



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 39

Campinas, março de 1980

Nota n.º 6

EFEITO DA SELEÇÃO INTRAPOPULACIONAL NA QUALIDADE DAS SEMENTES DE DUAS POPULAÇÕES DE MILHO E DE SEU HÍBRIDO INTERVARIETAL (1)

CELSO VALDEVINO POMMER, *Seção de Milho e Cereais Diversos*, e LUIZ FERNANDES RAZERA, *Seção de Sementes, Instituto Agrônomo*

A aplicação de métodos simples no melhoramento de populações de milho, como o de espiga por fileira modificado (2), também chamado de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos (3), tem levado à conquista de resultados bastante satisfatórios (4). PATERNIANI (5) aponta que populações assim melhoradas, além de apresentar maior produtividade, exibem, em cruzamentos, um correspondente aumento de produção nos híbridos.

PATERNIANI (6) obteve do cruzamento entre dente-paulista e piramex, um progresso na produção dos F₁ de cerca de 6,15%, e a heterose, que era de 3,2% no híbrido entre as populações originais, elevou-se consecutivamente para 4,9%, 7,6% e 15,5% nos cruzamentos entre os primeiros, segundos e terceiros ciclos das duas populações. Dessa forma, conseguiu-se, além do aumento na produção, substancial elevação na heterose dos F₁. RUSSEL (7) mostra uma série de exemplos

(1) Trabalho apresentado na XII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, realizada em Goiânia (GO) em julho de 1978. Recebido para publicação a 10 de julho de 1979.

(2) LONNQUIST, J. M. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Science*, 4:227-228, 1964.

(3) PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 7:212-216, 1967.

(4) COMPTON, W. A. & BAHADUR, K. Ten cycles of progress from modified ear-to-row selection in corn. *Crop Science*, 17:378-380, 1977.

(5) PATERNIANI, E. Melhoramento de populações de milho. *Ciência e Cultura*, 21:3-10, 1969.

(6) ————. Avaliação do método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no melhoramento do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, E. S. A. "Luiz de Queiroz", 1968. 92+7p. (Mimeografado)

(7) RUSSEL, W. A. Melhoramento de populações de milho como fontes de linhagem. São Paulo, Fundação Cargill. 1975. 53p.

onde os cruzamentos entre populações melhoradas produzem ainda mais que as próprias populações, apesar dos ganhos nelas conseguidos. Características da qualidade da semente têm sido usadas para tentar explicar a origem da própria heterose ⁽⁸⁾ e mostrar a existência desta para outros aspectos relacionados com a germinação das sementes ⁽⁹⁾. FRANCESCHI M. ⁽¹⁰⁾, trabalhando com variedades de milho de endosperma normal e opaco-2, verificou que estas apresentam maior velocidade de germinação.

A qualidade fisiológica da semente (caracterizada pela germinação, vigor e potencial de armazenamento) compreende o somatório de todos os atributos que indicam a capacidade de desempenhar suas funções vitais, e pode ser afetada por diversos fatores, sendo os de origem genética dos mais importantes ⁽¹¹⁾.

O objetivo da presente nota foi investigar os efeitos sobre a qualidade das sementes de duas populações de milho opaco-2 e de seu híbrido intrapopulacional, aplicada para aumento da produção de grãos e melhoramento da qualidade protéica através da elevação do teor de lisina ⁽¹²⁾.

Material e métodos: Foram utilizadas sementes de cinco ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos de duas populações de milho com fator opaco-2, denominadas IAC maya o2 e IAC-1 o2, obtidas de forma descrita por POMMER ⁽¹²⁾, e os respectivos F₁, denominados IAC phoenyx o2, em cuja obtenção se utiliza o IAC maya o2 como fêmea e o IAC-1 o2 como macho (polinizador). As sementes das populações foram obtidas de polinizações controladas em dez a vinte plantas por parcelas de dois experimentos (conduzidos em Campinas e Manduri), com cinco repetições cada um, totalizando, aproximadamente, 150 espigas de cada ciclo e de cada população. Para facilidade de operações, foram preparados campos para obter as sementes do F₁ ao lado dos ensaios (no mesmo tipo de solo), deles separados apenas por bordaduras de duas linhas de milho opaco-2; nesses campos foram pareadas linhas de 10m de comprimento, sendo o IAC maya o2 plantado na linha da esquerda (fêmea) e, o IAC-1 o2, na da direita (macho), repetidas quatro vezes para cada ciclo, sistematicamente, acompanhando a linha de plantio dos ensaios. Dessa forma, foram obtidas, aproximadamente, 240

⁽⁸⁾ SARKISSIAN, I. V.; KESSINGER, M. A. & HARRIS, W. Differential rates of development of heterotic and no heterotic young maize seedlings. I. Correlation of differential morphological development with physiological differences in germination seeds. Proc. Nat. Acad. Sci., Washington, 51:212-218, 1964.

⁽⁹⁾ HERCZEGH, M. Heat requirement for germination of maize at low temperature. Maize Genetics Coop. Newsletter, 49:11-12, 1975.

⁽¹⁰⁾ FRANCESCHI M., J. E. Ação do gen opaco-2 no vigor de germinação da semente de milho. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., Pelotas, 1968. Anais. p.233-234.

⁽¹¹⁾ POPINIGIS, F. Qualidade fisiológica de sementes. Semente, 1(1):65-80, 1975.

⁽¹²⁾ POMMER, C. V. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos para produção e qualidade protéica em duas populações de milho (*Zea mays* L.) opaco-2. Campinas, Instituto de Biologia/UNICAMP, 1976. 111p. (Tese de doutorado)

espigas representando cada ciclo do IAC phoenix o2 (F₁). O plantio dos ensaios e dos campos foi realizado no mesmo dia do ano agrícola de 1975-76 e as sementes obtidas foram armazenadas em câmara seca e fria (30% de umidade relativa e 10-12°C), até sua utilização, em outubro de 1977. Acrescentaram-se sementes do híbrido duplo IAC Hmd 7974, de endosperma normal, produzidas no ano agrícola 1976-77.

Para a avaliação da qualidade das sementes, foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Agronômico testes de germinação, de vigor e determinação do teor de umidade e do peso hectolítrico. Os testes de germinação e de vigor foram feitos com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, sendo as avaliações das plântulas efetuadas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (13). Foram empregados três testes de vigor: primeira contagem, índice de vigor (velocidade de germinação) e envelhecimento precoce. A primeira contagem e a velocidade de germinação foram feitas juntamente com o teste de germinação; consideraram-se na primeira contagem as plântulas normais retiradas até o quarto dia da sementeira. O índice de vigor foi obtido pelo somatório dos produtos do número de plântulas normais retiradas a cada dia pelo inverso do número de dias da sementeira. O teste de en-

velhecimento precoce foi feito, utilizando-se uma câmara de alta umidade relativa (próxima de 100%) e à temperatura de 45°C durante um período de 120 horas (14). A determinação do teor de umidade das sementes de cada tratamento precedeu a realização de todos os testes efetuados, e foi feita em estufa elétrica de desidratação à temperatura de 105 ± 3°C. A determinação do peso hectolítrico foi feita com o auxílio de uma balança hectolétrica com capacidade de um quarto de litro. Essas determinações foram efetuadas segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (13).

Resultados e discussão: Embora os testes de F para tratamentos tenham sido todos altamente significativos (Quadro 1), nota-se que a maior parte da variação é explicada pela diferença existente entre os diversos grupos de gemoplasmas. Entretanto, foi verificado algum efeito correlacionado da seleção para produção de grãos e a qualidade proteica com algumas características de qualidade da semente e para uma ou outra população ou, ainda, para o híbrido intervarietal, conforme será visto.

Para os resultados relativos à porcentagem de germinação (Quadro 2), dentro de cada população ou do híbrido intervarietal, ou ainda entre esses três grupos, as diferenças são devidas provavelmente à constituição genética e ao

(13) BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Sementes e Mudanças. Regras para análise de sementes. Brasília, 1976. 188p.

(14) ZINK, E. Vigor de sementes de milho. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., Pelotas, RS, 1968. Anais. p.231-232.

QUADRO 1. — Esquema utilizado para análise da variância; testes de F, médias gerais e coeficientes de variação obtidos para as diferentes características

F.V.	G.L.	Testes de F			
		Germinação	Testes de vigor		
			Velocidade de germinação	Envelhecimento rápido	1.ª contagem
		%			4 dias
TRATAMENTOS	15	3,62**	3,77**	16,10**	5,92**
E. ciclos de IAC maya o2	4	2,46	3,52*	3,52*	5,30**
Regressão linear	1	1,53	2,58	12,94**	7,02*
Regressão quadrática ...	1	4,30*	5,70*	0,001	0,09
Desvios	2	2,02	2,89	0,58	7,04**
E. ciclos de IAC-1 o2	4	2,33	2,21	3,78**	1,05
Regressão linear	1	4,18**	5,16*	4,76*	0,65
Regressão quadrática ...	1	0,10	0,33	0,67	0,42
Desvios	2	2,51	1,68	4,84*	1,56
E. ciclos de IAC phoenyx o2	4	4,21**	3,07*	2,76*	3,20*
Regressão linear	1	8,55**	8,02**	2,79	4,59*
Regressão quadrática ...	1	0,67	0,01	0,11	3,04
Desvios	2	3,81*	2,12	4,08*	2,58
E. grupos	3	6,09**	7,14**	67,07**	16,87**
Resíduo	48	—	—	—	—
Total	63				
		(¹)		(²)	(¹)
Média geral		73,43	10,86	3,486	58,26
C.V. %		7,2	5,6	22,0	7,4

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

(¹) Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$.

(²) Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

efeito de seleção, pois todas as suas sementes foram obtidas nas mesmas condições de clima, solo etc. Há que ressaltar ainda que,

para essa característica, ocorreram diferenças um pouco mais sensíveis entre ciclos do IAC phoenyx o2, explicadas em grande

parte pela regressão linear dos dados para os ciclos, sintetizada pela equação $y = 67,75 + 2,445x$, onde y é a porcentagem de germinação (em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$) num dado ciclo de seleção x . Isso indica um progresso do híbrido nessa característica, conforme se selecionaram os pais para maior produção de grãos e melhor qualidade protéica. Além disso, os valores obtidos para a heterose foram negativos, inicialmente, passando a positivos nos dois últimos ciclos. Entretanto, em que pesem esses valores de heterose, é mais ou menos evidente um ligeiro decréscimo nos valores para as duas populações, obtendo-se, inclusive, para o IAC-1 o2 a seguinte equação de regressão: $y = 77,29 - 1,709x$, onde o sinal negativo do coeficiente de regressão indica esse declínio.

O quadro 3 mostra a ocorrência de alguns tratamentos com valores de velocidade de germinação

bem diferenciados dentro de cada grupo de germoplasma. Anteriormente, FRANCESCHI M. (10) verificara uma superioridade de variedades opaco-2 em relação às normais nessa característica. As populações tiveram um comportamento mais ou menos diferenciado entre si, pois, enquanto o IAC maya o2 apresentava os dados seguindo uma regressão quadrática para ciclos, conforme acusado pela análise da variância, chegando a um valor no ciclo 4 semelhante ao do ciclo zero, o IAC-1 o2 teve seus dados explicados por uma regressão linear de equação $y = 46,35 - 0,872x$, o que significa um decréscimo para essa característica, conforme se aplicou seleção para outras. Novamente os dados do IAC phoenyx o2 seguem bem de perto uma reta, quando feita a regressão para ciclos de seleção, com a equação $y = 40,10 + 1,087x$ representando um avanço de 2,6% por ciclo

QUADRO 2. — Médias (1) obtidas para a porcentagem de germinação e heteroses calculadas para cada ciclo

Ciclo	IAC maya o2	IAC-1 o2	IAC phoenyx o2	F ₁ esperado	Heterose % em relação a	
					Média dos pais (MP)	Pai mais vigoroso (PMV)
0	69,07	74,85	67,60	71,96	- 6,1	- 9,7
1	77,99	80,17	70,00	79,08	-11,5	-12,7
2	73,89	73,17	70,80	73,53	- 4,7	- 5,2
3	69,34	69,52	81,39	69,43	17,2	17,1
4	68,23	71,63	74,13	69,93	6,0	3,5

IAC Hmd 7974 = 83,86.

(1) Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\% \text{ germ.}}$

em relação à média. Semelhantemente à germinação total, os resultados referentes à velocidade de germinação demonstraram heteroses negativas do IAC phoenyx o2 nos ciclos iniciais, que passaram a positivas, talvez pelas mesmas razões enunciadas anteriormente.

Quanto aos resultados relativos ao envelhecimento precoce (Quadro 4), foi observado que aqueles referentes à população do IAC maya o2 acompanharam quase que perfeitamente ($r = 0,96^{++}$) uma reta, mas descendente, de equação $y = 4,94 - 0,436x$, o que equivale a um decréscimo de 10,7% por ciclo, para essa característica. Já a população do IAC-1 o2, além de ter um valor no ciclo zero mais baixo ainda que o IAC maya o2, sofreu também uma redução no vigor mostrada pela equação $y = 3,18 - 0,265x$. À exceção de um único valor, todas as heteroses calculadas foram negativas e de valores relativamente altos.

Os dados relativos à primeira contagem (Quadro 5) parecem acompanhar as tendências mostradas pelas das outras características. A população do IAC maya o2 sofreu um decréscimo nessa característica com o decorrer dos ciclos de seleção, os quais seguiram, não muito exclusivamente, uma regressão com equação $y = 60,28 - 1,802x$. As diferenças entre ciclos do IAC-1 o2 não foram significativas estatisticamente, assim como o desdobramento dos graus de liberdade para esse efeito não mostrou diferenças. Entretanto, os diversos F_1 , isto é, o IAC phoenyx o2, com o decorrer dos ciclos de seleção nos pais, mostrou um ligeiro ganho, indicado pela equação $y = 51,24 + 1,455x$. As heteroses calculadas, apesar de quase todas serem negativas, mostraram pelo menos uma tendência de se tornarem positivas.

QUADRO 3. — Índice de vigor (velocidade de germinação) e heteroses calculadas para cada ciclo

Ciclo	IAC maya o2	IAC-1 o2	IAC phoenyx o2	F_1 espe- rado	Heterose % em relação a	
					Média dos pais (MP)	Pai mais vigoroso (PMV)
0	41,35	45,23	40,39	43,29	- 6,7	-10,7
1	46,16	47,30	41,20	46,73	-11,8	-12,9
2	43,70	44,56	40,73	44,13	- 7,7	- 8,6
3	41,34	42,84	45,21	42,09	7,4	5,5
4	40,68	43,10	43,82	41,89	4,6	1,7

IAC Hmd 7974 = 47,28.

QUADRO 4. — Médias ⁽¹⁾ obtidas para vigor (envelhecimento rápido) das sementes e heteroses calculadas para cada ciclo

Ciclo	IAC maya o2	IAC-1 o2	IAC phoenyx o2	F _i espe- rado	Heterose % em relação a	
					Média dos pais (MP)	Pai mais vigoroso (PMV)
0	4,882	3,557	2,940	4,220	-30,3	-39,8
1	4,564	2,165	3,616	3,365	7,5	-20,8
2	4,255	3,307	2,795	3,781	-26,1	-34,3
3	3,301	1,831	1,831	2,566	-28,6	-44,5
4	3,333	2,401	2,821	2,867	- 1,6	-15,4

IAC Hmd 7974 = 8,182.

⁽¹⁾ Dados transformados em $\sqrt{x + 1/2}$.

QUADRO 5. — Médias ⁽¹⁾ obtidas para vigor (primeira contagem) e heteroses calculadas para cada ciclo

Ciclo	IAC maya o2	IAC-1 o2	IAC phoenyx o2	F _i espe- rado	Heterose % em relação a	
					Média dos pais (MP)	Pai mais vigoroso (PMV)
0	57,34	63,54	53,44	60,44	-11,6	-15,9
1	65,05	65,68	52,35	65,37	-19,9	-20,3
2	53,43	59,64	49,04	56,54	-13,3	-17,7
3	53,45	62,12	58,10	57,79	0,5	- 6,5
4	54,13	62,59	57,84	58,36	- 0,9	- 7,6

IAC Hmd 7974 = 64,42.

⁽¹⁾ Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\% \text{ germ.}}$.

O peso hectolítrico mostrou algumas tendências interessantes (Quadro 6). Os dados sugerem que os valores são mais ou menos fixos para dado germoplasma, variando muito pouco dentro de cada população ou híbrido. Este último, aliás, apresentou os meno-

res valores. Parece que o germoplasma inicial influenciou favoravelmente essa característica, pois o IAC-1 o2, vindo de uma população normal de endosperma mais duro, foi o que apresentou os maiores valores para o peso hectolítrico. Aplicando-se aos dados a regres-

são para ciclos, obtiveram-se as seguintes equações: $y = 62,40 + 0,180x$ ($r = 0,80$), para o IAC maya o2; $y = 63,24 + 0,260x$ ($r = 0,63$), para o IAC-1 o2, e $y = 61,20 - 0,040$ ($r = 0,06$), para o IAC phoenyx o2.

Reportando-se ao que foi dito inicialmente, embora o presente trabalho tenha sido realizado com material com as características citadas, é possível obter algumas indicações acerca da seleção aplicada às duas populações sobre a qualidade de suas próprias sementes e do híbrido intervarietal correspondente a cada ciclo de seleção. Dessa forma, não se constatou uma melhoria geral na qualidade da semente das populações. O híbrido intervarietal, entretanto, ou talvez por causa da afirmação anterior, parece ter sofrido um melhoramento, pelo menos aparente, na maioria das características estudadas.

Conclusões: Diante dos resultados das análises efetuadas, as

seguintes conclusões são admitidas: *a)* houve diferenças significativas entre tratamentos para a porcentagem de germinação e o vigor medido pela velocidade de germinação, envelhecimento rápido e primeira contagem; *b)* a diferença entre os diversos grupos de germoplasmas explicou a maior parte dessa significância; *c)* para o IAC-1 o2, a seleção afetou negativamente a germinação e o vigor, não alterando o peso hectolítico; *d)* para o IAC maya o2, a seleção não alterou a germinação e o peso hectolítico, provocando um decréscimo no vigor; *e)* para o IAC phoenyx o2, a seleção melhorou a germinação e não alterou o peso hectolítico; os testes de vigor não permitiram qualquer conclusão; *f)* os resultados obtidos sugerem a realização de um estudo mais profundo, principalmente no que se refere ao declínio de germinação e vigor à medida que se efetuou a seleção.

QUADRO 6. — Médias obtidas para o peso hectolítico dos tratamentos e heteroses calculadas para cada ciclo

Ciclo	IAC maya o2	IAC-1 o2	IAC phoenyx o2	F ₁ espe- rado	Heterose % em relação a	
					Média dos pais (MP)	Pai mais vigoroso (PMV)
0	62,4	62,8	61,6	62,6	-1,6	-1,9
1	62,8	63,6	61,8	63,2	-2,2	-2,8
2	62,4	64,6	59,2	63,5	-6,8	-8,4
3	63,0	63,8	61,4	63,4	-3,2	-3,8
4	63,2	64,0	61,6	63,6	-3,1	-3,8

IAC Hmd 7974 = 75,2.

EFFECT OF INTRAPOPOPULATIONAL SELECTION ON THE QUALITY OF SEEDS
FROM TWO MAIZE POPULATION AND THEIR INTERVARIETAL HYBRID**SUMMARY**

Tests of germination and vigor, and determination of hectolitic weight of seeds of two opaque-2 maize population and their intervarietal hybrid were made. This was done to study the influence of four cycles of selection applied within each population for the improvement of other characteristics, on the quality of seeds.

Significant differences were found for germination percentage and vigor (germination velocity, early test and first count).

Heterosis values calculated for the intervarietal hybrid were negative in most cases; nevertheless, the values become positive or slightly negative for germination percentage, germination velocity and first count, reflecting an improvement in seed quality. This tendency was probably due to an intrinsic increase in the hybrid vigor.