

SELEÇÃO VISUAL PARA ENDOSPERMAS DE MILHO (*Zea mays L.*) OPACO-2 DE DIFERENTES FENÓTIPOS*

Roberto Ferreira da Silva Pinto
Hélio Morais Barbosa**

1. INTRODUÇÃO

MERTZ *et alii* (5) descobriram que os endospermas homozigóticos para o gene *opaco-2* continham 69% a mais de lisina do que os endospermas normais. O gene *opaco-2* exerce seu efeito por meio da redução da fração zeína, que é pobre em lisina, e do aumento das frações albumina, globulina e glutelina, que são ricas em lisina (2, 5, 6). Estas modificações na proteína resultam em melhor valor biológico (4). Entretanto, o milho opaco-2 possui endosperma de textura farinhosa e coloração esbranquiçada. Estas características são consideradas indesejáveis, visto estarem associadas a menor produção de grãos (11), maior quebra durante o beneficiamento (3) e menor aceitação comercial.

Modificações do fenótipo característico dos endospermas opaco-2 têm sido observadas em alguns genótipos. PAEZ *et alii* (7) verificaram que, na geração S₂, certas linhagens homozigóticas para o gene *opaco-2* produziram dois tipos de endospermas: (a) inteiramente opaco, e (b) opaco modificado — 1/2 opaco: 1/2 translúcido. Os teores de lisina das sementes metade opaca — metade translúcida não diferiram dos teores das sementes opacas da mesma espiga. Além disso, não houve diferença entre os teores de lisina nos setores opaco e translúcido do endosperma. Todavia, foram obtidos resultados diferentes (9), segundo os quais o setor opaco apresentou menor porcentagem de proteína, porém maior porcentagem de lisina do que o setor translúcido. Além disso, a relação gramas de lisina por 100 g de proteína (g/L/100 g P) foi maior no setor opaco do que no setor translúcido e no endosperma integral, que não se diferenciaram entre si.

A seleção para opacos modificados poderia fornecer um meio de se eliminar, pelo menos parcialmente, as características indesejáveis geralmente associadas com o gene *opaco-2*. O presente trabalho procura determinar o efeito desta seleção sobre os teores de proteína e lisina e sobre o volume e peso das sementes do milho opaco-2.

* Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como requisito para obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Fitotecnia. Trabalho parcialmente subvencionado pela Aliança para o Progresso, de acordo com o PL-480, e pelo Conselho Nacional de Pesquisas.

Recebido para publicação em 11-06-1976.

** Respectivamente, Pesquisador da Divisão de Experimentação e Pesquisa da Secretaria de Agricultura do Estado do Espírito Santo e Prof. Adjunto da U.F.V.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Seleção visual foi aplicada ao híbrido simples 'AG 501 opaco-2'. O material foi examinado com auxílio de um diafanoscópio, no sentido de se identificar a ocorrência de sementes contendo setores opaco e translúcido em proporções variadas.

Três classes de sementes foram isoladas com base na extensão do setor translúcido do endosperma, a saber (Figura 1):

- Sv 1 — endosperma inteiramente opaco.
- Sv 2 — endosperma com, aproximadamente, 75% de área opaca e 25% de área translúcida.
- Sv 3 — endosperma com, aproximadamente, 50% de área opaca e 50% de área translúcida (opaco modificado).

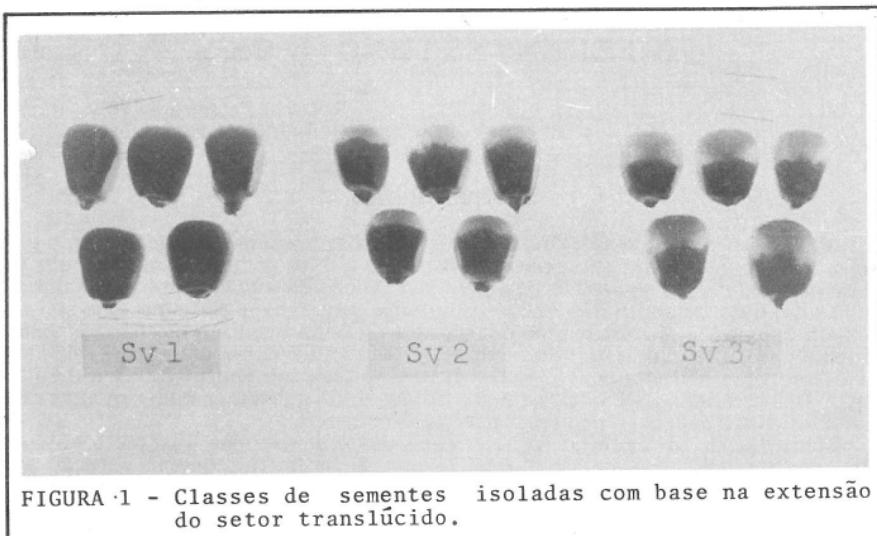


FIGURA 1 - Classes de sementes isoladas com base na extensão do setor translúcido.

Uma quarta classe, constituída de sementes retiradas ao acaso, foi usada como Testemunha.

Em novembro de 1971, sementes de cada classe foram plantadas no Campo Experimental do Setor de Genética, da Universidade Federal de Viçosa. A unidade experimental foi constituída de duas fileiras de 10,0 m de comprimento e espaçadas de 1,0 m. Nas fileiras foram semeadas 3 sementes de 0,50 em 0,50 m, fazendo-se mais tarde o desbaste para duas plantas por cova. Adubação e sistema de polinização foram os mesmos descritos anteriormente (8).

Realizada a colheita, as sementes de cada unidade experimental foram misturadas, e amostras de 40 sementes foram retiradas para análises de proteína e lisina. As sementes restantes foram submetidas a um segundo ciclo de seleção. Sementes das classes Sv 1, Sv 2, e Sv 3 foram selecionadas a partir das respectivas unidades experimentais. Sementes da classe Testemunha foram retiradas ao acaso da unidade experimental correspondente. Estas sementes foram plantadas em outubro de 1972, em blocos ao acaso, com três repetições. A unidade experimental foi constituída de duas fileiras de 5,0 m e espaçadas de 1,0 m. Foram plantadas duas sementes de 0,25 em 0,25 m e mais tarde foi feito o desbaste para uma planta por cova. Adubação e sistema de polinização são descritos por PINTO *et alii* (8).

Realizada a colheita, em abril de 1973, foram determinados os teores de proteína e lisina em 40 sementes integrais, e anotados os pesos de 1.000 sementes e o volume de 100 sementes. Os métodos utilizados para a determinação do volume e dos teores de proteínas e lisina foram descritos por PINTO *et alii* (8). Fo-

ram, ainda, determinados os teores de proteína e lisina no endosperma integral e nos setores opaco e translúcido de sementes da classe Sv 3. Os dados obtidos foram comparados utilizando-se o teste de t (1).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teores de Proteína e Lisina em Sementes Resultantes de Diferentes Classes Fenotípicas

Os teores médios de proteína e lisina obtidos nos dois ciclos são comparados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Teores de proteína e lisina de sementes resultantes de diferentes classes fenotípicas

Fenótipo das sementes selecionadas	% de proteína		% de lisina	
	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
Sv 1	11,2	11,3	0,430	0,579 a*
Sv 2	11,7	10,8	0,442	0,474 c
Sv 3	11,5	11,0	0,389	0,484 bc
Testemunha	11,6	11,1	0,412	0,543 ab

* As médias assinaladas pela mesma letra não se diferenciam significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A seleção para diferentes fenótipos não influenciou significativamente o teor de proteína das progénies, não havendo associação aparente entre teor de proteína e classe fenotípica selecionada.

O teor de lisina no segundo ciclo de seleção foi significativamente mais elevado na progénie resultante de sementes inteiramente opacas (Quadro 1). Isto não ocorreu no primeiro ciclo. Em geral, os teores de lisina no segundo ciclo foram consideravelmente mais elevados do que no primeiro. Isto não era esperado, visto que os teores de proteína não foram alterados substancialmente em função do ciclo de seleção.

Encontrou-se correlação positiva significativa entre teores de proteína e lisina (Quadro 2).

Os resultados indicam que a seleção para opacos modificados reduz o teor de lisina. Esta redução, neste trabalho, considerado a média de ambos os ciclos de seleção, foi de 13,5%.

3.2. Teores de Proteína e Lisina em Endospermas de Milho Opaco-2 Modificado

O Quadro 3 apresenta os teores médios de proteína e lisina e a relação gL/100 gP em endospermas da classe Sv 3. Os teores de proteína no endosperma integral e no setor translúcido não se diferenciaram significativamente, porém, ambos foram significativamente superiores ao teor de proteína encontrado no setor opaco. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por PURDUE UNIVERSITY (9), segundo os quais os teores de proteína cresceram em valores absolutos, na ordem: setor opaco, endosperma integral, setor translúcido.

QUADRO 2 - Matriz de correlação entre diversas características do milho híbrido 'AG 501 opaco-2'

	Volume de 100 semen- tes	% de pro- teína	% de li- sina
Peso de 1000 sementes	0,1912**	-0,331	-0,649*
Volume de 100 sementes		-0,140	-0,430
% de Proteína			0,679*

* , ** Significativo, ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Os teores de lisina não se diferenciaram significativamente nos setores, opaco e translúcido, nem no endosperma integral. Estes resultados concordam com os obtidos por PAEZ *et alii* (7) e discordam dos de PURDUE UNIVERSITY (9), que encontrou teores de lisina mais elevados no setor opaco.

As relações gL/100gP no endosperma integral e no setor translúcido não foram significativamente diferentes. Entretanto, ambas as relações foram significativamente inferiores à relação encontrada no setor opaco. Estes resultados, que concordam com os obtidos por PURDUE UNIVERSITY (9), apresentam evidência de que o maior teor de proteína no setor translúcido, em relação ao setor opaco, se deve à maior porcentagem da fração zeína, pobre em lisina. De fato, estudos recentes de fracionamento de proteína nestes setores (10) mostram que o teor de zeína no setor translúcido é 2,5 vezes maior do que no setor opaco.

3.3. Efeito da Seleção Visual sobre o Volume de 100 Sementes e sobre o Peso de 1000 Sementes Resultantes de Diferentes Classes Fenotípicas

A seleção visual para diferentes fenótipos não influenciou significativamente o volume de 100 sementes (Quadro 4).

As correlações envolvendo o volume de 100 sementes com os teores de proteína e lisina não foram significativas (Quadro 2).

Os pesos de 1000 sementes nas progénies resultantes de sementes das classes Sv 1 e Testemunha foram significativamente inferiores ao da progénie resultante da classe Sv 3 (Quadro 4). Este resultado pode ser atribuído ao maior volume das sementes (Quadros 2 e 4) e à maior proporção observada de sementes da classe Sv 3 na progénie obtida de sementes Sv 3. Como consequência do maior peso de 1000 sementes (299,7 g) resultantes da classe Sv 3, a quantidade de lisina por 1000 sementes (1,45 g) foi, aproximadamente, a mesma que a quantidade de lisina por 1000 sementes resultantes das classes Sv 1 e Testemunha (1,47 g e 1,41 g, respectivamente).

Encontrou-se correlação negativa significativa entre peso de 1000 sementes e teor de lisina (Quadro 2).

4. RESUMO

Três classes fenotípicas de sementes do híbrido simples 'AG 501 opaco-2' foram selecionadas visualmente, com base na extensão do setor translúcido do endosperma: (a) Sv 1 — endosperma inteiramente opaco; (b) Sv 2 — endosperma com, aproximadamente, 75% de área opaca e 25% de área translúcida; (c) Sv 3 — endosperma com, aproximadamente, 50% de área opaca e 50% de área translúcida (opaco modificado). Uma quarta classe, não selecionada, foi usada como Testemunha. O objetivo foi determinar o efeito de dois ciclos de seleção sobre os

QUADRO 3 - Teores de proteína, lisina e gramas de lisina por 100 gramas de proteína (gL/100gP), em endosperma do milho opaco-2 modificado.

Material	% de proteína	% de lisina	gL/100gP
Endosperma integral (E.I.)	9,5	0,242	2,55
Setor translúcido (S.T.)	10,5	0,242	2,30
Setor opaco (S.O.)	6,3	0,246	3,90

Valores de t para:

% de proteína no E.I. x % de proteína no S.T.	-	1,84 n.s.
% de proteína no E.I. x % de proteína no S.O.	-	9,80 **
% de proteína no S.T. x % de proteína no S.O.	-	9,09 **
% de lisina no I.E. x % de lisina no S.O.	-	0,098 n.s.
% de lisina no S.T. x % de lisina no S.O.	-	0,061 n.s.
gL/100gP no E.I. x gL/100gP no S.T.	-	0,69 n.s.
gL/100gP no E.I. x gL/100gP no S.O.	-	3,82 *
gL/100gP no S.T. x gL/100gP no S.O.	-	8,55 **

n.s. Não significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

*, ** Significativo, ao nível de 5 a 1% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 4 - Volume de 100 sementes e peso de 1000 sementes resultantes de diferentes classes fenotípicas, no segundo ciclo.

Fenótipo das sementes selecionadas	Volume de 100 sementes (ml)	Peso de 1000 sementes (g)
Sv 1	22,2	253,6 b*
Sv 2	22,3	272,9 ab
Sv 3	24,9	299,7 a
Testemunha	21,8	259,7 b

* As médias assinaladas com a mesma letra não se diferenciam significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

teores de proteína e lisina, e sobre o volume e peso das sementes.

Os resultados indicam que a seleção para opacos modificados reduz a porcentagem de lisina da semente integral, sem alterar a porcentagem de proteína.

O setor opaco de endospermas opacos modificados apresenta o mesmo teor de lisina que o setor translúcido, mas seu teor de proteína é significativamente menor que o do setor translúcido. Isto evidencia que a maior porcentagem de proteína do setor translúcido se deve à maior porcentagem de zeina, que é pobre em lisina.

A seleção para endospermas opacos modificados não resulta em modificações substanciais no volume, mas aumenta o peso das sementes.

5. SUMMARY

Three phenotypic classes of seed were selected from the single cross hybrid 'AG 501 opaco-2' of maize with respect to the extent of the opaque and vitreous portions of the endosperm: (a) completely opaque, (b) ca. 75% opaque and 25% vitreous, and (c) ca. 50% opaque and 50% vitreous (modified opaque). A fourth class of seed, unselected, was used as control. The objective was to determine the effects of two cycles of selection on protein and lysine content, and on volume and weight of the progeny seed.

The results indicate that selection for modified opaque endosperm decreases lysine percent in the whole seed without affecting protein percent. Selecion for modified opaque endosperm does not substantially affect seed volume but increases seed weight.

6. LITERATURA CITADA

1. ALDER, H.L. & ROESSLER, E.B. *Introduction to probability and statistics*. 4 ed. Davis, University of California, 1967. 333 p.
2. JIMENEZ, J.R. Protein fractionation studies of high lysine corn. In: *Proceedings of the high lysine corn conference*. Washington. Corn Refiners Association, Inc., 1966. p. 74-9.

3. LAMBERT, R.J., ALEXANDER, D.E. & DUDLEY, J.W. Relative performance of normal and modified protein (opaque-2) maize hybrids. *Crop Science* 9(2):242-243. 1969.
4. LLOYD, N.E. & MERTZ, E.T. Studies on corn proteins, 3. The glutelins of corn. *Cereal Chemistry* 35(2):156-168. 1958.
5. MERTZ, E.T.; BATES, L.S. & NELSON, O.E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science* 145(3629):279-280. 1964.
6. MURPHY, J.J. & DALBY, A. Changes in protein fractions of developing normal and opaque-2 maize endosperm. *Cereal Chemistry* 48(3):336-349. 1971.
7. PAEZ, A.V., HELM, J.L. & ZUBER, M.S. Lysine content of opaque-2 maize kernels having different phenotypes. *Crop Science* 9(2):251-252. 1969.
8. PINTO, R.F.S., BARBOSA, H.M. & ALMEIDA FILHO, J. Seleção para diferentes densidades das sementes em milho (*Z. mays* L.) opaco-2. *Experientiae* 18(2):41-58. 1974.
9. PURDUE UNIVERSITY, West Lafayette. *Annual report on the inheritance and improvement of protein quality and content in maize, 1971-1972*. West Lafayette, 1972. p. 12-13.
10. PURDUE UNIVERSITY, West Lafayette. *Annual report on the inheritance and improvement of protein quality and content in maize, 1972-1973*. West Lafayette, 1973. p. 18-20.
11. SREERAMULU, C. & BAUMAN, L.F. Yield components and protein quality of opaque-2 and normal dialles of maize. *Crop Science* 10(3):262-265. 1970.