

## Desenvolvimento de Sintéticos de Milho para o Sudoeste de Goiás

José Branco de Miranda Filho<sup>1</sup>, Edésio Fialho dos Reis<sup>2</sup>,

Aurilene Santos Oliveira<sup>3</sup> e Luana de Oliveira Rodrigues<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Jataí (GO) [jbmiranda45@usp.br](mailto:jbmiranda45@usp.br), [edesio7@brturbo.com.br](mailto:edesio7@brturbo.com.br), [aurilene.s.oliveira@hotmail.com](mailto:aurilene.s.oliveira@hotmail.com) e [luana\\_agro@yahoo.com.br](mailto:luana_agro@yahoo.com.br)

**Resumo** – Foram utilizados dois grupos (I e II) de populações de polinização livre, obtidas de recombinação de híbridos cultivados na região do Sudoeste de Goiás. Foi utilizado o esquema *topcross* intragrupo utilizando a mistura das populações parentais como testador em cada grupo. Os *topcrosses* (24 no Grupo I e 31 no Grupo II) foram avaliados experimentalmente em blocos casualizados com três repetições em Jataí (GO) em parcelas duplas de 4 m. Foi analisado o caráter PE- peso de espigas nos dois conjuntos e AP- altura da planta e AE- altura da espiga somente no grupo I. A produção média dos *topcrosses* foi de 9,42 e 10,43 t ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 66,3% e 74,2%, com valores máximos de 80,1% e 84,5% da testemunha, respectivamente. As análises da variância mostraram significância para diferenças entre *topcrosses* nos dois conjuntos. Foi estimado o efeito de capacidade de combinação para populações em cada grupo, a qual foi utilizada para a seleção de quatro populações parentais para o desenvolvimento dos sintéticos TG-01 e TG-02, com produtividade prevista da ordem de 78% e 83% da testemunha. A base genética das populações resultantes, representando entre 8 e 16 linhas endogâmicas está dentro dos padrões usuais de desenvolvimento de sintéticos.

**Palavras-chave:** sintético, germoplasma, cruzamento *topcross*

### Introdução

*Variedade sintética* ou simplesmente *sintético* refere-se a uma população de polinização livre derivada do inter cruzamento de plantas endogâmicas ou linhagens e que são mantidas por multiplicação em campos isolados (LONNQUIST, 1961). Este tipo de população tem sido amplamente utilizado nos programas de melhoramento, tanto em esquemas de seleção recorrente como para o desenvolvimento de novas linhagens para utilização em híbridos (MIRANDA FILHO e VIÉGAS, 1987). Muitas variedades sintéticas foram desenvolvidas na maioria dos países desde que a metodologia foi sugerida por Hayes e Garber (1919) e a importância de sua utilização tem sido enfatizada por diversos autores (HALLAUER e EBERHART, 1966; HALLAUER e SEARS, 1968; GILMORE, 1969). Um aspecto importante na formação de sintéticos refere-se ao número e o critério de seleção das linhagens que devem ser incluídas. Uma abordagem sobre a metodologia de seleção de linhagens para a formação de sintéticos é apresentada por Mochizuki (1970).

O conceito de variedade sintética pode ser expandido para incluir qualquer tipo de população resultante do inter cruzamento de linhagens em qualquer esquema de cruzamento que resulte em uma população em equilíbrio como resultado do cruzamento em panmixia; isto inclui, por exemplo, o inter cruzamento de populações segregantes (F<sub>2</sub>) de híbridos de

linhagens. No presente trabalho é utilizada esta concepção para o desenvolvimento de dois sintéticos de milho com alto padrão de variabilidade e expressão de caracteres agronômicos importantes.

### **Material e Métodos**

Para a realização do presente projeto, foram utilizadas 55 populações segregantes (geração F<sub>2</sub>) de híbridos comerciais, cujas sementes foram obtidas diretamente dos campos de produção de grãos na região de Jataí (GO). As referidas populações foram divididas em dois grupos, I (24 populações) e II (31 populações), que formaram a base para a obtenção dos sintéticos TG-01 e TG-02, respectivamente. As populações foram originalmente designadas por HG-25 a HG-49 no Grupo I e de HG-50 a HG-82 no Grupo II (foram excluídas duas populações neste grupo), sendo HG a simbologia utilizada para representar híbridos ou populações adaptados às condições do Sudoeste de Goiás.

Foi utilizado o esquema de cruzamento *topcross intragrupo*, pelo qual cada população é cruzada com um testador representado pela mistura de todas as populações do respectivo grupo (CHAVES e MIRANDA FILHO, 1997). Assim, foram obtidas 24 progênies *topcross* do grupo I e 31 progênies *topcross* do grupo II. Cada grupo de *topcrosses* foi avaliado em experimento em blocos casualizados com três repetições na região de Jataí (GO); no presente caso, não foram incluídas as populações parentais no experimento de avaliação, como preconizado na metodologia de Chaves e Miranda Filho (1997). Foram utilizadas parcelas duplas de 4m espaçadas de 0,90m com 40 plantas por parcela após o desbaste. Foi incluída uma parcela de testemunha (híbrido comercial DAS) a cada dez parcelas em cada repetição. Foram avaliados os caracteres: P<sub>E</sub> - peso de espigas por parcela (kg), A<sub>P</sub> - altura da planta (cm) e A<sub>E</sub> - altura da espiga (cm); a unidade experimental de A<sub>P</sub> e A<sub>E</sub> foi a média de cinco plantas na parcela. A análise da variância foi segundo o modelo de blocos casualizados, onde a unidade experimental (Y<sub>ij</sub>) representa o *topcross* i na repetição j.

### **Resultados e Discussão**

As médias observadas de três repetições referentes aos caracteres A<sub>P</sub>, A<sub>E</sub> e P<sub>E</sub> avaliados no Grupo I e P<sub>E</sub> no Grupo II de *topcrosses* de populações são apresentadas na Tabela 1. Os caracteres A<sub>P</sub> e A<sub>E</sub> nos *topcrosses* avaliados no Grupo I mostraram pouca diferença com a testemunha, equivalendo a 96% e 102%, respectivamente. Entretanto, a produtividade foi, em média, bastante inferior (66,3%) à testemunha, mas 6 dos 24 *topcrosses* mostraram produção acima de 75% (máximo de 80,1%) da testemunha. O Grupo II mostrou potencial de

produtividade superior ao Grupo I, com média de 74,2% em relação à testemunha; porém, 15 *topcrosses* produziram acima de 75% (máximo de 84,5%) da testemunha. A representação gráfica do peso de espigas nos dois grupos de *topcrosses* é mostrada na Figura 1. A produção relativamente baixa dos *topcrosses* nos dois grupos é atribuída, em parte, à própria origem das populações base que são representadas pela geração F<sub>2</sub> (segregante) de híbridos comerciais. Em se tratando de híbridos com expressiva heterose, a queda de produção na geração F<sub>2</sub> pode ser sensível em função da redução da heterose média que se expressa na geração F<sub>1</sub>; esta redução equivale a 1/2, 1/3 e 1/4 da heterose nos híbridos simples, triplos e duplos, respectivamente; em geral, um sintético formado com k linhagens retém (k-1)/k da heterose média dos respectivos híbridos F<sub>1</sub> (MIRANDA FILHO, 1974; HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1988; MIRANDA FILHO e CHAVES, 1991). O cruzamento das populações base com o testador (mistura de todas as populações do grupo) também leva à expressão de heterose nos *topcrosses*; esta quantificação é imprevisível, mas seguramente é inferior à heterose expressa nos híbridos originais. De qualquer forma, a metodologia tradicional de desenvolvimento de sintéticos de linhagens prevê a inferioridade da população resultante em relação aos híbridos comerciais comumente em voga.

Em um estudo sobre a predição de médias de compostos de variedades, Miranda Filho e Chaves (1991) mostraram que a contribuição de uma variedade parental está diretamente relacionada com o índice  $I' = \frac{1}{2} v_i + \left(\frac{k-1}{k}\right) h_i$ , sendo  $v_i$  o efeito de variedades e  $h_i$  o efeito de heterose de variedades, conforme definidos no modelo de cruzamento dialélico (GARDNER e EBERHART, 1966); k é o número de variedades que entra na formação do composto. O índice I' aproxima-se do efeito de capacidade geral de combinação ( $g_i = \frac{1}{2} v_i + h_i$ ) à medida que aumenta o número k, de modo que a escolha de populações parentais para a síntese de uma nova população pode ser feita com base na estimativa de  $g_i$ ; este procedimento deve dar uma boa aproximação com a formulação apresentada por Miranda Filho e Chaves (1991).

No presente trabalho, por não se tratar de cruzamento dialélico, a estimativa da capacidade de combinação foi obtida diretamente pelo contraste  $\hat{c}_i = T_i - m$  (média do *topcross* da população i - média geral dos *topcrosses*). No esquema *topcross* intragrupo, Chaves e Miranda Filho (1997) mostraram que a média de um híbrido *topcross* equivale à média da respectiva linha na tabela dialélica (modelo de GARDNER e EBERHART, 1966), ou  $T_i = \bar{Y}_i = \sum_{i \leq i'} Y_{ii'}$ , sendo  $Y_{ii'}$  a média de repetições da variedade parental ( $i = i'$ ) ou de um híbrido ( $i \cdot i'$ ). Nestes termos, o efeito de capacidade de combinação no esquema *topcross*

representa  $c_i = \frac{1}{2} v_i + (\frac{n-1}{n})h_i$ , sendo  $n$  o número de variedades parentais; para  $n$  suficientemente grande, como no presente estudo,  $c_i \cdot g_i$  o que justifica a sua utilização para fins de seleção de populações parentais de sintéticos conforme sugerido por Miranda Filho e Chaves (1991).

As estimativas de  $c_i$  para os dois grupos de populações são apresentadas na Tabela 3; estas foram utilizadas para a seleção de quatro populações de cada grupo para o desenvolvimento dos sintéticos TG-01 e TG-02. Assim procedendo, a quantidade  $\delta = \frac{1}{4} \sum_i \hat{c}_i$  representa aproximadamente a superioridade dos sintéticos TG-01 e TG-02 em relação à média de todos os *topcrosses* no presente estudo. As médias aproximadas seriam  $m_{01} = 10,01 \text{ t ha}^{-1}$  e  $m_{02} = 11,65 \text{ t ha}^{-1}$  que equivalem a 77,5% e 82,9% da testemunha, respectivamente. Pelo fato de não se conhecer a estrutura genética dos híbridos coletados para a obtenção das populações segregantes, não é possível inferir sobre a expressão da variabilidade genética resultante nos sintéticos. Entretanto, tem-se a informação de que a base original dos sintéticos estará entre 8 e 16 linhagens endogâmicas, dependendo se as populações parentais provêm todas de híbridos simples ou todas de híbridos duplos; tamanhos intermediários serão consequência de inclusão de híbridos triplos. Tamanhos desta ordem parecem comuns no desenvolvimento de sintéticos de linhagens, tais como Krug e Stiff Stalk Synthetic, obtidos a partir de 8 e 16 linhas endogâmicas, respectivamente (HALLAUER e SEARS, 1968; 1969).

### Conclusões

O esquema de cruzamento denominado “*topcross* intragrupo” simplificado (não incluindo as populações parentais) foi utilizado pela primeira vez para a obtenção de dois sintéticos de linhagens, tendo se mostrado plenamente exequível em termos de execução. Também foi possível a utilização de modelos e conceitos de cruzamentos dialélicos para interpretação dos resultados e predição aproximada do comportamento das populações recém sintetizadas que, no presente caso, mostrou expectativa bastante favorável.

### Literatura Citada

CHAVES, L.J.; MIRANDA FILHO, J.B. Predicting variety composite means without diallel crossing. Braz. J. Genetics, vol.20, p.501-506, 1997.  
GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. Biometrics, vol. 22, p. 439-452, 1966.

- GILMORE, E.C. Effect of inbreeding of parental lines on predicted yields of synthetics. *Crop Science*, vol.9, p. 102-104, 1969.
- HALLAUER, A.R.; EBERHART, S.A. Evaluation of synthetic varieties for yield. *Crop Science*, vol.6, p. 439-452, 1966.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. 2. ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa, 468 p, 1988.
- HALLAUER, A.R.; SEARS, J.H. Second phase in the evaluation of synthetic varieties of maize for yield. *Crop Science*, vol. 8, p. 448-451, 1968.
- HALLAUER, A.R.; SEARS, J.H. Mass selection for yield in two varieties of maize. *Crop Science* vol. 8, p. 47-50, 1969.
- HAYES, H.K.; GARBER, R.J. Synthetic production of high protein corn in relation to breeding. *J. Amer. Soc. Agronomy* vol. 11, p. 308-318, 1919.
- LONNQUIST, J.H. Progress from recurrent selection procedures for the improvement of corn populations. *Nebraska Agric. Exp. Sta Res. Bulletin* 197, p.1-32, 1961.
- MIRANDA FILHO, J.B.; CHAVES, L.J. Procedures for selecting composites based on prediction methods. *Theor. and Appl. Genetics*, vol.81, p.265-271, 1991.
- MIRANDA FILHO, J.B.; VIÉGAS, G.P. Milho Híbrido. *In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (Eds.), Melhoramento e Produção do Milho. Edição da Fundação Cargill. Cap.7, p.275-290, 1987.*
- MOCHIZUKI, N. Theoretical approach for the choice of parents and their number to develop a highly productive synthetic variety in maize. *Japan. J. Breeding*, vol.20, p.105-109, 1970.

Tabela 1. Médias de *topcrosses* de populações segregantes representativas de dois grupos de híbridos comerciais. Jataí (GO) 2008/2009).

Médias <sup>†</sup>	Grupo I: N = 24)			Grupo II: N = 31
	AP (m)	AE (m)	PE (t ha <sup>-1</sup> )	PE (t ha <sup>-1</sup> )
m <sub>T</sub>	2,28	1,21	14,215	14,046
m <sub>0</sub>	2,19	1,23	9,419	10,426
m <sub>0</sub> %	96,1	102,3	66,3	74,2
m <sub>S</sub>	2,33	1,35	11,390	11,866
m <sub>S</sub> %	102,4	112,0	80,1	84,5
m <sub>I</sub>	1,73	0,87	6,622	9,063
m <sub>I</sub> %	76,1	71,9	46,6	64,5
CV%	5,13	8,11	12,32	9,00

†  $m_T$ - testemunha,  $m_0$  - *topcrosses*,  $m_S$  - máximo ,  $m_I$  - mínimo (% em porcentagem da testemunha ), CV - coeficiente de variação. Caracteres: AP- altura da planta, AE- altura da espiga, PE- peso total de espigas

Tabela 2. Análise da variância *topcrosses* de populações segregantes representativas de dois grupos de híbridos comerciais. Jataí (GO) 2008/2009).

Fonte	Grupo I: N = 24				Grupo II: N = 31	
	gl	AP (m)	AE (m)	PE (t ha <sup>-1</sup> )	gl	PE (t ha <sup>-1</sup> )
Repetições	2	---	---	---	2	---
Topcrosses	23	5,4093**	3,5217**	4,5923**	30	1,5950**
Erro	46	1,2589	1,0014	1,8230	60	0,8809

\*\* Significativo pelo teste F (P < 0,01)

Tabela 3. Estimativas da capacidade de combinação ( $c_i$ ) para peso de espigas (t ha<sup>-1</sup>) de populações segregantes representativas de dois grupos de híbridos comerciais. Jataí (GO) 2008/2009).

Grupo I				Grupo II					
N <sup>0</sup>	$c_i$	N <sup>0</sup>	$c_i$	N <sup>0</sup>	$c_i$	N <sup>0</sup>	$c_i$	N <sup>0</sup>	$c_i$
1	-1,894	13	-1,132	1	0,575	13	1,440	25	-0,486
2	-0,705	14	1,971	2	-0,828	14	-1,362	26	1,224
3	0,016	15	-2,797	3	-0,283	15	-0,829	27	0,237
4	-0,843	16	0,935	4	-0,129	16	-0,283	28	1,427
5	0,322	17	-0,237	5	0,308	17	-0,742	29	-1,166
6	-0,528	18	-0,313	6	-0,611	18	0,538	30	-0,390
7	0,520	19	0,686	7	0,313	19	-0,248	31	-0,851
8	-0,911	20	1,344	8	0,542	20	0,265		
9	1,362	21	-1,862	9	0,236	21	0,734		
10	1,343	22	0,374	10	-0,160	22	0,207		
11	-0,858	23	1,489	11	0,790	23	-0,890		
12	0,172	24	1,545	12	0,014	24	0,410		

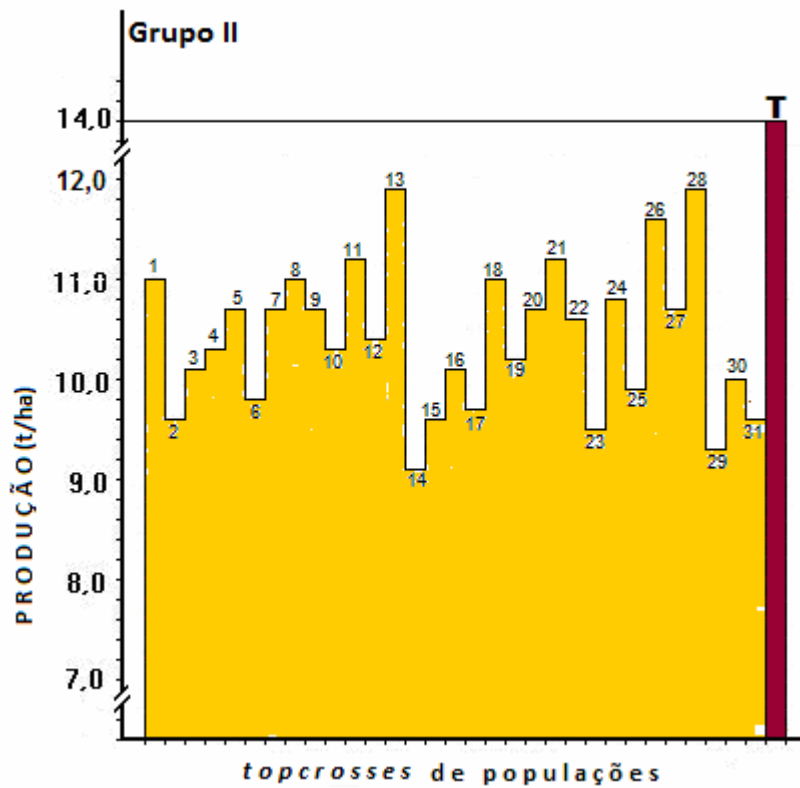
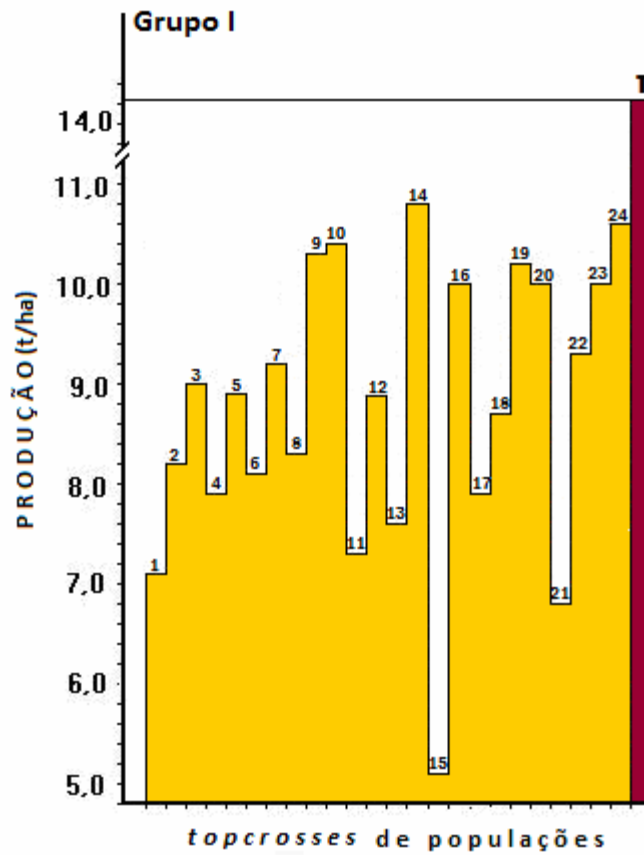


Figura 1. Representação gráfica do peso de espigas ( $t\ ha^{-1}$ ) de dois conjuntos de topcrosses de populações. Jataí (GO), 2010.