

MELHORAMENTO DA VARIEDADE DE MILHO DE ALTA QUALIDADE PROTÉICA (QPM) BR 473

CLESO ANTÔNIO P. P., PAULO EVARISTO O. G., SIDNEY N. P., MANOEL X. S., WALTER F. M., ELTO EUGÊNIO G. E MARIA JOSÉ V. V..

Embrapa Milho e Sorgo, C.P. 151, Sete Lagoas, MG, 35701-970 cleso@cnpms.embrapa.br

Palavras chaves: milho QPM, variedade, meios irmãos, seleção, interação g x a.

INTRODUÇÃO

A variedade de milho de alta qualidade protéica (QPM) BR 473, é um sintético de ciclo precoce, de grãos amarelos semiduros que, por terem cerca de 50% mais de lisina e triptofano, podem ser utilizados na confecção de alimentos mais nutritivos e rações mais baratas, com aparência e sabor similares aos de milho comum. Essa vantagem pode ser traduzida em maiores ganhos de peso quando o milho é a principal fonte de energia e proteína ou na redução dos custos de produção de carne de suínos e aves.

A superioridade nutricional da BR 473 foi verificada por Paes e Bicudo (1994) ao compararem duas cultivares de milho QPM com uma de milho normal (BR 201) por meio de ensaios biológicos com ratos; relataram que a qualidade protéica dos grãos das variedades BR 451, BR 473 e BR 201 correspondeu, respectivamente, a 86,3; 85,0 e 65,6% da caseína, que é a proteína do leite.

Os desempenhos de cultivares de milho, uma QPM (BR 473) e uma de milho normal, no crescimento e na terminação de suínos da raça Landrace x Large White x Pietrain, foram comparados por Bellaver e Lima (1998), por meio de dietas calculadas para atender as exigências de proteína, energia, Ca, P e com o mesmo nível de N suplementado com aminoácidos cristalinos. Observaram que, nas duas fases, o desempenho dos animais foi semelhante. A vantagem do QPM foi o menor custo da dieta. Os autores relataram que essa vantagem do QPM não se restringiu aos maiores teores de lisina e triptofano, mas se deveu fortemente à maior energia metabolizável associada a uma maior digestibilidade da energia metabolizável, como indicado pelo menor teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN). Outro fator que contribuiu para baixar o custo e aumentar a energia metabolizável foi a ligeira superioridade da cultivar QPM quanto ao teor de óleo.

Como ponto negativo Bellaver e Lima (1998) destacaram o baixo teor de proteína bruta da amostra de milho QPM utilizada. Mesmo assim, em simulações de ração de mínimo custo, com base na composição dos milhos, fixando a exigência protéica e deixando livre os aminoácidos, o custo do quilograma de ração foi 1,01% mais barato com o milho QPM nas rações de menor densidade energética (3200 kcal).

Aumentando a energia para 3400 kcal aumenta a vantagem do QPM com redução de 1.08 % no custo do kg de ração.

Estudando algumas importantes características agronômicas e componentes da produção das cultivares QPM: a variedade BR 473 e o híbrido duplo BR 2121, em comparação com o híbrido duplo BR 205, Paschoalick (1998) reiterou a superioridade das cultivares QPM quanto aos teores de lisina e triptofano e óleo. Por

outro lado, alguns dos resultados obtidos por esse autor, mais do que mostrar alguns problemas dos materiais, são indicadores de pontos importantes a serem considerados pelos programas de melhoramento de milho QPM. Assim, é preciso aumentar a pressão de seleção contra acamamento e quebramento que estão associados ao colmo mais fino e às espigas mais altas dos QPM. Embora os QPM's tendam a apresentar maior densidade dos grãos (BR 473) também apresentaram tendência a menor massa de mil grãos (BR 2121), o que pode ser explicado pelo fato de terem apresentado grãos significativamente mais estreitos e, sobretudo, mais curtos que a cultivar normal, ou seja, os QPM tem espigas mais finas e sabugos mais grossos o que vem a ser um fator complicador para os programas melhoramento, em que a produtividade geralmente é estimada pela produção de espigas. As indicações desse trabalho reforçam ainda que, em futuras seleções para conteúdos de lisina e triptofano se não for possível selecionar também para elevar os teores de proteína bruta deve-se tomar cuidado para que esses teores não sejam reduzidos.

A BR 473 foi sintetizada a partir de 6 linhagens (4 duras e 2 dentadas), que entraram na composição dos 3 melhores híbridos duplos avaliados na safra 1992/93 (Guimarães et al., 1994). Foi lançada no mercado em 1994 após o quarto ciclo de recombinação. Depois disso passou por dois de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos. Esse método de seleção é muito utilizado no melhoramento de milho devido a sua simplicidade e eficiência atestada em várias ocasiões na literatura (Pacheco et al., 1998). Além disso, permite estimar a variância genética aditiva e vários parâmetros genéticos úteis na seleção, principalmente quando as progênies são avaliadas em mais de um ambiente. A estrutura de progênies também facilita e diminui os custos da determinação da qualidade protéica.

MATERIAL E MÉTODOS

No primeiro ciclo de seleção, 1995/96, 196 progênies foram avaliadas em três localidades na região Sudeste e em uma localidade na região Sul, com o propósito inicial de se capitalizar a interação genótipos x ambientes. Por ocasião da recombinação das progênies selecionadas para a região Sul, com obtenção simultânea de novas progênies, pelo método irlandês modificado, conduzido em Sete Lagoas, no inverno de 1997, concluiu-se que a opção pela seleção para adaptabilidade ampla, com a avaliação do mesmo grupo de progênies nas duas regiões seguida da seleção das que sobressaíssem na média dos locais, seria economicamente mais viável que a primeira, apesar do desempenho superior no sul do País.

Assim, as 196 progênies de meios irmãos do ciclo 2 foram avaliadas na safra 1997/98 em Sete Lagoas –MG e Ponta Grossa – PR, em látice simples 14 x 14, tendo como testemunha intercalar a variedade BR 106. As parcelas foram constituídas por uma única fileira de 4 metros de comprimento, espaçadas de 0,90m. Em Sete Lagoas foram tomados dados de altura de planta e espiga, porcentagem de plantas acamadas e quebradas, estande, número de espigas, porcentagem de espigas doentes e peso de espigas despalhadas em kg/ha, e em Ponta Grossa só peso de espigas e estande. As determinações químicas nos grãos foram realizadas nos laboratórios da Embrapa Milho e Sorgo utilizando-se as seguintes metodologias: proteína bruta (método de Kjhedahl), triptofano (Villegas et ali, 1984) e lisina (Hernandes e Bates, 1969). As análises de variância e estimativas de parâmetros genéticos foram efetuadas pelo programa GENES (Cruz, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para o peso das espigas em kg/ha em cada local e na média dos ambientes, com todos os efeitos considerados aleatórios, mostraram a existência de variabilidade genética entre as progênes, embora em Sete Lagoas o teste F tenha sido significativo somente a 10% de probabilidade. Por meio dos coeficientes de variação experimentais (Cve) pode-se classificar os ensaios como de média e boa precisão experimental mas, observando-se os erros efetivos nota-se que foram equivalentes, pode-se concluir que as diferenças nos Cve's foram devidas às respectivas médias gerais dos ensaios em Sete Lagoas e Ponta Grossa (Tabela 1). Embora na ANAVA conjunta não sido encontrada diferença significativa para a interação genótipos x ambientes (Tabela 1), a decomposição de seu componente de variância em partes simples e complexa revelou que 98,35 % da variação se deveram à falta de correlação das progênes selecionadas de um ambiente para o outro. Os dados evidenciaram o potencial produtivo da BR 473 em relação à BR 106, que na safra de 1996/97 foi a cultivar que ocupou a maior área cultivada no Brasil com 700.000 ha. Observa-se pela média das progênes selecionadas que a BR 473 apresentou características agrônômicas semelhantes às da BR 106, superando-a quanto a sanidade das espigas (Tabela 2). Na região centro (Sete Lagoas) a BR 473 ainda é menos produtiva que a BR 106 mas na região sul (Ponta Grossa) até mesmo a média de todas as 196 progênes, que representa a média da população, foi superior à média da BR 106.

As progênes foram selecionadas na média dos dois ambientes visando melhorar a adaptabilidade dessa população à região sudeste afetando o mínimo possível o seu desempenho na região sul, estratégia que, na maioria das avaliações em ambientes discrepantes, leva a aumentos nas médias dos dois ambientes segundo Rosielle e Hamblin (1981). Os parâmetros genéticos estimados para esse segundo ciclo de seleção foram de menor baixa magnitude em Sete Lagoas e um pouco melhores para Ponta Grossa, mas nos dois casos foram superiores aos encontrados por Pacheco et al. (1998) para a CMS 39. O ganho esperado com a seleção na média dos dois ambientes, estimado com base no diferencial de seleção calculado a partir da seleção de apenas 12 progênes foi de 5,75 % da faixa encontrada na literatura, mas não pode ser considerado alto, principalmente em função elevada pressão de seleção adotada nesse ciclo de seleção.

Na estimação dos ganhos esperados em cada local separadamente foram utilizados diferenciais de seleção calculados com base nas progênes selecionadas na média dos dois ambientes, de modo que esses ganhos, de certa forma, são um tipo de resposta correlacionada em cada ambiente quando a seleção é feita na média dos dois ambientes e mostram que, ainda assim, são esperados ganhos positivos nos dois ambientes.

Para a seleção das melhores progênes foi montada uma tabela com as médias de todas as características agrônômicas analisadas em Sete Lagoas, na qual foram acrescentadas duas colunas, para a média de produção em Ponta Grossa e para a média geral. Os dados foram ordenados em ordem decrescente de produtividade em relação à média dos dois ambientes. Com 25 sementes remanescentes de cada uma das 26 mais produtivas foram determinados os teores de proteína bruta, lisina e

triptofano, em porcentagem no grão. Desse grupo de 26 foram então eliminadas as progênies com baixa quantidade e qualidade protéica e altos níveis de plantas acamadas e/ou quebradas e/ou de espigas doentes, chegando-se às 12 progênies (Tabela 2) que foram recombinadas com obtenção simultânea de 121 novas progênies de meios irmãos. Na seleção utilizou-se um índice de 10% dentro das progênies que foram semeadas em esquema irlandez modificado, enfatizando-se as características: produção, resistência de colmo, bom empalhamento e grãos tipo semiduros amarelo-alaranjados.

Após a seleção das novas progênies, foi retirada uma amostra balanceada de espigas das 12 fileiras femininas para compor uma amostra de 10 kg que foi repassada ao SNT – Gerência Local de Sete Lagoas para multiplicação e produção de sementes básicas com o segundo ciclo de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos.

As 121 progênies serão utilizadas para extração de progênies S2 para avaliação em topcross com uma linhagem elite QPM de endosperma mais dentado.

CONCLUSÕES

No segundo ciclo de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos a BR 473 apresentou variabilidade para várias características agrônômicas importantes. A seleção e recombinação das 12 melhores progênies, com base na médias das produções obtidas em Sete Lagoas e Ponta Grossa e nos teores de proteína bruta, lisina e triptofano dos grãos, na porcentagem de plantas acamadas e quebradas e na porcentagem de espigas doentes em Sete Lagoas, permitiu estimar um ganho esperado de 5,75% na produtividade associado à melhoria na qualidade nutricional e à redução nos problemas decorrentes do tombamento de plantas, o que deverá melhorar sua performance nas lavouras em que for utilizada, tanto na região Sul quanto na região Sudeste.

LITERATURA CITADA

- BELLAVER, C.; LIMA, G.J.M.M. Milhos de qualidade superior na alimentação de suínos. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DE MILHO, 1997, Dourados, MS. **Anais...** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. (EMBRAPA-CPAO.Documentos,23)
- CRUZ, C.D. **Programa GENES**; aplicativo computacional em genética estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442p.
- GUIMARAES, P.E.O.; LOPES, M.A.; GAMA, E.E.G.; SANTOS, M.X.; PARENTONI, S.N.; PAES, M.C.D.; VIEIRA JR. P.A.; SILVA, A.E.; PAIVA, E.; CORREA, L.A.; PACHECO, C.A.P. Quality Protein Maize improvement at the National Maize and Sorghum Research Center - CNPMS/EMBRAPA/BRAZIL In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY PROTEIN MAIZE, 1994, Sete Lagoas, MG. **Quality protein maize 1964-1994** – proceedings. Purdue University, 1997. p.185-203. Editado por B.A. Larkins , E.T. Mertz,
- HERNANDEZ, H.H.; BATES, S.L. **A modified method for rapid tryptophan analysis in maize**. Mexico: CIMMYT, 1969. (Res. Bul. n 13).
- PACHECO, C.A.P.; RAMALHO, M.A.P.; MAGNAVACA, R. Interacao genotipos x

ambientes na avaliação de progênies de meios-irmãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.433-439, 1998.

PAES, M.C.D.; BICUDO, M.H.. Nutritional perspectives of quality protein maize. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY PROTEIN MAIZE, 1994, Sete Lagoas, MG. **Quality protein maize 1964-1994** - proceedings. Purdue University, 1997. p.65-78. Editado por B.A. Larkins, E.T. Mertz,

PASCHOALICK, H.N.S.. **Efeito da época de aplicação do nitrogênio na produção, teor de óleo e na qualidade protéica de cultivares de milho (Zea mays L.) normal e QPM**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1998. 107p. Tese Mestrado.

VILLEGAS, E.; ORTEGA, E.I.; BAUER, R. **Chemical methods used at CIMMYT for determining protein quality in cereal grains**. Mexico, D.F: CIMMYT, 1984.

ROSIELLE, A.A.; HAMBLIN, J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. **Crop Science**, Madison, v.21, n.6, p.943-946, 1981.

Tabela 1. Resumo das análises de variância e estimativas de parâmetros genéticos para peso de espigas de 196 progênies de meios irmãos da BR 473 em Sete Lagoas, Ponta Grossa e na média dos dois ambientes.

F.V.	G.L.	Q.M.	F				
		Dois locais	F	S.L.	F	P.G.	F
Ambientes	1	936602816					
Genótipos	195	2288802,75	1,75**	1521782,41	1,24***	2077900,13	1,63**
GxA	195	1311123,38	1,05(ns)	-		-	
Erro efetivo	169	1246936,00		1226757,33		1267115,23	
significativo a 1%(**) e a 10%(***)							
Média Testemunha							
Média geral		7913		6820		9006	
Média Seleccionada		8979		7979		9979	
DS		1066		1159		973	
$\hat{\sigma}_F^2$		572200,69		760891,21		1038950,06	
$\hat{\sigma}_p^2$		244419,84		147512,54		405392,45	
$\hat{\sigma}_{gxa}^2$		16046,84		-		-	
h^2		0,43		0,19		0,39	
CVe(%)		14,11		16,24		12,50	
CVg(%)		6,25		5,63		7,07	
b		0,44		0,35		0,57	
GS(%)		5,75		3,29		4,22	

Tabela 2. Características agrônômicas e químicas das 12 progênies de meios irmãos selecionadas no segundo ciclo de seleção entre progênies de meios irmãos da

população de milho QPM BR 473

Ordem	Progênie	AP	AE	%AC	%QU	%ED	PESP-SL	PESP-PG	Média	PB	%Try	%Lis
1	165	236	127	18,4	4,6	7,3	8332	10639	9485	10,34	0,09	0,42
2	178	232	126	14,4	9,1	0,0	8224	9722	8973	10,11	0,08	0,37
3	6	232	118	23,6	10,8	1,9	7931	10708	9320	9,64	0,07	0,34
4	117	227	121	20,6	8,1	10,9	7803	9292	8547	9,20	0,09	0,38
5	1	227	123	20,5	4,5	11,1	7470	10069	8769	9,13	0,07	0,32
6	168	234	127	15,3	13,5	8,1	7875	9667	8771	9,08	0,09	0,40
7	190	232	123	19,0	3,7	10,6	7290	9986	8638	9,01	0,08	0,36
8	42	223	126	27,0	17,9	1,2	8368	9278	8823	8,76	0,09	0,41
9	91	227	111	14,5	6,0	0,0	7353	10181	8767	8,62	0,07	0,33
10	121	230	120	17,5	11,9	1,2	8578	10597	9587	8,06	0,07	0,32
11	124	241	143	7,8	13,9	8,5	7861	9084	8472	7,75	0,07	0,30
12	71	240	132	15,1	7,6	2,4	8667	10528	9597	7,30	0,08	0,34
	Med. Sel.	232	125	17,81	9,30	5,27	7979	9979	8979	8,92	0,08	0,36
	Med. Ger.	224	118	25,03	12,88	8,24	6820	9006	7913			
	Med. Test.	218	113	18,35	11,80	11,02	9149	8446	8798			