

AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS DE MILHO (*Zea mays* L.) «DURO» RESULTANTES DE SELEÇÃO RECORRENTE RECÍPROCA, BASEADA EM FAMÍLIAS DE IRMÃOS COMPLETOS, ENTRE OS COMPOSTOS ORIGINAIS «DENTADO» E «DURO»^{1/}

Márcio Augusto Vilela de Rezende^{2/}

José Carlos Silva^{3/}

Cosme Damião Cruz^{3/}

Carlos Siguelyuki Sedyama^{4/}

Lúcio Antônio de Oliveira Campos^{3/}

1. INTRODUÇÃO

Para utilizar a heterose em milho, o método tradicional consiste em obter híbridos de linhagens isoladas diretamente das variedades de polinização livre. A proporção de linhagens superiores depende de dois fatores: 1) proporção de genótipos superiores no material básico do qual as linhagens são extraídas e 2) eficiência da seleção no aumento da frequência de genes ou combinações gênicas durante o processo de autofecundação (1).

Há evidências de que, numa série de autofecundações, o progresso, no sentido da fixação gênica, é muito rápido. Conseqüentemente, a seleção não é eficiente no aumento da frequência dos genes desejados (1). Portanto, se a proporção de genótipos superiores nas populações disponíveis é baixa, a melhor solução é partir

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como um dos requisitos para a obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Genética e Melhoramento.

Aceito para publicação em 14-11-1988.

^{2/} Sementes Agrocere S.A. 85500 Pato Branco, PR.

^{3/} Departamento de Biologia Geral da UFV. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Departamento de Fitotecnia da UFV. 36570 Viçosa, MG.

para o melhoramento dessas populações. Atualmente, tem-se consciência de que os programas de melhoramento de populações e obtenção de híbridos são complementares, com maiores possibilidades de obtenção de híbridos melhores através de populações melhoradas.

Segundo LONNQUIST (9), a maneira mais efetiva de aumentar a frequência de genes desejáveis, mantendo-se a variabilidade genética, é o uso de um esquema de seleção recorrente. Com a manutenção da variabilidade genética, pode-se conduzir seleção efetiva por um longo período.

Foram propostos vários métodos de seleção recorrente. A seleção recorrente recíproca, proposta originalmente por COMSTOCK *et alii* (2), que visa aumentar o potencial heterótico de duas populações, é a mais indicada, se o objetivo final for a obtenção de híbridos (de variedades ou de linhagens extraídas dessas populações). Esquemas alternativos foram propostos para esse método (8, 12, 13, 15, 16), e o termo seleção recorrente recíproca passou a designar todos os esquemas de melhoramento interpopulacional.

Os resultados da aplicação dos esquemas de seleção recorrente recíproca (3, 4, 5, 7, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20) mostram que, de modo geral, os híbridos das populações melhoradas produzem mais que os híbridos das populações originais (efeito direto desse tipo de seleção). Entretanto, nas populações melhoradas, «per se», em que o melhoramento resulta de efeitos indiretos desse esquema de seleção, as respostas são menores, menos consistentes ou nulas.

Na Universidade Federal de Viçosa, em 1974, teve início um programa de seleção recorrente recíproca, baseada em famílias de irmãos completos (8), entre os compostos «Duro» e «Dentado». Esse método requer plantas prolíferas, e a manutenção dessa característica durante o desenvolvimento do método é essencial para o seu sucesso.

No presente trabalho, foi feita uma verificação parcial dos resultados obtidos nesse programa de seleção, com o objetivo de avaliar mudanças na produção de grãos e em outras características agrônomicas de interesse dos compostos de milho «Duro», resultantes de diferentes ciclos e variações desse método de seleção. Adicionalmente, compararam-se esses compostos com híbridos comerciais, avaliados dentro e fora de Viçosa, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

Os compostos originais «Duro» e «Dentado» foram sintetizados no Instituto de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba, e submetidos a duas gerações de seleção para prolificidade na UFV, antes do início do programa de seleção.

2.2. Métodos

Basicamente, foi utilizado o método de seleção recorrente recíproca (SRR), baseada em famílias de irmãos completos (8), entre os dois compostos, com algumas variações e adaptações, as quais poderão ser detectadas quando se relacionarem os compostos obtidos.

O procedimento básico envolve: a) obtenção de híbridos (famílias de irmãos completos) de plantas das duas populações e autofecundação das plantas envolvidas nos cruzamentos; b) ensaios de produção das famílias de irmãos completos obtidas; e c) recombinação das linhas S₁ de cada população, correspondentes às

melhores famílias de irmãos completos, identificados pelos ensaios de produção, para obtenção das populações melhoradas de primeiro ciclo. Essas populações servem de base para um novo ciclo de seleção, que se processa da mesma maneira.

A partir dos compostos originais, composto «Dentado» (CDo) e composto «Duro» (CFo), foram obtidas as populações melhoradas CD₁, CD₂, CF₁ e CF₂, além de híbridos dessas populações. Neste trabalho, foram avaliados somente os compostos «Duro» («Flint», CF). Os ensaios de avaliação desses compostos foram instalados em outubro - novembro de 1983, em blocos casualizados, em quatro locais (Viçosa, MG, Florestal, MG, Alegre, ES e Coimbra, MG), com três repetições por local. Os tratamentos constaram de quinze compostos «Duro» e três híbridos comerciais (testemunhas), a saber:

1. CFo — composto «Duro» original;
2. CF₁ - S1: composto «Duro» melhorado (um ciclo), obtido do seguinte modo: da SRR dos compostos originais e da avaliação de 131 híbridos SoxSo, foram selecionados 20 S1's, recombinados por cruzamentos entre fileiras;
3. CF₁ - S1S2: composto «Duro» melhorado (um ciclo), obtido do seguinte modo: da SRR dos compostos originais e da avaliação de 131 híbridos SoxSo, foram selecionados 20 S1's em cada população. Foram então feitas a SRR dos S1's selecionados e a recombinação de oito linhas S2, selecionadas com base no comportamento de 13 famílias de irmãos completos S1xS1;
4. CF₁ - S1nS2: composto «Duro» melhorado (um ciclo), obtido do seguinte modo: da SRR dos compostos originais foram obtidos 138 S1's em cada população. Foi feita, então, a SRR de todos os S1's (S1n — não selecionados), recombinando-se 15 linhas S2, selecionadas com base no comportamento de 93 famílias de irmãos completos S1nxS1n;
5. CF₁ - S1nS2nS3: composto «Duro» melhorado (um ciclo), obtido do seguinte modo: da SRR dos compostos originais, foram obtidos 138 S1's em cada população. Foi, então, feita a SRR de todos os S1's (não selecionados), obtendo-se 101 S2's em cada população. Com todos os S2's (não selecionados), foi feita nova SRR, recombinando-se, a seguir, 15 linhas S3, selecionadas com base no comportamento de 74 famílias de irmãos completos S2nxS2n;
6. CF₁ - S1nS2nS3^{*}: idem ao número 5, exceto que, de 21 linhas S3, selecionadas com base na produção de 74 famílias S2nxS2n, apenas cinco foram multiplicadas por «sib», dentro das fileiras (nas outras 16 não foi conseguida a multiplicação), e, a seguir, recombinadas;
7. CFE₁ - S1nS2nS3nS4^{*}: composto «Duro» endogâmico (um ciclo), obtido do seguinte modo: da SRR dos compostos originais, foram obtidos 138 S1's em cada população. Foi, então, feita a SRR de todos os S1's (não selecionados), obtendo-se 101 S2's em cada população. Com todos os S2's (não selecionados), foi feita nova SRR, obtendo-se 74 S3's em cada população. Com 51 S3's (23 linhas com grãos brancos foram descartadas), foi feita a última SRR, obtendo-se 36 S4's em cada população. Dessas 36 linhas S4, 11 foram multiplicadas por «sib», dentro das fileiras (nas outras 25 linhas a multiplicação não foi conseguida), e, então, recombinadas;
8. CFE₁ - S1nS2nS3nS4^{*}: idem ao número 7, exceto que 10 linhas S4, das 11 que haviam sido multiplicadas, foram novamente multiplicadas (em uma linha a multiplicação não foi conseguida), e, a seguir, recombinadas;
9. CFE₁ - S1nS2nS3nS4nS5^{*}: composto «Duro» endogâmico (um ciclo),

obtido do seguinte modo: da SRR entre os compostos originais foram obtidos 138 S1's em cada população. Foi, então, feita a SRR com todos os S1's (não selecionados), obtendo-se 101 S2's em cada população. Com todos os S2's (não selecionados), foi feita nova SRR, obtendo-se 74 S3's em cada população. Com todos os S3's, foi feita mais uma SRR, obtendo-se 10 S4's em cada população. Com todos os S4's (não selecionados), foi feita a última SRR. Das 15 linhas S5 resultantes, 10 foram multiplicadas por «sib», dentro das fileiras (nas outras três linhas a multiplicação não foi conseguida), e, a seguir, recombinadas;

10. CF2 - $\overline{S1nS2} \overline{S1}$: composto «Duro» melhorado (dois ciclos), obtido do seguinte modo: o segundo ciclo teve início com a SRR entre o composto «Duro» número 4 (CF1 - $\overline{S1nS2}$) e o seu homólogo «Dentado» (CD1 - $\overline{S1nS2}$). Da SRR e da avaliação de 100 famílias SoxSo, foram selecionadas 21 linhas S1, que foram recombinadas;

11. CF2 - $\overline{S1nS2}^* \overline{S1}$: composto «Duro» melhorado (dois ciclos), obtido do seguinte modo: antes do início do segundo ciclo, o composto «Duro» número 4 (CF1 - $\overline{S1nS2}$) e o seu homólogo «Dentado» (CD1 - $\overline{S1nS2}$) foram recombinados uma vez mais (além da recombinação para formar esses compostos). Da SRR desses compostos e da avaliação de 36 famílias SoxSo, foram selecionadas 10 linhas S1, que foram recombinadas;

12. CF2 - $\overline{S1nS2} \overline{S1nS2}$: composto «Duro» melhorado (dois ciclos), obtido do seguinte modo: o segundo ciclo teve início com a SRR entre o composto «Duro» número 4 (CF1 - $\overline{S1nS2}$) e o seu homólogo «Dentado» (CD1 - $\overline{S1nS2}$). Com essa SRR foram obtidos 107 S1's em cada população. Com todos os S1's (não selecionados) foi feita nova SRR, recombinando-se 35 linhas S2, selecionadas com base no comportamento de 162 famílias de irmãos completos S1nx S1n.

13. CF2 - $\overline{S1nS2}^* \overline{S1nS2}$: composto «Duro» melhorado (dois ciclos), obtido do seguinte modo: antes de iniciar o segundo ciclo, o composto «Duro» número 4 (CF1 - $\overline{S1nS2}$) e o seu homólogo «Dentado» (CD1 - $\overline{S1nS2}$) foram recombinados uma vez mais (além da recombinação para formar esses compostos). Da SRR desses compostos, foram obtidos 36 S1's em cada população. Com todos os S1's (não selecionados) foi feita nova SRR; a seguir, recombinaram-se 15 linhas S2, selecionadas com base no comportamento de 54 famílias de irmãos completos S1nxS1n.

14. CF2 - $\overline{S1nS2} \overline{S1nS2(2t)}$: idem ao número 12. As 15 famílias S1nxS1n, correspondentes a 15 das 35 linhas S2 selecionadas (para formar o n.º 12), juntamente com cinco famílias SoxSo, correspondentes a cinco das 10 linhas S1, recombinadas, para formar o composto n.º 11, foram submetidas a um segundo teste. Com base na média dos testes, foram selecionadas seis linhas (quatro linhas S2, com base na produção das famílias S1nxS1n, e duas linhas S1, com base na produção das famílias SoxSo), que foram, então, recombinadas.

15. CF2 - $\overline{S1nS2} \overline{S1nS2}$: composto «Duro» melhorado (dois ciclos), obtido do seguinte modo: o segundo ciclo teve início com a SRR entre o composto «Duro» número 4 (CF1 - $\overline{S1nS2}$) e o seu homólogo «Dentado» (CD1 - $\overline{S1nS2}$). Dessa SRR foram obtidos 107 S1's em cada população. Dessas 107 linhas S1, 47 foram multiplicadas por «sib», dentro das fileiras (nas outras 60 a multiplicação não foi conseguida), e submetidas a nova SRR. A seguir, recombinaram-se 25 linhas S2, selecionadas com base na produção de 92 famílias S1n* x S1n*;

16. Híbrido comercial AG - 260;

17. Híbrido comercial Contibrasil - 133

18. Híbrido comercial AG - 401

Os compostos foram multiplicados (recombinados), em 82/83, com exceção

dos números 13, 14 e 15, obtidos nesse período.

Cada parcela foi constituída por uma fileira de 6,0 metros de comprimento; o espaçamento foi de 1,0 metro entre fileiras e 0,5 metro entre covas. Semearam-se três sementes em cada cova, deixando-se duas plantas por cova após o desbaste, realizado 30-35 dias após o plantio. Portanto, o «stand» ideal foi de 24 plantas por parcela, o que equivale a 40.000 plantas/ha.

Foram analisados: altura de planta, altura de espiga, peso de cem grãos, teor de umidade dos grãos na colheita, peso de espigas por parcela (corrigido, para «stand» e umidade - 15,5%), e prolificidade (n.º de espigas/planta), nos quatro locais. Adicionalmente, em Viçosa e Coimbra, analisou-se o peso de grãos por parcela, corrigido, para «stand» e umidade. A correção, para «stand» ideal, foi feita de acordo com a fórmula de ZUBER (21), que acrescenta 0,7 da produção média por planta da parcela para cada falha, considerando que 0,3 da sua produção é recuperada pelo aumento na produção das plantas vizinhas.

Foi feita a análise de variância de cada local, separadamente, e a análise conjunta dos locais (visto que, em geral, os quadros médios dos resíduos, para os vários locais, não diferiram muito), de acordo com um modelo fixo. Foram feitos desdobramentos dos graus de liberdade devidos a tratamentos, isolando-se as diferenças entre os compostos, entre os híbridos comerciais e entre esses dois grupos. Na análise conjunta, foram feitos também desdobramentos dos graus de liberdade devidos a interações de tratamentos e locais, para comparar os tipos de interações. Para comparar as médias dos compostos, quando se detectou a ocorrência de diferenças significativas ($P < 0,05$), pelo teste F, utilizou-se o teste de SCOTT e KNOTT (18), a 5% de probabilidade. Serão apresentadas as análises de cada local e comentados os resultados pertinentes das análises conjuntas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios instalados em Alegre, ES, e Florestal, MG, sofreram com as adversidades climáticas, caracterizadas principalmente pela má distribuição de chuvas (excesso no início do ciclo e escassez durante os períodos de florescimento e enchimento de grãos), o que resultou em baixa produtividade média, além de coeficientes de variação relativamente altos, principalmente para peso de espigas, peso de grãos e prolificidade. Em Viçosa e Coimbra, MG, os problemas climáticos foram menores.

Nos Quadros 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 são apresentadas as análises de variâncias, para cada local, separadamente, de altura de planta, altura de espiga, peso de cem grãos, teor de umidade dos grãos na colheita, peso de espigas por parcela, prolificidade e peso de grãos por parcela, respectivamente.

3.1. *Altura de Planta*

A diferença entre os dois grupos (híbridos e compostos) foi significativa apenas no ensaio de Viçosa ($P \leq 0,01$). Os compostos apresentaram maior altura média que a dos híbridos comerciais. Os compostos diferiram entre si apenas em Coimbra ($P \leq 0,01$), e suas médias, então, foram submetidas ao teste de Scott-Knott. Por esse teste, os compostos foram separados em dois grupos, mas não foi possível estabelecer relação entre essa classificação e o estágio de melhoramento em que cada composto se encontrava, uma vez que o grupo de plantas mais altas incluiu compostos com um e dois ciclos de seleção.

Pela análise conjunta, verificou-se que apenas a interação de grupos e locais foi significativa ($P \leq 0,05$).

QUADRO 1 - Análises de variância, por local, da altura da planta (m), nos ensaios instalados em Viçosa (MG), Florestal (MG), Alegre (ES) e Coimbra (MG)

Fontes de variação	G L	Quadrados médios			
		Viçosa	Florestal	Alegre	Coimbra
Blocos	2	0,2942	0,0059	0,1872	0,2474
Tratamentos	17				
Compostos	14	0,0349 ns	0,0296 ns	0,0198 ns	0,0257 *
Híbridos	2	0,0604 ns	0,0069 ns	0,0801 **	0,0661 **
Entre grupos	1	0,1888 **	0,0042 ns	0,0083 ns	0,0016 ns
Resíduo (Bl x trat)	34	0,186	0,0158	0,0101	0,0117
Média geral		2,62	1,44	1,97	1,88
Média dos compostos		2,64	1,44	1,97	1,88
Média dos híbridos		2,48	1,46	1,99	1,87
C.v. (%)		5,22	8,73	5,08	5,76

** = $P \leq 0,01$

* $P = \leq 0,05$

ns = $P > 0,05$

QUADRO 2 - Análises de variância, por local, da altura da espiga (m), nos ensaios instalados em Viçosa (MG), Florestal (MG), Alegre (ES) e Coimbra (MG)

Fontes de variação	G L	Quadrados médios			
		Viçosa	Florestal	Alegre	Coimbra
Blocos	2	0,1494	0,0080	0,1772	0,1879
Tratamentos	17				
Compostos	14	0,0253 *	0,0190 ns	0,0213 **	0,0240 *
Híbridos	2	0,0366 ns	0,0082 ns	0,0227 *	0,0141 ns
Entre grupos	1	0,2259 **	0,0316 ns	0,0083 ns	0,0038 ns
Resíduo (Bl x trat)	34	0,0124	0,0097	0,0063	0,0109
Média geral		1,70	0,90	1,30	1,18
Média dos compostos		1,72	0,91	1,31	1,19
Média dos híbridos		1,55	0,84	1,27	1,16
C.v. (%)		6,58	10,98	6,08	8,81

** = $P < 0,01$

* = $P < 0,05$

ns = $P > 0,05$

QUADRO 3 - Análises de variância, por local, do peso de cem grãos (g), nos ensaios instalados em Viçosa (MG), Florestal (MG), Alegre (ES) e Coimbra (MG)

Fontes de variação	G L	Quadrados médios			
		Viçosa	Florestal	Alegre	Coimbra
Blocos	2	34,0554	43,4629	2,2407	11,7962
Tratamentos	17				
Compostos	14	6,4190 ns	8,9746 *	10,4190 *	8,8793 **
Híbridos	2	16,0000 *	18,1111 *	5,7777 ns	16,7778 **
Entre grupos	1	34,1333 **	29,3369 **	142,2815 **	102,0593 **
Resíduo (B1 x trat)	34	3,3301	3,8355	4,5546	2,4434
Média geral		31,6	20,9	22,6	24,4
Média dos compostos		31,2	20,6	21,9	23,8
Média dos híbridos		33,3	22,6	26,2	27,4
C.v. (%)		5,78	9,37	9,45	6,41

** = $P \leq 0,01$

* = $P \leq 0,05$

ns = $P > 0,05$

QUADRO 4 - Análises de variância, por local, do teor de umidade dos grãos na colheita (%), nos ensaios instalados em Viçosa (MG), Florestal (MG), Alegre (ES) e Coimbra (MG)

Fontes de variação	G L	Quadrados médios			
		Viçosa	Florestal	Alegre	Coimbra
Blocos	2	2,6496	0,8563	0,9702	5,2807
Tratamentos	17				
Compostos	14	1,0815 ns	2,1253 ns	2,4604 ns	0,5200 ns
Híbridos	2	0,9644 ns	0,7244 ns	0,2800 ns	0,2311 ns
Entre grupos	1	12,9800 **	22,6489 **	3,7218 ns	1,3370 ns
Resíduo (Bl x trat)	34	0,5587	1,6587	1,9851	0,3458
Média geral		16,7	16,2	16,4	13,6
Média dos compostos		16,9	16,5	16,5	13,5
Média dos híbridos		15,6	14,8	15,8	14,0
C.Y. (%)		4,48	7,95	8,60	4,32

** = $P < 0,01$

ns = $P > 0,05$

QUADRO 5 - Análises de variância, por local, do peso das espigas, por parcela (kg), nos ensaios instalados em Viçosa (MG), Florestal (MG), Alegre (ES) e Coimbra (MG)

Fontes de variação	G L	Quadrados médios			
		Viçosa	Florestal	Alegre	Coimbra
Blocos	2	8,7858	0,2628	0,2433	0,5039
Tratamentos	17				
Compostos	14	0,7375 ns	0,1348 ns	0,1264 *	0,1169 ns
Híbridos	2	0,0886 ns	0,2186 ns	0,0777 ns	0,0126 ns
Entre grupos	1	0,5397 ns	1,2080 **	2,8192 **	2,4643 **
Resíduos (B1 x trat)	34	0,8052	0,1158	0,0570	0,0756
Média geral		4,70	1,20	0,77	2,11
Média dos compostos		4,65	1,13	0,67	2,02
Média dos híbridos		4,92	1,53	1,28	2,59
C.v. (%)		19,11	28,40	30,98	13,01

** = $P \leq 0,01$

* = $P \leq 0,05$

ns = $P > 0,05$

QUADRO 6 - Análises de variância, por local, da prolificidade (espigas/planta), nos ensaios instalados em Viçosa (MG), Florestal (MG), Alegre (ES) e Coimbra (MG)

Fontes de variação	G L	Quadrados médios			
		Viçosa	Florestal	Alegre	Coimbra
Blocos	2	0,3052	0,0095	0,0762	0,0021
Tratamentos	17				
Compostos	14	0,0902 **	0,0204 ns	0,0966 **	0,0109*
Híbridos	2	0,0122 ns	0,0387 ns	0,0202 ns	0,0023 ns
Entre grupos	1	0,1580 *	0,0354 ns	0,5296 **	0,0011 ns
Resíduo (Bl x trat)	34	0,0306	0,0129	0,0162	0,0054
Média geral		1,29	0,86	0,63	1,01
Média dos compostos		1,31	0,85	0,59	1,01
Média dos híbridos		1,17	0,92	0,85	1,02
C.v. (%)		13,59	13,22	20,07	7,30

** = $P \leq 0,01$

* = $P \leq 0,05$

ns = $P > 0,05$

QUADRO 7 - Análises de variância, por local, do peso dos grãos, por parcela (Kg), nos ensaios instalados em Viçosa e Coimbra

		Viçosa	Coimbra
Blocos	2	6,4990	0,4270
Tratamentos	17		
Compostos	14	0,6060 ns	0,0842 ns
Híbridos	2	0,0336 ns	0,0057 ns
Entre grupos	1	0,8446 ns	2,2606 **
Resíduo (Bl x trat)	34	0,6178	0,0477
Média geral		3,88	1,64
Média dos compostos		3,83	1,55
Média dos híbridos		4,16	2,10
C.v. (%)		20,24	13,28

** = $P \leq 0,01$

ns = $P > 0,05$

3.2. Altura de Espiga

Assim como ocorreu com a altura de planta, as diferenças entre os dois grupos foram significativas apenas em Viçosa ($P < 0,01$), apresentando os compostos, em média, espigas mais altas que as dos híbridos. Os compostos diferiram entre si em Viçosa ($P \leq 0,05$), Alegre ($P \leq 0,01$) e Coimbra ($P \leq 0,05$), mas a classificação de suas médias, pelo teste de Scott-Knott, não mostrou relação com o estágio de melhoramento em que se encontravam.

Pela análise conjunta, verificou-se que apenas a interação de grupos e locais foi significativa ($P \leq 0,05$). As mudanças na altura de espiga foram aleatórias, não podendo ser relacionadas com as etapas do programa de seleção.

3.3. Peso de Cem Grãos

Os dois grupos diferiram entre si nos quatro locais ($P \leq 0,01$). Em todos eles a média dos híbridos foi maior que a média dos compostos. Esse maior peso médio dos grãos dos híbridos, em relação aos compostos, deve-se, provavelmente, ao endosperma semidentado dos híbridos utilizados. O endosperma «Duro» dos compostos está associado ao menor tamanho do grão, que, conseqüentemente, pesa menos. Os compostos diferiram entre si em Florestal ($P \leq 0,05$), Alegre ($P \leq 0,05$) e Coimbra ($P \leq 0,01$).

Através da classificação das médias dos compostos, em Coimbra e nos quatro locais (médias gerais), pelo teste de Scott-Knott, verificou-se uma tendência de diminuição do peso do grão da população de milho «Duro» com a seleção recorrente recíproca, uma vez que nenhum composto melhorado de segundo ciclo foi incluído no grupo de grãos mais pesados.

Com a análise conjunta, pôde-se verificar que apenas a interação de grupos e locais foi significativa ($P \leq 0,05$). A não-significância das interações de compostos, híbridos e locais, reflete a consistência dos resultados apresentados pelas análises individuais, embora diferentes dos resultados encontrados por RUSCHEL (17), que trabalhou com peso de 50 grãos.

3.4. Teor de Umidade dos Grãos na Colheita

Além de servir para a correção dos dados de pesagens, o teor de umidade dos grãos na colheita forneceu informações a respeito da duração do ciclo dos genótipos estudados.

Os dois grupos diferiram entre si em Viçosa e Florestal ($P \leq 0,01$). Nos dois locais os compostos apresentaram maior teor médio de umidade dos grãos por ocasião da colheita. O ensaio de Coimbra foi colhido quando a umidade dos grãos já estava muito baixa. O retardamento da colheita leva os teores de umidade a se igualarem, o que deve ter contribuído para que a análise de variância não apresentasse significância. Por esses resultados, os compostos podem ser considerados mais tardios que os híbridos; mas as diferenças entre os compostos foram não-significativas ($P > 0,05$) nos quatro locais, o que sugere que a seleção não afetou a duração do ciclo.

3.5. Peso de Espigas por Parcela

Os dois grupos diferiram significativamente entre si apenas em Viçosa ($P > 0,05$). Nos outros três locais a produção média dos híbridos foi significativamente ($P \leq 0,01$) maior que a produção média dos compostos. Os compostos diferiram entre si em Alegre ($P \leq 0,05$), mas o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, considerou as médias homogêneas e incluiu todos os compostos em um único grupo. Na análise conjunta, a interação com locais não foi significativa ($P > 0,05$).

Em resumo, não foram detectadas, talvez pela baixa precisão dos experimentos, diferenças significativas entre os compostos, ou seja, nem os compostos obtidos depois de dois ciclos de seleção produziram mais que o composto «Duro» original. Conclui-se que esse esquema de seleção, cujo objetivo principal é melhorar o potencial heterótico das populações, não aumentou a produção *per se* de uma das populações envolvidas. Além disso, a produção média dos compostos esteve abaixo da produção média dos híbridos comerciais, com exceção dos ensaios de Viçosa. Se o resultado obtido para o composto «Duro» puder ser generalizado para os híbridos dos compostos, fica claro que, visando desenvolver genótipos para utilização em regiões mais amplas, os testes de seleção não podem ser realizados em Viçosa, que está localizada numa microrregião de condições climáticas muito características.

3.6. Prolifricidade

Os dois grupos diferiram entre si em Viçosa ($P \leq 0,05$) e em Alegre ($P \leq 0,01$). Em Viçosa, os compostos apresentaram maior número médio de espigas/planta, ao passo que, em Alegre, os híbridos comerciais mostraram-se mais prolíficos. Os compostos diferiram entre si em Viçosa e Alegre ($P \leq 0,01$). Em Viçosa, o teste de Scott-Knott separou as médias dos compostos em dois grupos. Dos seis compostos melhorados segundo ciclo, somente dois não se incluíram no grupo de maior prolifricidade, o que revelou eficiência desse esquema em aumentar a prolifricidade dos compostos «Duro». Em Alegre, não se detectou relação entre a classificação dos compostos e o estágio de melhoramento de cada um.

Pela análise conjunta, verificou-se a significância da interação de compostos e locais ($P \leq 0,01$) e de grupos e locais ($P \leq 0,01$). A significância da interação de compostos e locais mostra que a prolifricidade dos compostos variou de modo distinto nos vários locais.

De modo geral, o progresso, em termos de prolificidade, não foi satisfatório, considerando que foi aplicado um método em que o requisito principal é a utilização de plantas de duas espigas na realização dos cruzamentos. Os resultados foram razoáveis apenas em Viçosa, local em que foi desenvolvido o método e as condições ambientais foram mais favoráveis durante o ensaio de avaliação. Além das adversidades ambientais durante a avaliação, a utilização de baixa densidade populacional nos trabalhos de polinização (25.000 plantas/ha) e de plantas com uma espiga apenas para realizar alguns cruzamentos pode explicar os resultados pouco satisfatórios.

3.7. *Peso de Grãos por Parcela*

Da mesma forma como ocorreu com o peso das espigas, os dois grupos não diferiram entre si em Viçosa ($P > 0,05$), e em Coimbra o grupo dos híbridos produziu, em média, mais ($P \leq 0,01$) que o grupo dos compostos. As diferenças entre os compostos foram não-significativas ($P > 0,05$), nos dois locais, o que indica que não se verificou efeito indireto (melhoramento das populações *per se*) desse método de seleção sobre a produção de grãos do composto «Duro».

Com a análise conjunta dos locais, verificou-se que a interação com locais não foi significativa ($P > 0,05$), provavelmente devido à baixa precisão dos experimentos. Esses resultados discordam dos encontrados por RUSCHEL (17) e ESTEVES (6), que também trabalharam com diferentes grupos de genótipos.

Os resultados referentes a esse caráter foram idênticos aos obtidos para peso de espigas, o que era esperado, levando em conta que o peso dos grãos mantém relação pouco variável com o peso total da espiga (em torno de 0,8). Os mesmos argumentos utilizados no caso do peso de espigas se enquadram neste caso.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram avaliadas as mudanças na produção de grãos, e características correlacionadas, dos compostos de milho «Duro» resultantes de diferentes ciclos e variações da seleção recorrente recíproca, baseada em famílias de irmãos completos, entre os compostos originais «Dentado» e «Duro». Foram também comparados esses compostos com híbridos comerciais, avaliados dentro e fora de Viçosa.

Os ensaios de avaliação foram instalados em quatro locais, envolvendo 15 compostos de milho «Duro» e três híbridos comerciais (testemunhas). Foram realizadas análises, separadas e conjuntas, de altura de planta, altura de espiga, peso de cem grãos, umidade dos grãos na colheita, peso de espigas e de grãos, por parcela, (corrigido para «stand» e umidade) e prolificidade.

Grande parte das diferenças entre os tratamentos foi devida às diferenças entre os grupos (compostos-híbridos). As diferenças entre os compostos, em altura de planta, altura de espiga, peso de cem grãos e umidade dos grãos, quando significativas, não puderam ser associadas com a etapa de melhoramento. Não se detectaram diferenças significativas entre os compostos na produção de espigas e de grãos, ou seja, nem compostos com dois ciclos de seleção produziram mais que o composto «Duro» original, resultado que não pode ser tido como inesperado, pois o melhoramento das populações *per se* refere-se ao efeito indireto desse método, que tem como objetivo principal o aumento do potencial heterótico das populações. O progresso na prolificidade não foi satisfatório, considerando que foi aplicado um método em que essa característica é selecionada durante a realização dos cruzamentos. A utilização de baixa densidade populacional nos trabalhos de poli-

nização e de plantas com uma espiga apenas na realização de alguns cruzamentos pode explicar os resultados.

5. SUMMARY

(EVALUATION OF FLINT MAIZE (*Zea mays* L.) COMPOSITES RESULTING FROM RECIPROCAL RECURRENT SELECTION BASED ON FULL SIB FAMILIES, BETWEEN ORIGINAL DENT AND FLINT COMPOSITES)

Changes in grain yield and correlated characters in the Flint composites of maize originated from different cycles and variations of the reciprocal recurrent selection based on full-sib families between the original Dent and Flint composites were evaluated. The composites were also compared with commercial hybrids in different field locations.

Production tests were conducted at four locations, with 15 Flint composites and three commercial hybrids. Analyses of variance for each location and also a combined analysis were done for plant and ear height; weight of 100 grains, percent grain moisture at the harvest, ear weight and grain yield per plot (corrected for stand and moisture) and prolificacy (ears per plant).

Most of the differences among treatments were due to differences between groups (composites versus hybrids). The differences among the composites for plant height, ear height, weight of 100 grains and percent grain moisture even when were significative, could not be associated with the stage of improvement of the composites. No significative differences among the composites were found for ear or grain weight. Even the composites with two cycles of selection did not produce more than the original Flint Composite. This was not an unexpected result since population improvement per se is an indirect effect of this selection method, which has as its main objective increased heterosis in the cross between the composites. Increases in prolificacy were not as great as anticipated considering that the method used is expected to select directly for this character during crosses. It is possible that the low population density used in the pollination work and also the use of some plants with just one ear in some crosses are responsible for this low increase in prolificacy.

6. LITERATURA CITADA

1. ALLARD, R.W. *Princípios do melhoramento genético das plantas*. São Paulo, Editora Edgar Blücher, 1971. 381p.
2. COMSTOCK, R.E.; ROBINSON, H.F. & HARVEY, P.H. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron. J.* 41: 360-367. 1949.
3. DARRAH, L.L.; EBERHART, S.A. & PENNY, L.H. A maize breeding methods study in Kenya. *Crop. Sci.* 12:605-608. 1972.
4. DOUGLAS, A.G.; COLLIER, J.W.; EL-EBRASHY, M.F. & ROGERS, J.S. An evaluation of three cycles of reciprocal recurrent selection in a corn improvement program. *Crop Sci.* 1:157-161. 1961.

5. EBERHART, S.A.; DEBELA, S. & HALLAUER, A.R. Reciprocal recurrent selection in the BSSS and BSCB1 maize populations and half-sib selection in BSSS. *Crop Sci.* 13: 451-456. 1973.
6. ESTEVES, A. *Interação de genótipos por localidades em cruzamentos inter-varietais de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba-SP, ESALQ/USP, 1978. 70 p. (Tese de Mestrado).
7. HALLAUER, A.R. Genetic variability for yield after four cycles of reciprocal recurrent selection in maize. *Crop Sci.* 10:482-485. 1970.
8. HALLAUER, A.R. & EBERHART, S.A. Reciprocal full-sib selection. *Crop Sci.* 10:315-316. 1970.
9. LONNQUIST, J.H. Recurrent selection as a mean of modifying combining ability in corn. *Agron. J.* 43:311-315. 1951.
10. MARTIN, J.M. & HALLAUER, A.R. Seven cycles of reciprocal recurrent selection in BSSS and BSCB1 maize populations. *Crop Sci.* 20:599-603. 1980.
11. MOLL, R.H. & STUBER, C.W. Comparison of responses to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 11:706-711. 1971.
12. MORENO-GONZÁLEZ, J. & HALLAUER, A.R. Combined S2 and cross-bred family selection in full-sib reciprocal recurrent selection. *Theor. Appl. Genet.* 61:353-358. 1982.
13. PATERNIANI, E. Selección recurrente recíproca de maíz en familias de medio hermanos. *Agron. Trop.* 19:211-213. 1969.
14. PATERNIANI, E. & VENCovsky, R. Reciprocal recurrent selection in maize (*Zea mays* L.) based on tescrosses of half-sib families. *Maydica.* 22:141-152. 1977.
15. PATERNIANI, E. & VENCovsky, R. Reciprocal recurrent selection based on half-sib progenies and prolific plants in maize (*Zea mays* L.). *Maydica.* 23: 209-219. 1978.
16. PENNY, L.H. & EBERHART, S.A. Twenty years of reciprocal recurrent selection with two synthetic varieties of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 11:900-903. 1971.
17. RUSCHEL, R. *Interação genótipos x localidades na região centro-sul em milho (Zea mays L.)*. Piracicaba-SP, ESALQ/USP, 1968. 60 p. (Tese de Mestrado).
18. SCOTT, A.J. & KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics.* 30:507-512. 1974.
19. SMITH, O.S. Evaluation of reciprocal selection in BSSS, and BSCB1, and

BS13 maize populations. *Crop Sci.* 23:35-40. 1983.

20. STANGLAND, G.R.; RUSSEL, W.A. & SMITH, O.S. Agronomic evaluation of four maize synthetics and their crosses after recurrent selection for yield. *Maydica*. 27:199-212. 1982.
21. ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete blocks designs using corn uniformity trial data. *J. Am. Soc. Agron.* 34:30-47. 1942.