399 a 0,659 para o tempo para o florescimento, de 0,613 a 0,934 para o tempo para a maturidade e de 0,041 a 0,783 para a altura das plantas na maturidade.

4.2. Análise dialélica

As análises das variâncias feitas a partir das médias, pelo método de Hayman, são mostradas na Tabela 8. Indicam valores altamente significativos para os tratamentos, bem como para os produtos do seu desdobramento em parentais e gerações F_2 . O mesmo ocorreu para parentais *versus* F_2 , exceto para a altura das plantas no florescimento, onde a significância foi detectada ao nível de 1,90% de probabilidade. Os resíduos e os produtos dos seus desdobramen

tos foram homogêneos, segundo o teste de Bartlett.

As análises das variâncias (V_r) e das covariâncias (W_r), apresentadas na Tabela 9, mostraram significância das somas $W_r + V_r$ para os cinco caracteres em níveis menores que 1% de probabilidade. Essa significância indica que existe variação genética não aditiva para os caracteres. Por outro lado, as estimativas de $W_r - V_r$ só evidenciaram significância em níveis superiores a 5% de probabilidade, a não ser para a altura das plantas na maturidade, onde a significância ocorreu ao nível de 4,36%. A não significância, ao nível de 5% de probabilidade, de $W_r - V_r$ mostra haver homogeneidade entre as variâncias e as covariâncias, o que, em outras palavras, significa ausência de epistasia no controle dos caracteres. Dessa maneira, os níveis de significância de $W_r + V_r$ e de $W_r - V_r$, em conjunto, indicam que a variação não aditiva, que levou a $W_r + V_r$ serem altamente significativas, deve ser creditada aos efeitos de dominância dos genes. A adequação do modelo de aditividade-dominância é comprovada pelas estimativas dos componentes de regressão de W_r sobre V_r , apresentados na Tabela 10. Esses não diferiram de $b = 1$, exceto para a altura das plantas na maturidade, mas todos diferiram de $b = 0$, em níveis menores que 1% de probabilidade.

Para o caráter altura das plantas na maturidade, a variância de $W_r - V_r$ foi significativa ao nível de 4,36% de probabilidade, e o coeficiente de regressão, $b =$

$0,8740 \pm 0,0235$, diferiu da unidade ($p = 0,0295$). Por isso, a análise foi refeita eliminando-se um dos parentais, o que será oportunamente discutido.

O método proposto por HAYMAN (1954b) impõe algumas restrições para que a análise dialélica possa ser confiável. Entre as restrições está a que exige que os caracteres estudados não sejam controlados por genes com alelos múltiplos. Os caracteres dias para o florescimento e para a maturidade apresentam em um dos locos três alelos, como será visto mais adiante. É de se supor que os demais caracteres incluídos nesse estudo também apresentem alelos múltiplos. Isso, no entanto, não invalida as estimativas da presença ou da ausência de interações não alélicas, dos efeitos aditivos e dominantes dos genes e da contribuição e distribuição dos alelos recessivos e dominantes na população parental, conforme demonstrado por JOHNSON & AKSEL (1959) e por JOHNSON (1963).

Os componentes e os parâmetros estimados para os cinco caracteres, nas análises em que os quatro parentais estavam envolvidos, estão relatados nas Tabelas 8 a 13 e serão discutidos para cada caráter individualmente.

4.2.1. Número de dias para o florescimento

O coeficiente de regressão de W_r em V_r , $b =$

0,9524 $\pm$ 0,0307, não diferiu da unidade ($p = 0,2619$), mas foi diferente de zero ($p = 0,0009$), indicando ausência de epistasia no controle do caráter.

O coeficiente de correlação de ($W_r + V_r$) com o número médio de dias para o florescimento (Y_r), positivo e próximo da unidade, $r = 0,9493$, revela que os alelos recessivos são os responsáveis pelo retardamento do florescimento. Informações semelhantes foram obtidas por TOLEDO & KIIHL (1982b) e por KAW & MENON (1983), os quais estimaram coeficientes de correlação de 0,95 e 0,74, respectivamente. Os alelos recessivos são mais frequentes que os alelos dominantes, no conjunto dos quatro parentais, conforme demonstrado pelo valor de $\hat{F}$, negativo e significativo ao nível de 3,09% de probabilidade (Tabela 11). O número de alelos recessivos está para o de alelos dominantes em uma proporção aproximada de 1:0,7. A análise individual de cada parental indicou que os cultivares de florescimento mais precoce, Paraná e Pirapó 78, apresentam uma maior frequência de alelos dominantes que de recessivos, visto apresentarem valores de $\hat{F}$ positivos. De outra parte, os dois cultivares de florescimento mais tardio, SS-1 e Paranagoiana, apresentaram os valores de $\hat{F}$ negativos, indicando uma maior frequência de alelos recessivos que de dominantes. O cultivar Paraná apresenta uma maior proporção de alelos dominantes que o 'Pirapó 78', enquanto que a proporção de alelos recessivos nos cultivares SS-1 e Paranagoiana é similar (Tabela 12).

Pela análise dos componentes, constantes na Tabela 11, percebe-se claramente que a ação dos genes que controlam o número de dias para o florescimento é principalmente aditiva ($\hat{D} > \hat{H}_1$). O valor de $\hat{D}$ foi altamente significativo ($p = 0,0002$), enquanto que o de $\hat{H}_1$ foi significativo ao nível de 9,70% de probabilidade, mostrando que os efeitos de dominância são de pequena magnitude. A estimativa de $\hat{H}_2$ foi significativa ao nível de 9,41% de probabilidade. Os valores de $\hat{H}_1$ e de $\hat{H}_2$ foram muito próximos, indicando a existência de uma simetria entre os genes de efeitos positivos e negativos. A predominância da ação gênica aditiva para o número de dias para o florescimento foi também evidenciada por LEFFEL & WEISS (1958), BRIM & COCKERHAM (1961), CROISSANT & TORRIE (1971), TOLEDO & KIIHL (1982b) e por FREIRE FILHO (1988). O grau médio de dominância foi de 0,5494, o qual indica a presença de uma dominância parcial (Tabela 13). Essa informação concorda com a encontrada por TOLEDO & KIIHL (1982b).

A relação $uv = \hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0,2288$ foi levemente inferior ao máximo esperado. Indica, porém, que nos parentais existe uma distribuição bastante uniforme entre os alelos recessivos e dominantes.

As herdabilidades estimadas nos sentidos amplo e restrito, para o conjunto das seis populações F_2 , foram de 0,9968 e de 0,8996, respectivamente (Tabela 13). Es

sas estimativas são semelhantes às obtidas por GILIOLI (1979) e por TOLEDO & KIIHL (1982b), e superiores às citadas por TISSELLI (1971), DESTRO *et alii* (1987), SANTOS *et alii* (1987), FREIRE FILHO (1988) e por LIN & NELSON (1988b).

4.2.2. Número de dias para a maturidade

A genética que condiciona o tempo para a maturidade é muito semelhante à verificada para o tempo para o florescimento. O coeficiente de regressão de W_R em V_R , $b = 0,9171 \pm 0,0511$, diferiu estatisticamente de zero ($p = 0,0021$ e não diferiu de $b = 1$ ($p = 0,2470$), evidenciando a validade do modelo baseado na aditividade-dominância. O coeficiente de correlação de $(W_R + V_R)$ sobre o número médio de dias para a maturidade (Y_R) foi de 0,9016. Esse valor positivo e próximo da unidade mostra que são os alelos recessivos os que aumentam o valor do caráter, determinando maturidade mais tardia. Valores positivos, de diferentes magnitudes, do coeficiente de correlação para o tempo para a maturidade em soja foram, também, obtidos por KAW & MENON (1983) e por FREIRE FILHO (1988).

O valor de $\hat{F}$ negativo teve sua significância detectada somente ao nível de 30,73% de probabilidade. Por isso, fornece apenas uma indicação de que os alelos recessivos são mais frequentes que os dominantes na população pa

rental. O número de alelos recessivos está para o número de dominantes na proporção aproximada de 1:0,8. Os valores de $\hat{F}$, estimados para cada parental individualmente, mostrados na Tabela 12, indicam, como no caso do tempo para o florescimento, uma maior frequência de alelos dominantes que de recessivos nos cultivares mais precoces, Paranã e Pirapó 78, enquanto que o inverso ocorre nos dois cultivares mais tardios, SS-1 e Paranagoiana.

A predominância da ação gênica aditiva ficou evidenciada também para a maturidade ($\hat{D} > \hat{H}_1$). O valor de $\hat{D}$ foi altamente significativo ($p = 0,0005$). Os valores de $\hat{H}_1$ e de $\hat{H}_2$ foram semelhantes, e ambos muito próximos dos seus respectivos erros padrões. A significância de $\hat{H}_1$ foi detectada somente ao nível de 16,75% e a de $\hat{H}_2$ ao nível de 14,43% de probabilidade. Por isso, as estimativas dos parâmetros a seguir relatadas devem ser consideradas dentro das margens de erro nas quais os componentes foram estimados. A estimativa de $uv = \hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0,2476$ mostra que nos parentais existe uma distribuição uniforme entre os alelos recessivos e dominantes. Observou-se a ocorrência de dominância parcial no controle do tempo para a maturidade, conforme indicado pelo grau médio de dominância de 0,7491.

Predominância da ação gênica aditiva, no controle do número de dias para a maturidade em soja, foi também encontrada por BRIM & COCKERHAM (1961), HANSON & WEBER

(1961 e 1962), LEFFEL & HANSON (1961), HANSON *et alii* (1967), CROISSANT & TORRIE (1971) e por CECON *et alii* (1985).

As herdabilidades interpopulacionais no sentido amplo e no sentido restrito foram de 0,9915 e de 0,7980, respectivamente. Essas estimativas são superiores às encontradas na literatura (MAHMUD & KRAMER, 1951; BARTLEY & WEBER, 1952; WEBER & MOORTHY, 1952; KWON & TORRIE, 1964; GILIOLI, 1979; CHAUHAN & SINGH, 1984; DESTRO *et alii*, 1987; SANTOS *et alii*, 1987; FREIRE FILHO, 1988 e LIN & NELSON, 1988b).

4.2.3. Altura das plantas no florescimento

O coeficiente de regressão de W_R em V_R , $b = 0,8876 \pm 0,0690$, mostra ausência de epistasia, visto só ter diferido da unidade ao nível de 24,56% de probabilidade, mas ter diferido de zero ao nível de 0,42%. Os alelos recessivos são os responsáveis pelo aumento do tamanho das plantas no início do florescimento, conforme mostrado pelo coeficiente de correlação entre $(W_R + V_R)$ e Y_R , $r = 0,9912$. Esses alelos, conforme demonstrado pelo valor negativo de $\hat{F}$, embora significativo somente ao nível de 10,26% de probabilidade, são mais frequentes que os dominantes na população parental. As estimativas individuais de $\hat{F}$ para cada parental revelaram o mesmo comportamento observado quanto ao tempo para o florescimento e para a maturidade, ou seja, os

cultivares Paraná e Pirapó 78 tem maior proporção de alelos dominantes, enquanto que 'SS-1' e 'Paranagoiana' possuem mais alelos recessivos que dominantes.

A estimativa de $\hat{D}$ foi altamente significativa ($p = 0,0006$). Já as de $\hat{H}_1$ e de $\hat{H}_2$ foram menores que seus respectivos erros padrões. Esses resultados não fornecem certeza da inexistência de efeitos de dominância. Mostram que as estimativas de $\hat{H}_1$ e de $\hat{H}_2$ não foram obtidas com boa precisão, impossibilitando que os parâmetros genéticos fossem estimados com confiabilidade. De qualquer maneira, parece que os resultados não deixam dúvidas de que a ação aditiva dos genes é o componente mais importante da variação genética.

Estudando a altura das plantas no florescimento, KAW & MENON (1983) e FREIRE FILHO (1988) observaram a predominância da ação aditiva dos genes e, como consequência, a presença de dominância parcial. Já CAMACHO (1971), avaliando progênies F_3 e F_4 , evidenciou uma maior ação gênica dominante que aditiva.

4.2.4. Número de nós na maturidade

O valor estimado do coeficiente de regressão, $b = 0,9570 \pm 0,0361$, diferiu de zero ao nível de 0,11%

de probabilidade, e só diferiu da unidade ao nível de 35,66%, mostrando que não existem efeitos epistáticos no controle do número de nós na maturidade. O coeficiente de correlação de $(W_r + V_r)$ sobre o número médio de nós (Y_r), $r=0,9927$, sendo positivo e próximo da unidade, indica que os alelos recessivos são os responsáveis pelo aumento do número de nós. Esses alelos recessivos, pela estimativa de $\hat{F}$, negativo e significativo ao nível de 4,36% de probabilidade, são mais frequentes, no conjunto dos quatro parentais, que os alelos dominantes. A proporção estimada de alelos recessivos para os dominantes foi de aproximadamente 1:0,7. Observou-se, para o número de nós, que os cultivares mais precoces, Paraná e Pirapó 78, possuem uma maior frequência de alelos dominantes que de recessivos. Já os cultivares SS-1 e Paranagoiana, mais tardios, possuem mais alelos recessivos que dominantes.

A estimativa de $\hat{D}$ foi significativa ao nível de 0,04%, enquanto que a de $\hat{H}_1$ foi ao nível de 7,97% e a de $\hat{H}_2$ ao de 5,40% de probabilidade. Apesar de, em valores absolutos, a estimativa de $\hat{H}_2$ ter sido levemente superior à de $\hat{H}_1$, elas não diferiram entre si, segundo os seus erros padrões. A predominância da ação gênica aditiva fica evidente ao constatar-se que a estimativa de $\hat{D}$ foi cerca de 1,7 vezes maior que a de $\hat{H}_1$. O grau médio de dominância foi de 0,7779. Dominância parcial para o número de nós foi também citada por KAW & MENON (1983).

A relação $uv = \hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0,2747$ foi levemente superior à máxima esperada de $uv = 0,25$, embora não o suficiente para indicar uma distribuição desuniforme entre os alelos recessivos e dominantes.

4.2.5. Altura das plantas na maturidade

Na análise com os quatro parentais, a altura das plantas na maturidade evidenciou heterogeneidade da diferença ($W_R - V_R$) ao nível de 4,36% de probabilidade (Tabela 9). O coeficiente de regressão de W_R em V_R também mostrou ser estatisticamente diferente da unidade, ao nível de 2,95% de probabilidade (Tabela 10). Por isso, novas análises foram realizadas, eliminando-se diferentes parentais (Tabelas 14 e 19). A homogeneidade das diferenças ($W_R - V_R$) foi obtida com a eliminação de qualquer um dos quatro parentais (Tabela 15). Já o coeficiente de regressão continuou sendo diferente de $b = 1$, ao nível de 4,86% de probabilidade, quando o parental excluído da análise foi o Pirapó 78. Embora esse nível seja muito próximo ao de 5 % de probabilidade, considerou-se como prova da presença de epistasia. Nos casos em que qualquer um dos outros três parentais não foi incluído na análise, os coeficientes de regressão só diferiram da unidade a níveis de probabilidade maiores que 33%, mas diferiram de zero a níveis iguais ou menores que

4,81%, indicando ausência de epistasia (Tabela 16).

Os cultivares Paranagoiana e SS-1 originaram-se através de mutações no tempo para o florescimento e para a maturidade ocorridas no cultivar Paraná. Como será visto no item 4.3, os três cultivares diferem em alelos de um mesmo gene. É difícil, então, entender o porque da presença de efeitos epistáticos, quando os três cultivares figuram no dialelo e de sua ausência, quando qualquer um deles é excluído. As hipóteses mais viáveis parecem ser: a presença de alelos múltiplos, que devem existir também para a altura das plantas na maturidade, e/ou a existência de interações entre genótipos e microambientes dentro do experimento influenciaram os resultados das análises.

Com a finalidade de mostrar algumas das variações que podem ocorrer nas estimativas dos componentes e dos parâmetros genéticos com qualquer alteração na população parental, em dialelos pequenos, são mostrados, nas Tabelas 14 a 19, os resultados das três análises, em cada uma das quais foi desconsiderado um dos parentais: SS-1, Paraná ou Paranagoiana.

Os coeficientes de correlação de ($W_R + V_R$) com a altura média das plantas (Y_R) foram de 0,9905, de 0,9927 e de 0,9928, para quando foram desconsiderados na análise 'SS-1', 'Paraná' ou 'Paranagoiana', respectivamente. Todos esses valores, positivos e próximos da unidade, indi-

cam que a maior altura é determinada pelos alelos recessivos. No conjunto dos três parentais, considerados em cada análise, os alelos recessivos foram mais frequentes que os dominantes apenas quando 'Paraná' não foi incluído, conforme mostram os valores de $\hat{F}$ (Tabela 17). As estimativas de $\hat{F}$ mostram que o cultivar Paraná tem maior concentração de alelos dominantes que de recessivos, enquanto o inverso ocorre com os cultivares SS-1 e Paranagoiana (Tabela 18). A proporção de alelos recessivos para dominantes foi de aproximadamente 1:0,3, quando 'Paraná' não foi considerado na análise, e de 1:1,5, no caso em que foi excluído o cultivar Paranagoiana. Na análise sem o parental SS-1, a estimativa foi prejudicada em razão da pouca precisão com que $\hat{H}_1$ foi obtido.

As estimativas de alguns componentes genéticos apresentaram particularidades em cada uma das três análises. Os valores de $\hat{D}$ foram significativos nos níveis de 1,06; 1,36 e 1,75% de probabilidade nas análises em que foram excluídos os parentais Paranagoiana, Paraná e SS-1, respectivamente. Os componentes $\hat{H}_1$ e $\hat{H}_2$ foram estimados com pouca precisão nas três análises. Quando não foi considerado o parental SS-1, ambas as estimativas foram inferiores a seus erros padrões, indicando que os efeitos de dominância foram pequenos, ou que as estimativas careceram de maior precisão. Esse fato impossibilitou que fossem estimados os parâmetros genéticos. Nos outros dois casos, sem os paren-

tais Paraná e Paranagoiana, as significâncias de $\hat{H}_1$ só foram detectadas, respectivamente, nos níveis de 12,72 e de 24,94% de probabilidade, e as de $\hat{H}_2$ nos níveis de 13,06 e 21,48%. Por isso, as estimativas dos parâmetros genéticos devem ser consideradas com as devidas reservas. Nas duas situações, os valores de $\hat{H}_1$ e de $\hat{H}_2$ foram semelhantes.

Quando foi excluído da análise o parental Paraná, observou-se, em valores absolutos, que a estimativa de $\hat{H}_1$ foi superior à de $\hat{D}$. No entanto, o erro de $\hat{H}_1$ foi proporcionalmente maior que o de $\hat{D}$, determinando que o componente $\hat{H}_1$ mostrasse significância apenas ao nível de 12,72% de probabilidade. Por essa razão, não se pode afirmar que haja, nesse caso, sobredominância, visto não ser confiável a estimativa do grau médio de dominância, estimado como sendo de 1,1491. Enquanto isso, com a eliminação de 'SS-1' e de 'Paranagoiana' a ação foi principalmente aditiva ($\hat{D} > \hat{H}_1$). Na análise onde não foi considerado o parental Paranagoiana, o grau médio de dominância foi de 0,6468, relevando dominância parcial.

A predominância da ação gênica aditiva sobre a dominante, determinando uma dominância parcial, parece ser a situação mais comum para a altura das plantas de soja na maturidade (WEISS *et alii*, 1947; BRIM & COCKERHAM, 1961; CROISSANT & TORRIE, 1971 e CECOM *et alii*, 1985). No entanto, dominância completa foi relatada por LEFFEL & WEISS

(1958) e por FREIRE FILHO (1988), bem como sobredominância por LEFFEL & WEISS (1958) e por LEFFEL & HANSON (1961).

As relações $uv = \hat{H}_2/4\hat{H}_1$ de 0,2252 e de 0,2744, para quando foram excluídos os parentais Paraná e Paranagoiana, respectivamente, mostram a existência de uma distribuição bastante uniforme entre os alelos recessivos e dominantes.

As herdabilidades no sentido amplo foram de 0,9807 e de 0,9796, e as de sentido restrito de 0,7760 e de 0,7404, para quando foram retirados os parentais Paraná e Paranagoiana, respectivamente. As herdabilidades no sentido amplo foram superiores às citadas na literatura. Já as de sentido restrito foram mais próximas, embora mantendo a tendência de serem superiores (MAHMUD & KRAMER, 1951; BARTLY & WEBER, 1952; WEBER & MOORTHY, 1952; KWON & TORRIE, 1964; CAVINES & PRONGSIRIVATHANA, 1968; GILIOLI, 1979; CHAUHAN & SINGH, 1984; DESTRO *et alii*, 1987; SANTOS *et alii*, 1987; FREIRE FILHO, 1988 e LIN & NELSON, 1988b).

Os resultados das análises dialélicas mostraram uma genética muito semelhante entre as cinco características estudadas. Os coeficientes de regressão estimados foram, com exceção do para a altura das plantas na maturidade, quando os quatro parentais foram considerados e quando 'Pirapó 78' foi excluído, iguais a $b = 1$ e diferentes de $b = 0$, evidenciando, junto com a variância de $(W_r - V_r)$, a não

existência de epistasia na manifestação dos caracteres. As correlações positivas e próximas da unidade, por sua vez, revelaram que os alelos recessivos são mais frequentes que os dominantes na população parental, em todos os caracteres. Houve uma pronunciada predominância da ação gênica aditiva sobre a dominante para todas as características, exceto para a altura das plantas na maturidade quando foi excluído da análise o parental Paraná. Em nenhum dos caracteres estudados a ação de dominância, medida por $\hat{H}_1$, foi significativa em níveis inferiores à 7,97 % de probabilidade. Observou-se que as estimativas de $\hat{H}_1$ e de $\hat{H}_2$ estavam sempre associadas a elevados erros, consistentemente maiores que os dos demais parâmetros. Isso indica que os efeitos de dominância são de pequena magnitude ou que o método de estimação carece de maior eficiência. Enquanto isso, o efeito aditivo, medido por $\hat{D}$, foi sempre significativo a níveis menores que 1,75% de probabilidade. A não ser para a altura das plantas na maturidade, quando o parental Paraná foi excluído de análise, foi constatada a presença de dominância parcial para todos os caracteres.

Outra semelhança, ainda, pode ser vista ao se comparar a concentração de alelos dominantes e recessivos nos diferentes parentais. Os cultivares Paraná e Pirapó 78, os mais precoces, possuem mais alelos dominantes controlando os caracteres que alelos recessivos, sendo esta concentração consistentemente maior no cultivar Paraná. O

inverso ocorre com os cultivares de ciclo mais longo, SS-1 e Paranagoiana, os quais possuem mais alelos recessivos que dominantes, em proporções semelhantes entre os dois.

As semelhanças genéticas no controle desses caracteres são esperadas visto as elevadas correlações positivas que existem entre eles, conforme fartamente demonstrado (JOHNSON *et alii* 1955; LEFFEL & HANSON, 1961; KWON & TORRIE, 1964; CAVINESS & PRONGSIRIVATHANA, 1968; GILIOLI, 1979; FREIRE FILHO, 1988 e LIN & NELSON, 1988a).

4.3. Número de genes para o tempo para o florescimento e para a maturidade

4.3.1. Paraná x Paranagoiana

Na Tabela 20 são mostradas as distribuições das plantas da geração F_2 e dos respectivos parentais, em classes segundo o número de dias para o florescimento e para a maturidade. Esses resultados, além de mostrar que não houve segregação transgressiva, evidenciam, com clareza, a dominância dos genótipos precoces sobre os tardios, para os dois caracteres. As Figuras 1 e 2 mostram nitidamente, tanto para o florescimento como para a maturidade, que a distribuição para o F_2 foi bimodal, onde as plantas distribuí-

ram-se em dois grupos discretos, com maior concentração no sentido da precocidade. A dominância, exibida pelo genótipo precoce, não permitiu que a separação entre as plantas homozigóticas dominantes e as plantas heterozigóticas fosse feita. Verificou-se, no entanto, uma frequência de 227 plantas precoces e intermediárias para 72 tardias, para o tempo para o florescimento, e de 203:55, para o tempo para a maturidade. Essas frequências concordam com a proporção teórica de 3:1, conforme constatado pelos testes χ^2 , os quais mostraram valores de 0,1349 ($p = 0,7134$) e de 1,8656 ($p = 0,1720$), para o florescimento e maturidade, respectivamente. Isso evidencia que os dois cultivares diferem em alelos de apenas um gene principal, para os dois caracteres.

Apesar desses resultados não deixaram dúvidas, os genótipos de uma amostra de 23 plantas F_2 , tomada ao acaso, foram confirmados através do desempenho de suas respectivas progênies (Tabelas 21 e 22). Os resultados mostram que, das 23 plantas F_2 , seis eram homozigotas, de ciclo semelhante ao parental precoce, 11 eram heterozigotas e seis homozigotas, semelhantes ao parental tardio, tanto para o florescimento como para a maturidade. A frequência 6:11:6 está em perfeita concordância com a segregação genética 1:2:1, esperada para um gene principal ($\chi^2 = 0,0435$; $p = 0,9785$).

As relações h/d, estimadas a partir dos com-

ponentes das médias mostrados na Tabela 5, foram de - 0,5684, para o tempo para o florescimento, e de - 0,7738, para o tempo para a maturidade, confirmando a dominância parcial do alelo que determina maior precocidade para ambos os caracteres.

Os resultados, obtidos nesse cruzamento, mostram que a mutação que deu origem ao cultivar Paranagoiana foi recessiva. À conclusão idêntica chegou GILIOLI (1979).

4.3.2. SS-1 x Paraná

As frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 , do cruzamento SS-1 x Paraná, por classe, segundo o número de dias para o florescimento e para a maturidade, são apresentadas na Tabela 23. Os resultados mostram que o menor número de dias, para ambas as características, exibiu dominância sobre o maior número de dias, revelando que a mutação que originou o cultivar SS-1 foi recessiva. As plantas da população F_2 tiveram uma distribuição que se conservou dentro dos limites dos parentais, não revelando, portanto, segregação transgressiva. As Figuras 3 e 4 mostram uma distribuição bimodal das plantas F_2 , tanto para o tempo para o florescimento como para a maturidade, onde as diferentes classes puderam ser reunidas em dois grupos claramente definidos.

Pela distribuição das plantas, nas diferentes classes, não foi possível separar, através do fenótipo, as plantas homozigotas dominantes das heterozigotas. Foram observadas, no entanto, as frequências de 223:75 e de 209:76 plantas precoces mais intermediárias para plantas tardias no florescimento e na maturidade, respectivamente. Essas frequências, segundo os valores do teste χ^2 , 0,0045 ($p = 0,9465$) e 0,4223 ($p = 0,5158$), estão em perfeita concordância com a proporção 3:1, teoricamente esperada para o caso da segregação de um gene com dominância.

Apesar da clareza desses resultados, os genótipos da geração F_2 foram confirmados através da avaliação das progênes de 23 plantas, tomadas ao acaso dentro da população F_2 . A distribuição das plantas em classes, as médias, as amplitudes de dispersão das médias e as variâncias fenotípicas dos grupos de progênes e dos seus respectivos parentais, para o número de dias para o florescimento e para a maturidade, estão, respectivamente, nas Tabelas 24 e 25. No grupo de progênes mais precoces, 18 plantas tiveram o início de seu florescimento de um a três dias após o das plantas do cultivar Paraná, determinando que sua média fosse dois dias mais tardia que a desse parental. Os resultados, tanto para o tempo para o florescimento como para a maturidade, mostraram que das 23 plantas F_2 , estudadas através de suas progênes, seis eram homozigotas, de ciclo semelhante ao do parental precoce, 11 eram heterozigotas e in-

intermediárias e sete eram homozigotas, semelhantes ao parental mais tardio. O valor do teste χ^2 de 0,25 ($p = 0,8825$) confirma que a distribuição está de acordo com a proporção genética 1:2:1, esperada para a segregação de um único par de alelos.

As distribuições das plantas na geração F_2 , para o número de dias para o florescimento e para a maturidade, mostradas numericamente na Tabela 23, e graficamente nas Figuras 3 e 4, fornecem uma indicação da presença de dominância parcial entre os alelos desse gene. A ocorrência de dominância parcial pode ser comprovada a partir dos componentes das médias, uma vez que apenas um gene está envolvido na manifestação desses caracteres. As relações h/d , obtidas a partir das estimativas da Tabela 5, foram de - 0,6186 e de - 0,6667 para o tempo para o florescimento e para a maturidade, respectivamente, revelando uma dominância parcial do alelo que determina o florescimento e a maturidade mais precoces.

4.3.3. Paraná x Pirapó 78

As frequências de plantas da geração F_2 e dos respectivos parentais em classes, segundo o número de dias para o florescimento e para a maturidade, são mostradas na Tabela 26 e nas Figuras 5 e 6. Observa-se, nos re-

sultados, que, embora três plantas tenham iniciado o florescimento alguns dias mais tarde que as do parental de ciclo mais longo e que duas tenham maturado mais cedo que as do parental de ciclo mais curto, não houve segregação genética transgressiva, sendo esses desvios meramente casuais. Sendo os dois cultivares de ciclo muito próximo, não foi possível separar as classes em grupos perfeitamente definidos. Notou-se, no entanto, a existência de dominância do menor número de dias, tanto para o florescimento como para a maturidade. O cultivar Paraná, sendo o mais precoce, tem o genótipo dominante, enquanto que o 'Pirapó 78' o recessivo, para as duas características estudadas. A Figura 5 mostra, para o número de dias para o florescimento, uma distribuição bimodal das plantas F_2 , embora os grupos não sejam claramente definidos. A distribuição das plantas para o tempo para a maturidade foi praticamente unimodal, com leve concentração de indivíduos no lado do parental mais precoce (Figura 6).

Para identificar com segurança os genótipos das plantas F_2 , foram avaliadas as progênies de 35 plantas, tomadas ao acaso dentro da população. Os resultados do desempenho dessas progênies, para o tempo para o florescimento e para a maturidade, são apresentados nas Tabelas 27 e 28, respectivamente. As informações sobre as distribuições das plantas em classes, sobre as médias e a amplitude de dispersão dessas médias e sobre as variâncias fenotípicas

possibilitaram a reunião das 35 progênes em três grupos distintos. Para o tempo para o florescimento, sete progênes tiveram um comportamento semelhante ao do parental dominante, 18 foram intermediárias e segregantes e 10 mostraram um comportamento similar ao parental recessivo. Uma progênie, que teve um comportamento semelhante ao parental recessivo para o tempo para o florescimento, comportou-se como heterozigota para a maturidade. Sendo a maturidade mais influenciável pelo ambiente que o florescimento, é mais seguro considerar a classificação observada para o número de dias para o aparecimento da primeira flor. Em qualquer uma das situações, no entanto, os testes χ^2 , 0,5429 ($p=0,7623$) e 0,4857 ($p = 0,7844$), mostraram que os genótipos das plantas F_2 , que deram origem às progênes, estavam segregando de acordo com a proporção 1:2:1, evidenciando que os dois parentais divergem, para o tempo para o florescimento e para a maturidade, em alelos de um único gene principal.

As distribuições das plantas F_2 forneceram uma indicação, para ambos os caracteres, da presença de dominância parcial entre os dois alelos. Já os componentes das médias mostraram, para o número de dias para o florescimento, que o componente de dominância h foi nulo, sendo o modelo explicado apenas pela média e pelo componente aditivo d . Esse fato justifica a não constatação de heterose significativa (Tabela 2). Para o tempo para a maturidade, a relação h/d foi de - 0,8923, confirmando a ocorrência de

dominância parcial do alelo que condiciona a maturidade mais precoce.

4.3.4. SS-1 x Paranagoiana

Como nos cruzamentos anteriores, não foi evidenciada segregação transgressiva para nenhuma direção, seja para o tempo para o florescimento ou para a maturidade (Tabela 29).

As Figuras 7 e 8 mostram que as distribuições das plantas F_2 foi unimodal, para os dois caracteres, apresentando uma variação contínua, com concentração de indivíduos na faixa intermediária aos parentais. Em razão dessa distribuição não foi possível separar as plantas F_2 em grupos definidos.

A separação dos genótipos das plantas F_2 foi possível de ser feita pelo desempenho das progênies de 35 plantas, tomadas ao acaso dentro da população F_2 . Os resultados do desempenho desses progênies para o número de dias para o florescimento e para a maturidade estão, respectivamente, nas Tabelas 30 e 31. Os resultados indicam que, das 35 plantas F_2 estudadas, sete eram homozigotas, de comportamento semelhante ao do parental SS-1, apesar de diversas plantas terem iniciado o seu florescimento e terem maturado

alguns dias após a última planta do parental. Isso determinou que o florescimento e a maturidade médios, desse grupo de progênies, fossem, respectivamente, 1,5 e 2,0 dias mais tardios que as respectivas médias do parental. Outras 20 plantas F_2 eram heterozigotas, enquanto que outras oito eram homozigotas, de comportamento semelhante ao do parental mais tardio, Paranagoiana. O valor do teste χ^2 , 0,7714 ($p=0,6800$), confirma que a frequência de plantas F_2 , de 7:20:8, está de acordo com a segregação genética esperada de 1:2:1. Assim, as diferenças para o tempo para florescimento e para a maturidade entre os dois cultivares se deve a ação de apenas um gene principal.

A relação h/d, obtida a partir dos componentes das médias, revelou para o número de dias para o florescimento um grau de dominância de 0,3404. Essa informação mostra que, nesse cruzamento, houve uma leve dominância parcial do alelo de 'Paranagoiana' sobre o do 'SS-1', ou seja, a dominância, nesse caso, foi do alelo que determinou florescimento mais tardio. Para o tempo para a maturidade, o componente de dominância, h, não foi estatisticamente significativo ao nível de 5 % de probabilidade, sendo o modelo suficiente apenas com a média e o componente de aditividade. Isso mostra que, para o número de dias para a maturidade, existiu ausência de dominância entre os alelos. Esse fato concorda com a ausência de heterose significativa, verificada na Tabela 2.

Considerando que os dois cultivares mutantes, SS-1 e Paranagoiana, diferem ambos do cultivar original, Paraná, em apenas um loco, e que apenas um gene é também o responsável pela diferença entre eles, conclui-se que as diferenças do número de dias para o florescimento e para a maturidade entre os três cultivares devem ser determinadas por três alelos do mesmo loco. Dessa maneira, as mutações que originaram os cultivares SS-1 e Paranagoiana ocorreram no mesmo gene do cultivar Paraná.

4.3.5. Pirapó 78 x Paranagoiana

Os dados das distribuições do número de plantas dos parentais e da geração F_2 para o tempo para o florescimento e para a maturidade estão na Tabela 32. Nesses resultados, observa-se uma segregação transgressiva para ambas as direções, nas duas características estudadas. Constatou-se claramente que cerca de 1/16 das plantas da população F_2 foram mais precoces e 1/16 marcadamente mais tardias que as dos respectivos parentais, coincidindo com a proporção esperada de plantas homozigóticas dominantes e recessivas quando os parentais diferem em dois genes.

A média do número de dias para o florescimento das plantas da geração F_2 situou-se próxima à média dos dois parentais: 58,2 contra 59,2 dias. Já para o tempo pa-

ra a maturidade, a média da população F_2 esteve bem mais próxima da do parental mais precoce. As Figuras 9 e 10 mostram graficamente a distribuição das plantas da população segregante em comparação com as dos parentais, onde podem ser observados os aspectos discutidos acima.

A indicação da presença de dois genes principais segregantes permitiu que as progênies de somente 33 plantas, tomadas ao acaso, fossem estudadas com a finalidade de determinar os genótipos da geração F_2 . Os resultados do comportamento dessas progênies em relação ao tempo para o florescimento e para a maturidade estão sintetizados nas Tabelas 33 e 34. A partir das informações sobre as distribuições das plantas, as médias, as amplitudes de dispersão dessas médias e sobre as variâncias fenotípicas de cada progênies, foi possível reuni-las em nove grupos distintos. O número de progênies F_3 em cada grupo foi proporcional à segregação genética esperada para dois genes na geração F_2 , conforme atestado pelo teste χ^2 , 1,9091 ($p = 0,9837$).

A separação dos grupos de progênies mais precoces, nesse cruzamento, não foi tão clara como nos grupos mais tardios. Isso se deveu à grande semelhança de ciclo entre o cultivar Pirapó 78 e os grupos mais precoces. Nesse cruzamento não foi possível recuperar completamente o genótipo do cultivar original Paraná. O grupo de progênies que teoricamente deveria apresentar o genótipo de 'Paraná' foi,

em média, 3,8 e 6,1 dias mais tardio para o florescimento e maturidade, respectivamente. Essas diferenças são marcadamente maiores que as observadas nos outros cruzamentos. Já os grupos de progênies que exibiram os genótipos dos parentais Pirapó 78 e Paranagoiana tiveram as médias semelhantes às dos parentais. A divergência entre as médias do grupo de progênies, com alelos dominantes em homozigose, e as do cultivar Paraná pode ter sido ocasionada pela ação de genes modificadores. Esse fato é perfeitamente possível de ocorrer, uma vez que o cultivar Pirapó 78 não deve ser produto de mutação natural do cultivar Paraná, como se acreditava, mas provavelmente resultado de hibridação natural entre esse e outro cultivar, conforme sugerido por DERBYSHIRE *et alii*¹. Se isso tiver ocorrido, 'Pirapó 78' possui uma constituição genética diferente da de 'Paranagoiana', um mutante natural de 'Paraná'.

O fato dos cultivares Pirapó 78 e Paranagoiana diferirem em dois genes, confrontando com o fato de que ambos diferem de apenas um gene do cultivar Paraná, indica que os locos, que controlam o tempo para o florescimento e para a maturidade, nos dois cultivares são diferentes.

¹ DERBYSHIRE, E.; CARVALHO, M.T.V.; BONATO, E.R. Comparison of natural variants of the soybean cultivar Paraná by isoenzyme analysis. (Em elaboração).

4.3.6. SS-1 x Pirapó 78

As frequências de plantas da geração F_2 , em comparação com as dos parentais, nas diferentes classes do número de dias para o florescimento e para a maturidade, são apresentadas na Tabela 35. Como no cruzamento Pirapó 78 x Paranagoiana, nesse também observou-se uma segregação transgressiva para ambas as direções, tanto para o florescimento como para a maturidade, indicando que os dois cultivares parentais diferem em mais de um gene principal. De 299 plantas F_2 , estudadas no florescimento, 62 floresceram antes que as primeiras plantas do parental Pirapó 78, enquanto que 53, das 276 estudadas na maturidade, maturaram antes. Em ambos os casos, esses números representam aproximadamente 3/16 do total de plantas. Com relação à segregação transgressiva sobre o parental tardio, foi possível constatar que cerca de 1/16 do total de plantas da geração F_2 formou um grupo marcadamente mais tardio que as do parental SS-1. Esses dados fornecem evidências de que os dois parentais diferem em dois genes principais.

As médias do número de dias para o florescimento e para a maturidade da geração F_2 foram menores que as médias dos respectivos parentais, situando-se mais próximas das do parental mais precoce. As Figuras 11 e 12 mostram, para os dois caracteres, distribuições contínuas, nas quais a concentração de plantas F_2 situou-se próxima da dis

tribuição das do parental mais precoce. Isso torna evidente a dominância da precocidade sobre o ciclo mais longo.

Partindo-se da indicação de que os parentais divergiam em apenas dois genes para o seu florescimento e maturidade, os genótipos de apenas 32 plantas F_2 , tomadas ao acaso dentro da população, foram estudados através do comportamento de suas progênes. As Tabelas 36 e 37 mostram os resultados das avaliações dessas progênes quanto à distribuição em classes, às médias e às amplitudes de sua dispersão e à variâncias fenotípicas. A reunião das progênes de comportamento similar formou nove grupos distintos, cada um constituído pelas mesmas progênes tanto para o florescimento como para a maturidade. O teste χ^2 entre o número de progênes observado, que integrou cada um dos nove grupos, e a proporção genética, esperada para a segregação de dois genes em F_2 , foi de 1,1250 ($p = 0,9973$), comprovando que os dois cultivares diferem em dois genes para o tempo para o florescimento e para a maturidade. Esse fato, aliado ao de que ambos os cultivares diferem do cultivar Paraná em apenas um gene, mostra que o gene que controla o tempo para o florescimento e para a maturidade em 'Pirapó 78' e 'SS-1' não é o mesmo. O grupo de progênes mais precoces recuperou o genótipo do parental original Paraná, como pode ser observado pelos resultados das Tabelas 36 e 37. O desvio entre as médias desse grupo de progênes e a do cultivar Paraná foi de 1,0 dia, para o tempo para o flo-

rescimento, e de 1,2 dias, para o tempo para a maturidade. Divergência maior foi constatada entre as médias das duas progênies que apresentaram o mesmo genótipo do parental Pirapó 78 e a desse parental. As médias das duas progênies foram de 1,9 e 4,7 dias mais tardias que as de Pirapó 78, quanto ao número de dias para o florescimento e para a maturidade, respectivamente. As distribuições das plantas, exceto para a maturidade, e as variâncias fenotípicas foram semelhantes. Já o grupo de progênies das plantas F_2 com o genótipo de SS-1 exibiu médias muito mais próximas das do parental.

As diferenças verificadas, especialmente entre o comportamento do parental Pirapó 78 e do grupo de progênies homozigóticas para os mesmos genes, não parecem ser apenas devidas aos aspectos ambientais. Não se pode descartar a possibilidade da ação de genes modificadores, alterando o efeito dos genes principais, especialmente no que diz respeito ao tempo para a maturidade.

4.4. Caracterização dos genes

As mutações naturais, ocorridas no cultivar Paranã, que deram origem aos cultivares Paranagoiana e SS-1 foram recessivas e aconteceram no mesmo loco.

Para designar os genes que controlam o tempo para o florescimento e para a maturidade em soja, está consagrada a simbologia E/e (E = early). Para identificar os genes aqui descritos, propõe-se acrescentar a essa designação a letra s (de *shorter*, em razão do estudo ter sido feito em condições de dias mais curtos que aqueles que descreveram os genes até então conhecidos) e usar as primeiras letras do alfabeto para diferenciar os alelos recessivos do mesmo loco. Desta maneira Es_1 identifica o alelo do cultivar Paranã, es_1^a o do 'Paranagoiana' e es_1^b o do 'SS-1'.

Já o cultivar Pirapó 78, como visto nos cruzamentos entre ele e os demais cultivares, difere do cultivar Paranã por possuir os alelos recessivos de um segundo gene. Assim, usando-se a designação Es_2/es_2 para esse loco, Es_2 identifica o alelo do cultivar Paranã e es_2 o do cultivar Pirapó 78.

Para caracterizar definitivamente os dois genes aqui descritos é necessário que se façam testes de alelismo com os genes que controlam o tempo para o florescimento e para a maturidade em condições de dias longos.

Na Tabela 38 são apresentados todos os possíveis genótipos dos seis cruzamentos com os respectivos números de dias para o florescimento e para a maturidade observados, durante o ano de 1986/87, em comparação com os números de dias esperados a partir do desempenho médio dos

parentais. Nos resultados observa-se que os alelos recessivos do loco Es_1 tiveram um efeito maior sobre o número de dias, tanto para o florescimento como para a maturidade, que os do loco Es_2 . Entre os alelos recessivos do loco Es_1 , constatou-se que o es_1^a teve efeito maior que o es_1^b . Os resultados da Tabela 39 mostram que o florescimento e a maturidade foram, em média, retardados, respectivamente, em 23 e 39 dias pelo genótipo $es_1^a es_1^a Es_2 Es_2$, 15 e 23 dias pelo $es_1^b es_1^b Es_2 Es_2$, 7 e 9 dias pelo $Es_1 Es_1 es_2 es_2$, 55 e 68 dias pelo $es_1^a es_1^a es_2 es_2$ e 35 e 38 dias pelo genótipo $es_1^b es_1^b es_2 es_2$.

De grande interesse para o melhoramento é o comportamento apresentado pelo genótipo $es_1^b es_1^b es_2 es_2$, que reúne os genes recessivos dos cultivares SS-1 e Pirapó 78. Esse genótipo retardou em 11 dias o florescimento, quando comparado com o cultivar Paranagoiana, sem que esse retardamento tivesse reflexos sobre o ciclo total.

Os resultados da geração F_2 demonstraram que o alelo Es_1 foi parcialmente dominante sobre os alelos recessivos es_1^a e es_1^b . Já o alelo es_1^a exibiu uma leve dominância sobre o seu alelo mais precoce, es_1^b , para o número de dias para o florescimento. A dominância, nesse caso, foi do alelo que determina o florescimento mais tardio. Para o tempo para a maturidade não foi constatada dominância entre esses dois alelos, como pode ser visto no cruzamento SS-1 x Paranagoiana. O alelo Es_2 não mostrou dominância sobre o

es_2 para o número de dias para o florescimento, mas foi parcialmente dominante para o número de dias para a maturidade. O grau de dominância foi estimado nos cruzamentos onde apenas os alelos de um gene diferenciam os parentais. Mesmo nos cruzamentos Pirapó 78 x Paranagoiana e SS-1 x Pirapó 78 observou-se que, em todas as combinações com o outro loco, os heterozigotos tiveram o início do seu florescimento e a sua maturidade mais próximos dos homozigotos precoces.

Nos dois cruzamentos, nos quais os parentais diferem em dois genes, os efeitos para o florescimento das diversas combinações gênicas foram muito semelhantes aos esperados em um modelo aditivo, observando-se um afastamento apenas nos genótipos mais tardios. Assim, no cruzamento Pirapó 78 x Paranagoiana os genótipos $Es_1 es_1^a es_2 es_2$, $es_1^a es_1^a Es_2 es_2$ e $es_1^a es_1^a es_2 es_2$ foram 8, 11 e 27 dias mais tardios que o esperado pelo modelo aditivo, respectivamente. No cruzamento SS-1 x Pirapó 78 os genótipos $es_1^b es_1^b Es_2 es_2$ e $es_1^b es_1^b es_2 es_2$ foram 3,5 e 11 dias mais tardios. Para a maturidade foram observados desvios na maioria das combinações gênicas, que variaram de 7 dias mais precoces a 24 dias mais tardios, no primeiro cruzamento e de 4,5 dias mais precoces a 4 dias mais tardios, no segundo.

5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados e discutidos, sobre o tempo para o florescimento e para a maturidade, sobre a altura das plantas nesses dois estádios e sobre o número de nós na maturidade, permitem concluir:

- a) As análises quantitativas mostraram que a ação aditiva é mais importante que a dominante para os caracteres tempo para o florescimento e maturidade, altura das plantas no florescimento e número de nós. Enquanto que, os genes que controlam a altura das plantas na maturidade possuem efeitos epistáticos.
- b) As herdabilidades intrapopulacionais no sentido restrito do tempo para o florescimento são consistentemente maiores que as estimadas para os caracteres medidos na maturidade.
- c) As mutações que deram origem aos cultiva-

res Paranagoiana e SS-1 foram recessivas e ocorreram no mesmo loco do cultivar Paraná. Propõe-se a designação Es_1 para o alelo desse loco no cultivar Paraná, es_1^a para o alelo no mutante Paranagoiana e es_1^b para o no SS-1.

- d) O cultivar Pirapõ 78 difere dos demais em um segundo gene. Es_2 é a designação proposta para o alelo desse segundo gene presente no cultivar Paraná e em seus mutantes, estando o alelo es_2 no cultivar Pirapõ 78.
- e) Es_1 é parcialmente dominante sobre os seus recessivos es_1^a e es_1^b . O alelo es_1^a exibe uma leve dominância sobre o alelo es_1^b para o tempo para o florescimento e ausência de dominância para o tempo para a maturidade. A dominância de es_1^a para o tempo para o florescimento, nesse caso, é do alelo que determina o florescimento um pouco mais tardio.
- f) O alelo Es_2 não tem dominância sobre o es_2 para o tempo para o florescimento. É, porém, parcialmente dominante para o número de dias para a maturidade.

- g) Os alelos recessivos do loco Es_1 retardam mais o florescimento e a maturidade que os do loco Es_2 . Entre os alelos es_1^a e es_1^b , o primeiro tem um efeito maior que o segundo.
- h) Os genótipos dos quatro cultivares, para o tempo para o florescimento e para a maturidade, são: Paraná = $Es_1Es_1Es_2Es_2$; Paranagoiana = $es_1^aes_1^aEs_2Es_2$; SS-1 = $es_1^bes_1^bEs_2Es_2$ e Pirapô 78 = $Es_1Es_1es_2es_2$.
- i) Nas condições em que o estudo foi feito, o retardamento médio em dias do tempo para o florescimento e para a maturidade, em relação ao cultivar Paraná, foi, respectivamente de 23 e 39 pelo genótipo $es_1^aes_1^aEs_2Es_2$, 15 e 23 pelo $es_1^bes_1^bEs_2Es_2$, 7 e 9 pelo $Es_1Es_1es_2es_2$, 54 e 68 pelo $es_1^aes_1^aes_2es_2$, 34 e 38 pelo genótipo $es_1^bes_1^bes_2es_2$. O erro dessas estimativas variou de 0,1 a 0,5 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, H.A. & GARNER, W.W. Responses of some plants to equal and unequal ratios of light and darkness in cycles ranging from 1 hour to 72 hours. *Journal of Agricultural Research*, Washington, **63**:303-50, 1941.

BARTLEY, B.G.D. & WEBER, C.R. Heritable and non-heritable relationships and variability of agronomic characters in successive generation of soybean crosses. *Agronomy Journal*, Madison, **44**:487-93, 1952.

BASSETT, M.J. & WOODS, F.E. A procedure for combining a quantitative inheritance study with the first cycle of a breeding program. *Euphytica*, Wageningen, **27**:295-303, 1978.

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

BERNARD, R.L. & WEISS, M.G. Quantitative genetics. In: CALDWELL, B.E., ed. *Soybeans: improvement, production,*

and uses. Madison, American Society of Agronomy, 1973.
p.117-54.

BICKFORD, E.D. & DUNN, S. *Lighting for plant growth*. Kent,
Kent State University Press, 1972. 221p.

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

BONATO, E.R. & BONATO, A.L.V. *A soja no Brasil: história e
estatística*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1987. 61p. (Do-
cumento, 21).

BORTHWICK, H.A. & PARKER, M.W. Influence of photoperiods
upon the differentiation of meristems and the blooming
of Biloxi soybeans. *Botanical Gazette*, Chicago, **99**:
825-39, 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*, Chi-
cago, **101**:341-65, 1939.

BORTHWICK, H.A. & PARKER, M.W. Floral initiation in Biloxi soybeans as influenced by age and position of leaf receiving photoperiodic treatment. *Botanical Gazette*, Chicago, **101**:806-17, 1940.

BORTHWICK, H.A.; PARKER, M.W.; HEINZE, P.H. Influence of localized low temperature on Biloxi soybean during photoperiodic induction. *Botanical Gazette*, Chicago, **102**:782-800, 1941.

BRIM, C.A. & COCKERHAM, C.C. Inheritance of quantitative characters in soybeans. *Crop Science*, Madison, **1**:187-90, 1961.

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

BUZZELL, R.I. & BERNARD, R.L. E_2 and E_3 maturity genes tests. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, **2**:47-9, 1975.

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

soya bean varieties of tropical and temperate origin.
Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne,
19:879-90, 1968.

CAMACHO, M.L.H. Varianzas genéticas y herdabilidad de características vegetativas y reprodutivas de la soya *Glycine max* (L.) Merr. *Acta Agronomica*, Palmira, **21**:145-52, 1971.

CAVINESS, C.E. & PRONGSIRIVATHANA, C. Inheritance and association of plant height and its components in soybeans cross. *Crop Science*, Madison, **8**:221-4, 1968.

CECON, P.R.; SEDIYAMA, C.S.; REGAZZI, A.J.; SEDIYAMA, T. Análise das gerações F_2 e F_3 , para estimar variâncias aditivas, de dominância e de ambiente, em um sistema fatorial de cruzamentos de soja. *Revista Ceres*, Viçosa, **32**:470-87, 1985.

CHAUHAN, V.S. & SINGH, B.B. Genetic variability and heritability in soybean. *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, **54**:273-6, 1984.

CHIPALA, E. Utilization of a juvenile trait in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Dissertation Abstracts International*, B. Science and Engineering, Ann Arbor, **45**:1963-8, 1985.

- CRISWELL, J.G. & HUME, D.J. Variation in sensitivity to photoperiod among early maturing soybean strains. *Crop Science*, Madison, **12**:657-60, 1972.
- CROISSANT, G.L. & TORRIE, J.H. Evidence of non additive effects and linkage in two hybrid populations of soybeans. *Crop Science*, Madison, **11**:675-7, 1971.
- DESTRO, D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, J.C.; SEDIYAMA, C.S.; THIEBAUT, J.T.L. Estimativas de herdabilidade de alguns caracteres em dois cruzamentos de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **22**:291-304, 1987.
- EASTON, F.M. Assimilation-respiration balance as related to length of day reactions of soybeans. *Botanical Gazette*, Chicago, **77**:311-21, 1924.
- FERREIRA, P.E. On Jinks-Hayman's analysis of half diallels. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, **8**:149-55, 1985.
- FISHER, J.E. Floral induction in soybeans. *Botanical Gazette*, Chicago, **117**:156-65, 1955.
- FISHER, J.E. & LOOMIS, W.E. Auxin-florigen balance in flowering of soybean. *Science*, Lancaster, **119**:71-3, 1954.

- FREIRE FILHO, F.R. Análise genética de um dialelo entre genótipos precoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1988. 224p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'/USP).
- FUKUI, J.; GOTOH, T.; MATSUMOTO, S. Varietal differences of the effects of day-length and temperature on the development of floral organs in the soybean; II. Comparison of development of floral organs. *Japanese Journal of Breeding*, Tokyo, **12**:75-80, 1962.
- GALSTON, A.W. The effect of 2,3,5-triiodobenzoic acid on the growth and flowering of soybeans. *American Journal of Botany*, New York, **34**:356-60, 1947.
- GARNER, W.W. & ALLARD, H.A. Effect of relative length of day and night and other factors 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 responses of soybeans in relation to temperature and other environmental factors. *Journal of Agricultural Research*, Washington, **4**:719.35, 1930.
- GILBERT, B.E. The response of certain photoperiodic plants to differing temperature and humidity conditions. *Annals*

of Botany, Oxford, **40**:315-20, 1926.

GILIOLI, J.L. Herança do número de dias para a floração e maturação em quatro mutantes naturais em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, 1979. 42p. (MS - Universidade Federal de Viçosa).

GREGAN, P.B. & HARTWIG, E.E. Characterization of flowering response to photoperiod in diverse soybean genotypes. *Crop Science*, Madison, **24**:659-62, 1984.

HADLEY, P.; ROBERTS, E.H.; SUMMERDIELD, R.J.; MINCHIN, F.R. Effects of temperature and photoperiod on flowering soy bean, *Glycine max* L. Merrill; a quantitative model. *Annals of Botany*, Oxford, **53**:669-81, 1984.

HAMNER, K.C. Interrelation of light and darkness in photoperiodic induction. *Botanical Gazette*, Chicago, **101**: 658-87, 1940.

HAMNER, K.C. *Glycine max* L. Merrill. In: EVANS, L.T., ed. *The induction of flowering; some case histories*. Melbourne MacMillan, 1969. p.62-89.

HAMNER, K.C. & BONNER, J. Photoperiodism in relation to hormones as factors in floral initiation and development. *Botanical Gazette*, Chicago, **100**:388-431, 1938.

- HANSON, W.D. & WEBER, C.R. Resolution of genetic variability in self-pollinated species with on application to the soybean. *Genetics*, Princeton, **45**:1425-34, 1961.
- HANSON, W.D. & WEBER, C.R. Analysis of genetic variability from generations of plant-progeny lines in soybeans. *Crop Science*, Madison, **2**:63-7, 1962.
- HANSON, W.D.; PROBST, A.H.; CALDWELL, B.E. Evaluation of a population of soybean genotypes with implications for improving self-pollinated crops. *Crop Science*, Madison, **7**:99-103, 1967.
- HAQUE, M.F. Linkage between resistance to phytophthora root and plant seed characters in soybeans. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Delhi, **24**:99-105, 1964.
- 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. & KIIHL, R.A.S. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybeans for short-day conditions. *Field Crops Research*, Amsterdam,

2:45-51, 1979.

HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables.
Biometrics, Washington, **10**:235-44, 1954a.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses.
Genetics, Princeton, **39**:789-809, 1954b.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses:II.
Genetics, Princeton, **43**:63-85, 1958.

HEINZE, P.H.; PARKER, M.W.; BORTHWICK, H.A. Floral initiation in Biloxi soybean as influenced by grafting. *Botanical Gazette*, Chicago, **103**:518-31, 1942.

HINSON, K. Tropical production of soybean. In: WORKSHOP ON SOYBEANS FOR TROPICAL AND SUBTROPICAL CONDITIONS. — *Proceedings*. Urbana, INTSOY, 1974. p.38-54.

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

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. *Economic Botany*, New York, **24**:408-21, 1970.

INOUE, J.; SHANMUGASUNDARAM, S.; MASUYAMA, T. Effects of

temperature and daylength on the flowering of some photo-insensitive varieties. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, Sakura-mura, **22**:167-71, 1979.

JINKS, J.L. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica*. *Genetics*, Princeton, **39**:767-88, 1954.

JINKS, J.L. The F_2 and backcross generations from a set of diallel crosses. *Heredity*, London, **10**:1-30, 1956.

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.

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

JOHNSON, L.P.V. Applications of the diallel-cross techniques to plant breeding. In: HANSON, W.D. & ROBINSON, H. F., ed. *Statistical genetics and plant breeding*. Washington, National Academy of Science/National Research Council, 1963. p.561-9. (Publication, 982).

- JOHNSON, L.P.V. & AKSEL, R. Inheritance of yielding capacity in a fifteen-parent diallel cross of barley. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, Ottawa, 1:208-65, 1959.
- KASTER, M.; QUEIROZ, E.F.; VERNETTI, F.J.; TERASAWA, F. Soja: cultivar Paranã; descrição e comportamento. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, PR, 1978. *Anais*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1979. v.1., p.389-92.
- KAW, R.N. & MENON, P.M. Diallel analysis in soybean. *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, 52:991-7, 1983.
- KIIHL, R.A.S. Inheritance studies of two characters in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill); I. Resistance to soybean mosaic virus; II. Late flowering under short-day conditions. Mississippi, 1976. 56p. (PhD - Mississippi State University).
- KIIHL, R.A.S.; COSTA, A.V.; BAYS, I.A.; ALMEIDA, L.A.; GARCIA, A. Cultivar de soja Paranagoiana. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. *Anais*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1984. p.473-4.
- KILEN, T.C. & HARTWIG, E.E. Inheritance of a light-quality

sensitive character in soybeans. *Crop Science*, Madison, 11:559-61, 1971.

KIYOSAWA, S. & KIYOSAWA, K. A study of varietal difference in flowering habits of soybean plants as followed by grafting experiments. *Plant and Cell Physiology*, Tokyo, 3: 263-73, 1962.

KNOTT, J.E. Effect of a localized photoperiod on spinach. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Geneva, 31:152-4, 1934.

KWON, S.H. & TORRIE, J.H. Heritability and interrelationship among traits of two soybean populations. *Crop Science*, Madison, 4:196-8, 1964.

LAWN, R.J. & BYTH, D.E. Response of soya beans to planting date in south-eastern Queensland; I. Influence of photoperiod and temperature on phasic development patterns. *Australian Journal of 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.

LEFFEL, R.C. & WEISS, M.G. Analysis of diallel crosses

among ten varieties of soybeans. *Agronomy Journal*, Ma
dison, 50:528-34, 1958.

LIN, M.S. & NELSON, R.L. Effect of plant height and flowering date on seed yield of determinate soybean. *Crop Science*, Madison, 28:218-22, 1988a.

LIN, M.S. & NELSON, R.L. Relationship between plant height and flowering date in determinate soybean. *Crop Science*, Madison, 28:27-30, 1988b.

MAHMUD, I. & KRAMER, H.H. Segregation for yield, height , and maturity following a soybean cross. *Agronomy Journal*, Madison, 43:605-9, 1951.

MATHER, K. & JINKS, J.L. *Biometrical genetics: the study of continous variation*. 2.ed. Ithaca, Cornell University Press, 1971. 382p.

Mc BLAIN, B.A. Studies of soybean maturity genes. *Dissertation Abstracts International*, B. Science and Engineering, Ann Arbor, 45:3423-8, 1985.

Mc BLAIN, B.A. & BERNARD, R.L. A new gene affecting the time of flowering and maturity in soybeans. *Journal of Heredity*, Washington, 78:160-2, 1987.

- MIYASAKA, S.; GUIMARÃES, G.; KIIHL, R.A.S.; LOVADINI, L.A.C.;
DEMATTE, J.D. Variedades de soja indiferentes ao fotoperíodo e tolerantes a baixas temperaturas. *Bragantia*, Campinas, **29**:169-74, 1970.
- MORLEY JONES, R. Analysis of variance of half diallel table. *Heredity*, London, **20**:117-21, 1965.
- MORSE, W.J. History of soybean production. In: MARKLEY, R. S., ed. *Soybeans and soybean products*. New York, Interscience, 1950. p.3-59.
- MURFET, J.C. Environmental interaction and the genetics of flowering. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, **28**:253-78, 1977.
- NEWELL, C.A. & HYMOWITZ, T. Flower induction in *Glycine tomentella* Hayata following grafting onto *G. Max* (L.) Merr. *Crop Science*, Madison, **19**:121-3, 1979.
- NISSLY, C.R.; BERNARD, R.L.; HITTLE, C.N. Day length 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.

NIWA, M. Varietal differences in the sensitivity of growing points of soybean to the floral stimulus as revealed by grafting experiments. *Japanese Journal of Breeding*, Tokyo, **26**:213-9, 1976.

OWEN, F.V. Inheritance studies in soybeans; II. Glabrousness, color of pubescence, time of maturity, and linkage relations. *Genetics*, Princeton, **12**:519-29, 1927.

PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A. Effect of photoperiod on development and metabolism of the Biloxi soybean. *Botanical Gazette*, Chicago, **100**:651-89, 1939a.

PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A. Effect of variation in temperature during photoperiodic induction upon initiation of flower primordia in Biloxi soybean. *Botanical Gazette*, Chicago, **101**:145-67, 1939b.

PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A. Influence of temperature on photoperiodic reactions in leaf blades of Biloxi soybean. *Botanical Gazette*, Chicago, **104**:612-29, 1943.

PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A. Influence of light on plant growth. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, **1**:43-58, 1950.

- 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.
- POLSON, D.E. Day-neutality in soybeans. *Crop Science*, Madison, **12**:773-6, 1972.
- PRADO, L.C. Energia solar: problemas envolvidos. *Problemas Brasileiros*, São Paulo, (188):4-17, 1980.
- SANTOS, A.L.M.; SEDIYAMA, C.S.; MORAES, C.F.; SEDIYAMA, T.
Seleções praticadas no verão e no inverno nas gerações F_2 e F_3 de um cruzamento de soja. *Revista Ceres*, Viçosa, **34**:33-41, 1987.
- SCHWABE, W.W. Physiology of vegetal reproduction and flowering. In: STEWARD, F.C., ed. *Plant Physiology*. New York, Academic Press, 1971. V.6-A. p.233-411.
- SHANMUGASUNDARAM, S.; CHAO-CHIN, W.; TOUNG, T.S. Photoperiodic response of flowering in two-branched soybean plants. *Botanical Gazette*, Chicago, **140**:414-7, 1979.
- SHANMUGASUNDARAM, S. & TSOU, S.C.S. Photoperiod and critical duration for flower induction in soybean. *Crop Science*, Madison, **18**:598-601, 1978.

SHIBLES, R.; ANDERSON, J.C.; GIBSON, A.H. Soybean. In: E
VANS, L.T., ed. *Crop physiology: some case histories*.
London, Cambridge University Press, 1976. p.151-89.

SINGH, M.P. & ANDERSON, J.C. Inheritance of earliness of ma
turity in soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Agronomy*
Journal, Madison, **41**:477-83, 1949.

SINGH, M. & SINGH, R.K. Some theoretical aspects of analy
sis in half diallel. *Biometrical Journal*, Berlin, **26**:
63-8, 1984.

SINGH, R.K. & CHAUDHARY, B.D. *Biometrical methods in quan*
titative genetic analysis. Ludkrana, Kayani Publishers,
1979. 304p.

STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and procedures of*
statistics. New York, Mc Graw-Hill Book, 1960. 481p.

STEINBERG, R.A. & GARNER, W.W. Responses of certain plants
to lenght of day and temperature under controlled condi
tions. *Journal of Agricultural Research*, Washington,
52:943-60, 1936.

SUMMERFIELD, R.J.; BUNTING, A.H.; ROBERTS, E.H. Use of con
trolled environmental facilities as an adjunct to field

research on potentially tropic-adapted grain-legumes.

Phytotronics Newsletter, Gif-Sur-Yvette, **11**:36-41, 1975.

THOMAS, B. & VINCE-PRUE, D. Juvenility, photoperiodism and vernalization. In: WILKINS, M.B., ed. *Advanced plant physiology*. London, Pitman, 1984. p.408-39.

THOMAS, J.F. & RAPER JUNIOR, C.D. Morphological response 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 soybean. *Agronomy Journal*, Madison, **70**:893-8, 1978.

THOMAS, J.F. & RAPER JUNIOR, C.D. Photoperiod and temperature regulation of floral initiation and anthesis in soybean. *Annals of Botany*, Oxford, **51**:481-9, 1983.

THSENG, F.F. & HOSOKAWA, S. Genetic studies on quantitative characters in soybean. V. Estimation of gene number and gene action for the date of flowering and maturity. *Japanese Journal of Breeding*, Tokyo, **22**:313-22, 1972.

TISSELLI JUNIOR, O. Inheritance study of the long-juvenile characteristics in soybeans under long-and short-day

conditions. Mississippi, 1981. 77p. (PhD - Mississippi State University).

TOLEDO, J.F.F. & KIIHL, R.A.S. Análise do modelo genético envolvido no controle de dias para o florescimento em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **17**: 623-31, 1982a.

TOLEDO, J.F.F. & KIIHL, R.A.S. Método de análise dialélica do modelo genético em controle das características dias para floração e número de folhas trifolioladas em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **17**: 745-55, 1982b.

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

VEATCH, C. Vigor in soybean as affected by hybridity. *Journal of American Society of Agronomy*, Washington, **22**:289-310, 1930.

VINCE-PRUE, D. *Photoperiodism in plants*. Maidenhead, McGraw-Hill, 1975. 444p.

WEBER, C.R. & MOORTHY, B.R. Heritable and non-heritable

relationships and variability of oil content and agronomic characters in the F_2 generation of soybean crosses. *Agronomy Journal*, Madison, 44:202-9, 1952.

WEISS, M.G.; WEBER, C.R.; KALTON, R.R. Early generation testing in soybeans. *Journal of American Society of Agronomy*, Washington, 39:791-811, 1947.

WILLIAMS, L.F. Inheritance in species cross in the soybean. *Genetics*, Princeton, 8:96-7, 1948.

WOODWORTH, C.M. Inheritance of growth habit, pod color and flower color in soybeans. *Journal of American Society of Agronomy*, Washington, 15:481-95, 1923.

TABELAS

Tabela 1 - Análise das variâncias ponderadas do número de dias para o florescimento e maturidade, da altura das plantas no florescimento e na maturidade e do número de nós na maturidade dos parentais e da geração F₂ em seis cruzamentos de soja. Londrina, PR. 1985/86.

Fontes de Variação	Número de dias para o florescimento			Número de dias para a maturidade			Altura das plantas no florescimento			Altura das plantas na maturidade			Número de nós ¹		
	GL	QM		GL	QM		GL	QM		GL	QM		GL	QM	
Blocos	4	4,4486		4	8,1686		4	22,2650		4	12,2731		4	3,7639	
Cruzamentos	5	1.610,8972**		5	850,0087**		5	839,1790**		5	817,2042**		5	157,1474**	
Erro (a)	20	3,7660		20	6,7076		20	31,1526		20	17,4089		20	4,9878	
Gerações/cruzamentos	12	799,3981**		12	383,0178**		12	364,4622**		12	395,8466**		12	98,8731**	
Erro (b)	48	3,3184		48	1,9990		48	5,4864		48	3,3701		48	1,2641	
Dentro	2.106	69,0361		1.898	74,3948		2.014	135,9291		1.926	326,7755		1.894	0,1725	
TOTAL	2.195			1.987			2.103			2.015			1.983		
C.V. parcelas		4,0509			2,0840			14,7926			7,8120			58,6133	
C.V. subparcelas		3,8025			1,1377			6,2078			3,4371			29,5077	

¹ Análise baseada em dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 2 - Desdobramento das análises das subparcelas para o número de dias para o florescimento e maturidade, para a altura das plantas no florescimento e na maturidade e para o número de nós na maturidade em seis cruzamentos de soja. Londrina, PR. 1985/86.

Fontes		Quadrados médios				
de	GL	Nº de dias para o florescimento	Nº de dias para a maturidade	Altura das plantas no florescimento	Altura das plantas na maturidade	Número de nós ^{1/}
Varição						
Gerações/Paraná x Paranaoiana	2	1.560,8426**	949,7284**	674,9336**	739,2305**	184,9433**
P ₁ vs P ₂	1	2.963,1975**	1.899,1340**	1.303,6480**	1.470,1595**	368,8804**
F ₂ vs P ₂	1	40,8593**	64,2020**	41,7781**	45,1198**	50,5575**
Gerações/SS-1 x Paraná	2	1.167,4551**	334,3614**	558,7445**	881,7949**	244,7213**
P ₁ vs P ₂	1	2.216,4545**	604,9066**	1.069,1693**	1.758,7348**	484,0435**
F ₂ vs P ₂	1	42,7652**	31,9544**	39,4763**	99,4217**	73,8479**
Gerações/Paraná x Pirapó 78	2	222,3472**	110,4731**	65,3947**	133,2926**	5,8519*
P ₁ vs P ₂	1	420,5487**	169,2931**	130,5537**	258,4974**	8,6202*
F ₂ vs P ₂	1	1,9312	18,6187**	8,7547	43,7701**	6,2479*
Gerações/SS-1 x Paranaoiana	2	107,0206**	142,7265**	85,4403**	59,8326**	9,7528**
P ₁ vs P ₂	1	210,0339**	243,8428**	156,6606**	115,9365**	14,8399**
F ₂ vs P ₂	1	3,5919	0,8497	0,0417	1,0045	5,9879*
Gerações/Pirapó 78 x Paranaoiana	2	1.097,8331**	420,0793**	324,5603**	247,2386**	46,4544**
P ₁ vs P ₂	1	2.195,3033**	836,6747**	648,9524**	425,9946**	81,5620**
F ₂ vs P ₂	1	0,8299	26,4274**	1,6668	28,0898**	14,8550**
Gerações/SS-1 x Pirapó 78	2	446,1034**	94,2381**	314,1870**	177,5513**	40,3598**
P ₁ vs P ₂	1	859,7057**	170,8380**	607,3346**	333,5204**	71,8535**
F ₂ vs P ₂	1	20,9756*	36,7602**	23,2121*	44,5897**	30,1823**
Erro (b)	48	3,3184	1,9990	5,4864	3,3701	1,2641

1/ Análise baseada em dados transformados por $(x + 1)^{0,5}$.

Tabela 3 - Número de plantas, amplitudes, médias e erros das médias e variâncias fenotípicas para o número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura das plantas no florescimento (APF), altura das plantas na maturidade (APM) e para o número de nós na maturidade (NNM) em seis cruzamentos de soja. Londrina, PR. 1985/86.

Carac- teres	Nº de plantas			Amplitude		Média + Erro			Variância Fenotípica		
	P ₁	P ₂	F ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	F ₂	P ₁	P ₂	F ₂
<u>Paraná x Paranaoiana</u>											
NDF	40	38	299	39-44	64-76	39-76	41,4 ± 0,2	69,9 ± 0,5	51,6 ± 0,6	0,9714	9,1613
NDM	37	34	257	114-129	146-157	111-155	117,7 ± 0,4	151,3 ± 0,7	128,0 ± 0,7	6,2020	14,4229
APF	39	38	290	20-38	43-88	19-76	28,3 ± 0,4	65,8 ± 0,9	40,8 ± 0,8	7,5284	32,6889
APM	36	38	264	23-59	65-120	20-105	34,2 ± 0,8	93,9 ± 1,3	53,6 ± 1,4	21,8316	66,4865
NNM ^{1/}	37	33	261	2,65-3,74	3,87-5,00	2,24-4,90	3,46 ± 0,03	4,51 ± 0,05	3,96 ± 0,03	0,0297	0,0667
<u>SS-1 x Paraná</u>											
NDF	40	40	298	56-67	39-43	39-65	60,4 ± 0,7	41,0 ± 0,1	47,7 ± 0,4	6,0964	0,6609
NDM	38	39	285	125-145	111-121	113-136	132,8 ± 0,6	115,7 ± 0,3	121,4 ± 0,4	15,2062	2,3561
APF	39	40	287	42-70	18-34	23-75	57,9 ± 0,8	27,3 ± 0,4	37,8 ± 0,6	27,4512	6,2107
APM	38	39	283	65-104	24-46	21-102	90,0 ± 1,2	32,9 ± 0,7	48,8 ± 1,1	51,8874	17,0804
NNM ^{1/}	38	39	282	3,87-4,12	3,16-3,74	2,45-4,69	4,38 ± 0,03	3,51 ± 0,02	3,68 ± 0,02	0,0426	0,0166
<u>Paraná x Pirapó 78</u>											
NDF	40	40	309	40-45	43-52	39-57	41,8 ± 0,1	47,7 ± 0,3	44,4 ± 0,2	0,8179	2,4071
NDM	38	39	288	113-124	118-129	107-129	117,4 ± 0,4	123,9 ± 0,3	119,2 ± 0,2	5,9123	3,5236
APF	40	39	290	18-33	24-45	20-46	26,5 ± 0,4	34,6 ± 0,6	29,8 ± 0,3	7,0250	12,4979
APM	38	39	287	23-40	39-82	20-70	32,0 ± 0,5	54,6 ± 1,3	37,4 ± 0,3	10,8036	65,9401
NNM ^{1/}	38	37	286	2,65-3,87	2,65-4,12	2,24-4,24	3,45 ± 0,04	3,66 ± 0,06	3,46 ± 0,02	0,0639	0,1263

- continua -

Tabela 3 - Número de plantas, amplitudes, médias e erros das médias e variâncias fenotípicas para o número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura das plantas no florescimento (APF), altura das plantas na maturidade (APM) e para o número de nós na maturidade (NNM) em seis cruzamentos de soja. Londrina, PR. 1985/86. (Continuação)

Caracteres	Nº de plantas			Amplitude		Média ± Erro			Variância Fenotípica		
	P ₁	P ₂	F ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	F ₂	P ₁	P ₂	F ₂
SS-1 x Paranagoiana											
NDF	36	41	221	56-67	65-76	56-75	60,8 ± 0,4	70,2 ± 0,4	66,3 ± 0,3	6,6008	5,9446
NDM	31	35	183	126-157	142-163	123-163	135,7 ± 0,9	150,2 ± 0,8	143,6 ± 0,4	23,1074	22,4338
APF	35	38	206	32-69	58-96	38-93	52,1 ± 1,2	73,7 ± 0,8	64,4 ± 0,5	48,5277	26,4494
APM	31	39	193	58-99	80-130	50-115	82,3 ± 1,3	103,4 ± 1,3	94,4 ± 0,8	55,4046	67,4208
NNM ^{1/}	31	33	184	3,74-4,69	4,00-5,00	3,32-5,29	4,30 ± 0,05	4,56 ± 0,05	4,34 ± 0,03	0,0654	0,0738
Pirapó 78 x Paranagoiana											
NDF	39	40	296	44-55	65-75	39-97	49,1 ± 0,3	69,1 ± 0,3	58,2 ± 0,8	3,6520	4,2036
NDM	38	33	262	115-129	135-157	114-169	122,7 ± 0,4	149,2 ± 0,8	130,6 ± 0,9	6,6022	20,5114
APF	38	38	283	17-44	51-81	20-105	32,6 ± 0,7	64,6 ± 0,9	47,3 ± 1,2	15,8797	31,7866
APM	38	36	264	27-70	80-110	24-140	51,1 ± 1,5	94,8 ± 1,3	63,2 ± 1,6	84,5181	59,2279
NNM ^{1/}	37	36	262	3,16-4,12	3,32-4,90	2,65-5,48	3,75 ± 0,04	4,45 ± 0,05	3,91 ± 0,04	0,0673	0,1035
SS-1 x Pirapó 78											
NDF	40	40	299	58-70	45-57	41-90	61,6 ± 0,3	49,4 ± 0,3	52,6 ± 0,6	3,0714	3,8821
NDM	37	37	276	123-139	118-129	113-157	133,0 ± 0,6	124,1 ± 0,4	124,7 ± 0,5	11,0958	6,7176
APF	39	40	285	43-68	27-48	20-98	57,0 ± 0,6	36,3 ± 0,6	42,0 ± 0,9	14,1644	13,9357
APM	37	37	277	60-104	30-80	25-140	88,1 ± 1,5	53,6 ± 1,2	59,1 ± 1,5	82,7294	53,8570
NNM ^{1/}	36	37	277	3,46-4,80	3,16-4,36	2,65-5,29	4,32 ± 0,06	3,78 ± 0,04	3,81 ± 0,03	0,1131	0,0459

^{1/} Estimativas feitas a partir de dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 4 - Herdabilidades no sentido amplo estimadas na geração F₂ a partir das variações fenotípicas de cinco caracteres em seis cruzamentos de soja. Londrina, PR. 1985/86.

Cruzamentos	Número de dias		Altura das plantas (cm)		Número de nós/
	Florescimento	Maturidade	Florescimento	Maturidade	
Paraná x Paranaoiana	0,9523	0,9281	0,8911	0,9094	0,7881
SS-1 x Paraná	0,9351	0,7807	0,8486	0,8934	0,8137
Paraná x Pirapó 78	0,8426	0,6453	0,4441	0,5268	0,1329
SS-1 x Paranaoiana	0,6122	0,4501	0,2583	0,4592	0,4543
Pirapó 78 x Paranaoiana	0,9808	0,9404	0,9393	0,8979	0,7430
SS-1 x Pirapó 78	0,9680	0,8781	0,9327	0,8869	0,6896

1/ Estimativas realizadas a partir dos dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 5 - Componentes das médias e erros padrões de cinco caracteres estudados nas gerações F_2 dos cruzamentos de soja SS-1 x Paraná, Paraná x Pirapó 78, Paraná x Paranaoioiana e SS-1 x Paranaoioiana. Londrina, PR. 1985/86.

Cruzamentos e componentes das médias	Número de dias para		Altura das plantas		Número de nós ^{1/}
	Florescimento	Maturidade	Florescimento	Maturidade	
Paraná x Paranaoiana					
m	55,65 + 0,27	134,50 + 0,41	47,05 + 0,54	64,05 + 0,81	4,00 + 0,03
d	14,25 + 0,27	16,80 + 0,41	18,75 + 0,54	29,85 + 0,81	0,53 + 0,03
h	-8,10 + 1,30	-13,00 + 1,70	-12,50 + 1,93	-20,90 + 3,20	-0,57 + 0,08
SS-1 x Paraná					
m	50,70 + 0,22	124,25 + 0,36	42,60 + 0,49	61,45 + 0,71	3,95 + 0,02
d	9,70 + 0,22	8,55 + 0,36	15,30 + 0,49	28,55 + 0,71	0,44 + 0,02
h	-6,00 + 0,95	-5,70 + 1,04	-9,60 + 1,59	-25,30 + 2,57	-0,53 + 0,06
Paraná x Pirapó 78					
m	44,61 + 0,12	126,65 + 0,26	30,03 + 0,21	43,30 + 0,74	3,56 + 0,04
d	2,88 + 0,14	3,25 + 0,26	3,90 + 0,36	11,30 + 0,74	0,11 + 0,04
h	$\overline{27}$	-2,90 + 0,68	$\overline{27}$	-11,80 + 1,83	-0,19 + 0,09
SS-1 x Paranaoiana					
m	65,50 + 0,30	143,36 + 0,38	63,96 + 0,42	93,81 + 0,61	4,43 + 0,04
d	4,70 + 0,30	7,22 + 0,63	10,45 + 0,73	10,52 + 1,00	0,13 + 0,04
h	1,60 + 0,81	$\overline{27}$	$\overline{27}$	$\overline{27}$	-0,18 + 0,09

^{1/} Estimativas feitas a partir dos dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

^{2/} Segundo o teste χ^2 o modelo é explicado apenas por m e d.

Tabela 6 - Número de plantas e de progênies observadas (N), variâncias fenotípicas (s^2) dos parentais e entre e dentro de progênies F_3 do número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a maturidade (NDM) e da altura das plantas na maturidade (APM) por cruzamento de soja. Londrina, PR. 1986/87.

Caracteres	Parental 1		Parental 2		Entre progênies		Dentro de progênies	
	N	s^2	N	s^2	N	s^2	N	s^2
<u>Paraná x Paranagoiana</u>								
NDF	36	2,1970	36	5,5908	23	75,1833	428	33,2930
NDM	34	0,6161	35	7,8561	23	219,9862	397	85,8877
APM	34	35,8544	35	41,3248	23	197,4445	381	102,8304
<u>SS-1 x Paraná</u>								
NDF	36	3,0455	36	4,7424	24	30,1717	436	15,0078
NDM	34	5,8446	34	2,5692	24	73,0764	406	33,1195
APM	34	40,6454	33	50,9133	24	121,7372	391	69,5589
<u>Paraná x Pirapó 78</u>								
NDF	80	3,0655	79	4,2776	35	5,2685	1.116	6,0615
NDM	78	4,0773	71	18,4226	35	12,2699	1.052	13,5231
APM	76	46,8857	70	52,6150	35	34,9175	986	51,5355
<u>SS-1 x Paranagoiana</u>								
NDF	79	1,6417	80	6,9917	35	6,7341	1.152	8,3116
NDM	76	4,6689	72	8,9006	35	20,0927	1.077	24,5476
APM	75	37,8570	71	44,1054	35	58,9997	1.061	78,8615
<u>Pirapó 78 x Paranagoiana</u>								
NDF	80	3,7315	80	4,2108	33	181,5147	1.115	91,4784
NDM	77	11,1580	74	10,7303	33	299,6618	1.004	148,5847
APM	76	37,2584	73	56,9361	33	284,2625	978	158,6544
<u>SS-1 x Pirapó 78</u>								
NDF	79	2,5878	80	5,3867	32	86,7758	1.139	45,9451
NDM	76	4,3940	77	11,0995	32	110,7889	1.073	53,9748
APM	76	33,7583	75	40,7718	32	231,9719	1.045	143,4424

Tabela 7 - Coeficientes de correlação entre as plantas F_2 e as médias das respectivas progênies ($r_{F_2, \bar{F}_3}$) e herdabilidades no sentido restrito (h_r^2) estimadas para o número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a maturação (NDM) e altura das plantas na maturidade (APM) em seis cruzamentos de soja. Londrina, PR.

Cruzamentos	$r_{F_2, \bar{F}_3}$			h_r^2		
	NDF	NDM	APM	NDF	NDM	APM
Paraná x Paranaoiana	0,9483	0,9239	0,8725	0,6322	0,6159	0,5817
SS-1 x Paraná	0,9288	0,8923	0,7916	0,6192	0,5949	0,5277
Paraná x Pirapó 78	0,7968	0,6294	0,5200	0,5312	0,4196	0,3467
SS-1 x Paranaoiana	0,6732	0,7473	0,3578	0,4488	0,4982	0,2385
Pirapó 78 x Paranaoiana	0,9753	0,9435	0,8672	0,6502	0,6290	0,5781
SS-1 x Pirapó 78	0,9645	0,8802	0,7916	0,6430	0,5868	0,5277

$\frac{1}{2}$ Estimadas através de $2/3 r_{F_2, \bar{F}_3}$ 0,5574 0,4667

Tabela 8 - Análises das variâncias das médias de cinco caracteres na geração F_2 do dialelo de soja 4x4. Londrina, PR. 1985/86.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Nº dias para florescimento	Nº dias para maturidade	Altura plantas no florescimento	Altura plantas na maturidade	Nº nós na 1/ maturidade
Blocos	4	3,2053	7,2061	33,1880	129,9454	0,0098
Tratamentos	9	439,5258**	548,8967**	996,4632**	2.462,8051**	0,6620**
Parentais	3	796,6514**	987,3349**	1.771,1761**	3.984,8693**	1,1087**
F_2	5	305,9783**	375,3688**	711,2704**	1.891,4384**	0,4540**
Parentais vs F_2	1	35,8871**	101,2218**	98,2889*	753,4456**	0,3619**
Resíduo (E_{02})	36	1,7353	6,0149	16,6022	52,6306	0,0119
Parentais x blocos (E_0)	12	1,8844	7,4676	8,1302	68,4832	0,0141
F_2 x blocos (E_2)	20	1,3597	6,1088	24,7198	39,6893	0,0117
(parentais vs F_2) x blocos	4	3,1663	1,1872	1,4302	69,7821	0,0066
Teste de Bartlett (E_{02}, E_0, E_2)		0,4966	0,2256	4,0673	1,1410	-0,1563

1/- Estimativas feitas a partir de dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 9 - Análises das variâncias das estimativas de variância (V_r) e de covariância (W_r), ($W_r + V_r$) e ($W_r - V_r$), em cinco caracteres, obtidas pelo método de Hayman no dialelo de soja 4x4. Londrina, PR. 1985/86.

Caracteres	Fontes de Variação		Quadrados médios			
	GL		V_r	W_r	$(W_r + V_r)$	$(W_r - V_r)$
Número de dias para o florescimento	Linhas	3	2.862,6080**	2.601,9540**	10.917,2500**	11,8879
	Colunas	4	61,8919	126,4082	337,1289	39,4833**
	Resíduo	12	65,1768	69,9496	264,4922	5,7568
Número de dias para a maturidade	Linhas	3	10.099,2400**	8.546,0340**	37.168,3000**	122,1982
	Colunas	4	274,3125	1.679,0000*	3.035,6000	872,0102**
	Resíduo	12	439,6408	382,3483	1.581,0020	62,9986
Altura das plantas no florescimento (cm)	Linhas	3	25.760,3800**	20.539,1100**	92.028,1200**	570,8851
	Colunas	4	7.222,6200	12.688,0800**	37.897,5200**	1.923,8850**
	Resíduo	12	2.292,6910	1.884,9000	8.168,4710	186,7065
Altura das plantas na maturidade (cm)	Linhas	3	248.428,3000**	190.050,0000**	87.739,3000**	4.217,4140*
	Colunas	4	15.719,0100	41.311,5500*	91.605,7800	22.455,4400**
	Resíduo	12	8.895,8020	8.731,1200	34.101,8300	1.151,7870
Número de nós ₁ /na maturidade	Linhas	3	0,0166**	0,0153**	0,0637**	0,000073
	Colunas	4	0,0017	0,0036	0,0102	0,000504*
	Resíduo	12	0,0013	0,0011	0,0045	0,000107

^{1/} Estimativas feitas a partir de dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 10 - Coeficientes de regressão (b) e erros padrões (s_b) entre as covariâncias e as variâncias, valores de 't' e níveis de probabilidade (p) para $b = 0$ e $b = 1$, estimados para os cinco caracteres no dialeto de soja 4x4. Londrina, PR. 1985/86.

Carac- teres ¹	$b \pm s_b$	$H_0: b = 0$		$H_0: b = 1$	
		t	p	t	p
NDF	0,9524 $\pm$ 0,0307	31,0228	0,0009	-1,5505	0,2619
NDM	0,9171 $\pm$ 0,0511	17,9472	0,0021	-1,6223	0,2470
APF	0,8876 $\pm$ 0,0690	12,8638	0,0042	-1,6294	0,2456
APM	0,8740 $\pm$ 0,0235	37,1915	0,0007	-5,3617	0,0295
NNM ²	0,9570 $\pm$ 0,0361	26,5097	0,0011	-1,1911	0,3566

¹NDF = número de dias para o florescimento; NDM = número de dias para a maturidade; APF = altura das plantas no florescimento; APM = altura das plantas na maturidade; NNM = número de nós na maturidade.

²Estimativas feitas a partir de dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 11 - Componentes e erros padrões do número de dias para o florescimento e para a maturidade, da altura das plantas no florescimento e do número de nós na maturidade obtidos pelas análises do dialelo de soja 4x4. Londrina, PR. 1985/86.

Componentes	Número de dias para o florescimento	Número de dias para a maturidade	Altura das plantas no florescimento	Número de nós $\frac{1}{2}$
$\hat{D}$	159,1012 $\pm$ 1,2436**	197,4312 $\pm$ 3,9872**	344,1371 $\pm$ 8,6181**	0,211093 $\pm$ 0,003111**
$\hat{H}_1$	48,0301 $\pm$ 16,2062	110,7895 $\pm$ 51,9607	83,0326 $\pm$ 112,3083	0,133774 $\pm$ 0,040530
$\hat{H}_2$	43,9575 $\pm$ 14,5789	109,6073 $\pm$ 46,7331	96,5888 $\pm$ 101,0310	0,146975 $\pm$ 0,036460
$\hat{h}^2$	29,9009 $\pm$ 9,0055	56,9388 $\pm$ 28,8737	15,7529 $\pm$ 62,4079	0,246483 $\pm$ 0,022522**
$\hat{F}$	-33,0159 $\pm$ 6,2825*	-27,4079 $\pm$ 20,1432	-125,0032 $\pm$ 43,5377	-0,070272 $\pm$ 0,015712*
$\hat{E}$	1,7353 $\pm$ 0,5982	6,0149 $\pm$ 1,9179	16,6022 $\pm$ 11,2120	0,011891 $\pm$ 0,001496*

^{1/} Estimativas feitas a partir de dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 12 - Concentração de alelos nos parentais ($\hat{F}$) para as características número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura das plantas no florescimento (APF) e número de nós na maturidade (NNM) no dialelo de soja 4x4. Londrina, PR. 1985/86.

Caracteres	$\hat{F}_{SS-1}$	$\hat{F}_{Paraná}$	$\hat{F}_{Pirapó\ 78}$	$\hat{F}_{Parana\ goiana}$
NDF	-94,8129	93,6868	28,4504	-93,3561
NDM	-145,5773	142,2284	127,9045	-179,7311
APF	-253,7930	216,3838	120,2646	-332,8616
NNM ¹	-0,2227	0,2048	0,1099	-0,2326

¹Estimativas feitas a partir de dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 13 - Parâmetros estimados pela análise dialélica para o número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura das plantas no florescimento (APF) e para o número de nós na maturidade (NNM) no dialelo de soja 4x4. Londrina, PR. 1985/86.

Parâmetros	Caracteres			
	NDF	NDM	APF	NNM ¹
$(\hat{H}_1/\hat{D})^{0,5}$	0,5494	0,7491	-	0,7779
$(4\hat{D}\hat{H}_1)^{0,5} + \hat{F}/(4\hat{D}\hat{H}_1)^{0,5} - \hat{F}$	0,6823	0,8304	-	0,6607
$\hat{H}_2/4\hat{H}_1$	0,2288	0,2473	-	0,2747
$(\hat{D} - \hat{H}_1)$	111,0711	86,6417	-	0,0873
r	0,9493	0,9016	0,9912	0,9927
h_{ampla}^2	0,9968	0,9915	-	0,9867
h_{restrita}^2	0,8996	0,7980	-	0,7805

¹ Estimativas feitas a partir de dados transformados por $(X + 1)^{0,5}$.

Tabela 14 - Análises das variâncias das médias da altura das plantas na maturidade na geração F_2 dos dialelos de soja 3x3. Londrina, PR. 1985/86.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Parental excluído da análise			
		SS-1	Paraná	Pirapó 78	
Blocos	4	105,4585	134,6504	132,5498	102,7485
Tratamentos	5	2.292,3150**	1.752,3570**	3.474,2530**	1.862,2010**
Parentais	2	4.569,4235**	2.351,5928**	5.339,6947**	3.678,7662**
F_2	2	843,6480**	1.893,7800**	3.194,8648**	591,8195**
Parentais vs F_2	1	635,4369**	271,0394	302,1406*	769,8345**
Resíduo (E_{02})	20	65,4615	64,3650	53,7097	36,5941
Parentais x blocos (E_0)	8	91,2784	66,3465	56,1160	60,1920
F_2 x blocos (E_2)	8	48,6429	34,4958	58,3859	22,8375
(parentais vs F_2) x blocos	4	47,4651	120,1406	39,5445	16,9117
Teste de Bartlett (E_{02}, E_0, E_2)		0,7646	1,0548	0,0215	1,7987

Tabela 15 - Análises das variâncias das estimativas de variância (Vr) e de covariância (Wr), (Wr + Vr) e (Wr - Vr), para a altura das plantas na maturidade, obtida pelo método de Hayman nos dialelos de soja 3x3. Londrina, PR. 1985/86.

Parental excluído	Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
			Vr	Wr	(Wr + Vr) (Wr - Vr)
SS-1	Linhas	2	218.934,5000**	170.295,1000**	774.226,0000** 4.193,5943
	Colunas	4	11.202,8600	57.695,3200	112.185,6000 25.610,8100**
	Resíduo	8	18.750,4800	22.918,1000	82.376,7800 960,4297
Paraná	Linhas	2	189.432,0000**	174.438,9000**	727.231,1000** 510,3739
	Colunas	4	22.923,1900	74.043,6500*	172.038,2000 21.895,5300**
	Resíduo	8	18.005,0100	14.356,0400	62.472,6300 2.249,4200
Pirapó 78	Linhas	2	419.867,1000**	345.789,0000**	1.527.696,0000** 3.615,6560
	Colunas	4	29.978,1100	76.407,9300*	169.721,0000 43.050,4600**
	Resíduo	8	23.899,9900	16.413,5400	76.931,6300 3.695,3990
Paranagoiana	Linhas	2	181.115,1000**	171.395,7000**	704.442,9000** 578,1953
	Colunas	4	19.132,8100	41.740,8700	115.073,2000 6.674,0960**
	Resíduo	8	18.913,7100	17.667,4400	72.487,1000 675,4190

Tabela 16 - Coeficiente de regressão (b) e erros padrões (s_b) entre as covariâncias e as variâncias, valores de 't' e níveis de probabilidade (p) para $b = 0$ e $b = 1$, estimados para a altura das plantas na maturidade nos dialetos de soja 3x3. Londrina, PR. 1985/86.

Parental excluído da análise	$b \pm s_b$	$H_0 : b = 0$		$H_0 : b = 1$	
		t	p	t	p
SS-1	0,8793 $\pm$ 0,0678	12,9690	0,0481	- 1,7802	0,3310
Paraná	0,9591 $\pm$ 0,0320	29,9719	0,0214	- 1,2781	0,4249
Pirapõ 78	0,9075 $\pm$ 0,0072	126,0417	0,0088	- 12,8472	0,0486
Paranagoiana	0,9716 $\pm$ 0,0488	19,9098	0,0311	- 0,5820	0,6596

Tabela 17 - Componentes e erros padrões da altura das plantas na maturidade obtidos pelas análises dos dialelos de soja 3x3. Londrina, PR. 1985/86.

Componentes	Parental excluído da análise		
	SS-1	Paraná	Paranagoiana
$\hat{D}$	921,4459 + 24,0390*	459,0304 + 8,3863*	747,3128 + 8,9259*
$\hat{H}_1$	114,5319 + 335,2629	606,1068 + 116,9601	312,5975 + 124,4866
$\hat{H}_2$	162,4529 + 310,0486	546,0060 + 108,1638	343,1666 + 115,1242
$\hat{h}^2$	472,1712 + 198,3746	407,4940 + 69,2051	620,5792 + 73,6586
$\hat{F}$	163,2651 + 126,2429	-515,7996 + 44,0412	185,5843 + 46,8753
$\hat{E}$	65,4615 + 12,5904	64,3650 + 4,3923*	36,5941 + 4,6749

Tabela 18 - Concentração de alelos nos parentais ($\hat{F}$) para a altura das plantas na maturidade nos dialelos de soja 3x3. Londrina, PR. 1985/86.

$\hat{F}_{\text{parentais}}$	Parental excluído da análise		
	SS-1	Paraná	Paranagoiana
$\hat{F}_{\text{SS-1}}$	-	- 689,9360	- 749,1253
$\hat{F}_{\text{Paraná}}$	672,5212	-	692,4627
$\hat{F}_{\text{Pirapõ 78}}$	383,1432	622,7939	335,0496
$\hat{F}_{\text{Paranagoiana}}$	- 811,7674	- 706,5572	-

Tabela 19 - Parâmetros estimados pela análise dialética para a altura das plantas na maturidade nos dialelos de soja 3x3. Londrina, PR. 1985/86.

Parâmetros	Parental excluído da análise		
	SS-1	Paraná	Paranagoiana
$(\hat{H}_1/\hat{D})^{0,5}$	-	1,1491	0,6468
$(4\hat{D}\hat{H}_1)^{0,5} + \hat{F}/(4\hat{D}\hat{H}_1)^{0,5} - \hat{F}$	-	0,3442	1,4752
$\hat{H}_2/4\hat{H}_1$	-	0,2252	0,2744
$(\hat{D} - \hat{H}_1)$	-	-147,0764	434,7153
r	0,9905	0,9927	0,9928
h^2_{ampla}	0,9868	0,9807	0,9796
h^2_{restrita}	-	0,7760	0,7404

Tabela 20 - Frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 por classes do número de dias para o florescimento e para a maturidade no cruzamento de soja Paraná x Paranagoiana. Londrina, PR. 1985/86.

Florescimento				Maturidade			
Classes de dias	Paraná	Paranagoiana	F_2	Classes de dias	Paraná	Paranagoiana	F_2
39 - 41	22		36	111 - 114	4		5
42 - 44	18		34	115 - 118	19		50
45 - 47			66	119 - 122	11		71
48 - 50			70	123 - 126	2		43
51 - 53			16	127 - 130	1		23
54 - 56			5	131 - 134			9
57 - 59			-	135 - 138			2
60 - 62			2	139 - 142			3
63 - 65		4	6	143 - 146		11	13
66 - 68		7	35	147 - 150		-	18
69 - 71		15	19	151 - 154		14	16
72 - 74		7	8	155 - 158		9	5
75 - 77		5	2				
Freq. obs. (F_2): 227:72				Freq. obs. (F_2): 203:55			
Freq. esp. : 3:1				Freq. esp. : 3:1			
$\chi^2 = 0,1349$ (p = 0,7134)				$\chi^2 = 1,8656$ (p = 0,1720)			

Tabela 21 - Frequências de plantas dos parentais e de grupos de progênies F₃ por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste X² do número de dias para o florescimento no cruzamento de soja Paraná x Paranaoiana. Londrina, PR. 1986/87.

Parentais e número de progênes	Limite das classes do número de dias													Número de dias		Variância fenotípica
	34	37	40	43	46	49	52	55	58	61	64	67	Média + erro	Amplitude		
	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69				
Paraná	8	26	2										37,6 + 0,3	34 - 40	2,1970	
Paranagoiana								1	11	13	10	1	61,8 + 0,4	56 - 67	5,5908	
Nº obs. de progênes																
6	17	68	24	1									38,3 + 0,2	34 - 43	2,9867	
11	6	24	16	52	58	3	-	-	19	18	5	4	47,6 + 0,6	35 - 69	68,1008	
6								2	58	28	20	7	61,2 + 0,3	57 - 69	8,7756	

Freq. esp. de progênies: 1:2:1

X² = 0,0435 (p = 0,9785)

Tabela 22 - Frequências de plantas dos parentais e de grupos de progênies F_3 por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste χ^2 do número de dias para a maturidade no cruzamento de soja Paraná x Paranaoiana. Londrina, PR. 1986/87.

Parentais e número de progênies	Limite das classes do número de dias												Número de dias		Variância fenotípica
	97	102	107	112	117	122	127	132	137	142			Média + erro	Amplitude	
Paraná	34												98,5 ± 0,1	97 - 100	0,6161
Paranaoiana								6	18	12			140,0 ± 0,5	136 - 144	7,8561
Nº obs. de progênies															
6	99	5											99,0 ± 0,2	97 - 105	2,5914
11	39	20	66	24	1	-	2	18	18	2			113,2 ± 0,9	97 - 143	166,5825
6						2	43	41	17				137,9 ± 0,3	129 - 144	10,5983

Freq. esp. de progênies: 1:2:1

$\chi^2 = 0,0435$ (p = 0,9785)

Tabela 23 - Frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 por classes do número de dias para o florescimento e para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Paraná. Londrina, PR. 1985/86.

Florescimento				Maturidade			
Classes de dias	SS-1	Paraná	F_2	Classes de dias	SS-1	Paraná	F_2
39 - 41		28	41	111 - 112		1	
42 - 44		12	104	113 - 114		5	16
45 - 47			58	115 - 116		21	57
48 - 50			19	117 - 118		11	55
51 - 53			1	119 - 120		-	30
54 - 56	2		-	121 - 122		1	37
57 - 59	13		47	123 - 124			14
60 - 62	20		22	125 - 126	2		7
63 - 65	3		6	127 - 128	1		3
66 - 68	2			129 - 130	5		24
				131 - 132	13		25
				133 - 134	8		12
				135 - 136	6		5
				> 137	3		
Freq. obs. (F_2): 223:75				Freq. obs. (F_2): 209:76			
Freq. esp. : 3:1				Freq. esp. : 3:1			
$\chi^2 = 0,0045$ (p = 0,9465)				$\chi^2 = 0,4223$ (p = 0,5158)			

Tabela 25 - Frequências de plantas dos parentais e de grupos de progênies F_3 por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste χ^2 do número de dias para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Paraná. Londrina, PR. 1986/87.

Parentais e número de progênies	Limites das classes do número de dias										Número de dias		Variância fenotípica
	94	98	102	106	110	114	118	122	126		Média + erro	Amplitude	
	97	101	105	109	113	117	121	125	129				
Paraná	6	26	2								98,4 + 0,3	94 - 102	2,5692
SS-1							21	11	2		121,3 + 0,4	118 - 129	5,8446
Nº obs. de progênies													
6	8	66	21								99,6 + 0,2	94 - 104	5,1596
11	7	51	53	25	6	3	24	16	3		107,3 + 0,6	97 - 126	71,9024
7						2	69	49	3		121,2 + 0,2	116 - 129	4,4979

Freq. esp. de progênies = 1:2:1

$\chi^2 = 0,2500$ (p = 0,8825)

Tabela 26 - Frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 por classes do número de dias para o florescimento e para a maturidade no cruzamento de soja Paraná x Pirapó 78. Londrina, PR. 1985/86.

Florescimento				Maturidade			
Classes de dias	Paraná	Pirapó 78	F_2	Classes de dias	Paraná	Pirapó 78	F_2
39 - 40	4		17	107 - 108			1
41 - 42	26		81	109 - 110			-
43 - 44	10	1	106	111 - 112			1
45 - 46		8	22	113 - 114	3		8
47 - 48		19	32	115 - 116	14		65
49 - 50		10	33	117 - 118	9	1	64
51 - 52		2	15	119 - 120	6	-	47
53 - 54			1	121 - 122	5	12	53
55 - 56			1	123 - 124	1	9	18
57 - 58			1	125 - 126		13	26
				127 - 128		2	-
				129 - 130		2	5

Tabela 27 - Frequências de plantas dos parentais e de grupos de progênies F_3 por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste χ^2 do número de dias para o florescimento no cruzamento de soja Paraná x Pirapó 78. Londrina, PR. 1986/87.

Parentais e número de progenies	Limite das classes do número de dias										Número de dias		Variância Fenotípica
	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	Média + erro	Amplitude	
	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53			
Paraná	6	22	41	7	3	1					38,0 $\pm$ 0,2	34 - 44	3,0655
Pirapó 78				5	4	25	30	15			45,5 $\pm$ 0,2	40 - 49	4,2776
Nº obs. de progênies													
7	5	42	93	41	26	4	1				38,9 $\pm$ 0,1	34 - 46	4,1200
18		38	111	166	156	57	55	12	1	1	41,4 $\pm$ 0,1	36 - 52	8,0318
10			4	20	53	95	101	27	6	1	44,9 $\pm$ 0,1	39 - 53	4,5606

Freq. esp. de progênies = 1:2:1

$\chi^2 = 0,5429$ (p = 0,7623)

Tabela 28 - Frequências de plantas dos parentais e de grupos de progênies F₃ por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste χ^2 do número de dias para a maturidade no cruzamento de soja Paraná x Pirapó 78. Londrina, PR. 1986/87.

Parentais e número de progênies	Limites das classes do número de dias												Número de dias		Variância fenotípica
	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	Média + erro	Amplitude	
Paraná	2	-	11	32	28	2	3						99,0 ± 0,2	93 - 104	4,0773
Pirapó 78			1	2	4	7	9	3	20	12	9	4	107,5 ± 0,5	97 - 114	18,4226
Nº obs. de progênies															
7	5	3	52	103	41	1	1						98,1 ± 0,1	92 - 104	2,8080
19	1	-	35	151	176	73	52	9	28	18	25	17	101,9 ± 0,2	92 - 115	20,0387
9			1	2	12	27	53	34	63	28	31	11	107,2 ± 0,2	97 - 115	14,1205

Freq. esp. de progênies = 1:2:1

$\chi^2 = 0,4857$ (p = 0,7844)

Tabela 29 - Frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 por classes do número de dias para o florescimento e para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Paranagoiana. Londrina, PR. 1985/86.

Florescimento				Maturidade			
Classes de dias	SS-1	Paranagoiana	F_2	Classes de dias	SS-1	Paranagoiana	F_2
56 - 57	4		1	123 - 126	1		1
58 - 59	8		12	127 - 130	1		1
60 - 61	8		15	131 - 134	8		12
62 - 63	9		26	135 - 138	14		21
64 - 65	6	1	42	139 - 142	7	3	57
66 - 67	1	5	39	143 - 146		6	43
68 - 69		12	38	147 - 150		8	20
70 - 71		13	29	151 - 154		15	21
72 - 73		6	10	155 - 158		2	5
74 - 75		3	9	159 - 162		1	2
76 - 77		1					

Tabela 31 - Frequências de plantas dos parentais e de grupos de progênies F_3 por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste χ^2 do número de dias para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Paranaçoiana. Londrina, PR. 1986/87.

Parentais e número de progênes	Limite das classes do número de dias												Número de dias		Variância fenotípica
													Média + erro	Amplitude	
	117	120	123	126	129	132	135	138	141	144					
	119	122	125	128	131	134	137	140	143	146					
SS-1	4	23	34	15									123,1 ± 0,3	117 - 127	4,6689
Paranagoiana					2	4	25	24	17				138,0 ± 0,4	129 - 143	8,9006
Nº obs. de progênes															
7	7	38	86	54	27	7	6						125,1 ± 0,2	117 - 136	12,8065
20	8	40	89	42	82	133	131	83	32	1			131,8 ± 0,2	118 - 145	36,6358
8			5	2	5	22	59	69	50	3			137,5 ± 0,3	123 - 146	15,4769

Freq. esp. de progênies: 1:2:1

$\chi^2 = 0,7714$ (p = 0,6800)

Tabela 32 - Frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 por classes do número de dias para o florescimento e para a maturidade no cruzamento de soja Pirapõ 78 x Paranagoiana. Londrina, PR. 1985/86.

Florescimento				Maturidade			
Classes de dias	Pirapõ 78	Paranagoiana	F_2	Classes de dias	Pirapõ 78	Paranagoiana	F_2
39 - 42			21	113 - 116	1		26
43 - 46	3		34	117 - 120	8		41
47 - 50	26		51	121 - 124	15		66
51 - 54	9		57	125 - 128	10		35
55 - 58	1		26	129 - 132	4		22
59 - 62			14	133 - 136		2	11
63 - 66		2	12	137 - 140		-	-
67 - 70		29	20	141 - 144		1	1
71 - 74		7	13	145 - 148		16	15
75 - 78		2	20	149 - 152		8	8
79 - 82			7	153 - 156		5	6
83 - 86			2	157 - 160		1	9
87 - 90			1	161 - 164			11
91 - 94			11	165 - 168			6
95 - 98			7	169 - 172			5

Tabela 33 - Frequências de plantas dos ancestrais e de grupos de progênies F_3 por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste χ^2 do número de dias para o florescimento no cruzamento de soja Pirapó 78 x Paranaoiana. Londrina, PR. 1986/87.

Ancestrais e número de progênes	Limites das classes do número de dias																Número de dias		Variância fenotípica	
																	Média + erro	Amplitude		
	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95				99
	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102			
Paraná	46	31	3															38,4 + 0,2	35 - 44	3,2872
Pirapó 78		6	47	27														45,5 + 0,2	40 - 50	3,7315
Paranagoiana									1	59	17	3						61,4 + 0,2	57 - 67	4,2108
Nº obs. de progênes																				
2	8	14	14	6														42,2 + 0,5	37 - 48	10,9663
4	2	59	63	23	3													43,4 + 0,2	37 - 51	7,7885
2		11	24	33	1													45,8 + 0,3	40 - 51	7,7396
6	6	28	49	59	3	7	22	9	7	2	1							49,5 + 0,6	37 - 75	69,6291
8	11	32	51	79	19	25	16	8	9	15	1	-	3	2	5	1		52,1 + 0,7	36 - 98	142,9744
3						1	78	23	6	2								61,8 + 0,3	57 - 73	7,8015
3			10	11	28	25	4	-	3	-	-	-	5	11	9	6	1	64,1 + 1,7	43 - 99	324,9592
3						14	7	17	28	6	-	-	4	4	10	8		75,1 + 1,1	59 - 98	124,6446
2													3	14	24	20	2	92,8 + 0,5	84 -101	13,7793

Freq. esp. de progênies: 1:2:1:2:4:1:2:2:1

$\chi^2 = 1,9091$ (p = 0,9837)

Tabela 34 - Frequências de plantas dos ancestrais e de grupos de progêneses F₃ por classe, médias, amplitude, variâncias fenotípicas e teste X² do número de dias para a maturidade no cruzamento de soja Pirapó 78 x Paranaoiana. Londrina, PR. 1986/87.

Ancestrais e número de progêneses	Limite das classes do número de dias																Número de dias		Variância fenotípica
	97	102	107	112	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	167	Média + erro	Amplitude		
Paraná	70	6														99,2 ± 0,2	94 - 104	3,2014	
Pirapó 78	1	17	43	16												109,0 ± 0,4	101 - 116	11,1580	
Paranagoiana							6	26	38	4						137,8 ± 0,4	130 - 145	10,7303	
Nº obs..de progêneses	2	11	14	6	7											105,3 ± 0,8	98 - 116	29,0220	
4	26	57	29	22												106,0 ± 0,4	98 - 116	26,1853	
2	9	6	19	26	2											109,6 ± 0,7	98 - 117	28,5278	
6	18	24	45	42	4	1	2	15	14	2	1					114,7 ± 1,0	98 - 149	158,4430	
8 ^{1/}	27	31	47	63	32	4	1	2	14	19	5	-	2	-	5	117,2 ± 1,0	98 - 169	239,4687	
3		1	10	12	43	9	-	-	1	1	1	1	2	7	17	130,9 ± 2,1	106 - 170	480,2485	
3								37	60	5						138,1 ± 0,2	132 - 146	5,3434	
3								4	23	24	9	1	7	4	13	148,7 ± 1,2	136 - 171	124,2711	
2												1	1	17	32	166,7 ± 0,4	156 - 171	6,3631	

Freq. esp. de progêneses: 1:2:1:2:4:2:1:2:1

X² = 1,9091 (p = 0,9837)

^{1/} Três plantas que floresceram respectivamente aos 84, 91 e 98 dias morreram antes da maturidade.

Tabela 35 - Frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 por classes do número de dias para o florescimento e para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Pirapó 78. Londrina, PR. 1985/86.

Florescimento				Maturidade			
Classes de dias	SS-1	Pirapó 78	F_2	Classes de dias	SS-1	Pirapó 78	F_2
41 - 44			62	113 - 116			36
45 - 48		15	74	117 - 120		4	63
49 - 52		20	60	121 - 124	1	18	65
53 - 56		4	20	125 - 128	1	10	46
57 - 60	14	1	22	129 - 132	11	5	19
61 - 64	22		11	133 - 136	21		22
65 - 68	3		23	137 - 140	3		8
69 - 72	1		8	141 - 144			1
73 - 76			3	145 - 148			13
77 - 80			8	149 - 152			1
81 - 84			6	153 - 156			1
85 - 88			1	157 - 160			1
89 - 92			1				

Tabela 36 - Frequências de plantas dos ancestrais e de grupos de progêneses F_3 por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste χ^2 do número de dias para o florescimento no cruzamento de soja SS-1 x Pirapó 78. Londrina, PR. 1986/87.

Ancestrais e número de progêneses	Limites das classes do número de dias													Número de dias		Variância fenotípica
	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	Média + _ erro	Amplitude	
	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86			
Paraná	37	39	4											38,8 + _	35 - 43	3,5467
Pirapõ 78		16	42	22										44,8 + _	39 - 50	5,3867
SS-1					55	23	1							54,0 + _	52 - 59	2,5878
Nº obs. de progêneses																
2	20	45	8											39,8 + _	35 - 46	4,9631
4	16	66	48	16										42,3 + _	36 - 50	9,5073
3	16	21	44	4	11	10	1							44,7 + _	39 - 59	32,5738
2		2	28	39	2									46,7 + _	41 - 51	4,2169
7	2	37	86	29	33	30	14	4	4	8	2	1		49,7 + _	37 - 80	73,2414
2					45	23	3							54,6 + _	51 - 60	3,2137
5		1	25	66	37	5	-	-	3	22	12	2	1	55,0 + _	42 - 84	116,5653
4				1	24	51	26	5	6	21	8	3		61,5 + _	50 - 80	58,6535
3								5	19	56	13	9		72,8 + _	65 - 82	13,0244

Freq. esp. de progêneses: 1:2:2:1:4:1:2:2:1

$\chi^2 = 1,1250$ (p = 0,9973)

Tabela 37 - Frequências de plantas dos ancestrais e de grupos de progênies F_3 por classe, médias, amplitudes, variâncias fenotípicas e teste χ^2 do número de dias para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Pirapó 78. Londrina, PR. 1986/87.

Ancestrais e número de progênes	Limites das classes do número de dias												Número de dias		Variância fenotípica	
	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	Média + erro	Amplitude		
	99	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143				
Paraná	40	34	3										99,4 + 0,2	96 - 104	3,7724	
Pirapó 78	2	10	23	35	7								107,6 + 0,4	99 - 114	11,0995	
SS-1						5	52	18	1				122,3 + 0,2	118 - 130	4,3940	
Nº obs. de progênes																
2	27	33	9										100,6 + 0,2	98 - 105	3,0472	
4	21	58	28	10	23	1							104,3 + 0,4	98 - 116	26,2019	
3	14	28	40	4	2	8	8	3	2				106,7 + 0,8	97 - 130	71,4133	
2			1	12	43	4							112,3 + 0,3	104 - 116	4,8641	
7	3	30	47	45	24	19	18	23	6	3	11	2	113,4 + 0,7	99 - 141	106,2205	
5		1	6	28	64	31	2	-	-	10	21	7	118,5 + 0,8	103 - 141	106,7700	
2						2	41	21	3	1			123,3 + 0,3	119 - 133	6,0709	
4						4	31	48	19	12	17	10	128,2 + 0,5	117 - 143	39,0575	
3							1	5	13	60	16		136,5 + 0,3	126 - 142	9,6349	

Freq. esp. de progênes: 1:2:2:1:4:2:1:2:1:1
x² = 1,1250 (p = 0,9973)

Freq. esp. de progênies: 1:2:2:1:4:2:1:2:1

$\chi^2 = 1,1250$ (p = 0,9973)

Tabela 38 - Número médio de dias para o florescimento e para a maturidade observados nos diferentes genótipos de seis cruzamentos de soja em 1986/87, em comparação com os números de dias esperados a partir do comportamento médio dos parentais.

Cruzamentos e Cultivares	Genótipos	Florescimento			Maturidade		
		Obs. (O)	Esp. (E)	(O-E)	Obs. (O)	Esp. (E)	(O-E)
Paraná x Paranagoiana							
Paraná	Es ₁ Es ₁ Es ₂ Es ₂	38	38	0	99	99	0
Heterozigoto	Es ₁ es ₁ ^a Es ₂ Es ₂	48	-	-	113	-	-
Paranagoiana	es ₁ ^a es ₁ ^a Es ₂ Es ₂	61	62	-1	138	138	0
SS-1 x Paraná							
Paraná	Es ₁ Es ₁ Es ₂ Es ₂	40	38	+2	100	99	+1
Heterozigoto	Es ₁ es ₁ ^b Es ₂ Es ₂	45	-	-	107	-	-
SS-1	es ₁ ^b es ₁ ^b Es ₂ Es ₂	54	54	0	121	122	-1
Paraná x Pirapó 78							
Paraná	Es ₁ Es ₁ Es ₂ Es ₂	39	38	+1	98	99	-1
Heterozigoto	Es ₁ Es ₁ Es ₂ es ₂	41	-	-	102	-	-
Pirapó 78	Es ₁ Es ₁ es ₂ es ₂	45	45	0	107	108	-1
SS-1 x Paranagoiana							
SS-1	es ₁ ^b es ₁ ^b Es ₂ Es ₂	56	54	+2	125	122	+3
Heterozigoto	es ₁ ^b es ₁ ^a Es ₂ Es ₂	59	-	-	132	-	-
Paranagoiana	es ₁ ^a es ₁ ^a Es ₂ Es ₂	63	62	+1	138	138	0
Pirapó 78 x Paranagoiana							
Paraná	Es ₁ Es ₁ Es ₂ Es ₂	42	38	+4	105	99	+6
Heterozigoto	Es ₁ Es ₁ Es ₂ es ₂	43	-	-	106	-	-
Pirapó 78	Es ₁ Es ₁ es ₂ es ₂	46	45	+1	110	108	+2

- continua -

Tabela 38 - Número médio de dias para o florescimento e para a maturidade observados nos diferentes genótipos de seis cruzamentos de soja em 1986/87, em comparação com os números de dias esperados a partir do comportamento médio dos parentais. (Continuação).

Cruzamentos e Cultivares	Genótipos	Florescimento			Maturidade		
		Obs. (O)	Esp. (E)	(O-E)	Obs. (O)	Esp. (E)	(O-E)
Pirapó 78 x Paranagoiana (cont.)							
Heterozigoto	$Es_1 es_1^a Es_2 Es_2$	50	-	-	115	-	-
Heterozigoto	$Es_1 es_1^a Es_2 es_2$	52	-	-	117	-	-
Heterozigoto	$Es_1 es_1^a es_2 es_2$	64	-	-	131	-	-
Paranagoiana	$es_1^a es_1^a Es_2 Es_2$	62	62	0	138	138	0
Heterozigoto	$es_1^a es_1^a Es_2 es_2$	75	-	-	149	-	-
Homoz. recess.	$es_1^a es_1^a es_2 es_2$	93	-	-	167	-	-
SS-1 x Pirapó 78							
Paraná	$Es_1 Es_1 Es_2 Es_2$	40	38	+2	101	99	+2
Heterozigoto	$Es_1 Es_1 Es_2 es_2$	42	-	-	104	-	-
Pirapó 78	$Es_1 Es_1 es_2 es_2$	47	45	+2	112	108	+4
Heterozigoto	$Es_1 es_1^b Es_2 Es_2$	45	-	-	107	-	-
Heterozigoto	$Es_1 es_1^b Es_2 es_2$	50	-	-	113	-	-
Heterozigoto	$Es_1 es_1^b es_2 es_2$	55	-	-	119	-	-
SS-1	$es_1^b es_1^b Es_2 Es_2$	55	54	+1	123	122	+1
Heterozigoto	$es_1^b es_1^b Es_2 es_2$	62	-	-	128	-	-
Homoz. recess.	$es_1^b es_1^b es_2 es_2$	73	-	-	137	-	-

Tabela 39 - Número médio de dias para o florescimento e para a maturidade dos diferentes genótipos homozigóticos de soja, segundo dados colhidos em 1986/87.

Cultivares	Genótipos	Florescimento médio ¹	Maturidade média ¹
Paraná	$Es_1Es_1Es_2Es_2$	$38,3 \pm 0,1$	$99,0 \pm 0,1$
Pirapó 78	$Es_1Es_1es_2es_2$	$+6,8 \pm 0,1$	$+9,1 \pm 0,2$
SS-1	$es_1^b es_1^b Es_2Es_2$	$+15,4 \pm 0,1$	$+23,4 \pm 0,2$
Paranagoiana	$es_1^a es_1^a Es_2Es_2$	$+23,3 \pm 0,2$	$+39,3 \pm 0,2$
-	$es_1^b es_1^b es_2es_2$	$+34,5 \pm 0,4$	$+37,6 \pm 0,3$
-	$es_1^a es_1^a es_2es_2$	$+54,5 \pm 0,5$	$+67,7 \pm 0,4$

¹ O sinal + indica o número de dias que o respectivo genótipo retardou o florescimento e a maturidade em comparação com o cultivar original Paraná.

FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das frequências de plantas dos parentais e da geração F₂ em classes segundo o número de dias para o florescimento no cruzamento de soja Paraná x Paranagoiana.

Figura 2 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F₂ em classes segundo o número de dias para a maturidade no cruzamento de soja Paraná x Paranagoiana.

Figura 3 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F₂ em classes segundo o número de dias para o florescimento no cruzamento de soja SS-1 x Paraná.

Figura 4 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F₂ em classes segundo o número de dias para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Paraná.

Figura 5 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F₂ em classes segundo o número de dias para o florescimento no cruzamento de soja Paraná x Pirapó 78.

Figura 6 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 em classes segundo o número de dias para a maturidade no cruzamento de soja Paraná x Pirapó 78.

Figura 7 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 em classes segundo o número de dias para o florescimento no cruzamento de soja SS-1 x Paranagoiana.

Figura 8 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F₂ em classes segundo o número de dias para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Paranagoiana.

Figura 9 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 em classes segundo o número de dias para o florescimento no cruzamento de soja Pirapó 78 x Paranagoiana.

Figura 10 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F₂ em classes segundo o número de dias para a maturidade no cruzamento de soja Pirapó 78 x Paranagoiana.

Figura 11 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F_2 em classes segundo o número de dias para o florescimento no cruzamento de soja SS-1 x Pirapó 78.

Figura 12 - Distribuições das frequências de plantas dos parentais e da geração F₂ em classes segundo o número de dias para a maturidade no cruzamento de soja SS-1 x Pirapó 78.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Temperaturas (°C) média, máxima e mínima por decêndio ocorridas durante os meses de outubro a abril dos anos agrícolas de 1985/86 e 1986/87 em Londrina, Paraná.

Mês	Decêndio	1985/86			1986/87		
		Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
Outubro	1	21,8	29,3	14,5	23,4	30,9	17,2
	2	25,1	32,3	18,3	20,4	27,0	15,1
	3	23,4	31,2	17,3	21,8	29,1	14,8
Novembro	1	22,4	28,3	16,8	24,4	30,9	19,3
	2	27,8	35,9	20,1	22,4	29,0	15,7
	3	23,8	30,1	18,8	25,4	31,4	20,6
Dezembro	1	24,4	30,9	18,1	22,9	27,5	19,8
	2	26,3	33,1	21,0	23,6	29,0	19,6
	3	25,4	31,7	19,5	23,4	29,4	19,0
Janeiro	1	25,3	31,3	19,6	24,7	30,9	19,9
	2	25,6	31,2	21,5	24,6	31,2	19,9
	3	23,9	29,7	19,6	23,4	27,9	20,1
Fevereiro	1	23,1	28,6	19,2	22,6	27,8	18,3
	2	23,1	27,9	20,4	21,5	26,0	17,6
	3	23,7	30,2	19,4	24,1	30,4	19,2
Março	1	22,8	27,9	19,5	23,3	30,0	18,5
	2	23,6	29,8	19,3	20,8	28,3	14,0
	3	22,2	28,8	17,0	24,1	27,6	18,6
Abril	1	24,6	31,0	19,7	21,9	27,7	17,3
	2	21,9	28,2	17,0	23,8	30,2	18,5
	3	20,7	26,6	16,4	20,8	26,7	16,6

FONTE: IAPAR - Serviço de Agrometeorologia.

Apêndice 2 - Balanço hídrico (mm), seriado por decêndio no período de outubro a abril dos anos agrícolas de 1985/86 e de 1986/87 em Londrina, Paraná.

Mês	Decêndio	1985/86			1986/87		
		Precipitação	Deficiência	Excesso	Precipitação	Deficiência	Excesso
Outubro	1	13	13	0	10	3	0
	2	7	29	0	84	0	28
	3	16	25	0	3	3	0
Novembro	1	78	0	0	26	5	0
	2	8	25	0	26	5	0
	3	69	0	0	44	2	0
Dezembro	1	12	17	0	98	0	5
	2	17	20	0	102	0	59
	3	22	23	0	41	0	0
Janeiro	1	39	0	0	26	2	0
	2	18	0	11	34	2	0
	3	109	0	61	151	0	72
Fevereiro	1	37	0	7	76	0	38
	2	79	0	4	100	0	69
	3	79	0	12	27	0	0
Março	1	24	0	0	37	0	0
	2	64	0	0	8	2	0
	3	22	1	0	31	2	0
Abril	1	9	0	0	44	0	0
	2	10	0	0	89	0	31
	3	80	0	29	24	0	0

FONTE: IAPAR - Serviço de Agrometeorologia.