

Concentração de Carotenóides em Híbridos de Milho para Biofortificação

Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁽¹⁾; Maria Cristina Dias Paes⁽¹⁾; Rafaela Chaves de Oliveira Lopes⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; Paulo.Guimaraes@embrapa.br; ⁽²⁾ Estagiários; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O desenvolvimento de cultivares biofortificadas é uma alternativa de baixo custo para aumentar a segurança nutricional de populações carentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar um grupo de híbridos para concentração de carotenoides e produtividade de grãos. Vinte e três híbridos do programa de melhoramento para carotenoides precursores de pró – Vitamina A (proVA) do CIMMYT e duas testemunhas do Brasil (variedade biofortificada BRS4104 e híbrido BRS 1055) foram avaliados, em Sete Lagoas-MG, para proVA, carotenoides totais e produtividade de grãos. A concentração de carotenóides proVA variou de 3,6 à 8,8 $\mu\text{g g}^{-1}$, para os híbridos do CIMMYT, enquanto a BRS 4104 e o BRS 1055 apresentaram valores de 6,3 e 6,4 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. As quatro maiores concentrações de carotenoides totais foram apresentadas pela BRS 4104 (26,9 $\mu\text{g g}^{-1}$), BRS 1055 (24,6 $\mu\text{g g}^{-1}$), CIMMYT 5 (23,1 $\mu\text{g g}^{-1}$) e CIMMYT 11 (22,6 $\mu\text{g g}^{-1}$). A alta concentração de carotenóides proVA apresentada pela cultivar BRS 1055, selecionada previamente só para características agrônômicas, provavelmente é devida a uma de suas linhagens progenitoras, apresentar alta proVA. Para produtividade de grãos não foram identificados híbridos pro-VA competitivos com o BRS 1055, entretanto os parentais dos melhores híbridos do CIMMYT poderão ser usados como fontes de pro-VA para melhorar linhagens elites, que poderão gerar versões biofortificadas de híbridos comercializados no Brasil.

Termos de indexação: *Zea mays* biofortificação, pró-vitamina A

INTRODUÇÃO

Segundo Pfeiffer & McClafferty (2007), a biofortificação dos alimentos caracteriza-se pelo aumento no conteúdo dos nutrientes por meio do melhoramento genético convencional ou da engenharia genética. O programa de melhoramento de milho biofortificado para carotenoides precursores de pró – Vitamina A (proVA) começou no Brasil em 2006. Baseado em seis linhagens elites para características agrônômicas e proVA foi desenvolvida uma variedade sintética de milho biofortificada, a BRS 4104. Atualmente o programa está em fase de desenvolver híbridos proVA. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de utilização no Brasil de um grupo de híbridos do CIMMYT para proVA e produtividade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com duas repetições. A parcela foi constituída por duas fileiras de 4m, espaçadas de 0,8 m. Os tratamentos utilizados foram 23 híbridos proVA do programa de melhoramento do CIMMYT, juntamente com a variedade proVA BRS 4104 e o híbrido BRS 1055. Foram utilizados para avaliação os dados de

produtividade de grãos corrigidos à 13% de umidade.

De cada parcela, foram obtidas amostras de grãos para análise de carotenoides. Os carotenoides foram extraídos das amostras em esquema sequencial de solventes orgânicos, conforme protocolo descrito por Kurilich e Juvik (1999) com modificações (Barbosa, 2015). Os carotenoides foram quantificados em técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em cromatógrafo líquido Alliance Waters, modelo e 2695, equipado com coluna. polimérica YMC C 30 (3 μm , 4,6 x 250 mm, Waters, Milford, MA, USA) e acoplado a detector de arranjo de diodo (modelo 2998 Waters). O gradiente de eluição foi conduzido a 0,8 mL.min⁻¹ em condições de gradiente 80:20 a 20:80 de metanol: éter metil *tert*-butil em 16 minutos, seguido por constante de 80:20 em 4 minutos, finalizando com 6 minutos de equilíbrio. A temperatura de forno utilizada foi de 30°C, comprimento de onda 450 nm e volume de injeção de 40 μL . A temperatura do laboratório foi mantida a 20 \pm 1°C durante todo o processo. Para identificação dos compostos foram utilizados padrões purificados a partir de cenoura (α -caroteno), mamão formosa (β -criptoxantina), seguindo protocolo descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004). Os padrões dos carotenoides luteína (Lutein 40 mg, Vision Health), zeaxantina (Swanson, ZeaGold zeaxanthin 4 mg (from paprika) e β -caroteno (Beta Carotene (vitamina A) 25,000 IU Supplement, Swanson SW007). Os resultados da análise de carotenoides foram expressos em base seca. A concentração de carotenoides totais foi obtida pela soma dos valores totais de todas as frações quantificadas, enquanto a concentração de carotenoides proVA foi obtida por meio da seguinte fórmula: total β -caroteno + total de β -criptoxantina + $\frac{1}{2}$ do total de α -caroteno. A ANOVA, teste de médias e demais análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa Genes (Cruz 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou diferenças significativas ($p < 0.01$) para carotenoides proVA, carotenoides totais e produtividade, indicando que houve variabilidade entre os tratamentos para as características avaliadas. A concentração de carotenoides proVA variou de 3,6 à 8,8 $\mu\text{g g}^{-1}$, para os híbridos do

CIMMYT, com destaque para os híbridos CIMMYT 1 e CIMMYT 5. A variedade proVA BRS 4104 e o híbrido BRS 1055 apresentaram valores de 6,3 e 6,4 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente (Tabela 1). A alta concentração de carotenoides proVA apresentada pela cultivar BRS 1055, que não foi desenvolvida para esta característica, provavelmente é devida a uma de suas linhagens progenitoras, a CMS 036, apresentar alta concentração de proVA (SENETE et al., 2011).

As quatro maiores concentrações de carotenoides totais foram apresentadas pela BRS 4104 (26,9 $\mu\text{g g}^{-1}$), BRS 1055 (24,6 $\mu\text{g g}^{-1}$), CIMMYT 5 (23,1 $\mu\text{g g}^{-1}$) e CIMMYT 11 (22,6 $\mu\text{g g}^{-1}$). Observa-se que o híbrido CIMMYT 5 apresentou altas concentrações de carotenoides proVA e totais (Tabela 1)

A produtividade de grãos apresentada pelo 5BRS 1055 (11,3 t/ha) foi a maior de todos os materiais, seguido pelos híbridos CIMMYT 5 (9,6 t/ha) e CIMMYT 11 (8,4 t/ha). A variedade BRS 1044 apresentou produtividade (7,7 t/ha) competitiva com a média dos híbridos do CIMMYT (6,6 t/ha).

Os híbridos do CIMMYT não foram competitivos em produtividade com o BRS 1055, entretanto as linhagens parentais dos melhores híbridos para proVA poderão ser usadas como fontes para melhorar essa característica nos materiais do Brasil

CONCLUSÕES

Houve grande variação nas concentrações de carotenoides e produtividade de grãos nos materiais avaliados.

Os híbridos CIMMYT 1 e CIMMYT 5 poderão servir como fontes para melhorar a concentração de proVA no germoplasma do Brasil.

O híbrido BRS 1055 apresentou a maior produtividade de grãos do ensaio e proVA competitiva com a variedade BRS 4104.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, Embrapa e Projetos HarvestPlus e Biofort, pelo apoio financeiro para realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, N. A.; PAES, M. C. D.; GUIMARAES, P. E. de O.; PEREIRA, J. Carotenoid retention in minimally processed biofortified green corn stored under retail marketing conditions. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 39, n. 4, p. 363-371, jul./ago. 2015.
- CRUZ, C.D. (2006) **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p.
- KURILICH, A. C.; JUVIK, J. A. Quantification of carotenoid and tocopherol antioxidants in *Zea mays*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, Easton*, v. 47, n. 4, p. 1948-1955, 1999.
- PFEIFFER, W.H.; MCCLAFFERTY, B. HarvestPlus: breeding crops for better nutrition. **Crop Science**, v.47, p.88-105, 2007
- SENETE, C. T.; GUIMARAES, P. E. de O.; PAES, M. C. D.; SOUZA, J. C. de D. Diallel analysis of maize inbred lines for carotenoids and grain yield. **Euphytica**, Wageningen, v. 182, n. 3, p. 395-404, 2011.

Tabela 1 – Carotenóides proVA, carotenóides totais e produtividade de grãos em híbridos de milho¹.
Sete Lagoas - MG, safra 2014/2015.

Tratamento	Carotenóides proVA	Carotenóides totais	Produtividade
	µg g ⁻¹	µg g ⁻¹	t/ha
Hib CIMMYT 1	8,8 a	20,8 abcd	7,8 bcd
Hib CIMMYT 5	7,4 ab	23,1 abc	9,6 ab
Hib CIMMYT 21	6,6 abc	16,7 abcd	7,7 bcd
BRS 1055	6,4 abcd	24,6 ab	11,3 a
Hib CIMMYT 3	6,4 abcd	17,7 abcd	3,9 efg
Hib CIMMYT 14	6,3 abcde	20,6 abcd	7,5 bcd
BRS 4104	6,3 bcde	26,9 a	7,7 bcd
Hib CIMMYT 22	5,9 bcdef	20,9 abcd	7,5 bcd
Hib CIMMYT 11	5,9 bcdef	22,6 abc	8,4 abc
Hib CIMMYT 12	5,7 bcdef	21,8 abcd	4,7 defg
Hib CIMMYT 4	5,7 bcdef	21,5 abcd	3,9 efg
Hib CIMMYT 16	5,5 bcdef	19,3 abcd	7,5 bcd
Hib CIMMYT 17	5,1 bcdef	14,8 bcd	4,8 defg
Hib CIMMYT 20	5,1 bcdef	16,5 abcd	7,1 bcde
Hib CIMMYT 7	4,8 cdef	11,0 d	7,7 bcd
Hib CIMMYT 8	4,7 cdef	15,0 bcd	6,5 bcdefg
Hib CIMMYT 15	4,6 cdef	19,1 abcd	8,0 bc
Hib CIMMYT 23	4,5 cdef	11,3 d	6,7 bcdef
Hib CIMMYT 18	4,5 cdef	18,7 abcd	8,3 abc
Hib CIMMYT 9	4,4 cdef	14,9 bcd	6,9 bcdef
Hib CIMMYT 6	4,1 def	16,1 abcd	3,8 fg
Hib CIMMYT 2	4,0 def	21,4 abcd	3,4 g
Hib CIMMYT 19	4,0 def	10,9 d	8,1 abc
Hib CIMMYT 10	3,9 ef	12,4 cd	6,0 cdefg
Hib CIMMYT 13	3,6 f	12,9 cd	5,8 cdefg
CV%	11,2	14,9	11,4

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).