



SÍNTESE DE COMPOSTOS A PARTIR DE GERMOPLASMA SEMIEXÓTICO

José Branco de Miranda Filho⁽¹⁾, Edésio Fialho dos Reis⁽²⁾, Aurilene Santos Oliveira⁽³⁾,
Udenys Cabral Mendes⁽⁴⁾

Introdução

O germoplasma do milho (*Zea mays* L.), ocupa ampla área de ambientes, diferenciados por diversos fatores como altitude, latitude, tipos de solo, regime pluviométrico, etc. Apesar da grande diversidade, os cruzamentos são viáveis mesmo entre tipos extremamente diferenciados, o que torna possível uma ampla gama de exploração da variabilidade genética (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1988). Além da diversidade adaptativa, outros caracteres são também extremamente variáveis; de fato um genótipo de milho pode exibir altura da planta de 0,5m a 5m no florescimento, ciclo de maturação de 60 a 330 dias, produção de 1 a 4 (ou mais) espigas por planta, 10 a 1800 grãos por espiga, e produção de 0,5 a 23,5 t ha⁻¹ (ORTIZ et al., 2010).

Diversos autores, conforme citados por Nass et al. (2001) e Goodman (2005), têm enfatizado a importância da introdução de germoplasma exótico nos programas de melhoramento (NASS et al., 2001). Entretanto, nos Estados Unidos, o uso de germoplasma exótico tem sido bastante restrito, tendo aumentado de 1% em 1984 para 2,9% em 1996; esse aumento se deve mais a germoplasma de origem temperada, que passou de 0,8% para 2,6%, sendo que a participação de germoplasma tropical aumentou de inexpressivo 0,1% para 0,3%, respectivamente. Com a globalização da pesquisa do milho, houve introgressões de germoplasma temperado nos programas de área tropical e a incorporação em sentido inverso de material mesclado (tropical x temperado) deve estar ocorrendo em certo grau (GOODMAN, 2005). O desenvolvimento do programa GEM (*Germplasm*

1 Engenheiro-Agrônomo, Professor Titular/Professor Visitante Sênior – Programa CAPES, Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí. jbmiranda45@usp.br.

2 Engenheiro-Agrônomo, Dr., Professor Associado da Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí, BR 364 km 194 n° 3800, 75800-000 Jataí, GO. edesio7@brturbo.com.br

3 Engenheira-Agrônoma, Aluna do Curso de Pós-Graduação, Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí. aurilene.s.oliveira@hotmail.com

4 Engenheiro-Agrônomo, Mestrando em Agronomia; Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí, BR 364 km 194 n° 3800, 75800-000 Jataí, GO. udenys-agro@hotmail.com



Enhancement of Maize) teve por objetivo o aproveitamento de germoplasma tropical da América Latina para ampliar a base genética dos programas de híbridos dos EUA (POLLAK; SALHUANA, 1998). Um problema no processo de introgressão é a escolha do germoplasma, devido ao grande número de fontes e ao fato de que grande parte delas não mostra padrão aceitável de adaptação. (GOODMAN, 2005). No Brasil a contribuição de germoplasma exótico foi expressiva nos programas de melhoramento do milho. Após o período de utilização de germoplasma local, incluindo variedades antigas como *Cateto* e *Dente Paulista*, houve um grande avanço com a introdução de germoplasma exótico, principalmente *Tuxpeño* e raças relacionadas do México e América Central, que trouxeram grande contribuição para a obtenção de híbridos semidentados de alta produção (MIRANDA FILHO; VIÉGAS, 1987).

Neste contexto, o presente trabalho foi idealizado para aproveitar fontes de germoplasma semiexótico, com o fim de aumentar a possibilidade de seu uso em programas de melhoramento através da elevação do seu valor genético.

Material e Métodos

O presente trabalho representa a continuação de um programa de introgressão e avaliação de germoplasma exótico de diversas origens. Mais recentemente, foram recuperadas 36 populações (multiplicação em lotes isolados em condição de safrinha na região de Jataí, GO), das quais 26 foram avaliadas experimentalmente para diversos caracteres de importância agrônômica (MIRANDA FILHO et al., 2012). Dentre estas, foram escolhidas 12 populações semi-exóticas que foram cruzadas com dois testadores (geração F₂ de híbridos comerciais). A identificação das populações consta no trabalho de RODRIGUES et al. (2012). Os 24 híbridos foram avaliados experimentalmente juntamente com as populações parentais (exceto BR106 F₂, não incluída por problema de qualidade de sementes). O experimento foi em blocos casualizados com quatro repetições, envolvendo 37 tratamentos, representados por 24 híbridos (populações x testadores), 11 populações parentais semi-exóticas (Grupo I); e dois testadores (Grupo II), representados pela geração F₂ de híbridos comerciais. Foram utilizadas parcelas duplas de 4m em linhas com espaçamento de 0,90 m entre linhas e 0,20 m entre plantas com 40 plantas na parcela. Foi



utilizada uma testemunha (híbrido DAS 2B710 precoce) intercalada a cada dez parcelas no experimento. Foram avaliados os seguintes caracteres: FM - florescimento masculino (dias); PE - peso total de espigas e PG - peso de grãos na parcela, corrigidos para as variações de estande; P5 - peso de cinco espigas com padrão representativo da parcela; AP - altura da planta (m); AE - altura da espiga (m); CE - comprimento da espiga (cm); DE - diâmetro da espiga (cm); RG - rendimento de grãos (PG/PT); NE - número de espigas por parcela; PR - índice de prolificidade (NE/St); os caracteres AP, AE, P5, CE e DE foram avaliados em cinco plantas ou espigas por parcela. Foram calculadas as médias para todos os caracteres, mas a análise da variância preliminar foi realizada somente para os caracteres primários (PT, PG, P5, AP, AE, CE, DE).

O esquema de cruzamento entre populações foi realizado segundo o esquema de dialelo parcial intergrupos (MIRANDA FILHO; GERALDI, 1984). Pela exclusão da população BR 106 F₂, os seus híbridos não entraram na análise do dialelo. Assim, a dimensão do dialelo passou a 22 híbridos (11 populações x 2 testadores), 11 populações parentais e 2 testadores, totalizando 35 tratamentos. O modelo de análise do dialelo é:

$Y_{ij} = \mu + \alpha d + \frac{1}{2} v_i + \frac{1}{2} v_j + \theta (\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{e}_{ij}$, sendo Y_{ij} a média observada da população parental ($\alpha = 1$ ou -1 ; $\theta = 0$) ou de um híbrido ($\alpha = 0$; $\theta = 1$); μ é a média dos dois grupos parentais; v_i ou v_j o efeito de variedades em cada grupo; \bar{h} a heterose média; h_i ou h_j o efeito de heterose de variedades nos respectivos grupos; s_{ij} o efeito de heterose específica; \bar{e}_{ij} o erro experimental para médias de repetições.

O objetivo principal do trabalho foi a identificação apropriada das populações base (testadores) para introgressão do germoplasma semiexótico, visando a elevação do seu valor genético para melhoramento. Assim, foi utilizado o procedimento de predição de médias de compostos, quando um conjunto de variedades é usado para introgressão em uma população base. A média é predita por $\varphi_{co} = \frac{1}{2} (m_0 + m_v) + \frac{1}{2} \bar{h}_0 + \frac{n-1}{4n} \bar{h}_v$, sendo n o número de variedades (populações) semiexóticas que entram na formação do composto com a proporção total de 50% ou $\frac{1}{2n}$ para cada variedade; m_0 a média da população base (testador) que entra com 50% do germoplasma; m_v a média das populações semiexóticas;



\bar{h}_0 a heterose média dos híbridos entre a população base e as semiexóticas; \bar{h}_v a heterose média dos híbridos do conjunto de populações semiexóticas (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1988). Quando o composto é formado do cruzamento entre a população base (testador) e apenas uma população semiexótica com média m_p , então $n = 1$ e \bar{h}_v não existe e a fórmula de predição se reduz $\varphi_{co} = \frac{1}{2} (m_0 + m_p) + \frac{1}{2} h_{0p}$ que é a fórmula de Mather e Jinks (1982) para representar a média da geração F_2 do cruzamento de dois genitores. Esta expressão também foi usada para escolher o melhor testador (população base) para introgressão de cada população semiexótica individualmente. A escolha das populações semiexóticas mais promissoras de produção, para cada testador, foi feita com base na capacidade de combinação individual, ou seja, $c_{i1} = Y_{i1} - \bar{Y}_{.1}$ e $c_{i2} = Y_{i2} - \bar{Y}_{.2}$, quando em cruzamento com os testadores T_1 e T_2 , respectivamente.

Resultados e Discussão

A identificação das populações utilizadas no presente estudo está na sequência de 1 a 11 na lista de 12 populações apresentadas por Reis et al. (2012). A análise da variância preliminar e um resumo das médias dos caracteres e das estimativas da heterose dos cruzamentos também são apresentados. Os resultados deste trabalho são restritos à análise da tabela dialélica e estimação dos componentes de médias; e à predição de médias de compostos passíveis de serem sintetizados a partir dos híbridos das populações semiexóticas com as populações base (testadores). A análise da variância preliminar (não apresentada) do experimento mostrou significância ($P < 0,01$) da diferença entre as 37 populações para os sete caracteres. Na análise da variância da tabela dialélica (não mostrada), o teste F acusou significância ($P < 0,05$) para a variação entre populações para todos os caracteres. No grupo I não foram significativos os efeitos de variedades para P5 e CE e significativos os efeitos de heterose de variedades somente para PG e CE. A variação entre as heteroses dos cruzamentos só não foi significativa para AE. No grupo II, foram significativos os efeitos de variedades para AP e AE e para heterose de variedades em AP, AE e PG. A heterose específica só mostrou significância para os caracteres de produção (PE e PG).



Na Tabela 1 estão apresentadas, resumidamente, as estimativas dos parâmetros do modelo de dialelo parcial, somente para os caracteres PE e PG. O maior efeito de variedades foi detectado para a população E₃ (NAP Flint Branco), enquanto que a maior expressão média de heterose foi da população E₁₀ (Composto Ex-BRI). A heterose média dos híbridos foi de 9,18% e 8,95% para PE e PG, respectivamente; estes valores são coerentes com resultados obtidos de cruzamentos entre populações de base genética ampla (CROSSA et al., 1990; MIRANDA FILHO, 1999).

A predição de médias de compostos envolvendo as populações semiexóticas mostrou muita semelhança entre os dois testadores. Assim, nos compostos de tamanho $k = 2$ a $k = 5$ as médias estiveram no intervalo de 89% a 91% da testemunhas nos híbridos com os dois testadores; este resultado mostra dois aspectos: a) não há uma indicação clara da superioridade de possíveis compostos de tamanhos de 2 a 5 genitores; b) é bem evidente o potencial de um grupo de populações semiexóticas para a síntese de novas populações com bom desempenho de produtividade e de variabilidade genética. Entre os compostos formados a partir de cruzamentos específicos (semiexótico x testador) as médias previstas ficaram no intervalo de 8,8 a 10,1 t ha⁻¹, equivalendo a 79% a 91% da testemunha. O potencial desses compostos de base mais reduzida também é evidenciado pelos resultados.

Tabela 1. Estimativas de parâmetros do modelo de dialelo parcial intergrupos para os caracteres PE e PG (MIRANDA FILHO; GERALDI, 1984).

Caráter	μ	d	$V_{i[\max]}$	$V_{i[\min]}$	$V_{j[\max]}$	$V_{j[\min]}$
PE (t ha ⁻¹)	9,192	0,046	0,993	-1,349	0,054	-0,054
PG (t ha ⁻¹)	7,668	-0,028	0,933	-1,276	0,086	-0,086
	\bar{h}	$h_{i[\max]}$	$h_{i[\min]}$	$h_{j[\max]}$	$h_{j[\min]}$	$\bar{h} \%$
PE (t ha ⁻¹)	0,843	0,756	-0,597	0,038	-0,038	9,180
PG (t ha ⁻¹)	0,687	0,627	-0,540	0,060	-0,060	8,950

Tabela 2. Médias de produção (t/ha) esperadas de compostos formados a partir do inter cruzamento de populações selecionadas com base na capacidade de combinação com dois testadores independentemente.

Populações	Seleção para o testador T1				Populações	Seleção para o testador T2			
	(t/ha) ^a	(t/ha) ^b	(%) ^a	(%) ^b		(t/ha) ^a	(t/ha) ^b	(%) ^a	(%) ^b
10,9	10,073	10,192	90,2	91,2	10,6	9,830	9,946	88,0	89,0
10,9,4	10,081	10,240	90,2	91,7	10,6,5	9,954	10,109	89,1	90,5
10,9,4,2	10,022	10,197	89,7	91,3	10,6,5,3	10,075	10,253	90,2	91,8
10,9,4,2,6	9,983	10,169	89,4	91,0	10,6,5,3,9	10,065	10,256	90,1	91,8

^{a, b}: Produção (peso de espigas) em t ha⁻¹ e em percentagem (%) da média da testemunha, considerando a heterose média entre híbridos

populacionais (\bar{h}_v) sendo 10% e 20% da média das populações parentais, ou seja, $\bar{h}_v = 0,10$ m, e $\bar{h}_v = 0,20$ m, respectivamente.



Conclusões

O presente estudo revelou que entre as 12 populações semiexóticas avaliadas em cruzamento com duas populações base (testadores) pode ser selecionado um grupo mais promissor para a síntese de novas populações com bom potencial de produtividade quando comparadas com o híbrido comercial usado como testemunha.

Referências

- CROSSA, J.; VASAL, S.K.; BECK, D.L. Combining ability study in diallel crosses of CIMMYT's tropical late yellow maize germplasm. **Maydica** 35:273-278. 1990.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, JB. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames (Iowa), 468 p. (2nd Edition). 1988.
- MATHER, K.; JINKS, J.L. (1982). Biometrical Genetics. Chapman and Hall, London.
- MIRANDA FILHO, JB. 1999. Inbreeding Depression and Heterosis. In: COORS, J.G.; PANDEY, S. (Ed.). Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. Crop. Sci. Soc. of America, Madison, WI. 1999. Cap. 7, p. 69-80.
- MIRANDA FILHO, J.B.; GERALDI, I.O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Brazilian Journal of Genetics** 7:677-688. 1984.
- MIRANDA FILHO, J.B.; MENDES, U.C.; REIS, E.F. Caracterização de populações de milho com variada proporção de germoplasma exótico. XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Águas de Lindóia, SP. p. 2622-2628. 2012.
- MIRANDA FILHO, J.B.; VIÉGAS, G.P. Milho Híbrido. In: E. Paterniani & G.P. Viegas (eds.), Melhoramento e Produção do Milho. Edição da Fundação Cargill. Cap. 7, p. 275-290. 1987.
- NASS, L.L.; MIRANDA FILHO, J.B.; SANTOS, M.X. Uso de germoplasma exótico no melhoramento. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Eds.). Recursos Genéticos e Melhoramento: Plantas. Fundação MT, Rondonópolis (MT), p. 101-122. 2001.
- ORTIZ, R.; TABA, S.; TOVAR, V.H.C; MEZZALAMA, M.; XU, Y; YAN, J.; CROUCH, J.H. Conserving and enhancing Maier geneti resources as global public goods — a perspective from CIMMYT. **Crop Science** 50:13-28. 2010).
- POLLAK, L.M.; SALHUANA, W. Lines for improved yield and value-added traits: results from GEM. **Annual Hybrid Corn Sorghum Res. Conf. Proc.** 53:143-158. 1998.
- REIS, E.F.; MIRANDA FILHO, J.B.; RODRIGUES, L.O.; OLIVEIRA, A.S. 2012. Germoplasma exótico de milho: sobrelevação do valor genético. XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Águas de Lindóia, SP. p. 2595-2602.