



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



AVALIAÇÃO ESPECTRAL DO AQUECIMENTO EM MACA PERUANA POR MÉTODO QUIMIOMÉTRICO

SPECTRAL EVALUATION OF HEATING IN PERUVIAN MACA BY CHEMOMETRIC METHOD

Gabriel Radael Bernaski*, **Paulo Henrique Março[†]**,
Juliane Cristina Ramos Goldoni[‡], **Vitória de Freitas Fante[§]**

RESUMO

A maca peruana é uma planta da região dos andes conhecida principalmente pelas propriedades relacionadas a fertilidade. Existem diferentes tipos de maca, com diferentes colorações, como a maca do tipo amarelo, vermelha e preta. Dentre os processos de preparo, a secagem da maca vem se utilizando fornos, que é um processo crítico com relação a produção dos ativos, nos processos tradicionais a maca fica exposta ao sol, podendo produzir compostos que seriam inviabilizados por uma secagem em forno. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência do aquecimento em amostras de maca peruana do tipo amarela e vermelha utilizando-se de espectroscopia na região do infravermelho próximo (900 a 1700 nm) e método quimiométrico de reconhecimento de padrões (análise de componentes principais, PCA). Após aquecimento durante uma hora das amostras em temperaturas: ambiente, 50, 100 e 150 °C, as amostras foram armazenadas em frascos âmbar, permanecendo em dessecadores para arrefecimento. Fez-se a PCA dos espectros e observou-se que o aquecimento em temperaturas como 150 °C podem influenciar na quantidade e/ou qualidade das macamidas que são compostos de elevada importância nas macas peruanas. Além disso, observou-se que a maca vermelha tem comportamento diferente da maca amarela com relação a resistência ao aquecimento.

Palavras-chave: Maca peruana, Infravermelho próximo, Quimiometria.

ABSTRACT

Peruvian maca is a plant from the Andes region known mainly for its fertility-related properties. There are different types of maca, which have different colors, such as yellow, red, and black. Among the preparation processes, the drying has been using ovens, which is a critical process in relation to the production of the actives, in the traditional drying processes, the maca is exposed to the sun, being able to produce compounds that would be unfeasible by drying in an oven. This study aimed to evaluate the influence of heating on yellow and red Peruvian maca samples using near-infrared spectroscopy (from 900 to 1700 nm) and a chemometric pattern recognition method (principal component analysis, PCA). After heating the samples for one hour at temperatures of 50, 100, 150 °C, and room temperature, the samples were stored in amber flasks, remaining in desiccators for cooling. The PCA of the spectra was performed and it was observed that heating at temperatures such as 150 °C can influence the quantity and/or quality of macamides, which are compounds of high importance in Peruvian maca. In addition, it was observed that red maca has a different behavior from yellow maca with respect to resistance to heating.

Keywords: Peruvian maca, Near infrared, Chemometrics.

* Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil;

gabrielbernaski@alunos.utfpr.edu.br

[†] paulohmarco@utfpr.edu.br

[‡] julianecristina@alunos.utfpr.edu.br

[§] vitoriadefreitas@outlook.com



1 INTRODUÇÃO

A maca peruana (*Lepidium meyenii*) é uma planta da região andina que cresce em condições climáticas extremas (PERES, *et al.*, 2020). A maca se diferencia pela coloração de seus hipocótilos, dessa forma os fenótipos mais estudados são o amarelo, vermelho e preto (ZHANG, *et al.*, 2017). A maca tem sido estudada devido seu alto valor nutricional, além disso destaca-se por suas propriedades relacionadas a fertilidade (ESPARZA *et al.*, 2015; PERES *et al.*, 2020).

Há uma divergência relacionada com a forma de preparo que vem sendo empregada, onde são utilizados fornos para a secagem das macas, e como os nutrientes são biodisponibilizados pela planta, que são produzidos a partir de processos fermentativos naturais verificados quando as macas são secas ao sol. Segundo PAULINO (2020), amostras comercializadas de maca peruana submetidas a processo de secagem ao forno podem ter seus grupos de moléculas bioativas comprometidas. Portanto, é importante conhecer quais os efeitos do aquecimento nas amostras de maca peruana.

Desta forma, este estudo tem como objetivo avaliar a influência do aquecimento em amostras de farinhas de maca peruana amarela e vermelha a partir de 2 lotes diferentes sob as seguintes temperaturas: 50 °C, 100 °C e 150 °C, além da temperatura ambiente (T_{amb}), utilizando-se de espectroscopia na região do infravermelho próximo (de 900 nm a 1700 nm) e métodos quimiométricos de reconhecimento de padrões.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras, provenientes de 2 lotes diferentes para cada tipo (maca do tipo amarela e do tipo vermelha), foram subdivididas em 3 réplicas, fracionadas em 3 gramas e acondicionadas em placas de petri. Em seguida, as amostras foram levadas às estufas de secagem com circulação de ar (marca CIENLAB e *New Lab*) em temperatura ambiente (T_{amb}) por um período de 1 hora. As temperaturas utilizadas para aquecimento das amostras foram T_{amb} , 50 °C (T_{50}), 100 °C (T_{100}) e 150 °C (T_{150}), por um período de 1 hora. Após o aquecimento, as amostras foram transferidas para frascos de vidro âmbar, que foram armazenados em dessecadores até o dia da leitura.

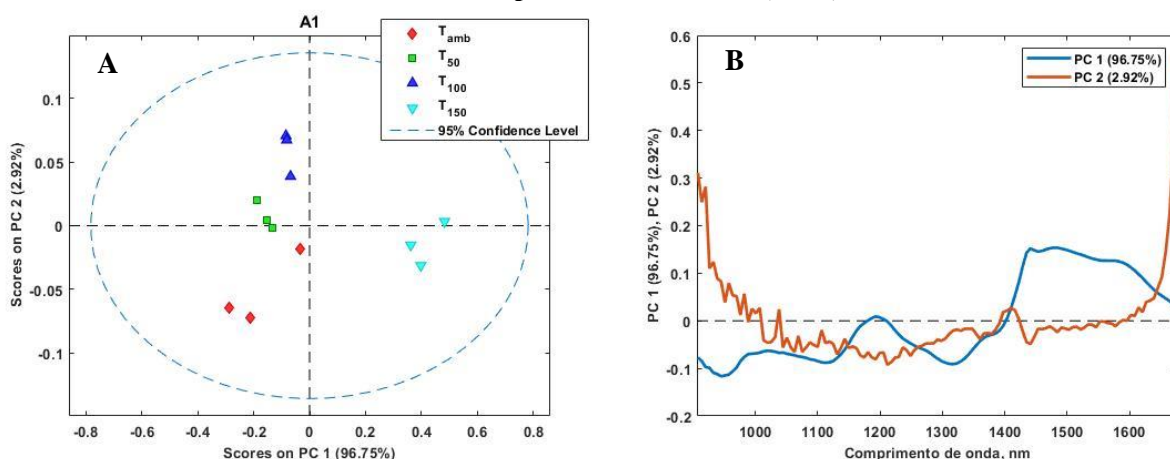
Após o arrefecimento das amostras por 72 horas, os espectros de infravermelho próximo, especificamente para a região entre 900 nm a 1700 nm, foram adquiridos em triplicata para cada réplica, utilizando um espectrômetro MicroNIR (marca VIAVI). Os espectros foram corrigidos com relação ao espalhamento multiplicativo e centrados na média utilizando ambiente Matlab R2019a® com pacote PLS Toolbox 7.8® fornecidos ao professor orientador pela EMBRAPA Solos do Rio de Janeiro. Na sequência, realizou-se uma análise de componentes principais (PCA) de cada conjunto, e os resultados serão discutidos para cada amostra.

3 RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o resultado de *scores* da PCA para a amostra de maca peruana amarela do lote 1, onde se utilizaram 3 componentes principais (PCs) para descrever 99,95% da variância total dos dados. A PC1 descreveu 96,75% da variância, enquanto a PC2 descreveu 2,92% e PC3 apenas 0,28%. Observa-se que as amostras avaliadas em temperatura ambiente (T_{amb}) aparecem projetadas em valores negativos para PC1 e PC2 simultaneamente. As amostras aquecidas em T_{50} e T_{100} se apresentaram projetadas em valores negativos de PC1 e positivos de PC2 simultaneamente. Já as amostras aquecidas a 150 °C (T_{150}), se apresentam projetadas em valores simultaneamente positivos para PC1 e negativos para PC2. Tais diferenças nas projeções permitem

inferir que o aquecimento levou a formação de 3 grupos diferentes, sendo o primeiro formado pelas amostras avaliadas em temperatura ambiente, um segundo pelas amostras aquecidas entre 50 e 100 °C e o terceiro formado pelas amostras aquecidas a 150 °C. Observando-se os *loadings* da projeção PC1 vs PC2 (Figura 1 – B), e considerando que a PC1 captura a maior variância dos dados (96,75%), constata-se que a região entre 1400 e 1600 nm apresenta a maior importância na diferenciação entre as amostras, uma vez que a PC1 é responsável por separar as amostras aquecidas a 150 °C das demais. Esta região é atribuída principalmente as vibrações de sobretons de grupamentos amida (WORKMAN JR., J. AND WEYER, L., 2012). As amidas de maca peruana, chamadas de macamidas (ESPARZA *et al.*, 2020), estão entre os compostos mais importantes deste alimento, sendo estes muitas vezes relacionados aos efeitos medicinais esperados para este alimento (ESPARZA *et al.*, 2015; KASPRZAK *et al.*, 2018; PERES *et al.*, 2020). Logo, sugere-se que o aquecimento possa influenciar na quantidade ou qualidade das macamidas, comprometendo o efeito esperado pelos consumidores deste tipo de maca e limitando as possibilidades de aplicações deste alimento com relação ao aquecimento.

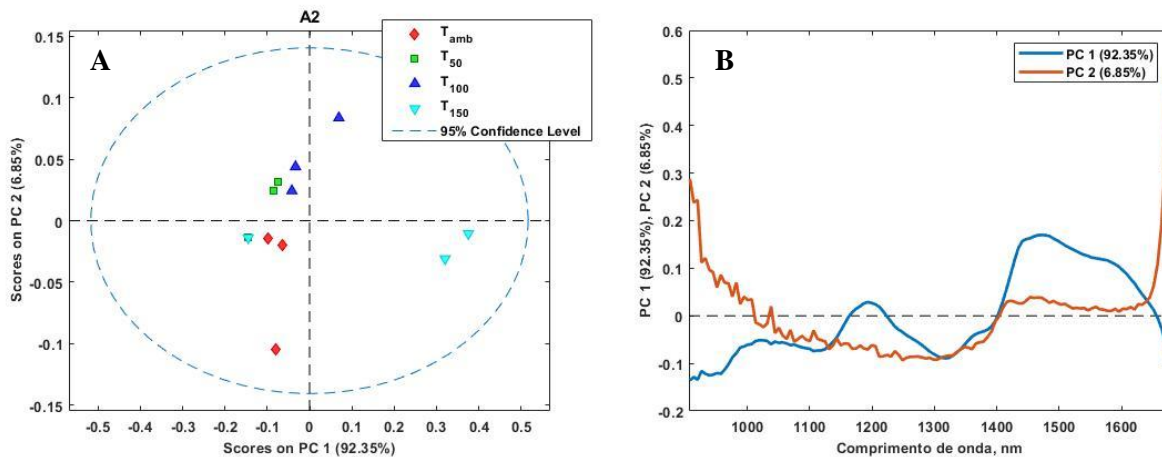
Figura 1 – (A) Scores de PCA aplicada em dados espectrais de maca amarela (lote 1): (♦) Temperatura Ambiente, (■) Temperatura de 50 °C, (▲) Temperatura de 100 °C e (▼) Temperatura de 150 °C. (B) Loadings de PCA para a maca amarela (lote 1)



Fonte: autoria própria (2021)

Para confirmar a influência do aquecimento nos constituintes desta região espectral, avaliou-se um outro lote de maca peruana do tipo amarelo. Neste segundo lote, a aplicação da PCA nos espectros utilizou 3 PCs para explicar 99,91% da variância total dos dados, sendo PC1 92,35%, PC2 6,85% e PC3 0,72%. Os resultados apresentaram comportamento semelhante ao observado nos *scores* de PC1 vs PC2 dos espectros das amostras do lote 1. Porém, neste segundo caso, uma das amostras aquecidas a 150 °C apareceu projetada juntamente com as amostras não aquecidas (Figura 2 - A). Uma das explicações para esta projeção é a possibilidade de contaminação da amostra, visto que as demais réplicas das amostras aquecidas se apresentaram deslocadas de forma diferente desta. No caso dos *loadings* (Figura 2 – B), observou-se novamente que a região mais importante está relacionada com a vibração de grupamentos N-H de grupos amidas, sugerindo que o aquecimento possa estar influenciando as macamidas.

Figura 2 – (A) Scores de PCA aplicada em dados espectrais de maca amarela (lote 2): (♦) Temperatura Ambiente, (■) Temperatura de 50 °C, (▲) Temperatura de 100 °C e (▼) Temperatura de 150 °C. (B) Loadings de PCA para a maca amarela (lote 2)



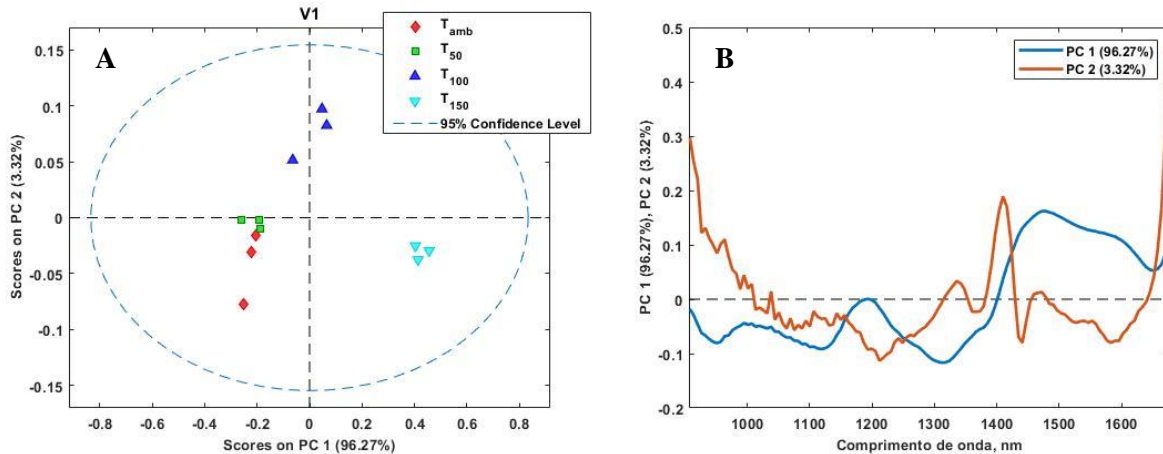
Fonte: autoria própria (2021)

Avaliou-se ainda amostras de maca peruana do tipo vermelha, seguindo-se a mesma metodologia utilizada para as amostras de maca amarela. A PCA utilizou 3 PCs para explicar 99,89% da variância dos dados, sendo a PC1 96,27%, a PC2 3,32% e a PC3 0,30%. Os resultados dos scores de PC1 vs PC2 estão apresentados na Figura 3 – A. Observa-se as amostras avaliadas em T_{amb} e as aquecidas a 50°C (T_{50}) se apresentaram projetadas no quadrante negativo de PC1 e PC2 simultaneamente, sugerindo que o aquecimento a 50 °C provoca pouca ou nenhuma influência nas amostras de maca deste tipo. Duas das três amostras aquecidas a 100 °C, descritas como T_{100} , aparecem projetadas nos quadrantes com valores positivos para PC1 e PC2 simultaneamente. Porém, uma das amostras está projetada no quadrante negativo de PC1, ainda que permanecendo com valores positivos de PC2. Já as amostras aquecidas a 150 °C (T_{150}), se apresentam projetadas em valores simultaneamente positivos para PC1 e negativos para PC2. Observando-se a Figura 3 – B, onde estão apresentados os *loadings* desta projeção (PC1 vs PC2), é possível perceber a presença de uma banda entre 1440 – 1460 nm, que aparece simultaneamente para valores positivos de PC1 e negativos de PC2. Novamente, percebe-se que se trata da região de vibração de N-H de amidas, sugerindo que o aquecimento esteja influenciando este grupo funcional.

Para uma comparação e verificação da consistência dos resultados, avaliou-se um segundo lote de amostras de maca peruana do tipo vermelha. Para este caso, a PCA utilizou 3 PCs para explicar 99,59% da variância, sendo a PC1 93,30%, a PC2 4,26% e a PC3 2,04%. A Figura 4 – A apresenta os *scores* de PC1 vs PC2 dos espectros das amostras do lote 2. Observa-se que a separação das amostras foi similar àquela observada para o outro lote de maca peruana vermelha apresentado na Figura 3 – A. No entanto, neste caso, nenhuma amostra aquecida a 150°C foi projetada junto com as não aquecidas. As amostras T_{amb} e T_{50} se apresentaram como similares, permitindo inferir que a temperatura de 50 °C não influencia as amostras de maca peruana do tipo vermelha de forma importante. No caso das amostras aquecidas a 100 °C, observa-se que estas se diferem das amostras aquecidas em T_{amb} e T_{50} , e que também não se assemelham aquelas aquecidas a 150 °C. Logo, pode-se inferir que as amostras de maca vermelha têm comportamento diferente daquelas amostras de maca amarela com relação ao comportamento frente ao aquecimento.

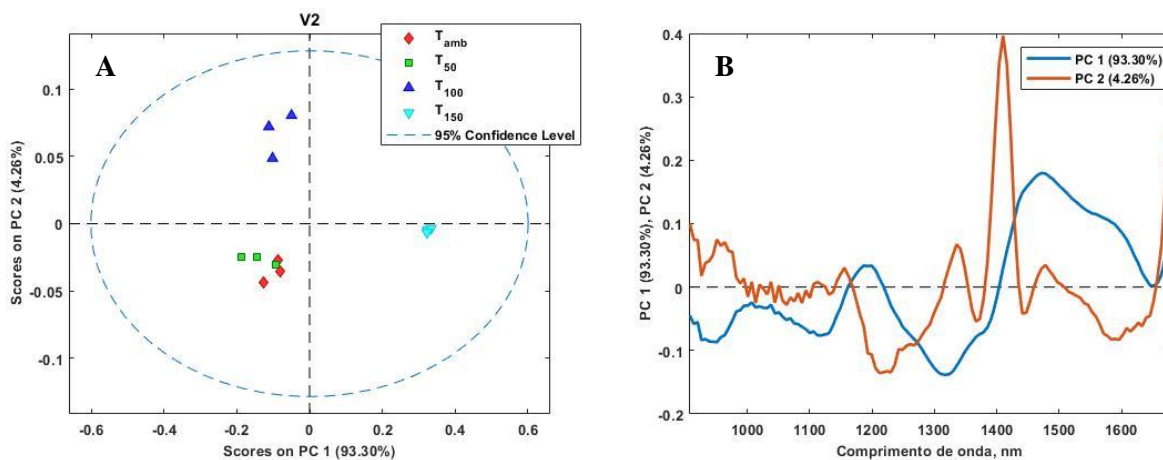
Observando-se os respectivos *loadings* (Figura 4 – B), nota-se que há uma concordância entre os sinais obtidos para as amostras de maca do tipo vermelha, deixando evidente a influência do aquecimento na região de vibração das macamidas (região entre 1370 nm a 1450 nm).

Figura 3 – (A) Scores de PCA aplicada em dados espectrais de maca vermelha (lote 1): (♦) Temperatura Ambiente, (■) Temperatura de 50 °C, (▲) Temperatura de 100 °C e (▼) Temperatura de 150 °C. (B) Loadings de PCA para a maca vermelha (lote 1)



Fonte: autoria própria (2021)

Figura 4 – (A) Scores de PCA aplicada em dados espectrais de maca vermelha (lote 2): (♦) Temperatura Ambiente, (■) Temperatura de 50 °C, (▲) Temperatura de 100 °C e (▼) Temperatura de 150 °C. (B) Loadings de PCA para a maca vermelha (lote 2)



Fonte: autoria própria (2021)

4 CONCLUSÃO

A utilização da espectroscopia de infravermelho próximo associada a métodos quimiométricos de análise de componentes principais permitiu avaliar de forma rápida e prática a influência do aquecimento nas amostras de maca peruana do tipo amarela e vermelha. O comportamento espectral apresentado quando as amostras foram submetidas ao aquecimento sugere que cada tipo de maca (vermelha ou amarela) é influenciada de forma diferente nas temperaturas estudadas, sendo que a maca vermelha se apresentou como mais resistente quando aquecida a 50 °C, uma vez que estas se apresentaram com maior semelhança com as amostras não aquecidas.

O aquecimento parece influenciar o grupo das amidas das macas (macamidas), uma vez que os *loadings* indicam que a região de vibração próxima a 1450 nm, atribuída a vibrações do tipo N-H de amidas, é a vibração que mais influencia na distinção entre as amostras aquecidas a 150 °C das demais. Os resultados deste estudo



podem auxiliar nas discussões referentes aos efeitos esperados e observados para este alimento, considerando que a maca é um alimento importado e de custo relativamente elevado, e vem sendo empregada na composição de uma diversidade de preparados alimentícios.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de estudos e auxílio financeiro que possibilitou o desenvolvimento do presente trabalho e ao professor orientador Paulo Henrique Março pela oportunidade em fazer parte deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ESPARZA, E. *et al.* Bioactive Maca (*Lepidium meyenii*) alkaloids are a result of traditional Andean postharvest drying practices. **Phytochemistry**, [s. l.], v. 116, n. 1, p. 138–148, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.02.030>>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

KASPRZAK, D. *et al.* *Lepidium meyenii* (Maca) – multidirectional health effects – review. **Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences**, Department of Histology and Embryology, Experimental Cytology Unit, Medical University of Lublin, Radziwillowska 11, Lublin, 20-080, Poland, v. 31, n. 3, p. 107–112, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1515/cipms-2018-0021>>. Acesso em: 9 de set. 2021.

PAULINO, H. F. S. **Avaliação da influência da temperatura em farinha de maca peruana (*Lepidium meyenii*Walp) utilizando-se espectroscopia e quimiometria.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24148>>. Acesso em: 1 set. de 2021.

PERES, N. S. L. *et al.* Medicinal effects of Peruvian maca (*Lepidium meyenii*): a review. **Royal Society of Chemistry**, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1039/C9FO02732G>>. Acesso em 10 de set. de 2021.

WORKMAN JR., J. AND WEYER, L. **Practical Guide and Spectral Atlas for Interpretive Near-infrared Spectroscopy.** Second Edied. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1201/b11894>>. Acesso em: 9 de set. de 2021.

ZHANG, L. *et al.* Physicochemical properties of maca starch. **Food Chemistry**, v.218, p.56-63, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/fst.03818>>. Acesso em: 1 de set de 2021.