

MELHORAMENTO GENÉTICO DA CULTIVAR DE MILHO BR 5033-ASA BRANCA NO NORDESTE BRASILEIRO¹

HÉLIO WILSON LEMOS DE CARVALHO², MANOEL XAVIER DOS SANTOS³,
MARIA DE LOURDES DA SILVA LEAL² e PAULO CESAR LEMOS DE CARVALHO⁴

RESUMO - Cinco ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos foram praticados na cultivar de milho BR 5033-Asa Branca, no período de 1993 a 1997, no Nordeste brasileiro, visando à obtenção de material mais produtivo do que o atual, e mais adaptável às condições edafoclimáticas da região. As 196 progênies foram avaliadas em látice 14 x 14, com duas repetições, efetuando-se as recombinações dentro do mesmo ano agrícola, de modo a se obter uma geração por ano. A variabilidade genética da cultivar decresceu à medida que avançaram os ciclos de seleção; essa redução foi mais acentuada nos ciclos III e IV, quando a seleção foi efetuada em dois e três locais, respectivamente, e esteve menos influenciada pela interação progênies x locais. As altas magnitudes dos parâmetros genéticos mostraram que a cultivar BR 5033 possui alta variabilidade genética, a qual fornece perspectiva de aumentos subseqüentes de produção por seleção, o que, juntamente com o bom rendimento apresentado, e a sua precocidade, faz dessa cultivar alternativa importante para a agricultura nordestina.

Termos para indexação: progênies de meios-irmãos, interação genótipo-ambiente, variação genética, métodos de melhoramento.

GENETIC IMPROVEMENT OF THE BR 5033-ASA BRANCA CORN CULTIVAR IN THE BRAZILIAN NORTHEAST REGION

ABSTRACT - Five cycles of selection were carried out among and within progenies of half-sibs on the BR 5033-Asa Branca corn cultivar, within the 1993 to 1997 period, in the Northeast Brazil, in order to obtain a germplasm more productive and better adapted to the ecological conditions of the region. The progenies were evaluated in a lattice 14 x 14, with two replications, using the recombination in the same agricultural year, aiming to obtain a generation per year. The genetic variability of the cultivar decreased as the cycles of selection advanced; this reduction was more pronounced in the cycles III and IV, when the selection was done in two and three places, respectively, and was less influenced by the interaction of progenies x places. The high magnitudes of the genetic parameters have shown that the cultivar BR 5033 has a high genetic variability, that gives perspective of subsequent gains in the production by selection, that associated to a good yield and to its precocity, makes this cultivar to be an important alternative for the agriculture in the Northeast.

Index terms: progenies of half-sibs, genotype environment interaction, genetic variation, breeding methods.

INTRODUÇÃO

A cultivar BR 5033-Asa Branca detém características de milho moderno, bom potencial para a produtividade e boa adaptabilidade e estabilidade, conforme demonstrado em trabalhos de competição de cultivares realizados no Nordeste brasileiro (Carvalho et al., 1992; Cardoso et al., 1997). Vale ressaltar, também, que, essa cultivar, após ser submetida a três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de

¹ Aceito para publicação em 8 de dezembro de 1999.

² Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC), Av. Beira-Mar 3250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970 Aracaju, SE. E-mail: helio@cpac.embrapa.br, lurdirha@cpac.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 42, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG. E-mail: xavier@cnpmc.embrapa.br

⁴ Eng. Agrôn., M.Sc., Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), CEP 4438-000 Cruz das Almas, BA.

meios-irmãos, no período de 1987 a 1989 (Carvalho et al., 1995), demonstrou possuir, além de excelente precocidade, bom potencial para a produtividade, pois apresentou um ganho ciclo/ano de 16,76%, durante três ciclos de seleção. Tais resultados refletem o seu bom potencial genético em responder à seleção para aumento da produção de grãos, levando os autores a concluírem que substanciais progressos poderão advir com a continuidade do programa de melhoramento.

O método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos é de fácil execução e permite a obtenção de progressos de forma mais rápida, pela possibilidade de realização de uma geração/ano. Além do trabalho realizado por Carvalho et al. (1995), diversos outros relatados na literatura têm demonstrado resultados altamente satisfatórios, com uso da mesma metodologia. Inicialmente, Paterniani (1967) obteve um ganho médio, por ciclo, de 13,6%, num período de três ciclos de seleção com vistas à produtividade, com a população Dente Paulista. No Nordeste brasileiro, Carvalho et al. (1994) detectaram progresso médio de 10,60%, por ciclo, durante três ciclos, com a cultivar BR 5028-São Francisco. Prosseguindo com o melhoramento dessa cultivar, Carvalho et al. (1998b) obtiveram progresso médio de 29,80%, por ciclo, durante quatro ciclos, alcançando nos ciclos VI e VII progressos de 53,0% e 31,6%. Os ciclos VIII e IX apresentaram ganhos de 24,4% e 11,3%, respectivamente. O decréscimo, em relação aos ciclos VI e VII, segundo os autores, devem-se principalmente ao fato de os ciclos VIII e IX terem sido realizados em dois locais.

Hallauer & Miranda Filho (1988), em levantamento efetuado no exterior, envolvendo 99 trabalhos, também comprovaram a eficiência desse método de seleção, comentando que além de sua praticidade, ele é capaz de manter suficiente variabilidade genética para propiciar progressos no decorrer dos ciclos de seleção. Ramalho (1977), em um levantamento realizado no Brasil, até 1976, mostrou que valores referentes à variância genética aditiva, do caráter peso de grãos oscilaram de 41,0 (g/planta)² a 758,9 (g/planta)², com médias de 420,0 (g/planta)², e enfatiza que esta é a parte herdável da variância genética, a única aproveitável na seleção. Aguiar (1986) e Pacheco (1987) encontraram estimativas dessa variância que

oscilaram de 118,74 (g/planta)² a 750,0 (g/planta)², com progênies de meios-irmãos dos ciclos original e I da população CMS 39. Resultados mais expressivos foram obtidos por Lordello (1982), com as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, sendo de 1.995 (g/planta)² e 1.726 (g/planta)², respectivamente, em um só local. Carvalho et al. (1994, 1995) encontraram valores de 313,2 e 625,51 (g/planta)² com as cultivares BR 5028 e BR 5033. Recentemente, Carvalho et al. (1998b) encontraram estimativas, quanto a essa variância, que oscilaram de 287,8 (g/planta)², na média de dois locais, a 1.827,1 (g/planta)², em um local, com a cultivar BR 5028-São Francisco. Em todos esses exemplos, os autores detectaram suficiente variabilidade genética nesses materiais.

O Nordeste brasileiro, com cerca de 3 milhões de hectares destinados ao plantio do milho, com rendimento médio variando de 640 a 900 kg/ha, importa grande quantidade desse produto para suprir a demanda regional, a qual vem crescendo anualmente, em razão do crescente aumento da indústria de aves e suínos, onde entra como componente básico na formulação de rações. Em razão de a maioria dos agricultores nordestinos terem limitação de capital, o que os impede de investir em tecnologia de produção, a utilização de cultivares melhoradas, de ciclo precoce, produtivas e adaptadas, torna-se fator preponderante para o desenvolvimento do milho nas pequenas e médias propriedades rurais.

Desenvolveu-se este trabalho visando obter uma cultivar de milho mais produtiva e melhor adaptada às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, em comparação com as importantes cultivares já em uso.

MATERIAL E MÉTODOS

A população Pool 17, com características de ciclo precoce e grãos duros, foi introduzida na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, onde sofreu um ciclo de seleção massal, recebendo a denominação de CMS-33 (Naspolini Filho et al., 1986). Em 1983/84, foram avaliadas 400 progênies S1, tendo-se recombinado duas vezes as 40 progênies S1 superiores. Uma amostra desse material foi recebida pela Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros, para iniciar o programa de melhoramento para a Região Nordeste do Brasil.

Após ser submetida a três ciclos de seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos, no período de 1987 a 1989 (Carvalho et al., 1995), no Estado de Sergipe, a população CMS-33 passou por três ciclos de seleção massal simples no período de 1990 a 1992. No último ano de seleção massal, foram retiradas 196 progênes de meios-irmãos para reiniciar o programa de melhoramento, utilizando-se o esquema de seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos. Foram selecionadas plantas competitivas, prolíficas, bem empalhadas, com baixa altura da planta e da inserção da primeira espiga; de grãos duros, amarelos. A seguir, foram realizados os ciclos de seleção 0, I e II, em Neópolis (1993, 1994 e 1995), III em Umbaúba e Nossa Senhora das Dores (1996) e IV, em Umbaúba, Nossa Senhora das Dores e Cruz das Almas (1997).

Nos cinco ciclos foram avaliadas 196 progênes de meios-irmãos, em látice simples 14 x 14, com duas repetições. Cada parcela constou de uma fileira de 5,0 m de comprimento, com espaço de 0,90 m entre uma e outra, e 0,20 m entre covas nas fileiras. Foram colocadas duas sementes por cova, e após o desbaste deixou-se apenas uma planta por cova. Após a realização dos ensaios, foi praticada uma intensidade de seleção de 10%, entre progênes. As progênes selecionadas foram recombinadas em lotes isolados por despendoamento, onde foram selecionadas 196 novas progênes, correspondendo à intensidade de seleção de 10% dentro de progênes, no mesmo ano agrícola. Todos os ensaios e campos de recombinação receberam adubação de N e P, usando-se 80 kg/ha de N e 100 kg/ha de P₂O₅, nas formas de uréia e superfosfato simples. Todo o P foi aplicado na semeadura, na época do plantio, e o N, em cobertura, na terceira e quinta semana, após o plantio.

Em todos os ensaios, foram tomados os pesos das espigas, os quais foram ajustados para o nível de 15% de umidade. Realizou-se, inicialmente, a análise, por local, segundo o esquema em látice. Nos anos de 1996 e 1997, quando foram utilizados dois e três locais, respectivamente, após a análise por local, procedeu-se à análise de variância conjunta, a partir das médias ajustadas dos tratamentos, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. Os quadrados médios das análises de variância por local e conjunta foram ajustados para o nível de indivíduos, e obtiveram-se, todas as variâncias nesse nível e expressas em (g/planta)², conforme Vencovsky (1978).

Embora as análises tenham sido feitas em látice, as estimativas dos componentes da variância foram baseadas nas esperanças dos quadrados médios para blocos casualizados, usando-se os quadrados médios de tratamentos, ajustados, e o erro efetivo de látice, conforme metodologia descrita por Vianna & Silva (1978).

Estimaram-se os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito de médias de famílias (h^2_m) e de plantas (h^2) pelas expressões $\sigma^2_p / \sigma^2_{\bar{F}}$ e σ^2_A / σ^2_F , respectivamente, conforme apresentado por Santos & Napolini Filho (1986). O índice de variação b foi determinado pelo quociente CVg/CVe.

Foram estimados os ganhos de seleção, de acordo com Vencovsky (1978), apresentado por Santos & Napolini Filho (1986):

$$\Delta g = K' \frac{(1/4)\sigma^2_A}{\sigma_{\bar{F}}} + K'' \frac{(3/8)\sigma_A}{\sigma_d}, \text{ sendo:}$$

Δg : progresso genético esperado com a seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos;

K' : diferencial de seleção estandardizado, correspondente a uma intensidade de seleção de 10% ($K' = 1,755$);

K'' : diferencial de seleção estandardizado, correspondente a uma intensidade de seleção de 10% ($K'' = 1,755$);

$\sigma_{\bar{F}}$: desvio-padrão fenotípico entre médias de progênes de meios-irmãos;

σ_d : desvio-padrão fenotípico dentro de diferentes progênes de meios-irmãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância por local (ciclos 0, I e II) e conjuntas (ciclos III e IV) revelaram diferenças significativas entre as progênes, evidenciando, assim, a presença de variabilidade genética entre elas (Tabela 1). Esse fato, e o bom desempenho produtivo das progênes (Tabela 2), expressam a possibilidade de sucesso na seleção. Foram observados, também, nos ciclos III e IV, efeitos significativos da interação progênes x locais, o que denota comportamento diferenciado das progênes em face das variações ambientais. A importância da interação progênes x locais vem sendo testada em trabalhos correlatos de melhoramento no Nordeste brasileiro, conforme citam Carvalho et al. (1994, 1995, 1998a). A amplitude de variação encontrada nos coeficientes de variação foi de 9,9% a 14,5%, sendo, assim, segundo a classificação proposta por Scapim et al. (1995), considerados como médias, no tocante ao caráter peso das espigas, conferindo boa precisão aos ensaios, o que é bastante desejável, porque ela permite a obtenção de melhor resposta à seleção.

As progênes avaliadas apresentaram produtividade média de 5.506 kg/ha de espiga, com variação de 4.630 kg/ha (ciclo II) a 6.756 kg/ha (ciclo 0), evi-

denciando, assim, boa adaptação da cultivar BR 5033 na região (Tabela 2). Essas progênies produziram -7,7%, -5,0%, -2,3%, +4,5% e +11,5%, em relação à cultivar testemunha BR 106, nos ciclos 0, I, II, III e IV, respectivamente. Nesses respectivos ciclos, as progênies selecionadas superaram a testemunha BR 106 em 14,3%, 16,8%, 32,0%, 26,2% e 36,3%. As progênies avaliadas mostraram produtividades relativas de -13,4%, -13,6% e -23,6%, respectivamente, nos ciclos 0, I e II, em relação ao híbrido triplo BR 3123, nos ciclos III e IV, foram de -16,7% e -12,9%. As progênies selecionadas mostraram acréscimos relativos aos híbridos BR 201, nos ciclos 0, I e II de 7,3%, 5,5% e 3,2% e BR 3123, nos ciclos III e IV de 0,7% e 6,4%, respectivamente. A progênie mais produtiva apresentou acréscimos de 27,3% e 19,4% (ciclo original), 27,8% e 16,2% (ciclo I) e 45,6% e 13,9% (ciclo II) em relação às testemunhas BR 106 e BR 201, nos ciclos 0, I e II, respectivamente. Esses acréscimos relativos à cultivar BR 106 e ao híbrido BR 3123 foram de 36,4% e 8,8%, no ciclo III e, 57,0% e 22,6%, no ciclo IV, mostrando, assim, que progênies mais produtivas foram obtidas no decorrer dos ciclos de seleção, e evidenciando, mais uma vez, o potencial da produtividade do material em estudo.

As estimativas dos parâmetros genéticos, em todos os ciclos de seleção, constam na Tabela 3. As magnitudes dessas estimativas mostraram que-

da da variabilidade no decorrer dos ciclos de seleção; essa redução foi mais significativa nos ciclos III e IV, por terem sido realizados em dois e três locais, respectivamente, ficando, portanto, menos influenciado pela interação progênies x locais. Fato semelhante foi observado por Aguiar (1986) e Pacheco (1987), com os ciclos original e primeiro da população CMS 39, em três e dois locais, respectivamente; Carvalho et al. (1994, 1995) com as cultivares BR 5028 e BR 5033, respectivamente, em dois locais, e por Carvalho et al. (1998b), nos ciclos VIII e IX, em dois locais, com a cultivar BR 5028. As reduções observadas na variância genética entre progênies de meios-irmãos estão coerentes com as registradas em trabalhos de melhoramento similares, nos quais maior decréscimo têm ocorrido do material original para o ciclo I (Santos & Naspolini Filho, 1986; Pacheco, 1987; Carvalho et al., 1994, 1995) apesar de Segovia (1976) e Sawazaki (1979) detectarem incrementos significativos, dessa variância, do ciclo original ao ciclo I. Segovia (1976) afirmou que esse fato se deve à origem híbrida da cultivar em estudo, cujo ciclo original corresponde à geração F_2 , e que expressou toda sua potencialidade no ciclo I, à semelhança do que ocorreu com a cultivar IAC Maia (Sawazaki, 1979), que também é de origem híbrida e corresponde à geração F_2 no ciclo original.

TABELA 1. Quadrados médios das análises de variância por local e conjunta (g/planta), médias de produção (g/planta) e coeficientes de variação. Ciclo 0, Neópolis, 1993; Ciclo I, Neópolis, 1994; Ciclo II, Neópolis, 1995; Ciclo III, Umbaúba e Nossa Senhora das Dores, 1996; Ciclo IV, Umbaúba, Neópolis, Nossa Senhora das Dores, 1997.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Ciclo 0	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Local	1(2) ¹	-	-	-	216.282,4**	70.974,5**
Tratamento (ajustados)	195	1.595,1**	1.005,8**	798,8**	269,2**	379,4**
Interação (TXL)	195(380) ¹	-	-	-	228,7**	328,6**
Erro efetivo	169	304,1	235,6	239,2	-	-
Erro efetivo médio	390 (585) ¹	-	-	-	157,1	101,3
Médias		143,6	142,1	106,6	96,9	100,7
C.V. (%)		12,1	10,8	14,5	12,9	9,9
Eficiência do látice (%)		102,1	132,8	102,7	-	-

¹ Os valores entre parênteses referem-se aos graus de liberdade da análise de variância conjunta do ciclo IV (três locais).

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As estimativas de variância genética aditiva mostraram que houve uma redução de 41,4% do ciclo 0 ao ciclo I e de 27,3% do ciclo I ao ciclo II. Vale ressaltar que esses três ciclos iniciais foram realizados em um só local, e que, portanto, suas estimativas foram influenciadas pelo componente da interação progênie x local. Reduções nas estimativas dessa variância do ciclo original ao ciclo I têm sido mostra-

das por Weibel & Lonquist (1967), Paterniani (1968), Cunha (1976), Carvalho et al. (1994, 1998a), Pommer et al. (1976) e Santos & Naspolini Filho (1986), evidenciando que a redução mais significativa da variabilidade genética ocorreu do ciclo original para o ciclo I. Tal fato tem sido ressaltado por Ramalho (1977) como resultante da utilização máxima da variabilidade livre existente no ciclo original, e como corres-

TABELA 2. Comparação das produtividades médias das progênies avaliadas e selecionadas nos ciclos 0, I, II, III e IV de seleção com as testemunhas BR 106 (cultivar), BR 201 (híbrido duplo) e BR 3123 (híbrido triplo), e médias ajustadas das progênies avaliadas em relação à cultivar BR 106. Região Nordeste do Brasil, 1993 a 1997.

Ciclo	Materiais	Produtividade média (kg/ha)	Médias ajustadas (kg/ha)	Amostragem em relação às testemunhas		
				BR 106	BR 201	BR 3123
0	BR 106	7.320	-	100,0	-	-
	BR 201	7.800	-	-	100,0	-
	Média das progênies avaliadas ¹	6.756	4.976,8	92,3	86,6	-
	Média das progênies selecionadas ²	8.369	-	114,3	107,3	-
	Progênie menos produtiva	4.627	-	58,3	54,7	-
	Progênie mais produtiva	9.318	-	127,3	119,4	-
I	BR 106	5.604	-	100,0	-	-
	BR 201	6.162	-	-	100,0	-
	Média das progênies avaliadas ¹	5.325	5.261,8	95,0	86,4	-
	Média das progênies selecionadas ²	6.505	-	116,8	105,5	-
	Progênie menos produtiva	2.575	-	45,9	41,8	-
	Progênie mais produtiva	7.163	-	127,8	116,2	-
II	BR 106	4.740	-	100,0	-	-
	BR 201	6.060	-	-	100,0	-
	Média das progênies avaliadas ¹	4.630	5.430,8	97,7	76,4	-
	Média das progênies selecionadas ²	6.256	-	132,0	103,2	-
	Progênie menos produtiva	2.543	-	53,6	42,0	-
	Progênie mais produtiva	6.904	-	145,6	113,9	-
III	BR 106	5.320	-	100,0	-	-
	BR 3123	6.670	-	-	-	100,0
	Média das progênies avaliadas ¹	5.557	5.777,8	104,5	-	83,3
	Média das progênies selecionadas ²	6.715	-	126,2	-	100,7
	Progênie menos produtiva	3.478	-	65,4	-	52,1
	Progênie mais produtiva	7.255	-	136,4	-	108,8
IV	BR 106	4.720	-	100,0	-	-
	BR 3123	6.045	-	-	-	100,0
	Média das progênies avaliadas ¹	5.263	6.083,8	111,5	-	87,1
	Média das progênies selecionadas ²	6.433	-	136,3	-	106,4
	Progênie menos produtiva	3.738	-	79,2	-	61,8
	Progênie mais produtiva	7.413	-	157,0	-	122,6

¹ 196 progênies avaliadas.

² 20 progênies selecionadas.

pondente à segregação entre blocos poligênicos. A partir do primeiro ciclo, é utilizada a variabilidade latente, presente dentro de blocos poligênicos e que vai sendo liberada gradativamente mediante permuta genética. As estimativas dessa variância obtidas nesses ciclos iniciais superaram as relatadas por Ramalho (1977), Carvalho et al. (1994, 1995, 1998a, 1998b), e foram compatíveis com as obtidas por Lordello (1982). As reduções observadas nas estimativas dessa variância nos ciclos III e IV já eram esperadas, em razão não só da exploração da variabilidade livre no ciclo inicial, conforme discutido, mas também por serem as avaliações das progênies realizadas em mais de um local, tornando as estimativas menos inflacionadas pelo componente da interação progênies x local. As magnitudes das estimativas obtidas nesses últimos ciclos estão no limite inferior da relatada em levantamento realizado por Ramalho (1977). Segundo Paterniani (1968), é do máximo interesse que a variância aditiva permaneça tão alta quanto possível, para permitir a obtenção de progressos substanciais por seleção. De acordo com o referido autor, esse método de seleção reduz muito essa variância, sobretudo no primeiro ciclo de seleção, apesar de, mesmo ocorrendo redução, terem sido observados ganhos satisfatórios, a exemplo dos relatados por Weibel & Lonquist (1967) e Segovia (1976).

As estimativas das variâncias da interação progênies x locais foram maiores que as respectivas

estimativas das variâncias genéticas entre progênies, o que evidencia comportamento diferenciado das progênies entre os locais (Tabela 3). Para Hallauer & Miranda Filho (1988), esse componente da variância pode atingir mais de 50% do valor de estimativa da variância genética entre progênies, e as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos em apenas um local são superestimados, dada a existência do componente de variação resultante da interação progênies x locais, que não pode ser isolado.

Os valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito com médias de progênies de meios-irmãos (h^2_m) superaram os obtidos com plantas (h^2), sugerindo, assim, que a seleção com progênies de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção massal, à semelhança do observado em trabalhos similares (Sawazaki, 1979; Santos & Naspolini Filho, 1986; Carvalho et al., 1994, 1995, 1998a, 1998b). Ressalta-se que os valores mais altos foram registrados nos ciclos 0, I e II, realizados em um só local, e são compatíveis com os obtidos por Rissi (1980) e Lordello (1982). Os valores do coeficiente de variação genética refletem também queda na variabilidade no decorrer dos ciclos de seleção, e expressam maior variabilidade nos ciclos 0, I e II, realizados em um só local, e os valores registrados são coerentes com os encontrados por Paterniani (1967, 1968). Mesmo assim, esses valores devem ser considera-

TABELA 3. Estimativas obtidas, referentes à variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}^2_p$), à variância genética aditiva ($\hat{\sigma}^2_A$), à variância da interação ($\hat{\sigma}^2_{pxl}$), ao coeficiente de herdabilidade no sentido restrito de médias de progênies (\hat{h}^2_m), e, quanto à seleção massal (\hat{h}^2), aos coeficientes de variação genética (CV_g), aos índices de variação (\hat{b}) e aos ganhos¹ genéticos entre e dentro de progênies de meios-irmãos (G_s), considerando o caráter peso da espiga. Região Nordeste do Brasil, 1993 a 1997.

Ciclos	$\hat{\sigma}^2_p$	$\hat{\sigma}^2_A$	$\hat{\sigma}^2_{pxl}$	\hat{h}^2_m	\hat{h}^2	CV_g	\hat{b}	Gs entre (g/planta)	Gs entre (%)	Gs dentro (g/planta)	Gs dentro (%)	Gs total (%)
	----- (g/planta) ² -----			----- (%) -----								
0	645,5	2.583,2	-	80,9	89,9	17,7	1,4	40,1	27,9	37,7	26,6	54,5
I	384,9	1.539,6	-	76,5	74,5	13,8	1,3	30,1	21,1	25,9	27,5	48,6
II	279,8	1.119,2	-	70,0	55,3	15,7	1,1	24,6	23,4	18,5	18,5	40,7
III	10,2	41,1	35,8	15,2	3,2	3,3	0,3	2,2	2,3	0,8	0,8	3,2
IV	8,5	34,0	113,7	13,4	3,8	2,9	0,3	0,6	0,6	0,8	0,8	1,4

¹ Para cálculo dos ganhos, considerou-se a relação $\sigma^2_d = 10\sigma^2_e$, conforme Gardner (1961).

dos satisfatórios, e possibilitam a obtenção de ganhos genéticos. Os índices b retratam condição mais favorável para a seleção por local.

A estimativa dos progressos genéticos esperados com a seleção entre e dentro das progêneses considerando a média dos ciclos 0, I e II – realizada em um só local, foi de 47,9%, e portanto, superior à estimativa relatada por Paterniani (1968), Carvalho et al. (1994, 1995, 1998b) e Santos & Napolini Filho (1986), e inferior quando os progressos genéticos são comparados com os registrados por Lordello (1982). Nos ciclos III e IV, as estimativas de ganhos obtidos na média de dois e três locais, respectivamente, foram de 3,2% (ciclo III) e 1,4% (ciclo IV), e o valor médio obtido nesses dois ciclos, foi de 2,3%, compatível, portanto, com o detectado por Segovia (1976), na cultivar Centralmex (seis ciclos), e inferior ao relatado por Paterniani (1968), que obteve, no milho Priamex, melhoramento médio por ciclo de 3,79%. As diferenças nos ganhos esperados em relação aos ciclos III e IV devem-se principalmente ao fato de os ciclos 0, I e II terem sido realizados em apenas um local, capitalizando o efeito de interação progêneses x locais. Segundo Santos & Napolini Filho (1986), inúmeros trabalhos têm apresentado progressos esperados com a seleção entre e dentro de progêneses de meios-irmãos e uso de sementes remanescentes, sendo, porém, um ciclo completado em dois anos (Webel & Lonquist, 1967; Paterniani, 1968; Segovia, 1976; Aguillar Moran, 1984). Os resultados encontrados neste trabalho, nos ciclos 0, I e II, realizados em apenas um local foram superiores aos encontrados pelos autores citados, destacando-se, ainda, a superioridade quando são feitas comparações de um ano para dois anos. Vale ressaltar também que os ganhos obtidos com a seleção entre progêneses de meios-irmãos e com a seleção massal foram equivalentes no ciclo original. No ciclo I, constatou-se uma melhor eficiência da seleção massal dentro de famílias. Nos ciclos II, III e IV obteve-se uma maior eficiência com a seleção entre famílias, principalmente, nos dois últimos ciclos, o que é concordante com os relatos de Santos & Napolini Filho (1986) e Carvalho et al. (1994, 1995, 1998a, 1998b).

Considerando que as diferenças entre as médias da testemunha comum BR 106 refletiram as diferenças ambientais, pode-se ajustar as médias dos ciclos

das progêneses avaliadas para torná-las compatíveis. Desta forma, o ganho acumulado obtido nos cinco ciclos de seleção foi de 1.107 kg/ha, equivalente a 22,24%, o que fornece ganho/ciclo/ano de 221,4 kg/ha, correspondendo a 4,45%. Na Fig. 1, observa-se que as produtividades médias obtidas nos diferentes ciclos de seleção seguem a linha reta ($R^2 = 0,99$), obtendo-se excelente ajustamento linear, discordando de Paterniani (1968), o qual comenta que em trabalhos de seleção, os ganhos obtidos nos ciclos sucessivos são mais ou menos erráticos.

Na literatura, segundo Sawazaki (1979), verifica-se que na maioria dos casos, existe concordância entre os valores do ganho obtido e do ganho esperado, a exemplo dos resultados encontrados por Webel & Lonquist (1967), que obtiveram ganho genético esperado de 8,39% e observado de 9,44%, e por Segovia (1976), que obteve ganho esperado de 3,25% e observado de 3,30%, discordando dos resultados ocorridos no presente trabalho, em que o ganho médio esperado por ciclo foi de 29,68%, e o ganho/ciclo/ano foi de 4,45%, estando, portanto, o primeiro, superestimado em relação ao ganho obtido. Sawazaki (1979) comenta que Miranda Filho (1977, 1979) obteve também progresso esperado superestimado em relação

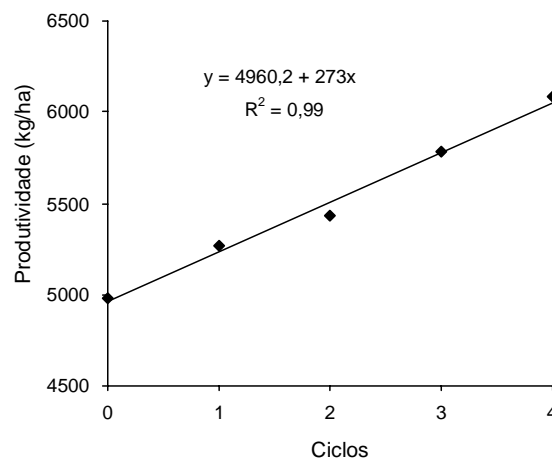


FIG. 1. Regressão da produtividade média ajustada das progêneses avaliadas, em função dos ciclos de seleção entre e dentro de progêneses de meios-irmãos da cultivar BR 5033-Asa Branca, nos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro.

ao progresso obtido com o milho IAC-I, sendo o valor do progresso esperado de 8,8% e o observado de 1,9%, nos oito primeiros ciclos de seleção.

Vale salientar que no decorrer dos ciclos de seleção, o melhoramento foi dirigido também para outros caracteres de interesse agrônomo, como a altura de plantas e de inserção da primeira espiga, acamamento e quebra do colmo, empalhamento, tipo e coloração dos grãos. As estimativas dos parâmetros genéticos obtidas com as progênies nos cinco ciclos de seleção estão, em média, acima das relatadas na literatura, o que, associado às produtividades médias das progênies, ressalta-se o potencial dessa cultivar e sua importância no prosseguimento do programa de melhoramento.

CONCLUSÕES

1. A alta capacidade produtiva associada à magnitude das estimativas dos parâmetros genéticos da cultivar BR 5033 evidencia sua resposta à seleção para aumento da produtividade.

2. A cultivar BR 5033, após vários ciclos de seleção com vistas à produtividade, torna-se mais produtiva.

3. Após ser submetida a sucessivos ciclos de seleção, a cultivar BR 5033-Asa Branca ainda mostra quantidade apreciável de variabilidade genética.

4. Os ganhos médios esperado e obtido com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos são de 29,68% e 4,45%, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P.A. **Avaliação de progênies de meios-irmãos de milho CMS-39 em diferentes condições de ambientes.** Lavras : ESAL, 1986. 68p. Dissertação de Mestrado.
- AGUILLAR MORAN, J.F. **Avaliação do potencial de linhagens e respectivos testadores obtidos de duas populações de milho (*Zea mays* L.).** Piracicaba : ESALQ, 1984. 118p. Dissertação de Mestrado.
- CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L. de; PACHECO, C.A.P.; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí, no biênio 1993/94. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.2, n.1, p.35-44, 1997.
- CARVALHO, H.W.L. de; MAGNAVACA, R.; LEAL, M. de L. da S. Estabilidade de produção de cultivares de milho no Estado de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.7, p.1073-1082, jul. 1992.
- 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.
- 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 famílias de meios-irmãos na população de milho BR 5011 no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.5, p.713-720, maio 1998a.
- 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, nov. 1994.
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; PACHECO, C.A.P. Melhoramento genético da variedade de milho BR 5028-São Francisco no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.441-448, abr. 1998b.
- CUNHA, M.A. **Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) ESALQ-HV-1.** Piracicaba : ESALQ, 1976. 84p. Tese de Doutorado.
- GARDNER, C.O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield corn. **Crop Science**, Madison, v.1, p.241-245, 1961.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding.** 2.ed. Ames : Iowa State University Press., 1988. 468p.
- LORDELLO, J.A.C. **Parâmetros genéticos das populações de milho Piraná VD-2 e Piraná VF-1.** Piracicaba : ESALQ, 1982. 70p. Dissertação de Mestrado.
- MIRANDA FILHO, J.B. **Avaliação de famílias de meios-irmãos na população de milho ESALQ PB-1.** Piracicaba : ESALQ, 1977. p.80-94. (Relatório Técnico-Científico, 11).

- MIRANDA FILHO, J.B. **Avaliação de famílias de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção da população ESALQ-PB1 de milho.** Piracicaba :ESALQ, 1979. p.149-158. (Relatório Técnico-Científico, 13).
- NASPOLINI FILHO, W.; VIANA, R.T.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R. Melhoramento da população de milho CMS-33 através dos métodos de seleção de progênies e de irmãos germanos. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo:** 1980-1984, Sete Lagoas, v.5, p.68, 1986.
- PACHECO, C.A.P. **Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambientes: 2º ciclo de seleção.** Lavras : ESAL, 1987. 100p. Dissertação de Mestrado.
- PATERNIANI, E. **Avaliação de métodos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento do milho (*Zea mays* L.).** Piracicaba : ESALQ, 1968. 92p. Dissertação de Mestrado.
- PATERNIANI, E. Selection among and within half-sibs families in a Brazilian population of mayze (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p.212-216, 1967.
- POMMER, C.V.; MIRANDA, L.T.; MIRANDA, L.C.E.; SAWAZAKI, E. Estimativas de parâmetros genéticos na população de milho IAC-1 Opaco 2. **Bragantia**, Campinas, v.36, p.197-205, 1976.
- RAMALHO, M.A.P. **Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endógamas.** Piracicaba : ESALQ, 1977. 122p. Tese de Doutorado.
- RISSI, R. **Estimação de parâmetros genéticos em duas sub-população da variedade de milho (*Zea mays* L.) Piranão.** Piracicaba : ESALQ, 1980. 92p. Dissertação de Mestrado.
- SANTOS, M.X. dos; NASPOLINI FILHO, V. Estimativas de parâmetros genéticos em três ciclos de seleção entre e dentro de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) dentado composto Nordeste. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.9, p.307-319, 1986.
- SAWAZAKI, E. **Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) Centralmex.** Piracicaba : ESALQ, 1979. 98p. Tese de Doutorado.
- SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P. de; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, maio 1995.
- SEGOVIA, R.T. **Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) Centralmex.** Piracicaba : ESALQ, 1976. 74p. Dissertação de Mestrado.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil.** Piracicaba : ESALQ, 1978. cap.5, p.122-201.
- VIANNA, R.T.; SILVA, J.C. Comparação de três métodos estatísticos de análise de variância em experimento em "látice" em milho (*Zea mays* L.). **Experientiae**, Viçosa, v.24, p.21-41, 1978.
- WEBEL, O.D.; LONQUIST, J.M. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.7, p.651-655, 1967.