

EFICIÊNCIAS RELATIVAS DOS PROCESSOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS EM POPULAÇÃO DE MILHO-PIPOCA¹

FREDERICO DE PINA MATTA²
JOSÉ MARCELO SORIANO VIANA³

RESUMO – Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos é o método de melhoramento intrapopulacional de milho mais utilizado, por ser simples, rápido e eficiente. Programas de melhoramento de populações de milho-pipoca são necessários para o desenvolvimento dessa cultura no País. Além de ser importador de grãos, poucas populações melhoradas, inclusive híbridos, estão disponíveis aos produtores. Objetivou-se com este trabalho elevar a capacidade de expansão (CE) e a produtividade de uma população de milho-pipoca em um programa de melhoramento intrapopulacional recorrente com base em progênies de meios-irmãos, e obter infor-

mações sobre as eficiências dos processos de seleção entre e dentro, com um ciclo anual. Foi verificada variabilidade genética para CE, peso de cem grãos e produção. A seleção entre com base em CE e produção e a seleção no lote de recombinação com base em CE elevaram a qualidade da população, mas não a produtividade. Embora a análise dos ganhos preditos em CE e produção tenha evidenciado maior eficiência da seleção entre, 89,5% do ganho realizado em CE foram devidos à seleção massal no lote. Portanto, pode-se praticar seleção com base em qualidade no lote de recombinação cultivado fora da estação.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Milho de pipoca, parâmetros genéticos, melhoramento intrapopulacional.

RELATIVE EFFICIENCIES OF BETWEEN AND WITHIN HALF-SIB FAMILIES SELECTION PROCESSES IN A POPCORN POPULATION

ABSTRACT – Half-sib selection is the most common maize intrapopulational breeding method, since it is simple, rapid and efficient. In Brazil, popcorn breeding programs are necessary to the development of this crop. Few commercial populations and hybrids are available. The objectives of this work were to increase grain yield and the expansion volume (EV) of a popcorn population, with half-sib selection in one-year cycle, and to obtain information about the efficiency of

between and within family selection. There is genetic variability in the population for EV, 100-grain weight and yield. The between and within selective procedures changed quality level, but not yield potential. Based on predicted gains for EV and yield, the between selection was more efficient. Nevertheless, 89.5% of the EV realized gain was due to within selection. Therefore, the within family selection based on EV can be made in the winter season.

INDEX TERMS: Popcorn maize, genetic parameters, intrapopulational breeding.

INTRODUÇÃO

Em contraste com o milho comum, usado para consumo humano e animal, o milho-pipoca é utilizado exclusivamente na alimentação humana. Em inúmeros países, tem enorme mercado consumidor, uma vez que é utilizado por crianças e adultos de todas as classes sociais. Segundo Sawazaki (1996), no Brasil, o milho-

pipoca não recebeu a mesma atenção dada ao milho comum, e pouco progresso foi obtido no seu melhoramento, devido ao número limitado de instituições e melhoristas envolvidos com essa cultura. Linares (1987) cita que as variedades brasileiras, pela escassez de trabalhos de melhoramento genético, apresentam alta va-

1. Parte da tese de M.S. em Genética e Melhoramento, pela UFV, do primeiro autor.

2. Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Curso de Genética e Melhoramento de Plantas – ESALQ/USP. fpmatta@bol.com.br

3. Engenheiro Agrônomo, D.S., Departamento de Biologia Geral - UFV, 36571-000 – Viçosa, MG. jmsviana@mail.ufv.br.

riabilidade, mesmo porque a diretriz dos programas existentes até então foi no sentido de produzir compostos com os materiais disponíveis, a partir dos quais buscou-se desenvolver cultivares superiores. A existência de ampla variabilidade genética e a reduzida correlação genética entre qualidade e produção, verificada em muitas populações, conduzem à hipótese de que há possibilidade de seleção de material com alta capacidade de expansão (CE) e produtividade elevada (Lira, 1983; Pacheco, 1987).

Entre os esquemas existentes para melhoramento intrapopulacional de milho, o método com base em progênies de meios-irmãos vem sendo o mais utilizado, devido à sua facilidade de condução e eficiência em incrementar a frequência de genes favoráveis nas populações, permitindo a obtenção de progressos de forma rápida, em virtude de se realizarem até duas gerações por ano, com a recombinação das progênies selecionadas fora da estação normal de cultivo (Paterniani & Campos, 1999). Paterniani (1967) obteve, após três ciclos de seleção em uma população de milho amarelo dentado, ganho médio de 13,6% em produção. O ganho realizado em produção na população Hays Golden, 9,44%, foi superior ao predito, de 8,39% (Webel & Lonnquist, 1967). Os autores verificaram ainda contribuições equivalentes dos processos de seleção entre e dentro (54% e 46% do ganho total, respectivamente). Por meio de outros resultados também, demonstra-se a importância da seleção dentro para o melhoramento da população. Dos ganhos em produção preditos por Paterniani (1967) e Lezcano (1976), 2,5% na população Centralmex e 12,8% na população Piramex, as contribuições da seleção dentro para o ganho total foram 42% e 60%, respectivamente. Em seu trabalho, Lezcano (1976) estimou em 35% a parte do ganho predito em produção devida à seleção dentro. Do ganho predito em produção, 8,15%, Lima (1977) estimou em aproximadamente 30% a parte devida à seleção dentro. Nesse mesmo trabalho, o autor verificou, após três ciclos, ganho realizado médio de 10,8%. Ganho médio em produção de magnitude equivalente, 10,6%, foi predito por Carvalho et al. (1994) também após três ciclos com a população BR 5028. O ganho dentro correspondeu, em média, a 31,2% do ganho total. Em três ciclos com a população EEL 4, Ferrão et al. (1995) obtiveram ganho predito médio em peso de espigas de 4,5%. Carvalho et al. (2000a) obtiveram ganho realizado de 3%, em média, após três ciclos, na produção de espigas da população CMS-453. Como esperado, esse valor foi inferior ao ganho predito, de 11,62%. Desse valor, 32% foi a parte predita atribuível à seleção dentro. Em relação à população CMS-52, o

ganho predito em peso de espigas por Carvalho et al. (2000b) foi de 12,3%, em média, também após três ciclos. A parte devida à seleção dentro foi 33,6%. Resultados indicadores da eficiência do método também foram obtidos com milho-pipoca. Pacheco et al. (1998) estimaram em relação à produção e CE ganhos de 3,06% e 16,8% na população CMS-42, e ganhos de 3,15% e 19,2% na população CMS-43, apenas com seleção entre. Utilizando vários índices de seleção, Granate et al. (2002) estimaram ganhos preditos com seleção entre na população CMS-43. Os valores para CE e produção variaram de 4% e 10,27% a 7,10% e 0,88%, respectivamente, dependendo do índice e das variáveis incluídas.

Com o presente trabalho objetivou-se elevar a qualidade e a produtividade da população de milho-pipoca Beija-Flor, em um programa de melhoramento intrapopulacional com base em progênies de meios-irmãos, e obter informações sobre as eficiências dos processos de seleção entre e dentro.

MATERIAL E MÉTODOS

Em julho de 1997, foram obtidas 196 famílias de meios-irmãos, em um lote isolado formado por plantas S_1 da população Beija-Flor, originária do Banco de Germoplasma do Programa de Melhoramento de Milho-Pipoca do Setor de Genética, do Departamento de Biologia Geral da UFV. As progênies selecionadas apresentavam grãos de coloração amarela e formato pérola. O teste foi instalado no delineamento em látice simples 14x14, em outubro de 1998, na Estação Experimental de Coimbra, MG. As parcelas corresponderam a fileiras de 5,0 m, espaçadas por 0,9 m. Após o desbaste, foram deixadas 25 plantas, totalizando uma densidade aproximada de 55.555 plantas/ha.

Para determinação de CE, foram retiradas amostras de 30 ml de grãos de cada parcela. Essas amostras de grãos tiveram seus respectivos pesos mensurados. Para o pipocamento, foi utilizada uma pipoqueira de ar quente, a Hot Air Popcorn Pumper H7340, da Proctor Silex, com 1250 watts de potência. O sistema empregado consiste em colocar os grãos no recipiente da pipoqueira quando a temperatura atinge 100°C. Esse processo de pré-aquecimento é recomendado pelos melhoristas de milho-pipoca, com o objetivo de se reduzir a variação existente entre as mensurações (Roshdy et al., 1984; Metzger et al., 1989; Song et al., 1991). Os dados de peso de espigas, produção de grãos e peso de cem grãos foram corrigidos para a umidade-padrão de 14,5%. Os dados de produção também foram corrigidos para o es-

tande ideal de plantas por parcela, pelo método da covariância (Vencovsky & Cruz, 1991). Os dados obtidos foram empregados para a estimação de parâmetros genéticos, visando a avaliar o potencial da população para melhoramento, a eficiência da seleção entre e os efeitos indiretos da seleção. As análises de variância e os cálculos dos índices de seleção foram realizados utilizando-se o programa GENES (Cruz, 1997).

O lote de recombinação foi instalado em junho de 1999. Visando à estimação das variâncias ambientais entre e dentro de famílias, foi utilizado como testemunha o híbrido simples modificado IAC 112. Esse lote foi constituído por 27 fileiras de 20 m, cada uma com 100 plantas. Dessas, 20 corresponderam às progênies selecionadas e seis foram fileiras de machos (método irlandês modificado). As fileiras foram separadas entre si por 0,9 m, totalizando uma densidade aproximada de 55.555 plantas/ha. Para mensuração de CE de plantas, foi utilizada amostra de 10 g de grãos, obedecendo aos mesmos procedimentos descritos anteriormente. O peso total de espigas de cada família também foi mensurado, com o objetivo de se verificar a correlação existente entre os resultados do teste e do lote, em relação às famílias selecionadas. Os dados de peso de espigas foram corrigidos para o estande ideal de plantas por parcela, pelo coeficiente de regressão entre peso de espigas e estande final da parcela.

Durante a fase de enchimento de grãos, foi realizada, dentro de cada família, uma seleção fenotípica, considerando desenvolvimento, prolificidade e resistência a pragas e doenças. Após a colheita, a seleção foi feita com base em tipo e cor dos grãos. O número de plantas por família a serem avaliadas foi reduzido a 20, para uma posterior seleção com base em CE. Para dar continuidade ao programa, foi realizada seleção massal com as 380 progênies avaliadas (uma família foi eliminada, pois não germinou), obtendo-se as 196 famílias superiores quanto à CE, para uso no próximo ciclo. Mensurações de CE também foram feitas em cada parcela da testemunha (a fileira foi dividida em duas), em dez plantas tomadas ao acaso. Para avaliação de produção de grãos, foram obtidas medidas individuais em cada família, de quinze plantas tomadas ao acaso. Mensurações individuais de produção também foram obtidas em cada parcela da testemunha, em cinco plantas tomadas ao acaso. Os dados do lote de recombinação foram utilizados para avaliar as eficiências dos processos de seleção massal e fenotípica dentro.

Os ganhos realizados foram computados com base em um teste de competição com a população original,

a obtida por seleção entre e a obtida por seleção entre e dentro, instalado em fevereiro de 2000, e em um teste do segundo ciclo, ambos instalados na Estação Experimental de Coimbra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em razão de perdas de parcelas ocorridas no teste de progênies, os dados foram analisados segundo o delineamento em blocos casualizados completos (Tabela 1). Para uma análise mais precisa, foi necessária a retirada de 22 famílias com variâncias entre repetições elevadas, sendo 12 para número de plantas e 10 para CE. Os testes nas análises de variância evidenciaram variabilidade genética apenas para CE, peso de cem grãos (PCG) e produção de grãos (PG). Por se tratar de uma população não melhorada, destaca-se por sua qualidade, bem superior à mínima recomendada para comercialização, 15 ml/ml (Pacheco et al., 1996), ou aproximadamente 18 ml/g, e por sua capacidade produtiva, superior à média geral do Ensaio Nacional de Milho-Pipoca, no ano agrícola 91/92, que foi de 2.075 kg/ha, no qual a cultivar mais produtiva produziu 3.058 kg/ha (Pacheco, 1992).

A população não tem porte elevado (altura de planta de 1,72 m; coeficiente de variação - CV = 13,0%; altura de espiga de 0,84 m; CV = 16,1%). Os percentuais de plantas acamadas (34%; CV = 66,9%), plantas quebradas (16%; CV = 74,0%), espigas mal-empalhadas (11%; CV = 158,9%), espigas atacadas por pragas (21%; CV = 77,0%) e espigas atacadas por doenças (17%; CV = 84,9%) não são irrelevantes, requerendo atenção durante o processo de melhoramento. Os valores observados por Pacheco et al. (1998) de acamamento, quebramento e espigas doentes para as populações CMS-42 e CMS-43 são, aproximadamente, 4,6%, 4,6%, 22,8%, 15,8%, 9,8% e 7,1%. O índice de prolificidade foi de 1,20 (CV = 33,5%). É uma população de grãos pequenos (peso de cem grãos de 13,7 g; CV = 14,1%). Levando-se em conta também os valores máximos de CE e produção, pode-se afirmar que é uma população de potencial para melhoramento. Em relação a 196 progênies das populações CMS-42 e CMS-43, Pacheco et al. (1998) obtiveram mínimos de CE de 8,9 ml/ml (10,7 ml/g) e 9,4 ml/ml (11,3 ml/g), e máximos de 21,3 ml/ml (25,6 ml/g) e 24,9 ml/ml (29,9 ml/g). Os valores mínimos e máximos para produção foram 1917,94 kg/ha e 4928,86 kg/ha, para a CMS-42, e 1674,92 kg/ha e 5459,38 kg/ha, para a CMS-43.

TABELA 1 – Resumo das análises de variância das características capacidade de expansão (CE, ml/g), peso de cem grãos (PCG, g) e produção de grãos (PG, kg/ha), coeficientes de variação (CV, %), estimativas da variância fenotípica entre ($\hat{\sigma}_P^2$), da variância genotípica entre ($\hat{\sigma}_G^2$) e da variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), das herdabilidades de média de família (h^2), dos valores mínimos, médios e máximos, e dos ganhos por seleção, utilizando-se diferencial de seleção (Gds) e intensidade de seleção (Gi), com seleção direta para CE¹, com seleção direta para PG² e com seleção com base no índice de Elston³.

F.V.	G. L.	Quadrados Médios		
		CE	PCG	PG
Blocos	1	87,832	6,157	10135129,5
Tratamentos	173	21,336*	4,828*	1667862,3*
Resíduo	173	15,619	3,734	1243707,5
CV (%)		16,14	14,07	38,69
$\hat{\sigma}_P^2$		10,668302	2,414449	833931,170763
$\hat{\sigma}_G^2$		2,858495	0,547454	212077,432726
$\hat{\sigma}_A^2$		7,62 ± 3,77 (49,46%)	1,46 ± 0,87 (59,6%)	565539,8 ± 296556,2 (52,4%)
h^2 (%)		26,79	22,67	25,43
Mínimo		9,77	7,61	289,56
Média		24,48	13,73	2882,40
Máximo		34,33	19,82	6965,39
Gds ¹		1,42	- 0,05	- 21,10
Gi ¹		1,53	- 0,40	- 41,38
Gds ²		- 0,24	0,22	440,75
Gi ²		- 0,15	0,48	405,25
Gds ³		1,01	0,12	271,03
Gi ³		-	-	-

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade; *: significativo a 5%.

Pelos valores das herdabilidades (Tabela 1), infere-se que a média fenotípica de família não é um excelente indicador da qualidade do valor genético aditivo do pai comum e, dessa forma, ao selecionar as famílias com médias fenotípicas superiores, não necessariamente serão selecionados os pais com maior número de genes desejáveis, ou as famílias com as maiores frequências dos genes de interesse, pois a correlação existente entre média fenotípica de progênie e o valor genético aditivo do pai comum é intermediária, ou seja, 0,5 para CE e

0,5 para produção (Viana, 2002). Portanto, pode-se considerar que a seleção com base em CE e PG terá eficiência intermediária.

Segundo Viana (2001), a correlação entre médias genotípicas de mesma família de meios-irmãos é a correlação entre valores genéticos aditivos de mesmo indivíduo na população de referência, ou seja, é a correlação genética aditiva na população-base. A correlação genética aditiva entre PCG e CE foi negativa (- 0,60), significando que a seleção para CE acarretará redução

no peso médio de grãos. A correlação entre PG e PCG foi positiva (0,75), indicando que a seleção com base em produção determinará aumento no peso médio de grãos. A seleção com base em índice não deve, portanto, alterar o peso médio de grão. A correlação nula entre CE e PG (- 0,099) demonstra-se vantajosa, indicando que a seleção direta em qualidade não reduzirá a produção. Considerando a correlação genética aditiva parcial entre CE e PG (0,65), removendo-se os efeitos de PCG, e a correlação parcial entre PG e PCG (0,86), removendo-se os efeitos de CE, é possível de se obter resposta correlacionada na produtividade por seleção direta com base em CE, desde que se selecionem as famílias de maiores grãos entre as de maior CE. Ao remover a influência de PG, aumenta a magnitude da correlação entre CE e PCG (- 0,79), indicando o mesmo descrito para a correlação simples. Em razão de as estimativas das correlações parciais de CE com PCG e de PG com PCG terem magnitudes próximas e sinais opostos, a seleção com base nas primeiras características não deve implicar em alteração indireta no peso médio de grão.

Na seleção entre, foi utilizado o índice livre de pesos ou parâmetros proposto por Elston (1963), com as características CE e produção, sendo estipulados como pontos de corte CE mínima de 26 ml/g e PG mínima de 3.180 kg/ha. O índice proporcionou estimativas de ganhos equivalentes a 71,1% do ganho direto para CE e a 61,5% do ganho direto para produção (Tabela 1). Comparativamente às alterações esperadas no segundo ciclo com CMS-42 (3 ml/g e 80 a 90 kg de grãos/ha, aproximadamente) e CMS-43 (3,8 ml/g e 90 a 100 kg de grãos/ha, aproximadamente) (Pacheco et al., 1998), o ganho predito em CE é modesto, ou seja, 1 ml/g (4,1%), sendo maior o ganho esperado em produção, 271 kg/ha (9,4%), apesar de uma variação residual elevada. Nos ensaios conduzidos por Pacheco et al. (1998), os coeficientes de variação de CE e produção foram, aproximadamente, 15% e 21%, para os dois ensaios.

A análise dos dados do lote de recombinação evidenciou, como esperado, ausência de correlação entre o comportamento das progênies selecionadas nos dois ambientes (-0,005 para CE e 0,36 para peso de espigas), indicando interação família x ambiente. Comparando-se as estimativas das variâncias fenotípica entre, ambiental entre, genotípica entre e das variâncias aditivas (Tabelas 1 e 2), verifica-se que são semelhantes em relação à CE, mas completamente diferentes quanto à produção. Isso era esperado, considerando o menor tamanho amostral

no lote, a seleção entre e a interação das progênies com os ambientes.

A relação existente entre a variância fenotípica dentro de progênies e a variância residual, considerando a característica CE, foi de 3,22. Observa-se que não teria sido conveniente, neste trabalho, considerar a variância fenotípica dentro de progênies como sendo dez vezes a variância residual entre progênies, como propõem alguns pesquisadores (Gardner, 1961; Carvalho et al., 2000a, b), pois a herdabilidade relacionada ao indivíduo dentro de família teria seu valor subestimado, acarretando em viés sistemático na estimativa de ganho por seleção dentro. O mesmo pode ser dito quanto à produção, cuja relação foi de 1,96.

Como na seleção entre considerou-se CE e produção, em razão da importância da qualidade para populações comerciais de milho-pipoca e da capacidade produtiva da população Beija-Flor ser satisfatória, a seleção no lote de recombinação foi feita com base em CE, apesar dos reduzidos valores de herdabilidade (Tabela 2). Em razão de uma ligeira superioridade do ganho com seleção massal, essa foi a estratégia de seleção adotada no lote.

Considerando os ganhos preditos nesse primeiro ciclo, verifica-se maior eficiência da seleção entre (Tabela 3). Em razão da ausência de correlação genética aditiva entre CE e PG, somente a seleção entre deve proporcionar ganho em produção. Julgando as eficiências relativas dos processos de seleção entre e dentro com base em seleção direta para CE e para PG, verifica-se maior eficiência da seleção entre com base em CE, embora menor eficiência com base em produção.

Apesar de uma expectativa de ganho em qualidade de reduzida magnitude, improvável de ser verificada do ponto de vista estatístico, os resultados do ensaio de competição com a população original, a obtida por seleção entre e a de primeiro ciclo (Tabela 4), e do teste de progênies do segundo ciclo (Tabela 5) evidenciam ganhos realizados de 1,9 ml/g (10%), sendo 1,7 devido à seleção massal no lote, e 1,4 ml/g (5%). No primeiro, a estiagem reduziu drasticamente a produção e a qualidade dos tratamentos, fato comprovado pelos valores médios das testemunhas comerciais. A expectativa de ganho em produção não se confirmou sistematicamente. No ensaio de competição, Beija-Flor ciclo 1 apresentou produção 13% maior que a população original. No teste do segundo ciclo, o resultado foi oposto: a produção da população melhorada foi 8% menor que a de Beija-Flor. O peso de cem grãos, como esperado, não foi alterado.

TABELA 2 – Estimativas das variâncias fenotípicas, ambientais e genotípicas, das variâncias genéticas aditiva e devida à dominância, das herdabilidades em sentido restrito (h_R^2), e das predições de ganhos devidos à seleção massal (Gm) e à seleção dentro (Gd), utilizando diferencial de seleção¹ e intensidade de seleção², para as características CE (ml/g) e produção de grãos (PG, kg/ha).

	CE	PG
Variância fenotípica total	57,93	898,01
Variância ambiental total	34,67	-
Variância genotípica total	23,25	-
Variância fenotípica entre	9,32	208,65
Variância ambiental entre	13,52	49,01
Variância genotípica entre	3,74	159,64
Variância fenotípica dentro	50,35	790,58
Variância ambiental dentro	29,10	-
Variância genotípica dentro	21,27	-
Variância genética aditiva	9,97	425,72
Variância devido à dominância	15,04	-
h_R^2 com relação ao indivíduo	0,17	0,47
h_R^2 com relação ao indivíduo dentro de família	0,12	0,34
Gm ¹	0,53	-
Gd ¹	0,35	-
Gm ²	0,95	575,56
Gd ²	0,60	361,11

TABELA 3 – Ganhos preditos para capacidade de expansão (CE, ml/g) e produção (PG, kg/ha) com diferentes estratégias de seleção.

Seleção		Ganhos			
Entre	No lote	Entre		No lote	
		CE	PG	CE	PG
Direta p/CE	Massal p/CE	1,42 (72,8%)	-21,10	0,53 (27,2%)	-0,61
Direta p/PG	Massal p/PG	-0,24	405,25 (41,3%)	-0,16	575,56 (58,7%)
Índice	Massal p/CE	1,01 (65,6%)	271,03	0,53 (34,4%)	-0,61

TABELA 4 – Resumo das análises de variância do ensaio de competição com a população original (BF), a obtida por seleção entre (BFse) e a de primeiro ciclo (BFc1), em relação às características capacidade de expansão (CE, ml/g), peso de cem grãos (PCG, g) e produção (PG, kg/ha).

F.V.	G. L.	Q.M.		
		CE	PCG	PG
Blocos	3	-	-	-
Tratamentos	17	19,791*	1,998 ^{ns}	72020,800*
Resíduo	39	5,322	1,618	30383,010
CV (%)		12,71	13,88	33,12
Média de BFc1		20,44 (110%)	9,28 (99%)	656,4 (113%)
Média de BFse		18,71 (101%)	9,71 (104%)	477,7 (82%)
Média de BF		18,55 (100%)	9,34 (100%)	580,8 (100%)
Média de Zélia		23,00	-	424,9
Média de IAC112		22,17	-	707,1

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade; *: significativo a 5%.

TABELA 5 – Resumo das análises de variância do teste do 2º ciclo, em relação às características capacidade de expansão (CE, ml/g), peso de cem grãos (PCG, g) e produção de grãos (PG, kg/ha), coeficientes de variação (CV, %) e valores médios das populações Beija-Flor (BF) e Beija-Flor ciclo 1 (BFc1).

F.V.	G. L.	Q.M.		
		CE	PCG	PG
Repetições	1	252,2097	72,3175	107661,9204
Blocos/repetição	26	23,4082	4,4787	326546,9003
Tratamentos	195	15,5241*	2,3428 ^{ns}	250765,2195*
Resíduo	169	8,2242	2,2912	164238,9432
CV (%)		9,63	11,70	26,30
Média de BFc1		29,76 (105,05%)	12,93 (111,4%)	1540,93 (92,04%)
Média de BF		28,33 (100%)	11,61 (100%)	1674,02 (100%)

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade; *: significativo a 5%.

CONCLUSÕES

O primeiro ciclo com a população Beija-Flor elevou a qualidade, mas não a produção. Embora a análise dos ganhos preditos em CE e produção tenha evidenciado maior eficiência da seleção entre, 89,5% do ganho realizado em CE foram devidos à seleção massal no lote

de recombinação. Portanto, pode-se praticar seleção com base em qualidade no lote de recombinação cultivado fora da estação.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelos recursos financeiros do Programa PROF, à FAPEMIG, pelos recursos do projeto CAG-824/00, e ao CNPq, pela bolsa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, H. W. L.; GUIMARÃES, P. E. O.; LEAL, M. L. S.; CARVALHO, P. C. L.; SANTOS, M. X. Avaliação de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS-453 no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1577-1584, 2000a.
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X.; CARVALHO, P. C. L. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS-52. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1621-1628, 2000b.
- CARVALHO, H. W. L.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X.; 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.
- CRUZ, C. D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442 p.
- ELSTON, R. C. A weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, North Carolina, v. 19, p. 85-97, 1963.
- FERRÃO, R. G.; GAMA, E. E. G.; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, J. A. C. Três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho EEL4. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 9, p. 1195-1200, 1995.
- GARDNER, C. O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. **Crop Science**, Madison, v. 1, p. 241-245, 1961.
- GRANATE, M. J.; CRUZ, C. D.; PACHECO, C. A. P. Predição de ganho genético com diferentes índices de seleção no milho pipoca CMS-43. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1001-1008, 2002.
- LEZCANO, R. S. **Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (Zea mays L.) Composto Flint Branco**. 1976. 52 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- LIMA, M. **Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho (Zea mays L.) ESALQ-VD-2**. 1977. 71 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- LINARES, E. **Seleção recorrente recíproca em famílias de meios-irmãos em milho pipoca (Zea mays L.)**. 1987. 78 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- LIRA, M. A. **Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para produção e capacidade de expansão e correlações entre alguns caracteres em milho pipoca (Zea mays L.)**. 1983. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- METZGER, D. D.; HSU, K. H.; ZIEGLER, K. E.; BERN, C. J. Effect of moisture content on popcorn popping volume for oil and hot-air popping. **Cereal Chemistry**, Minnesota, v. 66, n. 3, p. 247-248, 1989.
- PACHECO, C. A. P. **Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente: 2º ciclo de seleção**. 1987. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- PACHECO, C. A. P. **Ensaio nacional de milho pipoca: 1991/1992**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1992. 37 p.
- PACHECO, C. A. P.; CASTOLDI, F. L.; ALVARENGA, E. M. Efeito do dano mecânico na qualidade fisiológica e na capacidade de expansão de sementes de milho pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 267-270, 1996.
- PACHECO, C. A. P.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X.; FERREIRA, A. S. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 12, p. 1995-2001, 1998.

- PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v. 7, p. 212-216, 1967.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 429-485.
- ROSHDY, T. H.; HAYAKAWA, K.; DAUN, H. Time and temperature parameters of corn popping. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 6, n. 49, p. 1412-1418, 1984.
- SAWAZAKI, E. **Parâmetros genéticos em milho pipoca (*Zea mays* L.)**. 1996. 157 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- SONG, A.; ECKHOFF, S. R.; PAULSEN, M.; LITCHFIELD, J. B. Effects of kernel size and genotype on popcorn popping volume and number of unpopped kernels. **Cereal Chemistry**, Minnesota, v. 68, n. 5, p. 464-466, 1991.
- VENCOVSKY, R.; CRUZ, C. D. Comparação de métodos de correção do rendimento de parcelas com estandes variados. I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 647-657, 1991.
- VIANA, J. M. S. Genetic correlations in family structured populations. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 97-103, 2001.
- VIANA, J. M. S. Heritability at family mean level. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 271-278, 2002.
- WEBEL, O. D.; LONNQUIST, J. H. 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.