

CAROTENÓIDES EM MILHO VERDE 'P30F53' APÓS APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Sara de Almeida Rios¹; Maria Cristina Dias Paes²; Décio Karam²; Aluizio Borém³ e Wilton Soares Cardoso⁴

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da aplicação de herbicidas no teor de carotenóides em grãos de milho verde. O plantio foi conduzido em campo experimental, utilizando-se o híbrido simples P30F53. As aplicações químicas foram feitas com herbicidas pós-emergentes totalizando 5 tratamentos: sem aplicação; foramsulfuron + iodosulfuron-methyl-sodium (40 g.ha⁻¹); nicosulfuron (20 g.ha⁻¹); mesotrione (120 g.ha⁻¹) e tembotrione (100 g.ha⁻¹). Os grãos verdes foram avaliados quanto aos teores de α -caroteno, β -caroteno, luteína, zeaxantina e β -criptoxantina por cromatografia líquida de alta eficiência. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e duas repetições. A aplicação de mesotrione, foramsulfuron + iodosulfuron-methyl-sodium e nicosulfuron em pós-emergência nas doses do estudo não resultou em reduções nos teores de carotenóides.

Introdução

O uso de herbicidas para o cultivo de milho apresenta-se como uma necessidade de ordem econômica, garantindo rapidez e eficiência no controle das plantas daninhas (LÓPEZ; OVEJERO *et al.*, 2003). Porém, alguns grupos químicos recomendados para a cultura, a exemplo das tricetonas, atuam inibindo a biossíntese de carotenóides (KARAM; CRUZ, 2004). Esta inibição é devido ao efeito indireto causado pela depleção do co-fator da enzima fitoeno desidrogenase, catalizadora da reação de conversão do fitoeno em fitoflueno, necessário à produção de licopeno, precursor dos carotenóides presentes no milho (SCHULZ *et al.* 1993). Isso pode trazer preocupações para os programas de melhoramento que visem à obtenção de genótipos com maiores teores de carotenóides precursores de pró-vitamina A e antioxidantes (HOWE; TANUMIHARDJO, 2006). Considerando a inexistência de informações sobre o efeito dos herbicidas na composição de carotenóides em grãos de milho, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência da aplicação de herbicidas pós-emergentes no teor de carotenóides em grãos de milho verde.

Material e métodos

O plantio foi conduzido em campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da Embrapa, localizado em Sete Lagoas, MG, no ano agrícola de 2007, utilizando-se o híbrido comercial de milho HS P30F53.

As aplicações químicas foram feitas com herbicidas pós-emergentes aos 28 dias após a germinação quando as plantas de milho estavam no estágio V3 a V4, totalizando-se 5 tratamentos: (1) sem aplicação; (2) foramsulfuron + iodosulfuron-methyl-sodium (40 g.ha⁻¹); (3) nicosulfuron (20 g.ha⁻¹); (4) mesotrione (120 g.ha⁻¹); e (5) tembotrione (100 g.ha⁻¹). Todos os tratamentos herbicidas constituíram mistura com atrazine a 1000 g.ha⁻¹.

Dez espigas foram colhidas aleatoriamente em cada parcela experimental no estágio reprodutivo R3, acondicionadas em sacos de papel e imediatamente transferidas ao Laboratório de Qualidade de Grãos e Forragens do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da Embrapa. Estas

¹Doutoranda em Genética e Melhoramento da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, CEP 36.570-000. E-mail: sara.rios@ufv.br;

²Pesquisadores da Embrapa/CNPMS, Núcleo de Recursos Genéticos e Desenvolvimento de Cultivares, Sete Lagoas, MG, CEP 35.701-970. E-mail: mcnpaes@cnpmembrapa.br; karam@cnpmembrapa.br;

³Professor Titular do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, CEP 36.570-000. E-mail: borem@ufv.br;

⁴Doutorando em Bioquímica da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, CEP 36.570-000. E-mail: wiltonscardoso@yahoo.com.br;

Apoio financeiro: Harvest Plus e FAPEMIG.

foram despalhadas e os grãos foram retirados com auxílio de uma faca inoxidável. A amostra composta de grãos das dez espigas de cada repetição do tratamento foi quarterizada (Figura 1) e a alíquota final triturada em liquidificador. As amostras moídas foram transferidas para frascos de vidro, lacrados com filme parafinado e cobertos com papel alumínio, sendo armazenadas em freezer à -20°C, até posteriores análises químicas, realizadas em duplicata.

Os carotenóides foram extraídos em esquema seqüencial de solventes orgânicos e quantificados em técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) conforme protocolo descrito por KURILICH; UVIK (1999). Foram determinados os teores de α -caroteno, β -caroteno, luteína, zeaxantina e β -criptoxantina. O somatório desses resultou nos valores de carotenóides totais (CT). Os carotenóides com atividade pró-vitâmica A (Pro VA) foram obtidos a partir dos resultados de cada componente analisado, por meio da seguinte fórmula: total β -caroteno + $\frac{1}{2}$ total de α -caroteno + $\frac{1}{2}$ do total de β -criptoxantina ($\mu\text{g.g}^{-1}$) (RODRIGUEZ;MAYA e KIMURA, 2004). Além disso, foram determinados os percentuais de contribuição total de cada carotenóide e de Pro VA em relação aos CT.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar 5.0, Ferreira (2000).

Resultados e Discussão

Nas condições do estudo, a aplicação dos herbicidas pós-emergentes não influenciou a composição de grãos de milho verde quanto aos teores de luteína em $\mu\text{g.g}^{-1}$ e percentual ($p>0,05$) (Tabelas 1 e 2). Entretanto, o uso de Foramsulfuron + iodossulfuron-methyl-sodium resultou em médias significativamente superiores de β -criptoxantina e β -caroteno ($\mu\text{g.g}^{-1}$ e %) e α -caroteno e Pro VA, em $\mu\text{g.g}^{-1}$ (Tabelas 1 e 2) nos grãos de milho verde, comparados ao controle sem aplicação ($p < 0,05$). A média do teor de CT em grãos do tratamento com Foramsulfuron + iodossulfuron-methyl-sodium foi também significativamente superior ($13,42 \mu\text{g.g}^{-1}$) àquelas utilizando-se Nicosulfuron e Mesotrione ($9,63$ e $8,43 \mu\text{g.g}^{-1}$), embora estatisticamente iguais aos demais tratamentos (Tabela 1). Portanto, o uso desse herbicida não afetou respostas fenotípicas quanto aos teores de carotenóides em grãos de milho verde. Apesar de o herbicida mesotrione atuar sobre o fotossistema e a biossíntese de carotenóides na planta, não foram observados efeitos deletérios para teores de carotenóides em grãos do híbrido P30F53, comparado ao controle sem aplicação, podendo o mesmo ser utilizado no manejo desse cultivar para a produção de milho verde. Já a aplicação do herbicida Tembotrione ocasionou perdas no teor de zeaxantina nos grãos.

Os herbicidas foramsulfuron + iodossulfuron-methyl-sodium e nicosulfuron, por atuarem na inibição da enzima ALS (CALLISTO, 2007) e assim, não terem efeito direto sobre o metabolismo de carotenóides na planta de milho, são indicados para o manejo de plantas daninhas na cultura do milho destinada à produção de milho verde.

Estudos devem ser realizados a fim de contribuir para um maior entendimento da relação dos herbicidas pertencentes a grupos químicos distintos com os teores de carotenóides em grãos de milho verde.

Conclusões

A aplicação de mesotrione, foramsulfuron + iodossulfuron-methyl-sodium e nicosulfuron não causam efeitos deletérios para teores de carotenóides em grãos verdes do híbrido P30F53, podendo os mesmos ser utilizados no manejo desse cultivar para a produção de milho verde. A aplicação do herbicida Tembotrione pode alterar o teor de zeaxantina nos grãos verdes o que sugere a necessidade de estudos mais detalhados a fim de esclarecer as relações entre a aplicação de herbicidas e o seu efeito sobre os este carotenóide em grãos de milho verde.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Harvest Plus e à FAPEMIG pelos recursos destinados à pesquisa.

Referências

CALLISTO. Disponível em:

https://www.extrapratica.com.br/BR_Docs/Portuguese/Instructions/159.pdf. Acesso em 23 nov.2007.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Silvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. *Programas e Resumos...* São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

HOWE, J.A., TANUMIHARDJO, S.A. Carotenoid-biofortified maize maintains adequate vitamin A status in Mongolian gerbils. *Journal of Nutrition*, v.136, p. 2562–2567. 2006.

KARAM, D., CRUZ, M.B. Características do herbicida Mesotrione na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 5 p. (*Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica*, 52). Disponível em:

<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/Circular52.pdf> Acesso em 11 jan. 2008.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F., FANCELLI, A.L, DOURADO-NETO, D., GARCÍA Y GARCÍA, A., CHRISTOFFOLETI, P.J. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. *Planta Daninha*, v.21, n.3, p.413-419. 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis. 2004. 58p. Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT. (HarvestPlus Technical Monograph, 2). Disponível em: <http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>. Acesso em 16 mar. 2007.

SCHULTZ, A.; ORT, O.; BEYER, P.; KLEINIG, H. SC-0051, A 2-benzoyl-cyclohexane-1,3-dione bleaching herbicide, is a potent inhibitor of the enzyme *p*-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. *FEBS Letters*, v. 318, p. 161–166. 1993.

Tabela 1. Médias de luteína, zeaxantina, β -criptoxantina, β -caroteno, α -caroteno e carotenóides totais (CT) em grãos de milho verde resultantes da produção com aplicação ou não de herbicidas, Sete Lagoas, MG, 2007.

Tratamentos	Carotenóides ($\mu\text{g.g}^{-1}$ amostra fresca)										
	Luteína	Zeaxantina	β -criptoxantina	β -caroteno	α -caroteno	CT					
Sem aplicação	1,81	6,49	ab	0,79	b	1,24	bc	0,015	b	10,34	ab
Foram+ iodios	2,12	7,55	a	1,40	a	2,32	a	0,027	a	13,42	a
Nicosulfuron	1,75	5,75	b	0,80	b	1,30	bc	0,022	a	9,63	b
Mesotrione	1,47	5,34	b	0,67	b	0,94	c	0,013	b	8,43	b
Tembotrione	2,12	5,71	b	0,90	b	1,53	b	0,023	a	10,27	ab
CV (%)	13,92	6,43		13,32		9,46		7,50		7,55	
Média	1,85	6,17		0,91		1,47		0,02		10,42	

Foram + iodios = foramsulfuron + iodiosulfuron-methyl-sodium

CT = carotenóides totais.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Médias de carotenóides pró-vitamina A (Pro VA) e percentuais de luteína, zeaxantina, β -criptoxantina, β -caroteno e α -caroteno em grãos de milho verde resultantes de produção com aplicação ou não de herbicidas, Sete Lagoas, MG, 2007.

Tratamentos	Pro VA	Lut (%)	Zeax (%)	β -cript (%)	β -carot (%)	α -carot (%)
Sem aplicação	1,64 b	17,52	62,76 ab	7,62 b	11,95 d	0,15 b
Foram+ iodios	3,03 a	15,74	56,39 bc	10,39 a	17,28 a	0,20 ab
Nicosulfuron	1,71 b	18,20	59,74 abc	8,29 b	13,54 c	0,23 a
Mesotrione	1,28 b	17,46	63,30 a	7,97 b	11,11 d	0,16 ab
Tembotrione	1,99 b	20,63	55,51 c	8,58 b	14,87 b	0,23 a
CV (%)	10,30	10,84	2,74	4,17	2,38	10,30
Média	1,93	17,91	59,54	8,61	13,75	0,19

Foram + iodios = foramsulfuron + iodiosulfuron-methyl-sodium

ProVA = carotenóides pró-vitamina A; Lut = Luteína; Zeax = Zeaxantina; cript = criptoxantina; carot = caroteno.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

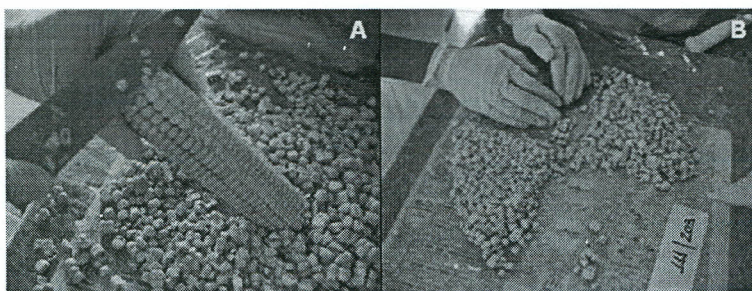


Figura 1: Retirada dos grãos de milho verde (A) e quarteirização de amostras compostas de milho verde (B).