



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E
INDÚSTRIA AGRÁRIA - MAARA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros
Costeiros - CPATC
Av. Beira Mar, 3250 - Cx. Postal 44 - Tel.: (079)217-1300
CEP 49001-970 - Aracaju-Sergipe

PESQUISA EM ANDAMENTO

Nº 9, CPATC, agosto/96, p.1-9

DOIS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO BR 5028 - SÃO FRANCISCO

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹
Manoel Xavier dos Santos²

O desenvolvimento de novas cultivares de milho, bem adaptadas e de alto potencial para produtividade, é de suma importância para incrementar a melhoria e rendimento da atividade do agricultor. Dentre os vários métodos de seleção utilizados para incrementar a frequência de alelos favoráveis nas populações, aumentando, conseqüentemente, a produtividade das mesmas, o de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos tem se mostrado eficiente, permitindo a obtenção de progressos de forma mais rápida, em virtude de se poder realizar um ciclo/ano e estimar a variância genética aditiva. O primeiro trabalho relatando resultados altamente satisfatórios, utilizando esse método, foi descrito por Paterniani (1967), quando obteve um progresso médio de 13,6% por ciclo num período de 3 ciclos de seleção para produtividade de milho com a população Dente Paulista. Webel e Lonauist (1967), citados por Paterniani (1968), obtiveram um progresso médio de 9,4% por ciclo, durante quatro ciclos, o que foi também satisfatório, segundo o autor, sobretudo considerando-se a relativa maior uniformidade do milho utilizado.

Dois ciclo de seleção entre e
1996 FL-13200



43510-1

¹ Eng.-Agr., M. Sc. EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju - SE.

² Eng.-Agr., Ph. D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas - MG.

Outros trabalhos têm demonstrado a eficiência desse método de seleção, enfocando aspectos sobre a magnitude de parâmetros genéticos, especialmente a variância genética aditiva. Em um amplo levantamento feito por Ramalho (1977), envolvendo 30 ensaios realizados no Brasil até 1976, foram encontrados valores para esta variância que oscilaram de $41,0 \text{ (g/planta)}^2$ a $758,0 \text{ (g/planta)}^2$, com média de $320,0 \text{ (g/planta)}^2$. No exterior, Hallauer e Miranda Filho (1988) também realizaram um levantamento, envolvendo 99 trabalhos, e comprovaram a eficiência desse esquema de seleção, comentando ainda que, além de sua praticidade, ele é capaz de manter suficiente variabilidade genética para propiciar progressos no decorrer dos ciclos de seleção. Carvalho et al. (1994) obtiveram valores de $405,0 \text{ (g/planta)}^2$ e $625,1 \text{ (g/planta)}^2$ para a variância aditiva nos ciclos original e primeiro de seleção, respectivamente, com a variedade BR 5028 - São Francisco, detectando também ganhos de 15,4% e 14,30% nesses ciclos. Respaldados nesses trabalhos e nas produtividades médias das famílias, os autores concluíram que essa variedade evidencia alta variabilidade genética, o que justifica a continuidade do programa de melhoramento. Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (1995) nos ciclos original e primeiro de seleção com a variedade BR 5033.

Fundamentando nesses resultados, procurou-se fazer uso desse esquema de seleção com a finalidade de melhorar a capacidade produtiva e adaptativa da variedade São Francisco.

Dois ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos foram realizados com essa variedade, utilizando-se 196 famílias, num látice 14 x 14, nos municípios de Neópolis e Lagarto, em Sergipe, nos anos de 1994 (ciclo VIII) e 1995 (ciclo IX). As parcelas constaram de 1 fileira de 5,0m de comprimento, espaçadas entre si de 0,90m, e com 0,20m entre covas dentro das fileiras. Foram colocadas 2 semente/cova deixando-se 1 planta/cova, após o desbaste. Todos os ensaios receberam uma adubação com nitrogênio e fósforo, usando-se 80kg de N/ha e 80kg de P_2O_5 /ha nas formas de uréia e superfosfato simples, respectivamente. Todo o fósforo foi aplicado no momento do plantio, no fundo dos sulcos, e o nitrogênio, em cobertura, nas terceira e quinta semanas, depois do plantio. Após a realização dos ensaios, selecionaram-se 10% de famílias superiores na média dos dois locais para serem recombinadas em lote isolado por despendoamento, escolhendo-se, dentro de cada linha fêmea, 10% das melhores plantas, reconstruindo-se, desta maneira, as 196 famílias para avaliação do ciclo seguinte, e concluindo, por conseguinte, um ciclo/ano.

Em todos os ensaios foram tomados os pesos de espigas, que foram ajustados para o nível de 15% de umidade. Realizou-se, inicialmente, a análise por local, obedecendo-se ao esquema em látice e, em seguida, com as médias ajustadas, procedeu-se a análise da variância conjunta, a qual teve os seus quadrados médios ajustados para o nível de indivíduos, obtendo-se, assim, todas as variâncias neste nível e expressas em $(\text{g/planta})^2$, conforme Vencovsky (1978).

Os resultados das análises de variância conjuntas dentro de cada ano agrícola constam na Tabela 1. Foram detectados efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F, para famílias e interação famílias x local nos dois anos, evidenciando diferenças no comportamento entre as famílias frente às variações ambientais. Carvalho et al. (1994) e Carvalho et al. (1995) obtiveram resultados semelhantes com famílias dos ciclos I e II das variedades São Francisco e Asa Branca, respectivamente. Os coeficientes de variação obtidos

foram baixos e conferem boa previsão aos experimentos. A variação observada entre as famílias na média dos locais nos ciclos VIII e IX consta na Tabela 2. Observa-se que, no ciclo VIII, a variação foi de 3.283kg/ha a 8.986kg/ha, com média de 6.659kg/ha, e, no ciclo IX, essa variação foi de 4.098kg/ha a 8.153kg/ha, com média de 6.463kg/ha, expressando o bom comportamento produtivo das famílias e a presença de variabilidade genética entre elas.

As estimativas dos parâmetros genéticos para os dois ciclos de seleção acham-se na Tabela 3, detectando-se uma redução nessas estimativas do ciclo VIII para o ciclo IX. Essas estimativas foram obtidas na média dos dois locais, estando, portanto, pouco influenciadas pela interação família x local. Os valores da variância genética entre famílias (σ^2_p) indicam que houve uma queda acentuada da variabilidade da variedade do ciclo VIII para o IX, observando-se a mesma tendência para as estimativas dos outros parâmetros. Essa redução é mais drástica do ciclo original para o ciclo I, conforme já detectado por Paterniani (1968) e Carvalho et al. (1995). Sobre esse aspecto, Webel e Lonquist (1967), citados por Paterniani (1968), sugerem que isso pode ser atribuído à redução das grandes diferenças entre as famílias de meios-irmãos na população original ou à fixação em grande parte de genes maiores como resultado da seleção original. A magnitude da estimativa da variância entre famílias [$188,3 \text{ (g/planta)}^2$], obtida no ciclo VIII, superou aqueles relatados por Aguiar (1986), na média de 3 locais, por Pacheco (1987) e Carvalho et al. (1995), na média de dois locais, e semelhante àquela obtida por Carvalho et al. (1994) na média de dois locais. O valor dessa estimativa encontrado no ciclo IX, [$71,9 \text{ (g/planta)}^2$], foi compatível com as obtidas pelos referidos autores, sendo inferior em relação àquela observada por Carvalho et al. (1994).

Os valores das estimativas da variância genética aditiva acompanham os correspondentes valores das estimativas das variâncias entre as famílias de meios-irmãos (Tabela 3), porque $\sigma^2_A = 4\sigma^2_p$, detectando-se, portanto, maiores valores no ciclo VIII, [$753,28 \text{ g/planta}^2$], semelhante àquele detectado por Carvalho et al. (1994). O valor obtido no ciclo IX, [$287,2 \text{ g/planta}^2$], foi compatível com aqueles encontrados por Aguiar (1986), Pacheco (1987) e Carvalho et al. (1995). Segundo Paterniani (1968), é de máximo interesse que a variância genética aditiva permaneça tão alta quanto possível para permitir progresso substanciais por seleção. De acordo com o referido autor, o método de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos reduz muito essa variância, sobretudo no primeiro ciclo de seleção. No entanto, apesar da redução dessa variância no decorrer dos ciclos da seleção, tem-se observado ganhos altamente satisfatórios, a exemplo daqueles obtidos por Webel e Lonquist, citados por Paterniani (1968), o qual foi da ordem de 9,4% por ano, em quatro ciclos de seleção, e também naqueles relatados por Carvalho et al. (1994), em dois ciclos de seleção e por Carvalho et al. (1995), em três ciclos de seleção, os quais foram de 14,8% e 16,6%, respectivamente.

Pode-se constatar na Tabela 3 que a variância da interação família x local (σ^2_{pl}) no ciclo VIII foi compatível com a variância genética entre famílias, o que indica pouca divergência entre os dois ambientes no ano de 1994. No entanto, no ciclo IX, em 1995, observou-se que a variância da interação apresentou uma superioridade de 332% em relação à variância entre famílias, o que evidencia grande divergência entre os locais, ocasionada, provavelmente, pelas diferenças nas condições pluviométricas.

Os valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para famílias de meios-irmãos nos dois ciclos foram mais elevados que os valores encontrados para a seleção

massal (Tabela 3), evidenciando que a seleção entre famílias de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção massal para o presente caso concordando com os resultados obtidos por Pacheco (1987), Carvalho et al. (1994) e Carvalho et al. (1995). Os valores dos coeficientes de variação genética obtidos, 10,5% e 6,7% nos ciclos VIII e IX, respectivamente, evidenciam, também, a maior variabilidade do ciclo VIII em relação ao IX.

Os ganhos estimados com a seleção entre e dentro de famílias no ciclo VIII foram, respectivamente, 13,3% e 11,1%, totalizando 24,4%. No ciclo IX, os valores foram de 6,4% e 3,9%, totalizando 10,3%. Esses valores indicam o alto potencial dessa variedade em continuar respondendo à seleção e podem ser considerados elevados (ciclo VIII) quando comparado com os disponíveis na literatura (Patermiani, 1968; Cunha, 1977; Pacheco, 1987) e com aqueles obtidos por Carvalho et al. (1994) no ciclo I de seleção na cultivar BR 5028. Os valores encontrados no ciclo IX concordam com os de Carvalho et al. (1995), no ciclo I de seleção na cultivar BR 5033. É interessante observar que em ambos os ciclos o progresso devido à seleção entre as famílias de meios-irmãos foi maior que o devido à seleção dentro (seleção massal), evidenciando que a seleção praticada entre as famílias é mais eficiente que a seleção dentro das famílias, concordando com Carvalho et al. (1994) e Carvalho et al. (1995).

Na Tabela 2 constam as produtividades médias de espigas das 20 famílias selecionadas, das 196 famílias avaliadas e das testemunhas utilizadas. As altas produtividades médias obtidas, associadas aos altos valores das estimativas dos parâmetros genéticos, evidenciam o alto potencial da variedade São Francisco, o que justifica a continuidade do programa de melhoramento. Nota-se, na Tabela 2, que a produtividade média de espigas no ciclo VIII foi de 6.659kg/ha, com variação de 3.283kg/ha a 8.986kg/ha, sendo semelhante àquela obtida no ciclo IX, a qual foi de 6.463kg/ha, com variação de 4.098kg/ha a 8.153kg/ha. A média das famílias selecionadas no ciclo VIII (8.600kg/ha) superou em 10% aquela encontrada para o ciclo IX. No entanto, comparando-se essas médias em relação às testemunhas BR 201 e BR 106, dentro de cada ciclo, detectam-se acréscimos maiores no ciclo IX em relação ao VIII. Dessa forma, no ciclo VIII as progênies selecionadas superaram em 14% e 10% as testemunhas BR 201 e BR 106, respectivamente. Esses acréscimos, no ciclo IX, foram de 19% e 34%, em relação às BR 201 e BR 106, respectivamente, indicando que as famílias selecionadas no ciclo IX exibiram maiores acréscimos em relação às testemunhas. Desta forma, no final de cada ciclo de seleção, as famílias superiores estão sendo recombinadas para gerar novo material com melhor capacidade adaptativa e produtiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, P. A. de. Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS 39 em diferentes condições de ambiente.** Lavras: ESAL, 1986. 68p. Tese de mestrado.
- CARVALHO, H. W. L. de.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X. dos.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.** Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho BR 5028 - São Francisco, no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.29, n.11 - p. 1727-1733. 1994.
- CARVALHO, H. W. L. de.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X. dos.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.** Potencial genético da população de milho (*Zea mays* L. 'CMS 33') para fins de melhoramento no Nordeste brasileiro. **Ciência e Prática.** Lavras, v.19, n. 1, p.37-42. 1995.
- CUNHA, M. A. P.** Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos de milho (*Zea mays* L.) ESALQ HV-1. Piracicaba: ESALQ, 1977. 84p. Tese de doutorado.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA, FILHO, J. B.** **Quantitative genetics in maize breeding:** 2. Ed., Iowa State Univ. Press, Ames (Iowa), 1988. 486p.
- PACHECO, C. A. P.** Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS - 39 em diferentes condições de ambiente - 2^o ciclo de seleção. Lavras: ESAL, 1987. 109p. Tese de mestrado.
- PATERNIANI, E.** Avaliação de método de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ, 1968. Tese de mestrado.
- PATERNIANI, E.** Selection among and with half - sib families in a brasilian populations of mayze (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.17, n. 3, p. 212-216, May/Jun. 1967.
- RAMALHO, M. A. P.** Eficiência relativa de alguns processos de seleção intra-populacional no milho baseados em famílias não endógamas. Piracicaba: ESALQ, 1977. 122p. Tese de mestrado.
- VENCOVSKY, R.** Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., ed. **Melhoramento e produção de milho no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1978. Cap. 5, p. 122-221.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao assistente de pesquisa **JOSÉ RAIMUNDO FONSECA FREITAS** pela participação efetiva durante toda a fase de execução dos trabalhos.

TABELA 1. Quadrados médios das análises de variância conjuntas (g/planta)², médias de produção (g/planta) e coeficiente de variação. Neópolis e Lagarto, 1994 e 1995.

| F. V. | G. L. | 1994 ciclo VIII | 1995 ciclo IX |
|----------------------|-------|--------------------|------------------|
| Tratamentos (ajust.) | 195 | 1449,4** | 966,6** |
| Interação (T x L) | 195 | 696,2** | 678,7** |
| Erro efetivo médio | 390 | 165,2 | 200,3 |
| Médias | | 130,5 | 127,0 |
| C. V. (%) | | 9,9 | 11,1 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 2. Produtividades médias (kg de espigas/ha) das 20 famílias selecionadas dentre as 196 famílias avaliadas, das testemunhas BR 201 e BR 106 e a amplitude de variação obtidos nos anos de 1994 e 1995.

| Família selecionada | 1994 (Ciclo VIII) | Família selecionada | 1995 (Ciclo IX) |
|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 118 | 8.986 | 137 | 8.153 |
| 145 | 8.221 | 143 | 8.088 |
| 176 | 8.625 | 114 | 8.070 |
| 157 | 8.582 | 51 | 8.048 |
| 56 | 8.481 | 115 | 7.991 |
| 181 | 8.334 | 182 | 7.966 |
| 191 | 8.250 | 133 | 7.908 |
| 86 | 8.174 | 87 | 7.904 |
| 183 | 8.139 | 79 | 7.859 |
| 33 | 8.132 | 123 | 7.815 |
| 151 | 8.115 | 34 | 7.797 |
| 11 | 8.034 | 102 | 7.767 |
| 76 | 8.029 | 186 | 7.759 |
| 152 | 7.974 | 60 | 7.673 |
| 109 | 7.923 | 147 | 7.657 |
| 190 | 7.917 | 47 | 7.624 |
| 64 | 7.890 | 129 | 7.580 |
| 36 | 7.886 | 183 | 7.472 |
| 25 | 7.854 | 109 | 7.453 |
| 101 | 7.840 | 85 | 7.423 |
| Média | 8.600 | | 7.800 |
| Média (196 famílias) | 6.659 | | 6.463 |
| BR 201 | 7.539 | | 6.551 |
| BR 106 | 7.771 | | 5.790 |
| Amplitude de variação | 3.283 a 8.986 | | 4.098 a 8.153 |

TABELA 3. Estimativas obtidas na análise de variância conjunta referentes à variância genética entre progênies (σ^2_p), variância genética aditiva (σ^2_A), variância da interação progênie x local (σ^2_{pl}), coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias de progênies (h^2_m), coeficiente de herdabilidade para seleção massal (h^2), coeficiente de variação genética (CVg), e ganhos* genéticos entre e dentro de progênies de meios-irmãos (Gs), considerando o caráter peso de espigas na população de milho BR 5028-São Francisco. Neópolis e Lagarto, SE, 1994 e 1995.

| Ano/ciclo | σ^2_p | σ^2_A | σ^2_{pl} | h^2_m | h^2 | CVg | Gs* entre | | Gs* dentro | |
|------------------|-------------------------|--------------|-----------------|---------|-------|------|------------|------|------------|------|
| | (g/planta) ² | | | (%) | | | (g/planta) | (%) | (g/planta) | (%) |
| 1994/ ciclo VIII | 188,3 | 753,2 | 265,3 | 52,0 | 43,4 | 10,5 | 17,4 | 13,3 | 14,5 | 11,1 |
| 1995/ ciclo IX | 71,9 | 287,8 | 239,4 | 29,8 | 15,2 | 6,7 | 8,1 | 6,4 | 5,0 | 3,9 |

* Para o cálculo dos ganhos considerou-se a relação $\sigma^2_d = 10\sigma^2_e$, sendo σ^2_d a variância dentro e σ^2_e a variância do erro.