

EFEITO DO PESO RELATIVO DAS SEMENTES PATERNAS SOBRE AS
PROGÊNIES DE MILHO OPACO-2*

Luiz Sérgio Saraiva
John C. Anderson**

1. INTRODUÇÃO

Desde 1963, quando MERTZ *et alii* (6) descobriram que o gene opaco-2 modifica a composição química do milho, melhorando-a, trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de se conhecer melhor os efeitos desse gene nas características físicas e químicas do milho.

O gene opaco-2 causa aumento de duas vezes mais lisina e 2/3 mais triptófano do que o milho comum (4).

Os animais monogástricos necessitam de receber aminoácidos essenciais na sua alimentação para o seu desenvolvimento e, portanto, a utilização do milho opaco-2 constitui-se em uma fonte alimentar de boa qualidade e baixo preço.

O presente trabalho visa estudar o efeito do peso relativo das sementes paternas nas progêniens de milho opaco-2, para que se possa dar mais um passo no sentido de melhoramento de milho para alto teor de lisina. Com este objetivo, fez-se uma série de cruzamentos dialélidos envolvendo milhos opacos de diferentes pesos relativos e também os respectivos cruzamentos recíprocos para se estudar, na geração F₂, os pesos médios de sementes opaco-2, expressos como porcentagem das normais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Sementes opaco-2 possuem menor peso do que as do milho comum (11,12,13). Contudo, diferenças não significativas, entre opaco-2 e normal, foram encontradas (7,10). Seleção massal e seleção recorrente para capacidade combinatória geral são propostas para desenvolver linhas opaco-2 de alta produtividade (10).

ALEXANDER *et alii* (3) estudaram um sintético opaco-2 e encontraram que cerca de 10% da população teve o peso de 100 sementes igual ao do milho dentado normal.

Quanto a dureza do grão, afirmam ser tipicamente as sementes opaco-2 mais macias e com endosperma de densidade mais baixa (2).

* Aceito para publicação em 26-6-1973.

** Respectivamente, Auxiliar de Ensino da U.F.V. e Pesquisador da Universidade Purdue.

Segundo ALEXANDER (1), em geral, tem-se a idéia de que as sementes opaco-2 produzem menos e são menos densas do que as normais. Embora resultados preliminares mostrem que as sementes de milho opaco-2 são menos pesadas do que as normais correspondentes, não convém concluir que os tipos opaco-2 são necessariamente de produção menor do que os normais. Alguns dados obtidos sugerem que genes modificadores afetam o tamanho da semente opaco-2 homozigota e que seleção apropriada em populações segregantes deve ser eficiente em melhorar essa característica.

SHARMA *et alii* (8), comparando cruzamentos e cruzamentos recíprocos, observaram que as diferenças citoplasmáticas não afetaram, consistentemente, a característica peso de 100 sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Campo Experimental da Genética, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Utilizou-se o milho 'Maya 50' do Instituto Agronômico de Campinas, do qual selecionaram-se cerca de 100 sementes que apresentavam o endosperma parcialmente vítreo. Em novembro de 1967, estas sementes foram plantadas e autofecundadas, observando-se que 70 das 100 sementes selecionadas produziram espigas que segregavam para opaco-2. Essas 70 espigas foram debulhadas uma a uma e as sementes opacas e normais de cada espiga foram separadas e guardadas. Os grãos opacos foram contados e pesados, e igual número de sementes normais das espigas correspondentes foi retirado ao acaso e pesado. O peso das sementes do opaco foi expresso como porcentagem em relação à normal. Fez-se a seguinte classificação: relação de peso opaco/normal (O_2/N), variando de 60,5% a 74,7%, considerada baixa; de 74,8% a 88%, relação média; de 88,1% a 101,4% como sendo alta. Estes termos baixa, média e alta passarão a ser usados no trabalho. A classificação foi baseada na variação observada, de um mínimo de 60,5% até um máximo de 101,4%, com uma distribuição normal aproximada. As relações de peso dos pais utilizados para os cruzamentos foram de: baixa x baixa (61% e 68%, respectivamente); baixa x média (61% e 82%); baixa x alta (61% e 101%); média x média (79% e 82%); média x alta (82% e 101%); e alta x alta (96% e 101%). Em todo cruzamento, a classe que vem citada em primeiro lugar foi utilizada como fêmea. Quando se utilizaram duas classes iguais, a citada em primeiro lugar é sempre a de menor peso nos cruzamentos e a de maior peso nos cruzamentos recíprocos.

Em novembro de 1968, foi plantado um bloco de cruzamentos dialélicos composto de sementes normais de espigas que segregaram para opaco, colhidas do plantio do ano anterior. A classificação das sementes normais (baixa, média ou alta) foi feita utilizando a relação de peso O_2/N , na respectiva espiga segregante. As progêniens desses cruzamentos produziram algumas espigas com segregação.

Essas progêniens foram separadas, de acordo com os cruzamentos originais, nos seguintes grupos: baixa x baixa, baixa x média, baixa x alta, média x média, média x alta, alta x alta e os seis respectivos cruzamentos recíprocos.

De cada uma dessas progêniens, usando-se somente espigas

normais que segregavam para opaco-2, tirou-se igual número de sementes normais de cada espiga, até completar 200. Em dezembro de 1969, foram misturadas e plantadas 50 sementes por fileira, correspondendo a quatro fileiras de cada cruzamento e mais quatro do cruzamento recíproco, dando um total de 48 fileiras de 10 metros. Utilizou-se o espaçamento de 40 centímetro entre covas com 1 metro entre fileiras. Após o desbaste, deixaram-se 40 plantas por fileiras para serem autofecundadas, a fim de se obter os F₂ e estudar o modelo ou padrão de resposta. Desde que cada espiga que segregasse para opaco-2 seria considerada uma repetição, não houve necessidade de utilizar um determinado delineamento experimental.

Foram autofecundadas mil plantas, cada uma duas vezes, a fim de que fosse garantida boa granação das espigas. A segunda polinização foi efetuada dois dias após a primeira.

Foram separadas 946 espigas, na colheita, e levadas imediatamente para o secador, onde permaneceram durante 72 horas, à temperatura média de 33,1°C, sendo o teor de umidade final, após a secagem, de 12,3%. Depois deste período, efetuou-se a seleção das espigas, sendo que 417 foram eliminadas visto não terem mostrado segregação ou estarem doentes. As 529 espigas normais que segregavam para opaco-2 foram selecionadas e dublilhadas.

Todos os grãos opacos de cada espiga foram contados e guardados, e igual número de sementes normais das mesmas espigas foi contado e guardado em câmara seca, a 21,7°C e 37% de umidade.

Efetuou-se a pesagem do mesmo número de sementes normais e opacas de cada espiga e o peso das sementes opacas foi expresso como porcentagem da normal (o_2/N).

A comparação entre as médias foi feita pelo teste de t , porém, visto terem sido aproveitadas todas as espigas que segregaram, nos diferentes grupos, estes ficaram com números diferentes de espigas de maneira tal que o uso do teste t obedeceu a um ajustamento SNEDECOR (9).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Peso Médio de Sementes Opacas do F₂ Expresso em Porcentagem do Peso das Sementes Normais (quadros 1 e 2)

Observou-se no F₂ dos cruzamentos de Baixa X Baixa, Média X Média e Alta X Alta uma tendência para aumentar o peso médio dos grãos opacos à medida que aumentou o peso relativo das sementes paternas, sendo essas médias de 82,22%, 83,26% e 89,96%, respectivamente.

No entanto, em alguns cruzamentos não se notou a mesma tendência, dando certa inconsistência aos dados. Contudo, pode-se observar que nos cruzamentos Baixa X Média e Baixa X Alta houve um acréscimo, sendo os valores médios respectivos de 80,27% e 84,03%, bem como nos cruzamentos Média X Média e Média X Alta, onde se tem as médias de 83,26% e 84,79%, respectivamente. Observou-se, também, que as progénies dos cruzamentos em que entrou a relação Alta mostraram os maiores valores: Baixa X Alta, 84,03%; Média X Alta, 84,79% e Alta X Alta, 89,96%, havendo uma tendência para aumentar, na ordem citada.

QUADRO 1 - Peso médio de sementes opacas do F₂, expresso em porcentagem do normal

Cruzamento original	Cruzamentos Cruzamentos recíprocos
Baixa X Baixa	82,22
Baixa X Média	80,27
Baixa X Alta	84,03
Média X Média	83,26
Média X Alta	84,79
Alta X Alta	89,96
Valor médio	84,09
Média geral	83,91
	83,73

QUADRO 2 - Comparações entre as classes em F₂, quanto aos pesos médios de sementes opacas (abaixo da diagonal para os cruzamentos; acima da diagonal para os cruzamentos recíprocos)

Cruzamento original	Baixa X Baixa	Baixa X Média	Baixa X Alta	Média X Média	Média X Alta	Alta X Alta
	Baixa	Média	Alta	Média	Alta	Alta
Baixa X Baixa		**	**	ns	**	**
Baixa X Média	ns		ns	*	ns	**
Baixa X Alta	ns	*		**	ns	**
Média X Média	ns	ns	ns		**	**
Média X Alta	ns	**	ns	ns		*
Alta X Alta	**	**	**	**	**	

ns: não significativo

*: significativo ao nível de 5%

**: significativo ao nível de 1%.

Nos cruzamentos recíprocos, à semelhança do que ocorreu nos cruzamentos, houve uma tendência para aumentar o peso médio, partindo de Baixa X Baixa a Média X Média até Alta X Alta, sendo os valores respectivos de 76,64%, 79,45% e 90,71%. A mesma tendência observou-se nos cruzamentos recíprocos em que entrou a relação Baixa, partindo-se de Baixa X Baixa, 76,64% a Média X Baixa, 84,11% até Alta X Baixa, 84,64%. Nos cruzamentos recíprocos em que entrou a relação Alta encontraram-se os maiores valores, também em ordem crescente, sendo: Alta X Baixa, 84,64%; Alta X Média, 86,81% e Alta X Alta, 90,71%.

A média geral de peso das sementes opacas foi 83,91% do peso das sementes normais, sendo, portanto, 16,09% menos pesa-

das. A maior diferença de peso entre sementes opacas e normais foi de 23,36% (F_2 do cruzamento recíproco de Baixa X Baixa) e a menor 9,29% (F_2 do cruzamento recíproco de Alta X Alta). Esses dados são muito concordantes com os obtidos por SALAMINI e EKPENYONG (7). As sementes opacas mostraram-se sempre com menor peso do que as normais, estando esses resultados de acordo com os obtidos por WICHSER (13), SREERAMULU *et alii* (11) e FEIST e PATTERSON (5).

Observou-se que, basicamente, não existiu diferença de importância prática entre os cruzamentos e cruzamentos recíprocos correspondentes pois, em apenas dois casos (F_2 de Baixa X Baixa e Baixa X Média) observou-se diferença significativa a 5%, indicando que as diferenças citoplasmáticas não afetaram a característica peso de sementes opacas, expresso em porcentagem do normal. Esse resultado concorda com o obtido por SHARMA *et alii* (8).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Estudou-se a geração F_2 de cruzamentos dialélicos entre diferentes classes de peso relativo de sementes do milho Maya-50. Analisou-se a influência desses diferentes pesos, usando o F_2 dos cruzamentos e dos cruzamentos recíprocos, na determinação dos pesos médios de sementes opaco-2, expressos como porcentagem das normais.

As sementes opacas da geração F_2 mostraram-se sempre com menor peso do que as sementes normais das mesmas espigas segregantes. A média geral de peso das sementes opaco-2 correspondeu a 83,91% do peso das sementes normais, sendo, portanto, 16,09% menos pesadas.

A grande oscilação na relação peso de sementes opacas/peso de sementes normais, variando de 76,64% (cruzamento recíproco de Baixa X Baixa) a 90,71% (cruzamento recíproco de Alta X Alta), mostra ser possível a seleção para sementes opacas mais pesadas, partindo-se de sementes paternas de maior peso relativo.

Não houve diferença de importância entre os cruzamentos e cruzamentos recíprocos correspondentes.

6. SUMMARY

The F_2 generation of diallel crosses between classes of different relative weights of seed of the variety Maya-50 was studied. The influence of these different weights was analyzed using the F_2 of the crosses and their reciprocals in the determination of the average weight of opaque-2 seeds expressed as % of the normal on the same ear.

The opaque seeds of the F_2 generation always showed a lower weight than the normal seeds on the same segregating ear. The over-all average weight of opaque seeds was 83,91% of the weight of the normal seeds.

The variation in relative weight of opaque seeds ranged from 76,64% (reciprocal of low X low) to 90,71% (reciprocal of high X high) thus demonstrating the possibility of selection for higher relative seed beginning with paternal seed of greater relative weight.

There was no important difference between the crosses and their reciprocals.

7. LITERATURA CITADA

1. ALEXANDER, D.E. Problems associated with breeding opaque-2 corns, and some proposed solutions. In: *Proceedings of the High Lysine Corn Conference*. Washington, USA. Corn Refiners Association, Inc. 1966. p.143-147.
2. ALEXANDER, D.E., DUDLEY, J.W. e LAMBERT, R.J. The modification of protein quality of maize by breeding. Meeting of Maize-Sorghum Section. Budapest, Hungary, 1969.
3. ALEXANDER, D.E., LAMBERT, R.J. e DUDLEY, J.W. Breeding problems and potentials of modified protein maize. In: *New Approaches to Breeding for Improved Plant Protein*. International Atomic Energy Agency.Viena, Austria. 1969. p.55-65.
4. BEESON, W.M., PICKETT, R.A., MERTZ, E.T., CROMWELL, G.L. e NELSON, O.E. *Nutritional Value of High-Lysine Corn*. Lafayette, USA, Purdue University, 1966. 8 p. (Research Progress Report 227).
5. FEIST, W.A. e PATTERSON, E.B. Evaluation of six inbred lines of *Zea mays* during conversion to opaque. *Agronomy Abstracts*, USA. p. 7. 1968.
6. MERTZ, E.T., BATES, L.S. e NELSON, O.E. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, USA. 145 (3629):279-280. 1964.
7. SALAMINI, F. e EKPENYONG, T. Weight of opaque-2 and normal kernels on the same ear. *Maize Genetics Cooperation*. Bloomington, Indiana, USA. 41: 101-102. 1967.
8. SHARMA, D., BATRA, J.N. e SINGH, R. Cytoplasmic in respect of some important plant characteres in a maize composite. *Maize Genetics Cooperation*. Bloomington, Indiana, USA. 41: 168-170. 1967.
9. SNEDECOR, G.W. *Statistical Methods* 5^a ed. Ames, USA, Iowa State University. 1956. 534 p.
10. SREERAMULU, C. e BAUMAN, L.F. Yield components and protein quality of opaque-2 and normal diallels of maize. *Crop Science*, USA. 10(3): 262-265. 1970.
11. SREERAMULU, C., BAUMAN, L.F. e GARY ROTH. Effect of outcrossing on protein quality, kernel weight, and related characteres in opaque-2 and floury-2 maize (*Zea mays* L.) *Crop Science*, USA. 10(3): 235-236. 1970.

12. WATSON, S.A. Comparison of the wet milling properties of opaque-2 and normal dent corn. In: *Proceedings of the High Lysine Corn Conference*. Washington, USA. Corn Refiners Association, Inc. 1966. p. 117-120.
13. WICHSER, W.R. Comparison of the dry milling properties of opaque-2 and normal dent corn. In: *Proceedings of the High Lysine Corn Conference*. Washington, USA. Corn Refiners Association, Inc. 1966. p. 104-116.