

CONTROLE GENÉTICO DO "STAY GREEN" NO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)¹

Aurélio Mendes Aguiar²
Magno Antonio Patto Ramalho²
Oswaldo Gomes Marques Júnior²

RESUMO

Um dos caracteres que pode ser importante no melhoramento do feijoeiro, visando à obtenção de plantas eretas, é a senescência tardia do caule e das folhas em relação às vagens – o caráter "stay green". Para elucidar o controle genético desse caráter no feijoeiro, foi estudada a descendência do cruzamento entre os cultivares Carioca (P₁) (sem "stay green") x FT Tarumã (P₂) (com "stay green"). Os trabalhos foram realizados em Lavras, Minas Gerais, durante o período de 1995 a 1998. As avaliações foram realizadas em plantas individuais e em famílias. No primeiro caso, as plantas das populações P₁, P₂, F₂, F₂RC₁ (P₁ x F₁) e F₂RC₂ (P₂ x F₁) foram avaliadas por meio de uma escala de notas visual dada após a maturação fisiológica das plantas. Quando se utilizaram famílias, foram avaliadas 192, sendo 64 derivadas de plantas F₂, 64 F₂RC₁ e 64 F₂RC₂, nas gerações F_{2.3}, F_{2.4}, F_{2.5} e F_{2.6}. Essas famílias, mais os dois pais e duas testemunhas, foram comparadas utilizando um látice simples 14 x 14, também por meio de uma escala visual de notas. Constatou-se que houve predominância dos efeitos dominantes, e que o controle deve ser oligogênico. Foi verificado também que o ambiente exerce influência na expressão do caráter. Contudo, a seleção nas gerações iniciais mostrou-se eficiente, e não há associação entre o "stay green" e a produtividade de grãos.

Palavras-chaves: senescência tardia do caule e folhas, genética do feijoeiro.

¹ Parte da dissertação do primeiro autor, financiada pela CAPES/FAPEMIG. Aceito para publicação em 26.08.1999.

² Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Cx. P. 37, 37.200-000, Lavras, MG. E-mail: magnoapr@ufla.br

ABSTRACT

GENETIC CONTROL OF THE TRAIT 'STAY GREEN' IN COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

One of the traits that can be important for the improvement of the common bean appearance and erectness is the delayed senescence of the stem and leaves in relation with the pods – 'stay green'. A research to elucidate the genetic control of this trait in common beans was conducted with the descendents of crosses between the cultivar Carioca (P_1) ('nonstay green') x FT Tarumã (P_2) ('stay green'), at the Biology Department of the Federal University of Lavras. The evaluations were made in individual plants and in families. In the first case, plants of the populations P_1 , P_2 , F_2 , F_2RC_1 ($P_1 \times F_1$) and F_2RC_2 ($P_2 \times F_1$) were evaluated through a scale of visual data marks after the physiologic maturation of the plants. A total of 192 families was used, 64 derived from plants F_2 , 64 F_2RC_1 , and 64 F_2RC_2 in generations $F_{2:3}$, $F_{2:4}$, $F_{2:5}$ e $F_{2:6}$. These families with the two parents and two checks were compared, using a simple lattice design 14 x 14. This case was also evaluated, based on the visual scale of scores. It was verified that the dominant effects were predominant, and the genetic control should be oligogenic. In addition, the environment influences the expression of the trait; however, the selection in the first generations for the trait showed to be efficient, and there were no associations detected between the trait 'stay green' and grain yield.

Key words: stay green, inheritance, dry bean genetics.

INTRODUÇÃO

Na maioria dos programas de melhoramento de feijoeiro em andamento atualmente em todo o mundo, um dos principais objetivos é a obtenção de cultivares de porte ereto, porque a planta mais ereta apresenta algumas vantagens, como: facilidade de condução da cultura, pois possibilita a fácil locomoção de implementos agrícolas; redução na ocorrência de alguns patógenos, como por exemplo o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), especialmente devido ao maior arejamento da cultura (1). Além do mais, com o crescente interesse da colheita mecanizada, visando atender à demanda dos agricultores e, ou, empresas agrícolas que cultivam áreas extensas, a eficiência das máquinas deve ser maior quando o cultivar possuir plantas eretas. Mesmo no caso da colheita manual, a planta ereta tem algumas vantagens. A principal delas é que o acamamento é menor nesse tipo de planta, o número de vagens que entram em contato com o solo úmido é reduzido, diminuindo as perdas e produzindo um produto de melhor qualidade. Adicionalmente, com a redução do acamamento, a eficiência da colheita manual também é maior.

Em culturas como o sorgo, girassol e milho, uma das características associadas ao menor acamamento é a senescência tardia do caule e das folhas, em relação às espigas ou panículas, isto é, quando estas se encontram secas, o caule e as folhas ainda estão verdes. Essa característica

é denominada "stay green". A sua ocorrência é também freqüente no feijoeiro, sobretudo em cultivares que apresentam porte ereto. Contudo, são escassas as informações a seu respeito, especialmente sobre a viabilidade de proceder a seleção. Considerando a importância desse caráter na obtenção de plantas eretas de feijoeiro, foi realizado este trabalho, visando identificar o seu controle genético e a possibilidade de sucesso com a seleção.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira, as avaliações foram efetuadas em plantas individuais; na segunda, foram avaliadas as famílias.

Avaliação de plantas individuais

Foi realizado o cruzamento entre o cultivar Carioca, sem "stay green", e o cultivar FT Tarumã, "stay green". Obtiveram-se as populações F_2 , F_2RC_1 e F_2RC_2 que, juntamente com os dois genitores, foram avaliados no período de outono-inverno de 1996 na área experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras. No caso dos genitores, foram utilizadas 30 plantas. Quanto às populações F_2 , F_2RC_1 e F_2RC_2 , 210 plantas.

No momento da colheita, foi efetuada a avaliação por planta do caráter "stay green", utilizando-se uma escala de notas visual, semelhante à adotada por Walulu et al. (13) ou seja: nota 1 foi atribuída a plantas que apresentassem acima de 80% do caule verde com vagens completamente secas; nota 2: plantas entre 60 e 80% do caule verde; nota 3: entre 40 e 60% do caule verde; nota 4: entre 20 e 40% do caule verde; e nota 5: com até 20 do caule verde (sem "stay green").

Utilizando os dados médios do genitor 1 (\bar{P}_1), genitor 2 (\bar{P}_2) e das gerações \bar{F}_2 , \bar{F}_2RC_1 e \bar{F}_2RC_2 , foram estimados os componentes de média empregando-se o método dos quadrados mínimos ponderados, considerando um modelo sem epistasia (7, 10), em que $\bar{P}_1 = m+a$, $\bar{P}_2 = m-a$, $\bar{F}_2 = m+0,5d$, $\bar{F}_2RC_1 = m+0,5a+0,25d$ e $\bar{F}_2RC_2 = m-0,5a+0,25d$, em que m é o ponto médio entre os dois genótipos homocigóticos considerando um loco; a é o desvio do homocigoto em relação ao ponto médio; e d é o desvio do heterocigoto em relação ao ponto médio. Estimaram-se também os componentes da variância genética pelo método dos quadrados mínimos ponderados iterativo (7), considerando que $\sigma_{P_1}^2 = \sigma_{P_2}^2 = \sigma_e^2$,

$\sigma_{F_2}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_e^2$ e $\sigma_{F_2RC_1+F_2RC_2}^2 = 2\sigma_A^2 + 1,5\sigma_D^2 + 2\sigma_e^2$ em que σ_e^2 é a variância do erro, σ_A^2 é a variância genética aditiva e σ_D^2 é a variância genética de dominância. Para a resolução dos sistemas, utilizou-se o programa MAPGEN (4).

A partir das estimativas da variância genética aditiva e da variância genética de dominância, obtiveram-se as estimativas das herdabilidades no sentido amplo e restrito. Estimou-se também o número de genes (k) envolvidos no controle do caráter, pela expressão de Mather e Jinks (7), ou seja:

$$\hat{k} = \frac{(\bar{P}_1 - \bar{P}_2)^2}{8 \sigma_A^2}$$

Avaliação utilizando famílias segregantes

Foram obtidas 192 famílias oriundas de plantas F_2 , sendo 64 F_2 , 64 F_2RC_1 e 64 F_2RC_2 . Essas famílias $F_{2:3}$ foram avaliadas na safra da seca de 1997 (semeadura em fevereiro), utilizando o delineamento látice simples 14 x 14. Como tratamentos foram incluídas as 192 famílias, os dois genitores e mais duas testemunhas, os cultivares Carioca-MG e Pérola.

As avaliações foram realizadas de modo semelhante nas gerações $F_{2:4}$ (semeadura em julho de 1997), $F_{2:5}$ (semeadura em novembro de 1997) e $F_{2:6}$ (semeadura em fevereiro de 1998), diferindo apenas no tamanho das parcelas, que na geração $F_{2:3}$ foi constituída por uma linha de um metro com 15 plantas e, nas demais gerações, por duas linhas de dois metros com 15 plantas por metro.

Em todos os experimentos a avaliação do caráter "stay green" foi realizada utilizando procedimento semelhante ao descrito anteriormente, sendo neste caso considerado o comportamento médio das plantas de cada parcela.

A partir das esperanças matemáticas dos quadrados médios das análises da variância, foram estimados os parâmetros genéticos e fenotípicos, utilizando procedimento semelhante ao apresentado por Ramalho et al. (9).

Como as famílias foram avaliadas em diversas gerações, estimou-se o ganho realizado com a seleção divergente, considerando as 20 famílias que apresentaram maior e menor nota para o caráter "stay green", a partir da expressão:

$$GS\% = \frac{(Ms_{i/i'} - Mo_{i'})}{Mo_{i'}} 100$$

em que

$Ms_{i/i'}$: média das 20 famílias selecionadas na geração i , avaliadas na geração i' ; e

$Mo_{i'}$: média geral do desempenho de todas as famílias na geração i' , sendo $i \leq i'$ (i e $i' = 3, 4, 5$ e 6).

Foram estimadas as correlações fenotípicas e genéticas entre as notas de "stay green" e a produtividade média de grãos das famílias, utilizando metodologia apresentada por Vencovsky e Barriga (12).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação de plantas individuais

Inicialmente chama atenção que os dois pais diferiram amplamente na expressão da característica. No cultivar Carioca, houve sincronismo na senescência de caule, vagens e folhas, isto é, o caráter "stay green" não se manifestou e, portanto, as plantas receberam a nota média de 4,8, ou seja, praticamente a nota máxima. Já no 'FT Tarumã', as vagens apresentaram senescência muito mais precoce que as demais partes da planta (Quadro 1).

QUADRO 1 - Médias, variâncias e suas respectivas estimativas do caráter "stay green", obtidas das populações do cruzamento Carioca x FT Tarumã, avaliadas no inverno de 1996

| Médias | | | |
|--------------------------------|------------|-------------|-----------|
| Populações | Observada | Estimada | Variância |
| Carioca | 4,819 | 4,828 | 0,226 |
| FT Tarumã | 1,786 | 1,836 | 0,256 |
| F ₂ | 2,449 | 2,506 | 1,569 |
| F ₂ RC ₁ | 3,685 | 3,667 | 1,468 |
| F ₂ RC ₂ | 2,268 | 2,171 | 1,117 |
| Componentes de média | | | |
| | Estimativa | Erro padrão | Prob. t>0 |
| \hat{m} | 3,33 | 0,0565 | 0,0003 |
| \hat{a} | 1,50 | 0,0545 | 0,0013 |
| \hat{d} | -1,65 | 0,2069 | 0,0153 |
| χ^2 | 1,73 | | 0,4205 |
| R ² (%) | 99,74 | | |

A média da geração F_2 tendeu para um dos pais, o de maior expressão do "stay green", de menor valor, indicando em princípio a presença de dominância parcial na expressão do caráter. Coerentemente com o que era esperado, a média das notas atribuídas às plantas da geração F_2 do RC_1 tenderam para a expressão do pai Carioca, e a da F_2 do RC_2 em direção contrária (Quadro 1).

Os dados se ajustaram ao modelo aditivo x dominante (χ^2 não significativo e R^2 de 99,7%). As estimativas dos componentes de média comprovaram a presença de dominância, haja vista que o componente d , que mede o desvio do heterozigoto em relação ao ponto médio dos homozigotos, foi significativamente diferente de zero. O valor negativo desse componente indica que a expressão do caráter "stay green" é tanto maior quanto menor for a nota atribuída. O componente a , que mede o desvio do homozigoto em relação ao ponto médio, e que expressa o efeito aditivo considerando que a população tem frequência alélica média igual a $1/2$, foi de magnitude semelhante ao obtido para o d (Quadro 1).

Na estimação dos componentes de variância, também houve ajustamento do modelo adotado, indicando que a variação genética presente pode ser explicada considerando apenas a variância aditiva e de dominância. Aqui também a dominância ficou evidenciada, pois houve predominância da variância de dominância, cuja estimativa foi cerca de cinco vezes a da variância aditiva (Quadro 2). Observa-se também que a herdabilidade no sentido amplo foi de 84,7%, com erro associado relativamente pequeno. Já a herdabilidade no sentido restrito apresentou estimativa bem inferior ($\hat{h}_r^2 = 14,28\%$), evidenciando, mais uma vez, a predominância de efeitos genéticos de dominância no controle do caráter.

O número de genes (k) que controla o caráter, estimado pela expressão de Mather e Jinks (7), foi de 5,1. Desse modo, pode-se inferir que, no controle genético do "stay green", estão envolvidos poucos genes, ou seja, a herança é oligogênica. Esse fato é corroborado pela estimativa de herdabilidade no sentido amplo que foi elevada. Na literatura há relatos, inclusive na cultura do feijoeiro (5) e em outras espécies, que no controle deste caráter não estão envolvidos muitos genes.

QUADRO 2 - Estimativas dos componentes de variância do caráter “stay green”, a partir dos dados de plantas individuais

| Componentes de Variância | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Parâmetros | Estimativas | Erro-padrão | LI ¹ | LS ² | Prob. t>0 |
| $\hat{\sigma}_e^2$ | 0,2410 | 0,0151 | 0,1682 | 0,3743 | 0,0398 |
| $\hat{\sigma}_A^2$ | 0,2240 | 0,2031 | 0,1937 | 0,2580 | 0,4711 |
| $\hat{\sigma}_D^2$ | 1,1058 | 0,2477 | 0,9455 | 1,3108 | 0,1403 |
| \hat{h}_r^2 | 14,28 | 23,23 | | | |
| \hat{h}_a^2 | 84,75 | 7,91 | | | |
| χ^2 | 0,10 | | | | 0,7471 |
| R ² (%) | 99,99 | | | | |

¹ LI : Limite inferior,

² LS : Limite superior;

$\hat{\sigma}_e^2$: Variância ambiental;

$\hat{\sigma}_A^2$: Variância genética dos efeitos aditivos;

$\hat{\sigma}_D^2$: Variância genética dos efeitos de dominância.

Avaliação utilizando famílias segregantes

Constatou-se que as fontes de variação gerações, tratamentos, bem como a interação tratamentos x gerações foram significativas ($P \leq 0,001$). Também foi detectada significância entre os tipos de famílias e entre as famílias originadas de plantas F₂, RC₁ e RC₂. Quando se realizou o desdobramento da interação entre os tipos de famílias, verificou-se que as fontes de variação entre as famílias F₂ x gerações e entre famílias RC₁ x gerações foram também significativas ($P \leq 0,001$). Contudo, não foi detectada significância para as fontes de variação famílias RC₂ x gerações, entre testemunhas x gerações e o contraste testemunhas vs. famílias x gerações (Quadro 3).

QUADRO 3 - Resumo da análise conjunta das notas do caráter "stay green" nas diferentes gerações avaliadas

| | FV | GL | QM |
|--|----|-----|---------------------|
| Gerações | | 3 | 25,954*** |
| Tratamentos | | 195 | 3,292*** |
| Entre famílias | | 191 | 3,176*** |
| Entre famílias F ₂ | | 63 | 1,238*** |
| Entre famílias RC ₁ | | 63 | 2,281*** |
| Entre famílias RC ₂ | | 63 | 0,620*** |
| Entre tipos de famílias | | 2 | 172,940*** |
| Entre testemunhas | | 3 | 11,240*** |
| Test. vs. famílias | | 1 | 0,980 ^{ns} |
| Gerações x tratamentos | | 585 | 0,670*** |
| Gerações x famílias | | 573 | 0,676*** |
| Entre tipos de famílias x gerações | | 6 | 3,603*** |
| Entre famílias F ₂ x gerações | | 189 | 0,727*** |
| Entre famílias RC ₁ x gerações | | 189 | 0,755*** |
| Entre famílias RC ₂ x gerações | | 189 | 0,442 ^{ns} |
| Entre testemunhas x gerações | | 9 | 0,302 ^{ns} |
| Testemunhas vs. famílias x gerações | | 3 | 0,719 ^{ns} |
| Erro médio | | 676 | 0,429 |
| CV (%) | | | 20,67 |
| Média geral | | | 2,81 |
| Médias Famílias F ₂ | | | 2,68 |
| Famílias RC ₁₁ | | | 3,46 |
| Famílias RC ₂₁ | | | 2,29 |
| Carioca | | | 4,56 |
| FT Tarumã | | | 1,75 |
| *** Significativo a 0,1% de probabilidade; | | | |
| ¹ Limites superior e inferior, respectivamente. | | | |

Como nas análises individuais, observou-se que as médias das famílias originadas de plantas F₂ e RC₂ tenderam para o pai de maior "stay green" - FT Tarumã -, menor nota. Já as famílias derivadas de plantas RC₁, com 75% dos alelos do cultivar Carioca, apresentaram, à semelhança desse pai, menor expressão do caráter e maior nota média (Quadro 3). A distribuição de frequência das médias das famílias de cada geração apresentou assimetria, evidenciando, como já salientado, a ocorrência de dominância.

Observou-se que a maior variância genética foi estimada entre as famílias do RC₁, o que é confirmado pela maior estimativa do coeficiente de variação genética (CV_g=12,62%). Considerando o CV_g,

proporcionalmente à média de cada geração, a variabilidade genética liberada pelas famílias RC₂ foram as de menores magnitudes (Quadro 4). A estimativa da interação famílias x gerações (σ^2_{PG}) correspondeu a 39% da variância genética, demonstrando que, embora a interação fosse significativa, a sua contribuição para a variação total não foi expressiva.

QUADRO 4 - Estimativas da variância genética (σ^2_P) e variância da interação (σ^2_{PG}) e seus erros associados do caráter "stay green", considerando a análise conjunta

| Parâmetro | Estimativa | Erro padrão | CVg (%) |
|---|------------|---|---------|
| $\hat{\sigma}^2_P$ | 0,313 | 0,041 | 19,89 |
| $\hat{\sigma}^2_{PF2}$ | 0,064 | 0,028 | 9,42 |
| $\hat{\sigma}^2_{PRC1}$ | 0,191 | 0,050 | 12,62 |
| $\hat{\sigma}^2_{PRC2}$ | 0,022 | 0,015 | 6,51 |
| Herdabilidade no sentido amplo (%) | | 78,72 (72,97; 83,01)¹ | |

¹ Limites superior e inferior, respectivamente.

A estimativa da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) apresentada no Quadro 4 foi de 78,7%, ou seja, elevada, indicando a princípio que o caráter deve ser controlado por um pequeno número de genes e pouco influenciado pelo ambiente. As estimativas da herdabilidade realizada (Quadro 5), considerando diferentes proporções de famílias selecionadas, foram de magnitude inferior a h_a^2 . Considerando uma intensidade de seleção de 10,42%, 20 famílias sendo selecionadas, em média, a herdabilidade realizada foi de 27,7%. Parte dessa diferença deve ser atribuída à interação, porém é evidente que a diminuição dos locos em heterozigose, em gerações mais avançadas, teve reflexo nas estimativas da herdabilidade realizada, realçando, portanto, a ocorrência de dominância no controle do caráter. Na literatura, há inúmeros relatos que concordam ser o caráter "stay green" devido a genes com alelos de efeito de dominância (8, 13).

QUADRO 5 - Estimativas das herdabilidades realizadas, considerando 192 famílias do cruzamento Carioca x FT Tarumã

| Número de famílias selecionadas na geração F _{2:3} | Herdabilidades realizadas % | | | |
|---|-----------------------------|------------------|------------------|-------|
| | Gerações | | | |
| | F _{2:4} | F _{2:5} | F _{2:6} | Média |
| 20 | 29,1 | 31,0 | 22,9 | 27,7 |
| 30 | 26,7 | 21,8 | 23,6 | 24,0 |
| 40 | 20,8 | 24,3 | 20,4 | 21,8 |

Embora seja um caráter controlado por poucos genes, o efeito da interação famílias x gerações poderá dificultar a eficiência da seleção precoce. As estimativas da correlação genética do desempenho médio das famílias nas sucessivas gerações foi em média de 0,69 (Quadro 6). Vale salientar, contudo, que as avaliações das sucessivas gerações foram conduzidas em épocas de semeadura bem contrastantes, especialmente em umidade e temperaturas, que são fatores que afetam a expressão do caráter. Com altas temperaturas e umidade que ocorrem, por exemplo, no cultivo denominado período das águas – semeadura em novembro –, há desenvolvimento excessivo da parte vegetativa em detrimento da reprodutiva, que afeta a expressão do caráter.

QUADRO 6 - Estimativas da correlação genética considerando todos os tipos de famílias (F₂, F₂RC₁₁ e F₂RC₂₁)

| Gerações | F _{2:4} | F _{2:5} | F _{2:6} |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| F _{2:3} | 0,614 | 0,785 | 0,693 |
| F _{2:4} | | 0,659 | 0,655 |
| F _{2:5} | | | 0,755 |

Embora tenha ocorrido interação, constata-se no Quadro 7 que a seleção divergente da maior e menor expressão do caráter "stay green", realizada nas gerações precoces, mostrou ganhos expressivos em gerações avançadas. A seleção das 20 famílias com maior manifestação do caráter "stay green" na geração F_{2:3}, menor média, apresentou um ganho de 15,8% em relação à média, na geração F_{2:6}. Nessa condição, quando a seleção foi efetuada em sentido contrário, o ganho foi de 21,5%. O mesmo fato é verificado na seleção efetuada na geração F_{2:4}.

QUADRO 7 - Estimativas de ganhos com a seleção precoce considerando a média das 20 famílias de maior e menor expressão do caráter "stay green" e herdabilidade igual a um

| Geração avaliada | F _{2:3} | | F _{2:4} | | F _{2:5} | | F _{2:6} | |
|------------------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| | Maior | Menor | Maior | Menor | Maior | Menor | Maior | Menor |
| F _{2:3} | 1,76 | 4,83 | 2,29 | 3,65 | 2,08 | 3,48 | 2,23 | 3,22 |
| GS (%) | 44,0 | 52,8 | 19,4 | 28,5 | 30,8 | 33,9 | 15,8 | 21,5 |
| F _{2:4} | | | 1,59 | 4,95 | 2,15 | 4,23 | 2,34 | 3,71 |
| GS (%) | | | 44,0 | 74,3 | 17,3 | 62,3 | 11,7 | 40,0 |
| F _{2:5} | | | | | 1,61 | 4,16 | 2,31 | 3,28 |
| GS (%) | | | | | 38,1 | 60,0 | 12,8 | 23,8 |
| F _{2:6} | | | | | | | 1,90 | 3,77 |
| GS (%) | | | | | | | 39,5 | 42,3 |
| Média da geração | | 3,16 | | 2,84 | | 2,60 | | 2,65 |

As estimativas das correlações genéticas e fenotípicas entre o caráter "stay green" e a produtividade de grãos foram de pequena magnitude, permitindo inferir que os dois caracteres devem ser independentes (Quadro 8). Essa é uma condição favorável, pois será possível selecionar o caráter "stay green" em gerações precoces, sem afetar a seleção que será realizada posteriormente da produtividade de grãos.

QUADRO 8 - Correlação fenotípica e genética entre a produção de grãos, em kg/ha, e a nota de "stay green" do cruzamento Carioca x FT Tarumã, em diversas épocas em Lavras

| | Gerações | | | |
|-----------------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| | F _{2:3} | F _{2:4} | F _{2:5} | F _{2:6} |
| Correlação fenotípica | -0,185* | 0,091 ^{ns} | 0,023 ^{ns} | -0,195** |
| Correlação genética | -0,353 | -0,135 | 0,066 | -0,249 |

No estudo do "stay green", o principal problema é identificar uma metodologia que seja eficiente na avaliação do caráter. Na literatura, há uma ampla variação a esse respeito. Os procedimentos para a avaliação variam desde a quantificação da área foliar após a maturação fisiológica e a taxa de senescência (8) até a adoção de um programa de computador que utiliza uma lâmina do caule para fazer a avaliação por meio de uma escala de notas (2). Contudo, o procedimento mais utilizado é a escala visual de notas, cuja avaliação é realizada após a maturação fisiológica (6, 13). O procedimento adotado neste trabalho foi a escala visual de notas que, pelo menos em princípio, se mostrou eficiente. Os genitores avaliados eram

muito contrastantes, o que possibilitou ampla variação na descendência, permitindo que o discernimento, na maioria dos casos, fosse fácil.

Quando se avalia um caráter por meio de notas, um dos questionamentos é se as pressuposições da análise da variância são aceitas, ou seja, homogeneidade da variância, normalidade dos erros e efeitos aditivos do modelo (11). No presente caso, após os testes, constatou-se que todas elas foram aceitas. Resultado semelhante foi relatado por Marques Júnior (6) que utilizou uma escala de notas idêntica para avaliar o porte de feijoeiros.

O caráter "stay green" é utilizado em algumas espécies cultivadas, especialmente milho, sorgo e girassol, porque confere maior tolerância à seca e diminui acentuadamente o acamamento (3, 8, 13, 14). No caso do feijoeiro isso ainda não foi comprovado, embora no campo observa-se que as plantas mais eretas, no momento da colheita, expressem a senescência tardia. É questionado se esse caráter no feijoeiro não poderá dificultar a operação de trilha, pois os caules, permanecendo verdes, poderiam enroscar no cilindro das trilhadeiras, causando embuchamento e reduzindo a eficiência do implemento. Essa é uma observação que necessita de comprovação. Seria importante tentar introduzir o caráter nos cultivares recomendados, porém avaliando se de fato a eficiência da trilha poderia ser afetada.

CONCLUSÕES

No controle genético do "stay green", foi verificado que há predominância dos efeitos dominantes e que ele deve ser oligogênico. Foi verificado também que o ambiente exerce influência na expressão do caráter. Contudo, a seleção nas gerações iniciais mostrou-se eficiente, e não há associação entre o "stay green" e a produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

1. COYNE, D.P. Modification of plant architecture and crop yield by breeding. *HortScience*, 15: 244-7, 1980.
2. CUKADAR-OLMEDO, B.; MILLER, J.F. & HAMMOND, J.J. Inheritance of the stay green trait in sunflower. *Crop Science*, 37: 150-3, 1997.
3. DUNCAN, R.R.; BOCKHOLT, A.J. & MILLER, F.R. Descriptive comparison of senescent and nonsenescent sorghum genotypes. *Agronomy Journal*, 73: 849-53, 1981.
4. FERREIRA, D.F. & ZAMBALDE, A.L. Simplificação das análises de algumas técnicas especiais da experimentação agropecuária no Mapgen e softwares correlatos. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e Agroindústria, 1º, 1997, Belo Horizonte. Anais, 1997, p. 285-91.
5. GENCHEV, D. Asynchronously ripening of stem and pods of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 36:87-8, 1993.

6. MARQUES JÚNIOR, O.G. Eficiência de experimentos com a cultura do feijão. Lavras, UFLA, 1997. 80p. (Tese de Doutorado).
7. MATHER, K. & JINKS, L.L. Biometrical genetics: the study of continuous variations. Ithaca, Cornell University, 1971. n.p.
8. OOSTEROM, E.J.; JAYACHANDRAM, R. & BIDINGER, F.R. Diallel analysis of the stay-green trait and its components in sorghum. *Crop Science*, 36: 549-55, 1996.
9. RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos & ZIMMERMANN, M.J. de O. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia, UFG, 1993. 271p.
10. ROWE, K.E. & ALEXANDER, W.L. Computations for estimating the genetic parameters in joint-scaling tests. *Crop Science*, 20: 109-10, 1980.
11. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2.ed. New York, MacGraw-Hill, 1980. 633p.
12. VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, *Revista Brasileira de Genética*, 1992. 496p.
13. WALULU, R.S.; ROSENOW, D.T.; WERTER, D.B. & NGUYEN, H.T. Inheritance of the stay green trait in sorghum. *Crop Science*, 34: 970-2, 1994.
14. WANOUS, M.K.; MILLER, F. R. & ROSENOW, D.T. Evaluation of visual rating scales for green leaf retention in sorghum. *Crop Science*, 31: 1691-4, 1991.