



MINERAIS ESSENCIAIS EM AÇÚCAR NÃO CENTRIFUGADO (RAPADURA)

Fernanda P. Pizano; Michel R. Baqueta, Eduardo A. Orlando, Juliana A. L. Pallone

Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

RESUMO

O açúcar não centrifugado (ANC) é um produto artesanal obtido diretamente do caldo de cana-de-açúcar concentrado. Suas características composicionais são pouco conhecidas e faltam estudos para investigar seu potencial nutricional dependendo de sua origem. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi determinar o perfil de minerais essenciais de amostras de ANC adquiridas no Brasil, Colômbia, Equador e Peru. Para tanto, foi realizada uma triagem por meio da espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) e os principais minerais essenciais foram estimados após uma etapa de validação de método analítico. Os resultados mostram que as amostras de ANC de diferentes países possuem um perfil mineral único e específico, com prevalência no teor de cálcio, magnésio e ferro, em ordem decrescente de quantidade. Isto indica que o ANC possui valor nutricional e significativo. A análise de componentes principais (PCA) mostrou tendências na distinção das amostras de acordo com sua origem. Altos níveis de cálcio e magnésio foram relacionados às amostras da Colômbia, Peru e Brasil, enquanto menores níveis destes minerais são observados para amostras do Equador. É possível sugerir, portanto, que o perfil mineral e consequentemente o valor nutricional do ANC está diretamente relacionado a origem da cana-de-açúcar usada no preparo do produto. Investigações futuras sobre o efeito da digestão *in vitro* na bioacessibilidade dos minerais essenciais, presentes em ANC, serão pertinentes para avaliar sua contribuição para o aporte de nutrientes para saúde humana.

Palavras-chave: ANC; Cana-de-açúcar; Nutrição; Perfil de minerais; Saúde pública mundial.

1. Introdução

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o açúcar não centrifugado (ANC) trata-se de um açúcar artesanal derivado do caldo de cana-de-açúcar concentrado e solidificado em blocos por resfriamento. Em razão de não sofrer refinamento, como os açúcares brancos, o ANC apresenta todos os constituintes minerais originalmente presentes no caldo. A terminologia do ANC varia de acordo com cada país e pode ser conhecido por seus consumidores como “panela”,

“*piloncillo*”, “*papelón*”, “*chancaca*”, “*empanizao*” ou “*tapa de Dulce*” (JAFFÉ, 2015; JOSEPH, 2017). No Brasil, em particular, o ANC é popularmente chamado de “rapadura”.

Segundo o levantamento da Organização Internacional do Açúcar (International Sugar Organization, 2013), a produção mundial de ANC ultrapassou 8,2 milhões de toneladas em 2011. Só no Brasil, terceiro maior produtor mundial de ANC, houve um crescimento de 190 mil toneladas de 2005 a 2011. A Colômbia é o segundo maior produtor, atrás apenas da Índia, e possui o maior consumo anual per capita, com média de 10 Kg por pessoa ao ano.

O processo de produção artesanal de ANC dá-se com o corte da cana e posterior moagem, obtendo-se o caldo de cana-de-açúcar. Este caldo é peneirado para a retirada de impurezas e pode ser adicionado de produtos químicos, como cal, que promove clarificação e correção da acidez. O caldo tratado é posteriormente aquecido em tachos, promovendo a evaporação de água e concentração do produto. O batimento, etapa seguinte, consiste na agitação da massa com pás de madeira em uma bacia, do mesmo material, para que a aeração proporcione formação de cristais de açúcar, além da aquisição de porosidade, responsável por amaciar a textura do produto. A seguir, procede-se a moldagem em formas de diversos materiais, incluindo papel, plástico ou madeira. O produto é mantido sob ventilação para resfriamento até que seja desenhado e embalado para comercialização (JOSEPH, 2017).

Na Colômbia, particularmente, o consumo de ANC tem destaque entre as populações mais carentes, pois trata-se de uma fonte de carboidratos de baixo custo. Por exemplo, Gamboa-Delgado e colaboradores (2007) estimaram que o ANC é consumido frequentemente por 90,7% das crianças refugiadas na cidade de Piedecuesta, localizada na Colômbia. A infusão de ANC em água, popularmente conhecida como “água de panela” na Colômbia, está presente na alimentação matinal de 61,8% da população infantil e ainda é consumida por 44,7% das crianças durante o jantar, sendo um comum substituinte de fórmulas infantis mesmo que sem evidência comprovada. Além disso, o consumo de “água de panela” também foi apontado como forma de restabelecer a temperatura corporal para mulheres colombianas em condição pós-parto, enquanto durante o puerpério tem a finalidade de estimular a secreção de leite (CASTRO et al., 2006). Apesar destes relatos alarmantes, ambos estudos evidenciaram que muitas crianças e adultos dependem e consomem regularmente ANC para suprir suas necessidades nutricionais, contudo, faltam evidências científicas sobre seu real potencial nutricional.

2. Materiais e Métodos

O preparo de amostra foi baseado no método descrito por Boen e Pallone (2009). Inicialmente, as amostras de rapadura foram homogeneizadas com auxílio de almofariz. Pesou-se aproximadamente 0,5 g de cada amostra em tubos de vidro, ao qual foi adicionado 4 mL de ácido nítrico e mantido durante 2h a temperatura de 110°C em um bloco de mineralização. Após a primeira etapa de mineralização, adicionou-se mais 2 mL de ácido nítrico e 2 mL de peróxido às amostras e manteve-se a mineralização durante mais 2h a 130°C. As soluções resultantes foram então transferidas e diluídas com água ultrapura em balões volumétricos de 25 mL.

A avaliação do teor de minerais prosseguiu por meio da técnica de FAAS, sendo o espectrômetro equipado com lâmpadas de catodo oco de acordo com seus respectivos comprimentos de onda: cálcio (Ca) – 422,67 nm, ferro (Fe) – 248,33 nm, magnésio (Mg) – 285,21 nm. Para a formação da chama foi utilizada uma mistura de ar-acetileno.

O *software* MATLAB versão 2019a com o pacote computacional PLS-Toolbox 8.6 foi utilizado para realização da Análise de Componentes Principais (PCA).

3. Resultados e discussão

Os teores médios de cada mineral (cálcio, magnésio e ferro) determinado nas 24 amostras de ANC provenientes do Brasil, Colômbia, Equador e Peru) são mostrados na **Tabela 1**.

Tabela 1. Teores de cálcio, ferro e magnésio nas amostras de ANC produzidas na América do Sul.

| Origem | Amostra | Cálcio | Ferro | Magnésio | Soma (mg/kg) |
|----------|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| | | Média ± erro padrão (mg/kg) | Média ± erro padrão (mg/kg) | Média ± erro padrão (mg/kg) | |
| Brasil | A | 254,53 ± 7,70 | 18,23 ± 1,18 | 212,29 ± 0,78 | 485,05 |
| | B | 321,85 ± 31,83 | 16,30 ± 0,46 | 207,13 ± 9,16 | 545,28 |
| | C | 988,34 ± 28,21 | 28,88 ± 2,09 | 525,28 ± 11,02 | 1542,50 |
| | D | 374,54 ± 18,78 | 45,99 ± 6,62 | 321,38 ± 1,01 | 741,91 |
| | E | 394,89 ± 8,25 | 14,86 ± 0,69 | 224,02 ± 1,33 | 633,77 |
| | F | 1014,02 ± 64,42 | 29,63 ± 0,75 | 687,19 ± 24,49 | 1730,84 |
| | Média país | 558,03 ± 346,78 | 25,65 ± 11,82 | 362,88 ± 199,74 | 946,56 ± 544,79 |
| Colômbia | G | 767,78 ± 28,37 | < LQ | 498,82 ± 21,31 | 1266,59 |
| | H | 2845,03 ± 91,20 | 24,95 ± 0,44 | 658,17 ± 3,36 | 3528,16 |
| | I | 1093,08 ± 51,91 | < LQ | 800,94 ± 19,82 | 1894,02 |
| | J | 2099,89 ± 34,53 | < LQ | 625,78 ± 54,55 | 2725,67 |
| | K | 792,95 ± 21,12 | < LQ | 414,90 ± 8,54 | 1207,86 |
| | L | 1567,71 ± 19,93 | < LQ | 924,95 ± 11,69 | 2492,65 |
| | Média país | 1527,74 ± 821,05 | - | 653,93 ± 188,18 | 2185,82 ± 902,66 |
| Equador | M | 293,84 ± 12,46 | 23,35 ± 2,41 | 208,20 ± 5,95 | 525,39 |
| | N | 865,45 ± 21,42 | < LQ | 313,28 ± 1,29 | 1178,73 |
| | O | 274,12 ± 6,60 | 24,48 ± 0,60 | 168,14 ± 7,66 | 466,74 |
| | P | 337,79 ± 16,92 | < LQ | 231,79 ± 7,29 | 569,57 |
| | Q | 285,10 ± 13,85 | 38,65 ± 3,84 | 180,83 ± 4,81 | 504,57 |
| | R | 304,03 ± 0,95 | 31,30 ± 1,69 | 166,21 ± 2,33 | 501,55 |
| | Média país | 393,39 ± 232,28 | 29,45 ± 7,07 | 211,41 ± 55,95 | 624,43 ± 273,64 |
| Peru | S | 298,85 ± 10,69 | 20,14 ± 0,57 | 644,18 ± 11,44 | 963,17 |
| | T | 526,42 ± 15,16 | 30,68 ± 1,23 | 722,72 ± 13,99 | 1279,82 |
| | U | 1213,54 ± 18,71 | 28,36 | 724,97 ± 34,82 | 1966,88 |
| | V | 796,95 ± 13,96 | < LQ | 312,63 ± 5,47 | 1109,58 |
| | W | 389,97 ± 36,60 | 33,95 ± 2,28 | 465,83 ± 4,50 | 889,75 |
| | X | 452,47 ± 54,02 | 97,24 ± 3,98 | 369,93 ± 17,85 | 919,65 |
| | Média país | 613,04 ± 339,47 | 42,07 ± 31,26 | 540,05 ± 181,43 | 1188,14 ± 408,10 |

Assim como para outros produtos de origem vegetal, a composição nutricional da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, de seus derivados, apresenta oscilações influenciadas pelas condições edafoclimáticas, variedade e estágio de maturação da planta (KLEIN, 2010), fatores estes que, ao se considerar os distintos países e regiões de origem das amostras, explicam a variação entre os resultados obtidos.

A **Figura 1** mostra os resultados da PCA com base na seleção do PC1, que forneceu o melhor resultado. Pode-se observar na **Figura 2A** que o modelo de reconhecimento de padrões não-supervisionado foi capaz de distinguir as amostras dos quatro países, apresentando grupos bem definidos e aparentes, englobando geralmente as amostras de ANC do Brasil, amostras de ANC da Colômbia, amostras de ANC do Equador e amostras de ANC do Peru, todas dentro da região da elipse de confiança, com base na concentração dos minerais ferro, magnésio e cálcio nas amostras (*loadings*)

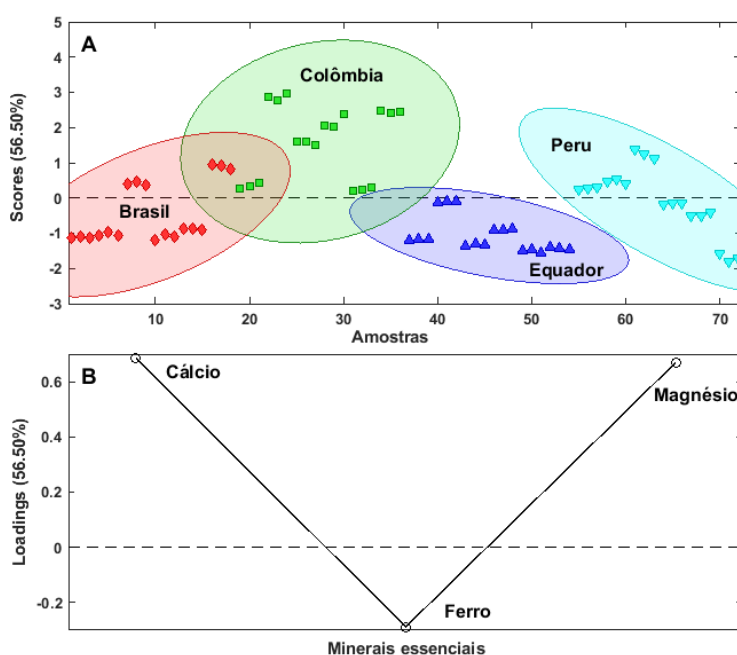


Figura 1. Resultados da análise de componentes principais: (A) scores e (B) loadings.

As amostras configuradas na parte superior do gráfico apresentaram teores mais elevados de cálcio e magnésio em comparação com as demais, indicando que as amostras da Colômbia, assim como algumas do Peru e do Brasil, possuem teores significativos destes minerais capazes de diferenciá-las. Por outro lado, as amostras que estão na parte inferior do gráfico são discriminadas majoritariamente por seu teor de ferro. É possível identificar tendências na distinção das amostras de acordo com sua origem e ainda é possível sugerir, portanto, que o perfil mineral e conseqüentemente o valor nutricional do ANC está diretamente relacionado a origem da cana-de-açúcar usada no preparo do produto.

4. Conclusão

O método desenvolvido foi validado e demonstrou resultados satisfatórios para aplicação em novas amostras. Os resultados mostram que as amostras de ANC de diferentes países possuem um perfil mineral único e específico, com prevalência no teor de cálcio, magnésio e ferro, em ordem decrescente de quantidade. Isto indica que o ANC possui valor nutricional e significativo. A análise exploratória dos dados com o método de quimiometria PCA mostrou tendências na distinção das amostras de acordo com sua origem. Altos níveis de cálcio e magnésio foram relacionados às amostras da Colômbia, Peru e Brasil, enquanto baixos níveis destes minerais são observados para amostras do Equador. É possível sugerir, portanto, que o perfil mineral e consequentemente o valor nutricional do ANC está diretamente relacionado a origem da cana-de-açúcar usada no preparo do produto. O modelo desenvolvido pode ser usado como uma ferramenta para traçar a origem das amostras baseado no perfil mineral.

Em virtude da suspensão de atividades presenciais, este estudo não foi capaz de avaliar o efeito da digestão *in vitro* na bioacessibilidade de cálcio presente nas amostras de ANC de diferentes origens. Entretanto, os resultados obtidos são promissores e permitem idealizar a continuação deste estudo em uma nova oportunidade.

5. Referências

- BOEN, T. R.; PALLONE, J. A. L. Folic acid, iron and zinc contents in chosen food products prepared with fortified flours. **Cereal Chemistry**, v.86, n. 6, p. 695-700, 2009.
- CASTRO, E.; MUNÓZ, S. F.; PLAZA, G. P.; RODRÍGUEZ, M.; SEPÚLVEDA, L. J. Prácticas y creencias tradicionales em torno al puerpeio, municipio de Popayán, 2005. **Revista Infancia, Adolescencia y Familia**, Bogotá, v. 1, n. 1, p. 141-152, 2006.
- GAMBOA-DELGADO, E. M.; LÓPEZ-BARBOSA, N.; VERA-CALA, L. M.; PRADA-GÓMEZ, G. E. Padrón Alimentario y Estado Nutricional en Niños Desplazados en Piedecuesta, Colombia. **Revista de Salud Pública**, Bogotá, v. 9, n. 1, p. 129-139, 2007.
- INTERNATIONAL SUGAR ORGANIZATION. **Quarterly Market Outlook**, 2013. Disponível em: < <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/special-focus-non-centrifugal-sugar-a-survey.pdf> > Acesso em: 31/08/2020.
- JAFFÉ, W. R. Nutritional and functional components of non centrifugal cane sugar: A compilation of the data from the analytical literatura. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 43, p. 194- 202, 2015.
- JOSEPH, D. **Agregação de valor nutricional e sensorial em rapaduras artesanais**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2017.
- KLEIN, V. **Características agronômicas, químicas e bromatológicas de variedades de cana-de-açúcar para uso forrageiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2010.