

Desempenho de Populações de Milho em Cruzamento Dialélicos Avaliados em Três Estados da Região Norte do Brasil.

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

PEDRO H. E. R.¹, JOÃO C. DE S.², ANDRÉ R. R.³ E FRANCISCO R. S. DE S.⁴

¹ Embrapa/CNPMS, Cx P 151, CEP 35.701-970, pestevam@cnpmms.embrapa.br; ² UFPA, CxP 37, CEP 37.200-000; cansouza@ufpa.br, ³Embrapa- RO. CxP 406, CEP 78.900-970, rostand@cpafro.embrapa.br; ⁴ Embrapa/CPATU CxP 48, CEP 66.095-100.

Palavras chave: Dialelo, intervarietais, *Zea mays*, interação

Revisão Bibliográfica

O crescimento observado na área cultivada com a cultura do milho, nos Estados do Pará, Rondônia e Roraima, tem refletido na demanda por sementes de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas da região. E como é sabido, as grandes empresas de melhoramento de milho, tanto públicas como privadas, concentram seus esforços principalmente nas regiões grandes produtoras de grãos como as regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do país. Por isso as cultivares disponíveis aos agricultores do Norte do país são, via de regra, aquelas disponíveis no mercado dos grandes centros produtores de milho, principalmente os híbridos que são desenvolvidos, avaliados e recomendados com base nos resultados de experimentos conduzidos naquelas regiões.

As condições de cultivo a que são submetidos as cultivares de milho na Amazônia, são bem distintas daquelas encontradas nas demais regiões produtoras de grãos do Brasil. Essas diferenças, principalmente climáticas, podem ocasionar variação no comportamento das cultivares em função do local a ser cultivado, ou seja, pode propiciar a ocorrência da interação genótipos x ambientes (Vencovsky e Barriga, 1992; Ramalho, Santos e Zimmerman, 1993 e Cruz e Regazzi, 1997). Um dos exemplos da influência das condições ambientais sobre os genótipos que tem sido observado nos ensaios de avaliação de cultivares, é a redução no ciclo da cultura do milho, que em alguns locais da região amazônica pode chegar a 30% se comparado a outras regiões do país (Ribeiro, Ramalho e Souza 2001; Nurmberg, Souza e Ribeiro, 2000).

Em um programa de melhoramento na fase inicial deve-se atentar principalmente a escolha das populações a serem trabalhadas. Pois, segundo Hallauer, (1992) a não observância desse detalhe pode comprometer todo o sucesso futuro do programa, com conseqüente perdas de recursos e sobretudo de tempo. Na literatura são apresentadas inúmeras alternativas que podem auxiliar o melhorista na escolha da população. Uma das alternativas bastante utilizada na cultura do milho, tanto no Brasil como em outros países, é o uso dos cruzamentos dialélicos (Pacheco, Cruz e Santos, 1999; Avgenidis et al., 2001). De posse dos resultados do dialelo pode-se prever o potencial da combinação híbrida específica ou então de compostos de base genética mais ampla (Hallauer e Miranda Filho, 1987; Vencovsky, 1987).

Para análise dos cruzamentos dialélicos existem várias metodologias, e dentre as mais utilizadas destaca-se a de Griffing (1956) que permite estudar os efeitos e as somas de quadrados dos efeitos da capacidade geral e específica de combinação. Gardner e Heberhart (1966) propuseram uma metodologia em que são estimados os efeitos de variedade e heteroze varietal. Embora esta última metodologia seja mais parametrizada, Cruz e Vencovsky (1989) comentam que quando são avaliados os híbridos F₁'s e os genitores simultaneamente, os dois métodos se equívalem em termos de inferência. Os procedimentos de análises e revisão sobre este assunto pode ser encontrada em Vencovsky e Barriga, (1992); Cruz e Regazzi, (1997) e Ramalho, Ferreira e Oliveira (2000). Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico de populações em cruzamentos dialélicos em três estados da Região Norte do Brasil.

Material e Métodos

Foram utilizadas 10 populações de polinização livre, sendo seis variedades convencionais oriundas do programa de melhoramento de populações do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/Embrapa-Milho e Sorgo (BR-105, BR-106, CMS-22, CMS-28, NITROFLINT, e NITRODENT) e quatro do programa de melhoramento do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras-UFLA (BIO-01, BIO-02, BIO-03 e BIO-4). Vale salientar que as populações da UFLA foram sintetizadas a partir da geração F₂ de híbridos simples comerciais. Para obtenção dos cruzamentos plantou-se de cada população um lote de 20 linhas de três metros com cinco plantas por metro (300 plantas). As polinizações foram realizadas manualmente e cada cruzamento ou híbrido foi representado por 20 plantas conforme metodologia apresentada por Ribeiro, Ramalho e Souza (2000) sendo que as sementes dos cruzamentos recíprocos de cada par de populações foram misturadas. As etapas de obtenção dos cruzamentos dialélicos foram realizadas na área experimental do departamento de Biologia da UFLA.

Os experimentos foram conduzidos em solos de cerrado de três municípios da região Norte. Em Vilhena no Estado de Rondônia, Paragominas no Estado do Pará e Boa Vista em Roraima. Os 45 híbridos resultantes dos cruzamentos mais os 10 genitores foram avaliados em delineamento de blocos ao acaso com três repetições. As parcelas foram constituídas de duas linhas de 5m espaçadas de 0,90m com cinco plantas por metro após o desbaste, que foi realizado quando as plantas apresentavam em torno de 4 a 5 folhas abertas.

Os práticas de cultivo foram de acordo com cada local de condução dos experimentos. Em Rondônia a semeadura deu-se em 24-11-1999 cuja adubação de base foi de 500Kg/ha da formulação 02-18-18+ 0,4Zn, mais 50Kg/ha de FTE BR-12. A adubação de cobertura, realizada quando as plantas apresentavam de 10-12 folhas abertas, foi de 57Kg/ha de nitrogênio na forma de Uréia. O experimento conduzido no Pará foi instalado em 01/03/2000 e a adubação constou de 300 kg/ha da formulação comercial 10-28-20+0,4Zn. Em cobertura foram utilizados 80 kg/ha de N na forma de uréia, aplicados quando as plantas apresentavam em torno de 10-12 folhas abertas. Em Roraima, o experimento foi instalado em 08/06/2000. A adubação de planto constou de 400 kg/ha da formulação 10-20-20+0,4Zn e em cobertura foram aplicados 80 kg/ha de N, parcelados em duas aplicações iguais. A primeira deu-se com sulfato de amônia quando as plantas apresentavam em torno de 6 folhas abertas, e a segunda aplicação foi realizada com uréia quando as plantas apresentavam em torno de 12 folhas abertas. Foram avaliados os caracteres: dias decorridos da germinação/emergência à floração

masculina (FLOM), altura de planta (ALTP) e de espigas (ALTE) e peso de grãos (PROD) a 13% de umidade. Após ter-se verificado que não houve efeito significativo para a variável estande final pelo teste *f* a 1% de probabilidade, fez-se a correção de peso de grãos considerando o estande ideal de 50 por parcela. A correção foi realizada com base em covariância, tendo como covariável o estande final, utilizando-se os procedimentos apresentado por Vencovsky e Barriga, (1992).

Inicialmente foram realizadas as análises de variâncias para cada local e posteriormente fez-se a análise conjunta considerando os três locais conforme procedimento apresentado por Ramalho, Ferreira e Oliveira (2000). Na discriminação das estimativas das médias entre as cultivares foi aplicado o teste de Scott Knott, (1974) a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 é apresentado um resumo da análise de variância conjunta. Considerando-se a significância de 5% de probabilidade pelo teste *f*, verificou-se efeito significativo em praticamente todas as fontes de variação e para todas as variáveis avaliadas, a exceção da CEC para ALTP. Observe, para peso de grãos, que os efeitos da CEC e CGC foram altamente significativo, mas suas estimativas variaram em função dos estímulos ambientais, uma vez que a interação desses parâmetros com o ambiente (CEC x A e CGC x A) foram também altamente significativa, sendo que o componente da variância da interação CEC x A ($\sigma_{2SA}^2=386505,70$) foi duas vezes maior que o componente da variância da interação CGC x A ($\sigma_{2GA}^2=18004,4$). Outro detalhe que chama a atenção ainda com relação a estes parâmetros é a relação entre as estimativas dos componentes quadráticos da CGC (ϕ_G) e da CEC (ϕ_S) nos três locais em que verificou-se superioridade dos efeitos não aditivos em relação aos aditivos.

Essa superioridade dos efeitos gênicos não aditivos ocorre segundo Sprague e Tatum (1942) e Cruz e Regazzi (1997) quando as populações que compõem o dialelo são previamente selecionadas quanto a capacidade de combinação, com base em algum tipo de cruzamento. Hallauer e Miranda Filho (1987), comentam que a predominância da CEC em relação a CGC é menos esperada, mesmo nos casos em que os materiais tenham sido selecionados previamente. No presente caso não houve nenhuma seleção prévia das populações, que pudesse explicar essa predominância da CEC uma vez que seis populações foram provenientes do programa de melhoramento de populações da Embrapa-Milho e Sorgo e quatro do programa de melhoramento da UFLA. No entanto, na literatura são encontrados inúmeros resultados que coadunam com os aqui obtidos (Delboni, 1987; Pacheco, 1997).

O que se tem verificado na literatura é que os parâmetros relacionados ao dialelo podem variar em função do grupo de materiais envolvidos e até mesmo em função do ambiente utilizado. Isto pode ser reforçado comparando-se os resultados aqui obtidos com os de Pacheco (1997) e Fuzatto (1999) que avaliaram dialelos nos quais estavam envolvidas algumas das populações consideradas neste trabalho.

O teste de Scott Knott (1974) classificou as cultivares em cinco grupos, e dentro dos dois grupos mais produtivos (grupos a e b) estão os híbridos formados pelos genitores (NITROFLINT e BIO-04) com as duas mais alta CGC. Na avaliação das populações "per se" as mais produtivas foram a NITROFLINT e NITRODENT. Os híbridos BIO-01 X BIO-04 e BIO-02 X BIO-04 foram os mais produtivos.

Vencovsky e Barriga (1992) comentam que aos melhoristas, via de regra, devam interessar aquelas combinações híbridas com estimativas de CEC mais favoráveis e que

envolvam pelo menos um dos genitores que tenha apresentado estimativa de CGC o melhor possível. Os híbridos de melhor desempenho produtivo, BIO-01XBIO-04 e BIO-02XBIO-04, estão dentro destas condições, ou seja, os dois híbridos apresentaram as maiores estimativas de CEC e o genitor (BIO-04) foi o que apresentou a segunda maior estimativa de CGC.

Analisando-se o comportamento "per se" das populações verificou-se que as estimativas das médias das variedades foram superiores as obtidas com as populações F₂. Todavia, as melhores combinações híbridas foram obtidas pelo cruzamento de duas F₂. Troyer (1999) comenta que a utilização de geração F₂ de híbridos comerciais ou pré-comerciais em programa de melhoramento, embora pouco divulgado, é uma prática comum nos EUA. Este autor comenta que isto é denominado de linhagem de segunda geração. No caso de programas na fase inicial, a utilização de gerações provenientes de híbridos comerciais, é uma boa alternativa, uma vez que tanto as linhagens como seus respectivos híbridos passaram por uma bateria de avaliação, principalmente para reação a doenças, sendo portanto, materiais com grande potencial para formação de compostos e até mesmo para programas de seleção recorrente interpopulacional (Avgenides et al., 2001; Souza Sobrinho, 2001).

Conclusões

Neste trabalho foi possível identificar populações com excelente desempenho produtivo "per se" e em cruzamento, sendo portanto, passíveis de serem utilizadas em programas de seleção recorrente intra e interpopulacional.

TABELA 1. Resumo da análise de variância conjunta do dialeto interpopulacional para os caracteres peso de grãos (PROD) em kg/ha, dias da germinação a floração masculina (FLOM) e altura de plantas (ALTP) e de espigas (ALTE) em cm, avaliado em três Estados da Região Norte.

Fontes de Variação	G L	Quadrados Médios			
		PEGR	FLOM	ALTP	ALTE
CULTIVARES (C)	54	5057962,67**	14,42**	792,92**	567,56**
HÍBRIDOS (H)	44	3302494,59**	12,34**	479,53**	460,97**
CGC	9	6619136,00**	52,06**	2860,00**	2212,46**
CEC	45	4745728,00**	6,89**	379,50*	238,58*
PARENTAIS (P)	9	4623145,50**	23,95**	1892,31**	1015,21**
P vs H	1	86211912,55**	643,60**	4687,38**	1228,84**
AMBIENTES (A)	2	6823002,02**	295,77**	129592,53**	50410,69**
C x A	108	2332651,27**	9,15**	323,41**	294,68**
CGC X A	18	5485894,16**	12,83**	616,03**	529,35**
CEC X A	90	1702002,70**	8,42**	264,89	247,74**
ERRO MÉDIO	324	914676,20	3,19	231,21	164,46
MÉDIA		6780,36	47,27	194,8	100,91
C. V.%		14,11	3,78	7,81	12,71

*,** significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

LOCAIS	PEGR		FLOM		ALTP		ALTE	
	C V%	MÉDIA	C V%	MÉDIA	C V%	MÉDIA	C V%	MÉDIA
RONDÔNIA	11.69	6960.44	2.50	47.54	7.67	212.00	11.66	111.24
PARÁ	15.01	6820.82	5.43	48.27	5.62	162.36	9.23	80.61
RORAIMA	15.50	6559.81	2.47	45.81	8.87	209.74	14.83	110.79

	14,11		3,78		7,81		12,71	
	*,** significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste f, respectivamente.							
LOCAIS	PEGR		FLOM		ALTP		ALTE	
	C V%	MEDIA	C V%	MEDIA	C V%	MEDIA	C V%	MEDIA
RONDÔNIA	11.69	6960.44	2.50	47.54	7.67	212.00	11.66	111.24
PARÁ	15.01	6820.82	5.43	48.27	5.62	162.36	9.23	80.61
RORAIMA	15.50	6559.81	2.47	45.81	8.87	209.74	14.83	110.79

Literatura Citada

- AVGENIDIS, G.; FOTIADIS, N.; GEORGIADIS, S.; LIGOS, E.; MELLIDIS, B. SFAKIANAKIS, J. Analysis of diallel crosses among cimmyt's subtropical-temperate and adapted to the U.S corn belt maize populations. **Maydica**, Bergamo, v.46, n.1, p.47-52, Mar. 2001.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: 2. ed. UFV, 1997. 390 p.
- CRUZ, C.D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista bras. de genétic**, v.12, p.425-438, 1989.
- DELBONI, J.S. **Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades de milho braquítico-2**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 99p. (Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento).
- FUZATTO, S.R.; FERREIRA, D. F.; RAMALHO, M. A. P.; RIBEIRO, P. H. E **Divergência genética entre 25 cultivares de milho cultivado no sul do Estado de Minas Gerais**. 44^o Congresso Nacional de Genética. **Anais ...** resumo, p.243. 1998
- GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics** v.22, p.439-452, 1966.
- GRIFFING, B.A. Concept of general and specific combining ability in reation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.
- HALLAUER, A.R. Recurrent selection in maize. **Advances in Agronomy**, p.115-79, 1992.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1987. 468p.
- NURMBERG, P.L.; SOUZA, J.C.; RIBEIRO, P.H.E. Desempenho de híbridos simples como testadores de linhagens de milho em top crosses. **Ceres**, v.47, n.274, p.683-696, 2000.
- PACHECO, C.A.P. **Associação das metodologias de análise dialélica de Griffing e de análise de adaptabilidade e estabilidade de Eberhart e Russell**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 118p. (Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento).
- PACHECO, C.A.P. CRUZ, C.D.; SANTOS, M.X. Association between griffing's diallel and the adaptability and stability analyses of Eberhart and Russel. **Genetics and molecular biology**, v.22, n.3, p.451-456, 1999.
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F. OLIVEIRA, A.C. de **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS J. B. dos; M. J. O. ZIMMERMANN. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. **Goiânia: UFG**, 1993. 271p.
- RIBEIRO, P.H.E.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, J.C. de. **Desempenho produtivo de populações de milho obtidas de híbridos comerciais em três sistemas de plantio no cerrado de Roraima**. Embrapa/Cpaf-RR. Boa Vista, Roraima. Boletim de Pesquisa 2, ed. 27p. 2000.
- RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. **Avaliação do potencial produtivo de híbridos interpopulacionais de milho em solo de cerrado de Roraima**. Embrapa/Cpaf-RR. Boa Vista, Roraima. Boletim de Pesquisa 1, ed. 16p. 2001.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping measn in the analysis of

variance. **Biometrics**, Releigh, n.30, p.507-512, 1974.

SOUZA SOBRINHO, F. **Divergência genética de híbridos simples e alternativas para a obtenção de híbridos duplos de milho**. Lavras, MG: UFLA, 2001. 96p. (Tese de doutorado em Genética e Melhoramento).

SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. General vs specific combining ability in single crosses of corn. **J. Am. Soc. Agron.** V.34, p.923-932, 1942.

TROYER, A.F. Background of U.S. hybrid corn. *Crop Science*, Madison, v.39, n.3, p.601-626, May/June 1999.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P.

Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1987. P.137-214.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.