

<https://eventos.utfpr.edu.br//sicite/sicite2020>

Avaliação da influência da temperatura em farinha de maca peruana (*Lepidium Meyenii Walp*) utilizando-se espectroscopia e quimiometria

Evaluation of the influence of temperature on peruvian maca flour (*Lepidium Meyenii Walp*) using spectroscopy and chemometrics

RESUMO

Hellen Fernanda da Silva Paulino
hellenpaulino@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Paulo Henrique Março
paulohmarco@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

A maca peruana é uma raiz tuberosa cultivada principalmente no Peru e em países da América do Sul. Atribuem-se a esta planta altos valores nutricionais influenciando a ser atrativa comercialmente. A espectroscopia por infravermelho médio (MIR), que atua na região espectral que varia entre 4000 a 400 cm^{-1} é uma técnica que possibilita análises rápidas e não invasivas. Quando os resultados obtidos são investigados a partir de ferramentas da Quimiometria para reconhecimento de padrões, tais como a Análise Discriminante por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-DA, do inglês *Partial Least Squares – Discriminant Analysis* existe a possibilidade de se monitorar perfis de amostras a partir de suas composições, o que pode permitir a detecção de adulterações. Assim, este trabalho visa propor uma forma de se detectar adulterações nas farinhas de maca Peruana comercial e seca ao sol utilizando-se espectroscopia MIR, a fim de se sugerir análises rápidas e que não destruam as amostras a serem analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Farinha. Espectro infravermelho. Quimiometria.

ABSTRACT

Peruvian maca is a tuberous root grown mainly in Peru and in South American countries. This plant is attributed to its own nutritional values influencing its commercial attractiveness. Medium infrared spectroscopy (MIR), which operates in the spectral region that varies between 4000 to 400 cm^{-1} , is a technique that allows rapid and non-invasive analyzes. When the results obtained are investigated using Chemometrics tools for pattern recognition, such as the Discriminant Analysis by Partial Least Squares (PLS-DA Partial Least Squares – Discriminant Analysis) there is the possibility to monitor profiles from before of its compositions, which may allow the detection of adulterations, so this work aims to propose a way to detect adulterations in commercial Peruvian maca flour and the ones dried in the sun by using MIR spectroscopy, in order to suggest rapid analyzes that do not destroy the samples to be analyzed.

KEYWORDS: Flour. Infrared spectrum. Chemometrics.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A maca peruana (*Lepidium meyenii*) é uma espécie de tubérculo cultivada principalmente na região alta dos Andes do Peru (CANALES, CLARK, GONZÁLES, 2018). O alto valor de comercialização da maca peruana a torna suscetível a adulterações por outras farinhas de cor e odor similares (BEHARRY; HEINRICH, 2018).

As técnicas espectroscópicas tais como a espectroscopia nas regiões ultravioleta (UV), infravermelho próximo (NIR), infravermelho médio (MIR) situada entre 4000 a 400 cm^{-1} (SILVA, 2017) aparecem como possíveis alternativas nos processos industriais que possam levar a identificação de fraudes.

No entanto, quando se trata de amostras que produzem sinais com alto grau de similaridade, existe a necessidade de se utilizar métodos estatísticos multivariados associados ao conhecimento químico das amostras. A quimiometria é a parte da química analítica que utiliza métodos matemáticos e estatísticos para definir ou selecionar as melhores condições das informações obtidas através das análises (FERREIRA, 2015).

Dentre as ferramentas da quimiometria a análise discriminante por mínimos quadrados parciais (PLS-DA, do inglês Partial Least Squares – Discriminant Analysis) é um método de reconhecimento de padrão supervisionado que permite diferenciar amostras a partir da atribuição de classes aos dados conhecidos, permitindo a criação de um modelo que pode ser utilizado para prever com qual classe uma nova amostra tem mais semelhança (ALVES et al., 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem. Durante o período de novembro de 2018 a setembro de 2019 foram adquiridas 7 amostras diferentes de maca em pó (a granel) e em cápsulas no comércio de Campo Mourão, Estado do Paraná, Brasil. Foram recebidas também, 3 amostras de maca de uma cooperativa que produz maca peruana na zona rural pertencente a cidade de Cochabamba, Bolívia, doadas pela empresa Color Andina Foods[®]. Considerando que as amostras denominadas comerciais são vendidas em larga escala em uma ampla região, a hipótese levantada foi de que estas seriam possivelmente secas em fornos industriais.

Preparo das amostras. As amostras foram embaladas em sacos plásticos e armazenadas sob refrigeração entre -14 e -17 °C para evitar alterações impostas por variação de temperatura, sendo mantidas até o momento das avaliações.

Infravermelho médio. O equipamento utilizado para as análises das amostras foi um espectrofotômetro de infravermelho, modelo Cary 630 FTIR, marca Agilent Technologies, com ATR (reflexão total atenuada) de diamante, com janela óptica de KBr, Software Agilent MicroLab, Interferômetro de 25 mm, permanentemente alinhado, Michelson, 45°, rolamento mecânico por flexão. O intervalo espectral foi de 4000 a 400 cm^{-1} , varredura de 64 scans e 4 cm^{-1} de precisão.

Análises Quimiométricas: Os procedimentos quimiométricos adotados foi a PLS-DA na matriz de dados das amostras de maca peruana. Os dados espectrais foram processados no laboratório do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de

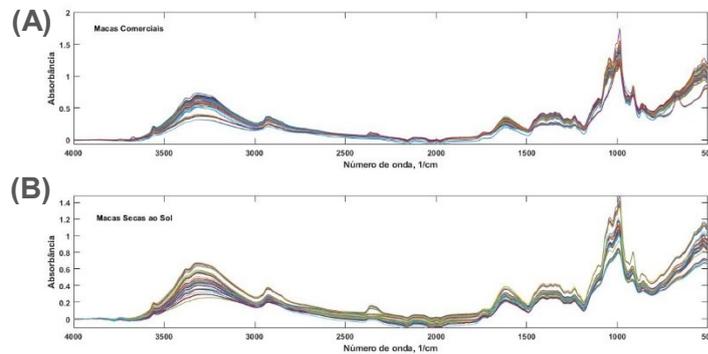
Alimentos (PPGTA) Câmpus Campo Mourão, utilizando ambiente Matlab R2017® e PLS Toolbox 7.8® fornecidos pela EMBRAPA Solos do Rio de Janeiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram adquiridos 10 espectros na região do infravermelho médio (MIR), sendo os espectros organizados na forma de matrizes com cada linha contendo informação sobre as amostras e cada coluna informando sobre diferentes variáveis medidas.

A Figura (1) apresenta os espectros das amostras de maca (A) comerciais e (B) secas ao sol.

Figura 1 – Espectros das amostras de maca (A) comerciais e (B) secas ao sol



Fonte: Autoria Própria (2020).

Para melhor explorar os resultados obtidos, utilizou-se a análise discriminante por mínimos quadrados alternantes (PLS-DA), na qual foram utilizadas 7 amostragens de cada maca para construir o modelo de calibração e 3 amostragens de cada maca para validar o modelo construído.

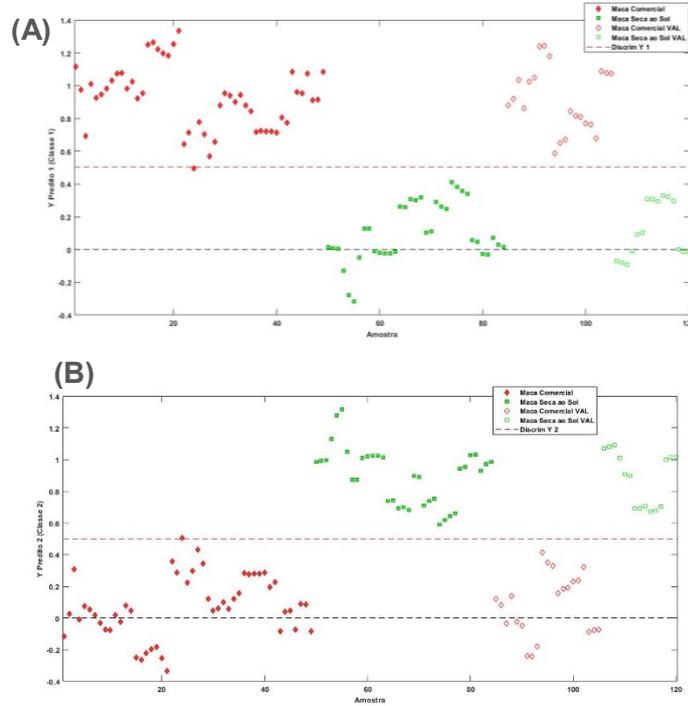
A Figura 2 (A) apresenta eficiência do modelo em discriminar as amostras de farinha de maca comerciais das demais amostras, enquanto a Figura 2 (B) traz a discriminação das amostras de maca secas ao sol. A indicação “VAL” apresentada após os nomes refere as amostras do conjunto de validação, ou seja, aquelas que o modelo prevê como pertencente a uma determinada classe.

Observa-se que o modelo erra na previsão de apenas uma amostra comercial, sendo está classificada como possivelmente seca ao sol.

A sensibilidade representa a capacidade de prever todas as amostras de validação de uma classe específica, ou seja, caso todas as amostras de validação de uma classe forem classificadas corretamente, a sensibilidade do modelo para essa classe será igual a 1. Já a especificidade é a previsão incorreta de outras amostras de validação em uma determinada classe, assim sendo, caso o modelo não apresentar erros de predição, a especificidade do modelo será igual a 1.

A sensibilidade encontrada no modelo para a classe 1 foi de 0.980 e para a classe 2 de 1, já a especificidade foi para a classe 1 e 2, 1 e 0.980 respectivamente, sendo possível analisar que poucas amostras não conseguiram ser classificadas corretamente.

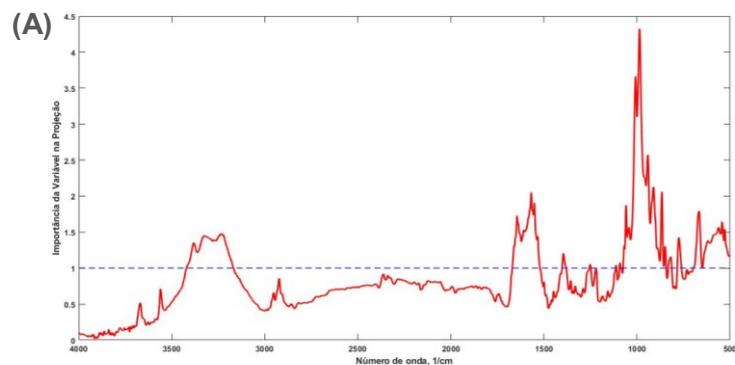
Figura 2 – Desempenho em discriminação do modelo PLS-DA para amostras de maca peruana (A) comerciais e (B) secas ao sol. Classe 1 (◆): amostra comercial; Classe 2 (■): amostras seca ao sol; Classe 1 val (◇): amostras comerciais previstas pelo modelo; Classe 2 val (□): amostras seca ao sol previstas pelo modelo.



Fonte: Autoria Própria (2020).

A Figura 3 (A), apresenta o gráfico referente a importância da variável na projeção, onde as variáveis com valores acima de um (linha tracejada em azul) são aquelas que indicam quais são as regiões espectrais mais importantes para diferenciar entre as amostras.

Figura 3– (A) e (B) Gráficos da (Importância da Variável na Projeção)



REFERÊNCIAS

ALVES, F. C. G. B. S.; MARÇO, P. H.; VALDERRAMA, P. Autenticação de azeites de oliva extra virgem com diferentes níveis de acidez através de espectroscopia UV-Vis e PLS-DA. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 2, p. 80, 2018.

BEHARRY, S.; HEINRICH, M. Is the hype around the reproductive health claims of maca (*lepidium meyenii* walp.) justified? **Journal of Ethnopharmacology**, v. 211, p. 126–170, 2018.

CANALES, A; CLARK, J; GONZÁLES, W. Seed weight predicts seedling emergence, and extremely acid soil and low availability of Phosphorus are associated with poor plant performances in *Lepidium meyenii* Walpers (maca). **Scientia Horticulturae**, v. 253, p. 341-348, 2018.

FERREIRA, M. M. C. Quimiometria - conceitos, métodos e aplicações. 1º ed. Campinas-SP: **Editora da Unicamp**, 2015.

SILVA, G. D. **Ressonância paramagnética eletrônica e espectroscopia de infravermelho aplicada no estudo de amidos irradiados**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Ipen, Autarquia Associada à Universidade São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-31102017-153157/publico/2017SilvaRessonancia.pdf>. Acesso em: 05 de ago. 2020.