



## Classificação de sementes de milho transgênico utilizando espectroscopia Raman e análise discriminante linear

Samia. R. Dib<sup>1\*</sup> (PG), Tiago. S. Varão<sup>2</sup> (PG), José. A. Gomes Neto<sup>1</sup> (PR), Lauro. J. M. Guimarães<sup>3</sup> (PR), Ednaldo. J. Ferreira<sup>4</sup> (PR), Edilene, C. Ferreira<sup>1</sup> (PR)

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Av. Prof. Francisco Degni, 55, 14800-900, Araraquara, SP.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia, Km 445, 86057-970 Londrina, PR.

<sup>3</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Rod MG 424, Km 45, 35701-970, Sete Lagos, MG.

<sup>4</sup>Embrapa Instrumentação, Rua XV de novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP.

\*rdib.samia@gmail.com

Palavras Chave: milho transgênico, classificação, espectroscopia Raman

### Introdução

O milho é um dos principais ingredientes energéticos utilizado na alimentação humana e animal<sup>1</sup>. Com a finalidade de produção de espécies de milho tolerantes a herbicidas ou resistentes a insetos e larvas, a agricultura moderna está adotando a modificação genética e produzindo os chamados transgênicos. Apesar do aumento da produção de transgênicos, seu consumo ainda é questionável<sup>2</sup>.

Um dos principais métodos de detecção de produtos e culturas transgênicas é a reação em cadeia da polimerase (PCR)<sup>3</sup>, que apresenta alta especificidade e sensibilidade. Contudo, além do alto custo por análise a detecção por PCR é morosa. A espectroscopia Raman pode ser uma alternativa à PCR por permitir análise direta, rápida, de baixo custo e não destrutiva<sup>4</sup>. No presente trabalho, espectroscopia Raman foi explorada para detectar sementes de milho transgênico.

### Resultados e Discussão

Amostras de sementes de milho da tecnologia VT PRO foram utilizadas, sendo 14 não transgênicas e 14 transgênicas. As amostras foram homogeneizadas e convertidas em pastilhas. As pastilhas foram analisadas por espectroscopia Raman utilizando um espectrômetro (iRaman BWS415-785H (B&W Tek)).

O conjunto de espectros foi pré-processado utilizando Whittaker filter (WF), seguido da suavização Savitzky-Golay (SG) e Standard Normal Variate (SNV). A Análise Discriminante Linear (LDA) foi avaliada para ajustar o modelo de classificação. Para tal tarefa, o conjunto espectral foi dividido aleatoriamente

em treinamento e validação com, respectivamente, 80% e 20% das amostras. Uma abordagem de seleção de variáveis utilizando a própria LDA foi empregada em conjunto com o algoritmo best first (backward) sobre o conjunto de treinamento. As variáveis selecionadas foram: 523, 619, 712, 852, 1043, 1026, 1518 e 1628  $\text{cm}^{-1}$ .

O modelo BF-LDA obtido apresentou RMSEC=0.3615, RMSEV=0.5077 e taxa de acerto de 75%. Analisando as variáveis selecionadas, observou-se que 62,5% são associadas aos carboidratos, (619, 712, 852, 1026 e 1043  $\text{cm}^{-1}$ ). Esse resultado sugere que a modificação genética pode causar diferentes expressões em termos de carboidratos. Além disso, também foram selecionadas variáveis associadas à carotenoide (1518  $\text{cm}^{-1}$ ), proteína (523  $\text{cm}^{-1}$ ) e lignina (1628  $\text{cm}^{-1}$ ), também sugerindo que a transgenia ocasiona alteração na produção desses compostos.

### Conclusões

Um novo método, baseado em espectroscopia Raman e LDA foi desenvolvido para classificar milho transgênico. O método é capaz de classificar sementes com precisão de 75%. A seleção de variáveis sugeriu alteração na expressão de alguns compostos devido a modificação genética. O método desenvolvido apresenta vantagens comparado a PCR.

### Agradecimentos

Cnpq, Capes e Embrapa Milho e Sorgo.

<sup>1</sup>Shiferaw, B. *et al. Food Secur.* **2011**, 3, 307–327.

<sup>2</sup>Rahman, M. *et al. Environ. Chem. Lett.* **2015**, 13, 239–249.

<sup>3</sup>Wang, X. *et al. Food Control.* **2019**, 98, 380–388.

<sup>4</sup>Ildiz, G. O. *et al. J. Mol. Struct.* **2019**, 1184, 246–253.