

HERANÇA DO NÚMERO DE DIAS PARA FLORAÇÃO E MATURAÇÃO EM QUATRO MUTANTES NATURAIS EM SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)^{1/}

João Luiz Gilioli^{2/}

Tuneo Sedyama^{3/}

José Carlos Silva^{4/}

Múcio Silva Reis^{3/}

José Tarcísio Lima Thiébaud^{5/}

1. INTRODUÇÃO

O melhoramento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem sido parcialmente limitado às regiões de clima temperado. Assim, cultivares produtivos têm sido desenvolvidos para serem cultivados em regiões localizadas entre latitudes de 28 a 50° (7). Geralmente, os cultivares adaptados a maiores latitudes, quando testados em regiões tropicais ou subtropicais, têm suas produções reduzidas (6). Nesse aspecto, os cultivares adaptados ao Sul do Brasil, quando cultivados no Norte, tendem a atingir a floração e a maturação rapidamente, o que limita a possibilidade de um crescimento vegetativo satisfatório. Por essas razões, é imperiosa a necessidade do desenvolvimento de cultivares adaptados às regiões brasileiras de baixa latitude, as quais têm grande potencial para a expansão do cultivo dessa leguminosa.

^{1/} Parte da tese de mestrado apresentada pelo primeiro autor à U.F.V.

Recebido para publicação em 30/10/1979.

^{2/} Centro Nacional de Pesquisa de Soja — EMBRAPA, Cx. P. 1061, 86100 Londrina — PR.

^{3/} Departamento de Fitotecnia — U.F.V., 36570 Viçosa — MG.

^{4/} Departamento de Biologia Geral — U.F.V., 36570 Viçosa — MG.

^{5/} Departamento de Matemática — U.F.V., 36570 Viçosa — MG.

Dessa forma, estudos de herança dos caracteres dias para a floração e dias para a maturação devem ser implementados. Na soja, esses caracteres, geralmente, são considerados de herança quantitativa. Essa conclusão foi confirmada por SHANMUGASUNDARAM (10), em estudo da herança do caráter dias para a floração em condições de dias longos.

BERNARD (1) encontrou dois genes independentes, E_1/e_1 e E_2/e_2 , controlando os caracteres dias para a floração e dias para a maturação, os quais evidenciam dominância parcial para floração e maturação tardias. Um gene dominante, E_3 , que condiciona a sensibilidade à luz fluorescente e estende o início da floração e maturação, foi identificado por BUZZELL (3). Provavelmente, é o mesmo gene identificado por KILEN e HARTWIG (9) nos cultivares 'Dorman' (grupo V) e 'Arksoy' (grupo VI), ambos sensíveis à qualidade da luz (2).

No Japão, THSENG e HOSOKAWA (11) identificaram dois pares de genes, A/a e B/b, controlando os caracteres dias para a floração e dias para a maturação. Os genes apresentam interação intra e interalélica para dias para a floração e efeitos aditivos para dias para a maturação.

Neste trabalho, o estudo da herança do número de dias para a floração e a maturação foi feito utilizando-se cultivares precoces e as respectivas versões tardias, consideradas como oriundas de mutação natural.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, localizada a 650m de altitude e 20º45' S de latitude, com precipitação média de 1342 mm.

Realizaram-se quatro tipos de cruzamentos, que envolveram o genótipo precoce e o respectivo genótipo de floração e maturação tardias, considerados como mutante natural do primeiro. Assim, foram realizados os seguintes cruzamentos: 'Paraná' x Paranaoiana, 'São Luiz' x PR77-10001, 'Viçoja' x 'UFV-1' e 'Hardee' x IAC74-2736-10. Os genótipos precoces, 'Paraná', 'São Luiz', 'Viçoja' e 'Hardee', foram utilizados como progenitores femininos, e os genótipos tardios, Paranaoiana, PR77-10001, 'UFV-1' e IAC74-2736-10, como progenitores masculinos.

Os genótipos Paranaoiana, PR77-10001, 'UFV-1' e IAC74-2736-10 são considerados mutantes naturais dos cultivares Paraná, São Luiz, Viçoja e Hardee, respectivamente. Essa hipótese baseia-se no fato de haver sido encontrada apenas uma planta representando cada mutante, a qual apresentava características fenotípicas extremamente semelhantes às do genótipo que lhe deu origem, à exceção do ciclo e da altura da planta. Para os quatro casos, o genótipo mutante é formado por plantas mais altas, com floração e maturação mais tardias, em relação ao respectivo genótipo original.

Os experimentos foram instalados no campo, aos 21 de novembro de 1978. O primeiro experimento representava a população de plantas F_1 e os respectivos progenitores. Foi utilizado um esquema em parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela era formada por três fileiras de 1,00m de comprimento, espaçadas de 1,00m, ao passo que a subparcela era constituída pelas plantas F_1 (uma fileira) e pelos progenitores (duas fileiras).

No segundo experimento foram utilizadas as plantas da população F_2 e os respectivos progenitores. Foi utilizado o mesmo esquema experimental, porém, com 5 repetições. A parcela, com 2,00m de comprimento, foi formada por 5 fileiras, espaçadas de 1,00m. Dessas, três fileiras eram ocupadas pelas plantas F_2 e duas pelos progenitores. A densidade de semeadura foi de 20 sementes/m.

As plantas foram etiquetadas individualmente, e as observações de floração e

maturação foram feitas diariamente. Considerou-se como data da floração o dia da abertura da primeira flor na planta e como data da maturação quando 95% das vagens apresentavam-se maduras.

Foram testadas as hipóteses de segregação 3:1 e 1:2:1, ao nível de 5% de probabilidade, aplicando-se o teste de Qui-Quadrado (X^2).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dias para o início da abertura da primeira flor, nos progenitores e nas gerações F_1 e F_2 , e o valor de X^2 são apresentados nos Quadros 1, 2, 3 e 4. Para os quatro cruzamentos estudados, as plantas da geração F_1 apresentaram período de floração intermediário aos dos respectivos progenitores, com pequena tendência ao genótipo precoce. Geneticamente, esse comportamento mostra a existência de dominância incompleta do progenitor precoce. Nota-se a ocorrência de três picos de distribuição de plantas na população F_2 (Quadros 1 e 3), ocorrendo também 2 picos de distribuição (Quadros 2 e 4). A projeção da amplitude das classes da geração F_1 sobre a distribuição de classes da geração F_2 permite a separação de três categorias de floração: um conjunto de plantas com floração igual à do genótipo original (precoce), um segundo com floração intermediária e um terceiro com floração igual à do genótipo mutante (tardio).

De acordo com essa disposição de distribuição de plantas, foi possível testar a hipótese de segregação mendeliana na proporção 1:2:1. A aplicação do teste de Qui-Quadrado (X^2) nos quatro cruzamentos mostrou ausência de significância. A conclusão genética é que o genótipo tardio, em todos os casos estudados, difere apenas em um gene do genótipo original, sendo ambos altamente endogâmicos. Essa conclusão é apoiada pela ausência de segregação transgressiva para a floração. Assim, presume-se que pequenas diferenças morfológicas observadas sejam uma resposta ao ambiente diferente ocupado pelas plantas de ambos os genótipos, como consequência das diferenças de ciclo. Apesar da diferença monogênica, já foi verificada maior tolerância do cultivar UFV-1 ao vírus da mancha anelar (T. Sedyama, comunicação pessoal), e menor teor de clorofila (G.M. Wang, comunicação pessoal), quando comparado com o cultivar Viçosa. É possível que a presença do gene mutante no cultivar UFV-1 cause interações gênicas que alterem, de alguma forma, as condições bioquímicas e fisiológicas da planta.

A presença do gene mutante retardou a floração em 30, 24, 35 e 15 dias, respectivamente, para Paranagoiana, PR77-10001, IAC74-2736-10 e 'UFV-1'. Verifica-se que os efeitos foram maiores para os três primeiros genótipos, porém menos notáveis para 'UFV-1'. Esses dados e informações adicionais (T. Sedyama, comunicação pessoal) sugerem que o alelo mutante seja o mesmo nas linhagens Paranagoiana, PR77-10001 e IAC74-2736-10 e que as diferenças no retardamento da floração sejam consequências de interações gênicas em cada genótipo particular. Entretanto, para o cultivar UFV-1, a mutação deve ter ocorrido em outro *locus* ou, então, a ação do gene mutante deve ter sido intensamente modificada pela interação com outros genes. Considerando o grau de parentesco existente entre os genótipos que deram origem aos mutantes tardios e o fato de o gene E_1 ocorrer na maior parte das variedades do Sul dos EUA (2), local de introdução desses genótipos ou de seus progenitores (5, 7), é possível admitir que a mutação gênica tenha ocorrido nesse *locus*. Entretanto, como já foi mencionado, há pelo menos três pares de genes independentes controlando a floração (1, 3) e mais outros três, citados por THSENG e HOSOKAWA (11) e SHANMUGASUNDARAM (10), ainda não registrados no «Soybean Genetics Committee».

De qualquer forma, há evidências da existência de *locus* ou *loci* que podem so-

QUADRO 1 - Frequência de plantas, distribuídas em diferentes classes de dias da emergência à floração, para os progenitores e as gerações F_1 e F_2 do cruzamento entre 'Paraná' (P_1) e o mutante Paranaçoiana (P_2), e valor de χ^2

| Progenitor ou | Classes de Dias da Emergência à Floração | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----------------|--------|----|----------------------|--------|----|---------------|--------|----|----|----|----|----|----|--|
| | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 | 62 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 84 | 86 | 88 | |
| Geração | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 | 62 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 84 | 86 | 88 | |
| P ₁ | 2 | 5 | 64 | 86 | 35 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 5 | 39 | 62 | 15 | 6 | 2 | 4 | 1 | | 1 | |
| F ₁ | | | | | | | | | 1 | 15 | 14 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| F ₂ | 33 | 42 | 40 | 30 | 7 | 11 | 157 | 93 | 13 | 13 | 9 | 1 | 1 | 6 | 6 | 24 | 69 | 36 | 10 | 1 | | | | | | | |
| População F ₂ | | | | | | | | | | | | | <u>Precoce</u> | | | <u>Intermediário</u> | | | <u>Tardio</u> | | | | | | | | |
| Observado | | | | | | | | | | | | | | 133 | | | 274 | | | 152 | | | | | | | |
| Esperado (Proporção 1:2:1) | | | | | | | | | | | | | | 139,75 | | | 279,50 | | | 139,75 | | | | | | | |
| $\chi^2 = 1,5080$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $P = 0,50-0,30$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

QUADRO 2 - Frequência de plantas, distribuídas em diferentes classes de dias da emergência à floração, para os progenitores e as gerações F_1 e F_2 do cruzamento entre 'São Luiz' (P_1) e o mutante PR77-10001 (P_2), e valor de χ^2

| Progenitor ou Geração | Classes de Dias da Emergência à Floração | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|---------|----|---------------|----|--------|-----|
| | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 | 62 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 |
| P_1 | 1 | 5 | 17 | 7 | 82 | 46 | 12 | 1 | | | | | | | | |
| P_2 | | | | | | | | | | | | | | | 13 | 112 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 47 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| F_1 | | | | | | | | 1 | 18 | 9 | 4 | 1 | | | | |
| F_2 | 2 | 5 | 7 | 57 | 65 | 117 | 114 | 40 | 12 | 6 | | | | 5 | 24 | 52 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 19 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 6 |
| <div> <div>População F_2</div> <div> <div>Observado</div> <div>Esperado (Proporção 1:2:1)</div> <div>$\chi^2 = 3,1875$</div> <div>$P = 0,30-0,20$</div> </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Precoce | | Intermediário | | Tardio | |
| | | | | | | | | | | | 136 | | 289 | | 119 | |
| | | | | | | | | | | | 136,00 | | 272,00 | | 136,00 | |

frer mutação para alelos recessivos, como consequência da ação de mutagênicos naturais e, possivelmente, artificiais, os quais possibilitam a obtenção de genótipos da floração tardia, de grande interesse para as regiões brasileiras de baixa latitude.

O alelo recessivo detectado neste estudo não foi mencionado na literatura, visto que, em nenhum caso citado, o genótipo tardio era controlado por gene recessivo em condições de dias longos. Assim, BERNARD (1) e BUZZELL (3) detectaram genes recessivos que determinam precocidade. Por outro lado, KIIHL (8) e SHANMUGASUNDARAM (10) constataram genes recessivos controlando a floração tardia, mas apenas em dias curtos. Com base nesses resultados, acredita-se tratar-se de um novo alelo.

Nos Quadros 1, 2, 3 e 4 nota-se que a amplitude de floração dos progenitores, genótipos homozigotos, é relativamente ampla, podendo atingir até 20 dias, como ocorre com o Paranagoiana (Quadro 1). Esse fato é atribuído à presença de mais de um gene controlando a floração, o qual se torna um caráter mais suscetível às interações com o ambiente. Contrariamente, para as populações F₁, as variações de amplitude são menores, o que pode ser explicado pela maior versatilidade bioquímica dos híbridos, que podem ajustar melhor seus mecanismos fisiológicos às condições de ambiente (4).

O alelo que determina floração tardia também influencia os dias para a maturação, nos cruzamentos 'Paraná' x Paranagoiana, 'Viçoja' x 'UFV-1' e Hardee' x IAC74-2736-10 (Quadros 5, 7 e 8). Essa associação, ou seja, os mesmos genes controlando ambos os caracteres, foi constatada por BERNARD (1), BUZZELL (3) e THSENG e HOSOKAWA (11).

Para o caráter dias para a maturação, no cruzamento 'São Luiz' x PR77-10001, os resultados evidenciaram distribuição normal, e ocorreu segregação transgressiva, com plantas mais precoces que o progenitor feminino (Quadro 6). Aparentemente, a ação do gene principal é modificada por genes modificadores ou pela interação com outros genes. Verificou-se, em plantas F₁ desse cruzamento, a presença de algumas vagens deformadas, provavelmente em consequência da mutação. Tanto nesse cruzamento como para 'Hardee' x IAC-74-2736-10, testou-se a hipótese de segregação 3:1 para o caráter maturação, por causa da expressão de dominância evidenciada pelo genótipo precoce (Quadros 6 e 8).

A presença do gene mutante retardou a maturação em 16, 25, 16 e 37 dias, para 'UFV-1', IAC74-2736-10, PR77-10001 e Paranagoiana, respectivamente.

É interessante observar que, para o cruzamento 'Viçoja' x 'UFV-1', o gene mutante atrasou a floração e a maturação em cerca de 15 a 16 dias, respectivamente, evidenciando o mesmo efeito do alelo para ambos os caracteres. Esse fato vem comprovar a suposição de que a mutação ocorrida em 'Viçoja' seja singular, quando comparada com a dos demais mutantes.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Estudou-se a herança do número de dias para a floração e a maturação em soja (*Glycine max* (L.) Merrill), utilizando-se cruzamentos entre os genótipos originais e os respectivos mutantes naturais de ciclo tardio. Os resultados obtidos indicam que todos os quatro mutantes estudados diferem dos respectivos genótipos de origem apenas em um alelo, para ambos os caracteres. O número de dias para a floração, nos mutantes Paranagoiana, PR77-10001 e IAC74-2736-10, é controlado por um alelo recessivo e, provavelmente, as mutações ocorreram no mesmo locus. Entretanto, para o mutante 'UFV-1', a mutação deve ter ocorrido em outro locus ou, então, a ação do alelo mutante foi intensamente modificada pela sua interação

com outros genes.

O caráter dias para a maturação, apesar da distribuição normal observada na população F_2 do cruzamento 'São Luiz' x PR77-10001, deve ser controlado pelo mesmo alelo que influencia dias para a floração, sendo as discrepâncias consequências de modificações na ação do alelo mutante, causadas pelas interações com outros genes.

5. SUMMARY

The inheritance of time of flowering and maturity was studied in four soybean crosses among early maturity cultivars: 'Paraná', 'São Luiz', 'Viçosa' and 'Hardee', and their own natural mutants for late maturity: Paranagoiana, PR77-10001, 'UFV-1' and IAC74-2736-10. Segregation in the F_2 generation showed that the time of flowering for the mutants Paranagoiana, PR77-10001, and IAC74-2736-10 is controlled by a recessive allele.

The character, days to maturity, should also be controlled by the same allele that controls time of flowering.

6. LITERATURA CITADA

1. BERNARD, R.L. Two major genes for time of flowering and maturity in soybeans. *Crop Sci.* 11 (2):242-244. 1971.
2. BERNARD, R.L. & WEISS, M.G. Qualitative genetics. In: CALDWELL, B.E. ed. *Soybeans: Improvement, production and uses*. Madison, American Society of Agronomy, 1976. p. 124.
3. BUZZELL, R.I. Inheritance of a soybean flowering response to fluorescent-daylength conditions. *Can. J. Genet. Cytol.* 13:703-707. 1971.
4. FALCONER, D.S. *Introducción a la genética cuantitativa*. 6.^a ed. México, Continental, 1976. 430 p.
5. GILIOLI, J.L., PALUDZYSZYN FILHO, E., KIIHL, R.A.S., GAZZIERO, D.L.P. & BORDIN, E. Escolha e recomendação de cultivares. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *Manual Agropecuário para o Paraná*. Londrina, 1978. p. 257-369.
6. HARTWIG, E.E. Growth and reproductive characteristics of soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.), grown under short-day conditions. *Trop. Sci.* 12 (1):47-53. 1970.
7. HARTWIG, E.E. Varietal development. In: CALDWELL, B.E. ed. *Soybeans: Improvement, production and uses*. Madison, American Society of Agronomy, 1976. p. 187-207.
8. KIIHL, R.A.S. *Inheritance of two characteristics in soybean (Glycine max (L.) Merrill): I — Resistance to soybeans mosaic virus, II — Late flowering under short-day conditions*. Mississippi, Mississippi State University, 1976. 56 p. (Tese Ph.D.).
9. KILEN, T.C. & HARTWIG, E.E. Inheritance of a light-quality sensitive chara-

ter in soybean. *Crop Sci.* 11(4):559-561. 1971.

10. SHANMUGASUNDARAM, S. Inheritance of time of flowering under short-day conditions. *Soybens Genet. Newsl.* 5:86-91. 1978.
11. THSENG, FU-SHENG & HOSOKAWA, S. Genetic studies on characters in soybean. V. Estimation of gene number and gene action for the flowering and maturity. *Japan, J. Breeding* 22 (6):313-322, 1972.