

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUANTIFICAÇÃO DOS TEORES DE UMIDADE E SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS EM ABÓBORA UTILIZANDO NIR

PRELIMINAR EVALUATION OF HUMIDITY LEVELS AND TOTAL SOLUBLE SOLIDS TOTAL IN PUMPKIN USING NIR

Bruno Trindade Cardoso¹, Semíramis Rabelo Ramalho Ramos², Hister Maria Matias dos Santos³, Daniel de Oliveira Santos⁴

¹Químico, Mestre em Engenharia de Processos, Analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. bruno.cardoso@embrapa.br

²Engenheira-agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. semiramis.ramos@embrapa.br

³Estudante do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Bolsista de Iniciação Científica na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. hister.matias@hotmail.com

⁴Químico, Analista na Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Bairro Jardins. CEP. 49025-040, Aracaju/SE. daniel.oliveira@embrapa.br

RESUMO - Este estudo teve como objetivo obter modelos preliminares de calibração para quantificação dos teores de umidade (U) e sólidos solúveis totais (SST) em abóbora utilizando o NIR. Foram utilizadas 220 frutos de abóboras. Os modelos matemáticos para predição de U e SST a partir de dados espectrais, também denominados modelos de calibração, foram obtidos por meio de correlações entre os valores desses parâmetros e os espectros NIR. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da utilização da técnica NIR para a quantificação dos teores de umidade e de sólidos solúveis totais na polpa de frutos de abóbora. Os valores de todos os atributos de qualidade obtidos para o melhor modelo de calibração de U ($Q = 0,8599$; R^2 (Calibração) = $0,9907$; R^2 (Validação) = $0,9874$; $SEP = 0,3000$ g de $H_2O/100g$ de amostra fresca; C.V. (Validação) = $0,33\%$), e de SST ($Q=0,7987$; R^2 (Calibração) = $0,9657$; R^2 (Validação) = $0,9516$; $SEP = 0,4156^\circ\text{Brix}$; C.V. (Validação) = $4,39\%$) estão compreendidos nas faixas ótimas de valores recomendados para esses atributos. A técnica NIR pode ser utilizada para quantificar U e SST em abóbora nas faixas de valores compreendidas no intervalo da calibração $81,2$ a $96,4$ g de $H_2O/100g$ de amostra fresca para U e $4,6$ a $16,3^\circ\text{Brix}$ para SST.

Palavras-chave: Abóbora, *Cucurbita moschata*, Umidade, Sólidos Solúveis Totais, NIR

ABSTRACT - This study aimed to obtain preliminary calibration model for measurement of moisture content (U) and total soluble solids (SST) in pumpkin fruits using NIR. The mathematical models, using 220 fruits, for predicting U and SST from spectral data, also termed calibration models were obtained from correlations between these parameters and NIR spectra. The results demonstrated the feasibility of using NIR technique for the measurement of U and SST in the pumpkin fruits. The values obtained for the best calibration U ($Q=0.8599$; R^2 (calibration)= 0.9907 ; R^2 (Validation)= 0.9874 , $SEP=0.3000$ g $H_2O / 100g$ fresh sample; CV (Validation)= 0.33%), and SST ($Q=0.7987$; R^2 (calibration)= 0.9657 ; R^2 (Validation)= 0.9516 ; $SEP=0.4156^\circ$ Brix; CV (Validation)= 4.39%) are covered by the great tracks of recommended values for these attributes. The NIR technique can be used to quantify U and SST in pumpkin fruits within the calibration ranges from 81.2 to 96.4 g $H_2O / 100g$ fresh sample for U and 4.6 to 16.3° Brix for SST.

Keywords: Pumpkin, *Cucurbita moschata*, Humidity, Total Soluble Solids, NIR

INTRODUÇÃO

Os teores de umidade e de sólidos solúveis totais são importantes parâmetros para a seleção de frutos de abóboras, visto que, frutos com teores de umidade mais baixos, comumente denominados “enxutos” na região Nordeste do Brasil, e com teores de sólidos solúveis mais

elevados, os quais são normalmente mais doces, são preferidos pelos consumidores. Os procedimentos analíticos para quantificação desses dois parâmetros são relativamente simples e não utilizam reagentes. Porém, são determinados por meio de processos distintos e destrutivos, e no caso da umidade, onerando o tempo da análise.

A espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo, NIR, é uma técnica que apresenta uma série de vantagens analíticas, sobretudo pela possibilidade de quantificar em uma mesma leitura diversos parâmetros físicos ou químicos, por não utilizar reagentes e pelo curto tempo requerido para cada leitura (em média 16 segundos). Em programas de melhoramento convencional, nos quais normalmente faz-se necessária a mensuração de diversos parâmetros em uma quantidade de amostras também muito grande, pode facilitar o trabalho de seleção. Ainda que não seja utilizada em substituição aos métodos de referência, pode ser muito útil para a realização de triagens, evitando a análise de materiais não promissores. Na literatura há relatos de experimentos nos quais mostrou-se ser possível quantificar sólidos solúveis totais e umidade em diferentes frutos utilizando o NIR com pequenos desvios com relação às metodologias de referência (PEIRIS et al., 1998; McGLONE et al., 2002).

Este estudo teve como objetivo obter modelos preliminares de calibração para quantificação dos teores de umidade e sólidos solúveis totais em abóbora.

MÉTODOS

Material Vegetal

Foram utilizadas nesse estudo 220 frutos de abóboras provenientes de plantio realizado em 2013. Cada amostra foi constituída por um único fruto, que foi quarteado com faca seguindo da região de inserção do pedúnculo à região da cicatriz floral. Dos quatro quartis resultantes do corte, dois quartis opostos foram utilizados para a composição da amostra, os quais foram descascados, fatiados em cubos pequenos, homogeneizados e triturados. Os dois quartis restantes foram descartados.

Métodos de referência para quantificação dos teores de umidade (U) e sólidos solúveis totais (SST)

Para a determinação de SST foi obtido o sumo filtrado da polpa da abóbora triturada, que foi gotejado em refratômetro digital Atago modelo Pallete PR-32 alpha. Realizou-se a leitura direta obtendo-se os resultados, expressos em °Brix. O teor de umidade, expresso em g de água/100g de amostra fresca, foi determinado pela razão entre a perda de massa de uma alíquota da abóbora triturada, após secagem em estufa com circulação forçada de ar Fanem modelo 320-SE a 105°C durante 24 h, e a massa total da alíquota (5g). Essas determinações foram realizadas em triplicata.

Coleta de espectros NIR das amostras de abóbora

Para a coleta dos espectros NIR, uma alíquota de cada amostra de abóbora triturada foi acondicionada em placa de petri, a qual por sua vez foi colocada na célula de medida de sólidos do espectrômetro NIRFlex 500 (Buchi Labortechnik AG, Flawil, Suíça). Foram realizadas 32 varreduras para cada espectro na região espectral de 4.000 a 10.000 cm^{-1} . A temperatura ambiente foi de 25°C durante as medições. A coleta de espectros foi realizada em triplicata.

Construção e validação de modelos de predição

Os modelos matemáticos para predição de U e SST a partir de dados espectrais, também denominados modelos de calibração, foram obtidos por meio de correlações entre os valores desses parâmetros e os espectros NIR. Para cada modelo de calibração foi gerado um modelo de validação correspondente, pela correlação entre os valores de U e SST preditos pelo modelo de calibração, e os valores desses parâmetros obtidos pelo método laboratorial de referência. Os procedimentos de calibração e de validação foram realizados utilizando-se o software quimiométrico NIRCal 5.4.3010.SP1 Standard Edition (Buchi Labortechnik AG, Flawil, Suíça). Foi selecionado o método dos mínimos quadrados parciais, PLS (PLS – Partial Least Squares), utilizado para gerar as equações das retas dos modelos. Em seguida, com a utilização da ferramenta “Calibration Wizard” foram realizados os seguintes procedimentos: seleção das amostras para a calibração (2/3 do total) e para a validação (1/3 do total); seleção da região

espectral que possibilitasse a minimização dos erros de predição; aplicação de pré-tratamentos para minimizar os efeitos aleatórios ou sistemáticos de diferentes origens e; seleção do número adequado de componentes principais (PCS). O Calibration Wizard testou diferentes combinações dos resultados dos procedimentos anteriormente mencionadas e para cada teste gerou um modelo de calibração e um modelo de validação com os respectivos atributos de qualidade, pelos quais os modelos foram avaliados: valor de Q - desejável: $> 0,75$; Utilizável: $> 0,50$; SEP - Mínimo possível (NIRCAL 5.4 SOFTWARE MANUAL, 2010); R^2 (Calibração) e R^2 (Validação) - Excelentes predições: $> 0,91$; Boas predições: entre 0,82 e 0,90; Predições quantitativas aproximadas: entre 0,66 e 0,81 (MOUAZEN et al., 2005); C.V. (Validação) – Menor que 10 (PURWANTO et al., 2013). Para cada um dos dois parâmetros estudados, foi escolhido o melhor modelo de calibração tendo como base os atributos aqui mencionados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade da utilização da técnica NIR para a quantificação dos teores de U e SST nos frutos de abóbora. Os valores de todos os atributos de qualidade obtidos para o melhor modelo de calibração de U ($Q = 0,8599$; R^2 (Calibração) = 0,9907; R^2 (Validação) = 0,9874; SEP = 0,3000 g de $H_2O/100g$ de amostra fresca; C.V. (Validação) = 0,33%), e de SST ($Q = 0,7987$; R^2 (Calibração) = 0,9657; R^2 (Validação) = 0,9516; SEP = 0,4156°Brix; C.V. (Validação) = 4,39%) estão compreendidos nas faixas ótimas de valores recomendados para esses atributos. Considera-se que podem ser utilizadas para análises de rotina, modelos de calibração com valores de Q superiores a 0,5 e que, idealmente, esses valores deverão ser superiores a 0,75 (NIRCAL 5.4 SOFTWARE MANUAL, 2010). Foi observado, além disso, o bom ajuste das curvas de calibração e de validação, conforme pode ser constatado pelos elevados coeficientes de R^2 (Calibração) e da validação R^2 (Validação). Para esses coeficientes, considera-se que valores superiores a 0,91 (MOUAZEN et al., 2005) indicam que o modelo possui excelente capacidade preditiva de parâmetros. A análise do Erro Padrão da Predição, SEP, que quantifica a diferença entre os valores gerados pelo modelo e pela técnica laboratorial de referência, demonstra que para os dois parâmetros estudados, a utilização do NIR em substituição à técnica de referência geraria um erro pequeno, correspondente a 0,33 e 4,39 do valor médio mensurado para U e SST, conforme pode ser constatado pela análise do C.V. (Validação) desses dois parâmetros. Ressalte-se que os modelos apresentados são válidos para a quantificação de U e SST, nas faixas de valores compreendidas pela calibração (81,2 a 96,4 g de $H_2O/100g$ de amostra fresca para U e 4,6 a 16,3°Brix para SST).

CONCLUSÃO

A técnica NIR pode ser utilizada para quantificar umidade e sólidos solúveis totais em abóbora nas faixas de valores compreendidas no intervalo da calibração 81,2 a 96,4 g de $H_2O/100g$ de amostra fresca para U e 4,6 a 16,3°Brix para SST.

REFERÊNCIAS

- MCGLONE, V. A.; JORDAN, R. B.; SEELYE, R.; MARTINSEN, P. J. Comparing density and NIR methods for measurement of kiwifruit dry matter and soluble solids content. **Postharvest Biology and Technology**, v.26, p.191–198, 2002.
- PEIRIS, K. H. S.; DULL, G. G.; LEFFLER, R. G.; KAYS, S. J. Near-infrared (NIR) spectrometric technique for nondestructive determination of soluble solids content in processing tomatoes. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.123, n.6, p.1089-1093, 1998.
- NIRCAL 5.4 SOFTWARE MANUAL, 2010, Buchi Labortechnik AG, CH-Flawil.
- MOUAZEN, A. M.; SAEYS, W.; XING, J.; BAERDEMAEKER, J. DE; RAMON, H. Near infrared spectroscopy for agricultural materials: an instrument comparison. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.13, p.87-97, 2005.
- PURWANTO, Y. A.; ZAINAL, P. W.; AHMAD, U.; MARDJAN, S.; MAKINO, Y.; OSHITA, S.; KAWAGOE, Y.; KURORI, S. Non destructive prediction of pH in mango fruits cv. Gedong Gincu using NIR spectroscopy. **International Journal of Engineering & Technology**, v.13, n.3, 2013.