

Maceração de grãos de *Chenopodium quinoa* Willd: efeito do tempo e temperatura
Grain maceration of *Chenopodium quinoa* Willd: effect of time and temperature
Maceración de granos de *Chenopodium quinoa* Willd: efecto del tiempo y la temperatura

Recebido: 22/10/2020 | Revisado: 27/10/2020 | Aceito: 29/10/2020 | Publicado: 03/11/2020

Érica Granato Faria Neves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9645-8141>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: efgranato@ufop.edu.br

Júnia Christina Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4369-3604>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: junia_chrys@hotmail.com

Leonardo de Oliveira Penna

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2500-6102>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: leonardopenna.op@gmail.com

Erick Ornellas Neves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8239-0097>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: eneves@ufop.edu.br

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6774-7884>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: patricia.pereira@ufop.edu.br

Simone Fátima Viana da Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4809-1138>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: simone.cunha@ufop.edu.br

Christiane Mileib Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1818-3792>

Universidade de Vila Velha, Brasil

E-mail: chrismileib@yahoo.com.br

Resumo

A quinoa tem despertado o interesse mundial por seu alto valor nutritivo, principalmente em relação ao teor de proteínas. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tempo e temperatura na maceração da quinoa visando obter maior encharcamento com menor perda de proteínas do grão. Para caracterização dos grãos de quinoa o material foi triturado e submetido as análises de umidade, proteínas, lipídios e cinzas. Para avaliação do tempo e temperatura, os grãos foram macerados em três temperaturas diferentes (5 °C, 25 °C e 45 °C) na proporção 1:2 (quinoa:água) durante 48 horas. Amostras da água de maceração foram submetidas as análises de potencial hidrogeniônico, determinação de proteínas, acidez e absorção de água. O experimento foi conduzido no Delineamento em Parcela Subdividida com a temperatura na parcela (3 níveis – 5 °C, 25°C e 45°C) com três repetições e o tempo de maceração na subparcela (9 níveis – 9 tempos). Todas as análises foram realizadas em duplicata. Em relação aos resultados obtidos, a quinoa pode ser considerada um alimento com alto teor de proteínas (14,35%). Nota-se que a migração das proteínas para a água de maceração é maior na temperatura de 45 °C. Os resultados para o comportamento do pH e acidez mostram que houve fermentação nas temperaturas de 25 e 45 °C. O ganho de massa é independente da temperatura e atingiu um ponto de encharcamento máximo em torno de 16 horas. Assim recomenda-se a maceração da quinoa em uma temperatura de 5 °C por 16 horas.

Palavras-chave: Quinoa; Caracterização físico-química; Absorção de água.

Abstract

Quinoa has aroused worldwide interest for its high nutritional value, especially in relation to protein content. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of time and temperature on the maceration of quinoa in order to obtain greater submersion with less loss of grain proteins. To characterize the quinoa grains, the material was crushed and subjected to moisture, protein, lipid and ash analysis. To evaluate time and temperature, the grains were macerated at three different temperatures (5 °C, 25 °C and 45 °C) in a 1:2 ratio (quinoa: water) for 48 hours. Samples of the maceration water were subjected to analysis of hydrogen potential, protein determination, acidity and water absorption. The experiment was carried out in a Subdivided Plot Design with the temperature in the plot (3 levels - 5 °C, 25 °C and 45 °C) with three repetitions and the maceration time in the subplot (9 levels - 9 times). All analysis were performed in duplicate. Regarding the results obtained, quinoa can be considered a food with a high protein content (14.35%). Note that the migration of proteins to the maceration water is greater at a temperature of 45 °C. The results for the behavior of pH and acidity show

that there was fermentation at temperatures of 25 °C and 45 °C. The mass gain is independent of the temperature and reached a maximum waterlogging point around 16 hours. So it is recommended to macerate the quinoa at a temperature of 5 °C for 16 hours.

Keywords: Quinoa; Physicochemical characterization; Water absorption.

Resumen

La quinua ha despertado el interés mundial por su alto valor nutricional, especialmente en relación al contenido de proteínas. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tiempo y la temperatura sobre la maceración de la quinua con el fin de obtener un mayor encharcamiento con menor pérdida de proteínas de grano. Para caracterizar los granos de quinua, el material se trituró y se sometió a análisis de humedad, proteínas, lípidos y cenizas. Para evaluar el tiempo y la temperatura, los granos se maceraron a tres temperaturas diferentes (5 °C, 25 °C y 45 °C) en una proporción de 1: 2 (quinua: agua) durante 48 horas. Las muestras del agua de maceración se sometieron a análisis de potencial de hidrógeno, determinación de proteínas, acidez y absorción de agua. El experimento se realizó en un Diseño de Parcela Subdivisión con la temperatura en la parcela (3 niveles - 5 °C, 25 °C y 45 °C) con tres repeticiones y el tiempo de maceración en la subparcela (9 niveles - 9 tiempos). Todos los análisis se realizaron por duplicado. En cuanto a los resultados obtenidos, la quinua puede considerarse un alimento con un alto contenido en proteínas (14,35%). Nótese que la migración de proteínas al agua de maceración es mayor a una temperatura de 45 °C. Los resultados para el comportamiento del pH y la acidez muestran que hubo fermentación a temperaturas de 25 y 45 °C. La ganancia de masa es independiente de la temperatura y alcanzó un punto máximo de anegamiento alrededor de las 16 horas. Por eso se recomienda macerar la quinua a una temperatura de 5 °C durante 16 horas.

Palabras clave: Quinoa; Caracterización físico-química; Absorción de agua.

1. Introdução

Devido ao estilo de vida da sociedade moderna tem surgido inúmeras doenças crônicas não transmissíveis, tais como diabetes tipo 2, hipertensão e obesidade (Pereira et al., 2020; Santos et al., 2020). A fim de combater esse problema, há um crescente interesse do consumidor por alimentos mais naturais e funcionais, que contêm alto teor de compostos benéficos à saúde tais como vitaminas, carotenoides, polifenóis e proteínas de alta qualidade (Küster & Vila, 2017; Martinez et al., 2020).

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) é um pseudocereal originado nos Andes sul-americanos que recentemente conquistou grande relevância por suas notáveis qualidades nutricionais (Mufari et al., 2018). Pelas características nutricionais do grão de quinoa, superiores à maioria dos cereais comumente consumidos no Brasil (milho, trigo e arroz), torna-se interessante que sua produção agrícola e seu consumo sejam estimulados, incluindo sua inserção como matéria-prima na indústria de alimentos, uma vez que há um mercado em expansão caracterizado pela procura por alimentos mais nutritivos (Spehar, 2006). Seu aspecto mais marcante está na qualidade de suas proteínas, que são isentas de glúten e de alto valor nutricional, com todos os aminoácidos essenciais e em alta proporção (Repo-Carrasco et al., 2003; Brakez et al., 2016). O grão de quinoa tem entre 9 e 18% de proteína total (Pineli et al., 2015; Vidueiros et al., 2015). Além disso, contêm quantidades consideráveis de polifenóis, tocoferóis e carotenoides (Tang & Tsao, 2017; Fiorito et al., 2019).

No processo de maceração, os grãos ficam em contato com a solução extratora, provocando uma migração de alguns compostos, promovendo melhoria na extração (Ciabotti et al., 2006; Vizzotto & Pereira, 2011). Em grãos de quinoa o processo de maceração é extremamente importante para reduzir a quantidade de saponinas, em especial em sua casca (Kuljanabhagavad et al., 2008; Shi et al., 2009), sendo esta extração influenciada pelo tempo e pela temperatura de maceração (Fernandes et al., 2011). Além disso, Amistá & Tavano (2013) verificaram um aumento de 18% na digestibilidade proteica dos grãos de quinoa macerados por uma hora em água destilada.

Diante disso, este estudo objetivou avaliar o efeito do tempo e da temperatura no processo de maceração da quinoa visando obter um grão macio para possíveis etapas posteriores de processamento.

2. Metodologia

Foram utilizados grãos integrais de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) das marcas Vitalin® e Reserva Mundi®. Os experimentos foram conduzidos na Planta Piloto de Processamento de Leite e Produtos Lácteos e no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Para a realização deste trabalho foi utilizada uma metodologia de natureza quantitativa.

2.1 Avaliação físico-química do grão de quinoa

Os grãos foram triturados e submetidos as análises de umidade, proteínas, lipídios e cinzas de acordo com metodologias descritas por IAL (2008). As análises foram realizadas em duplicatas.

2.2 Avaliação do tempo e temperatura da maceração da quinoa

2.2.1 Preparo da maceração da quinoa

Os grãos de quinoa foram macerados em três temperaturas diferentes (5 °C, 25 °C e 45 °C) na proporção 1:2 (quinoa:água) durante 48 horas. Amostras da água de maceração em cada temperatura estudada, foram retiradas a cada 6 horas para realização de análises físico-químicas. As amostras foram coletadas durante 48 horas. As análises foram realizadas em duplicata.

2.2.2 Análises realizadas na água de maceração

As amostras da água de maceração obtidas durante o tempo de 48 horas foram submetidas às seguintes análises: 1) Potencial Hidrogeniônico (pH) utilizando pHmetro previamente calibrado com soluções-tampão de pH 4 e 7 conforme metodologia descrita nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). 2) Determinação de proteínas por método de biureto adaptado de Itzhaki & Gill (1964) expresso em absorbância a 540 nm. É um método colorimétrico, cuja cor é formada através do composto com íons cobre e o nitrogênio das ligações peptídicas. Esses compostos formados têm absorção máxima em 540 nm. 3) Acidez conforme metodologia descrita nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) expressa em volume de NaOH 0,1 mol/L gasto para neutralizar. 4) Absorção de água pelos grãos de quinoa durante a maceração. A diferença entre a massa de grãos macerados e a massa inicial de grãos fornecerá a absorção de água, expressa em g de água absorvida/100 g de grãos (Benassi et al., 2011).

O experimento foi conduzido no Delineamento em Parcela Subdividida com a temperatura na parcela (3 níveis – 5 °C, 25°C e 45°C) com três repetições e o tempo de maceração na subparcela (9 níveis – 9 tempos).

2.2.3 Análises estatísticas

Os resultados obtidos da avaliação físico-química do grão foram tratados com média e desvio padrão.

Já os resultados obtidos da avaliação do tempo e temperatura de maceração foram avaliados estatisticamente por meio da análise de regressão das diferentes temperaturas em função do tempo. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* livre R, Versão 3.1.2.

3 Resultados e Discussão

3.1 Caracterização do grão de quinoa

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos das análises realizadas no grão de quinoa e os encontrados em outros trabalhos.

Tabela 1 – Composição físico-química do grão de quinoa obtida neste estudo e em outros trabalhos.

Parâmetros físico-químico	Grão de quinoa ¹	Grão de quinoa ²	Grão de quinoa ³	Flocos de quinoa ⁴
Proteína (%)	14,35 ± 0,37	13,49 ± 0,10	14,2 ± 2,4	11,73
Lipídios (%)	5,69 ± 0,23	1,42 ± 0,04	6,3 ± 0,11	4,88
Umidade (%)	8,77 ± 0,05	11,72 ± 0,33	-	11,93
Sólidos totais	85,39 ± 0,04	-	-	-
Cinzas (%)	2,46 ± 0,06	1,92 ± 0,15	-	1,86

Fonte: Autores¹, Balbi et al. (2014)², Mota et al. (2015)³, GEWEHR et al. (2012)⁴

O teor de proteínas encontrado no grão de quinoa está próximo aos descritos por Balbi et al. (2014) e Mota et al. (2015) (Tabela 1). Já em relação ao conteúdo de lipídios, o percentual foi próximo ao descrito por Mota et al. (2015) e Gewehr et al. (2012) e maior ao verificado por Balbi et al. (2014). Essas diferenças observadas nos trabalhos de pesquisa apresentados podem ser devido à realização de análises de grãos obtidos de diferentes regiões. Composição do solo e diferenças climáticas podem influenciar em mudanças na composição dos grãos (Bewley et al., 2013; Li et al., 2016).

De acordo com o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (Brasil, 1998), para que um produto seja considerado com alto teor de proteína ele deve

conter mais que 10% no caso de produtos sólidos. Dessa forma, os grãos de quinoa do presente estudo podem ser considerados um produto com alto teor de proteínas (14,35%).

3.2 Avaliação do tempo e temperatura da maceração da quinoa

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de efeito significativo da interação Temperatura*Tempo (Tabela 2).

Nota-se que o efeito da interação Temperatura*Tempo foi significativo, a 5% de probabilidade, para os parâmetros físico-químicos estudados: proteínas, pH e acidez (Tabela 2). Assim para esses parâmetros realizou-se o estudo do efeito do tempo para cada temperatura utilizando análise de regressão.

Para o parâmetro massa do grão a interação Temperatura*Tempo não foi significativa (Tabela 2). Portanto, para esta característica, foi realizada a análise de regressão em função do tempo independente da temperatura.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância (ANOVA) das características físico-químicas de proteína, pH, massa do grão, pH e acidez.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Proteína (ABS)	pH	Massa do grão (g)	Acidez (mL de NaOH)
Temperatura (TEMP)	2	0,64*	0,16*	40,21 ^{ns}	16,34*
Erro a	3	0,0008	0,009	4,61	0,07
Tempo (TP)	8	0,11*	0,03*	56,64*	3,69*
TEMP * TP	16	0,06*	0,03*	6,12 ^{ns}	1,06*
Erro b	24	0,02	0,01	4,59	0,13

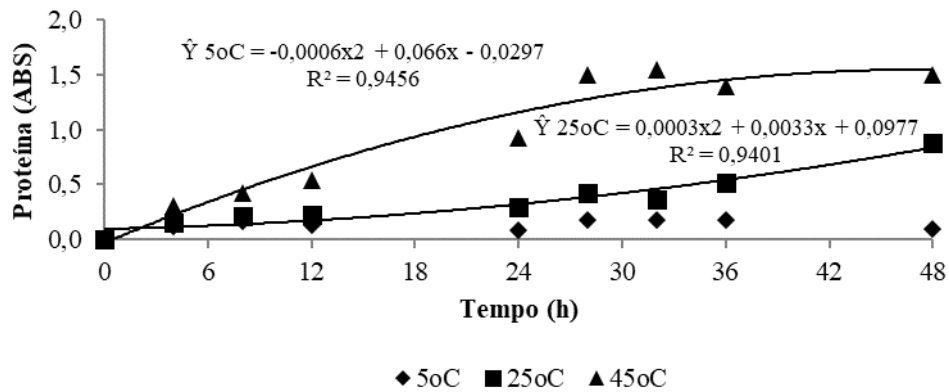
^{ns} Não significativo, a 5% de probabilidade. * Significativo, a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

Os parâmetros proteína, pH e acidez apresentaram coeficientes de regressão e falta de ajuste significativos, no entanto, a falta de ajuste para esses atributos apresentou um valor muito baixo, assim sua significância pôde ser desconsiderada e os modelos podem ser utilizados para explicar a variação desses atributos ao longo do tempo em cada temperatura. Os dados obtidos das análises de proteína a 5 °C e pH a 25 °C não foi possível ajustar nenhum modelo. Para massa do grão o coeficiente de regressão e a falta de ajuste também foram significativos, no entanto, a falta de ajuste apresentou um valor muito baixo, assim sua

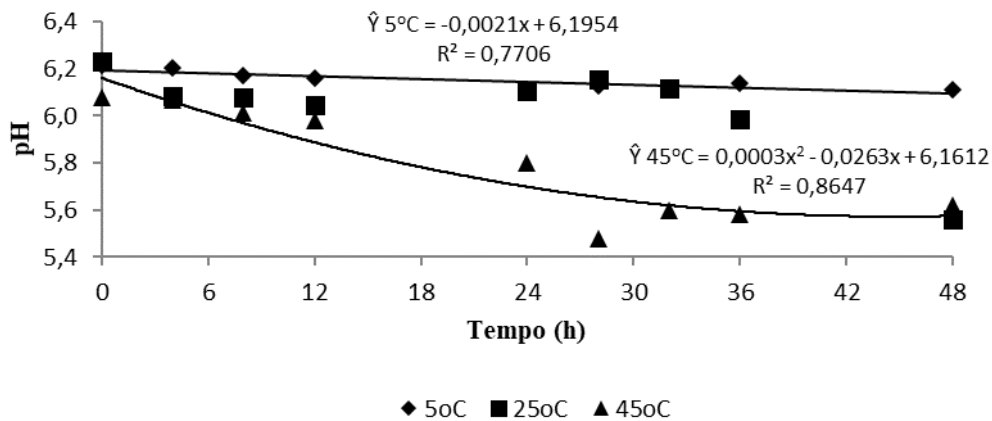
significância pôde ser desconsiderada e o modelo quadrático foi utilizado para explicar a variação desse atributo ao longo do tempo. Os resultados estão descritos nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

Figura 1 – Comportamento da proteína (ABS) em função do tempo e das temperaturas.



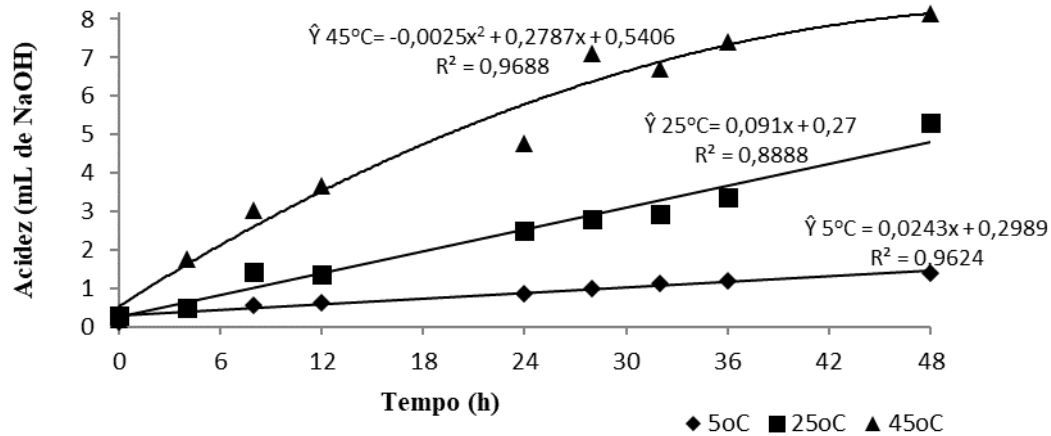
Fonte: Autores.

Figura 2 – Comportamento do pH em função do tempo e das temperaturas.



Fonte: Autores.

Figura 3 – Comportamento da acidez em função do tempo e das temperaturas.

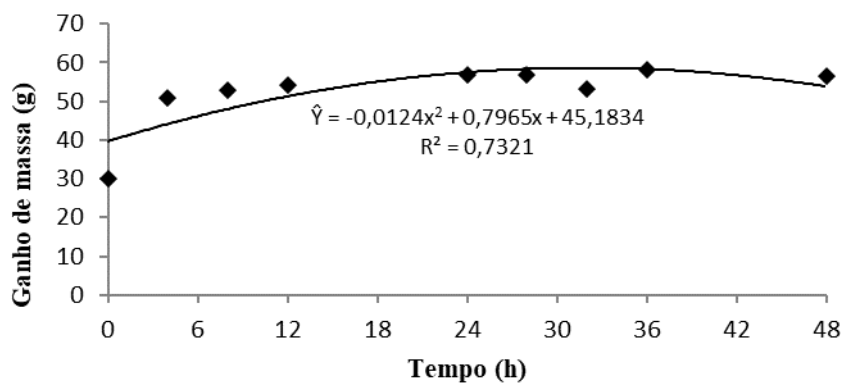


Fonte: Autores.

Nota-se que o teor de proteína foi maior na água de maceração na temperatura de 45 °C (Figura 1). Essa migração está associada a proteínas com capacidade de solubilização em água, como albuminas e globulinas (Van de Vondel et al., 2020). A solubilidade das proteínas depende do estado físico-químico das moléculas, que podem ser afetadas de forma favorável ou adversa por tratamentos de processamento, como aquecimento ou secagem durante o processamento e armazenamento (Solaesa et al., 2020). Outros fatores que também afetam a solubilidade são a relação de grupos polares e apolares, bem como a estrutura primária, secundária, terciária e quaternária da proteína (Salcedo-Chávez et al., 2002; Aceituno-Medina et al., 2013; Föste et al., 2015). A perda destas proteínas na água de maceração pode ser significativa caso esta água não seja aproveitada em etapas posteriores no processamento do grão. De acordo com Föste et al. (2015), um fator crítico para os processos de extração das proteínas é a temperatura. Assim a temperatura de 5 °C apresenta menor perda deste constituinte na água de maceração quando comparado aos demais tratamentos.

Houve processo de fermentação durante a maceração com aumento do volume de NaOH e diminuição do valor do pH em todas as temperaturas estudadas (Figuras 2 e 3). No tempo de 48 h o tratamento a 25 °C teve valor de pH próximo ao do tratamento a 45 °C, sendo que na temperatura de 45 °C a redução do pH e aumento da acidez foi mais acelerado. Nota-se que a 5 °C os valores de pH e acidez se manteve sem grandes variações quando comparado aos outros dois tratamentos. Esta variação de pH e aumento de acidez é associado ao processo de fermentação por microrganismos deteriorantes (Paz et al., 2020).

Figura 4 – Ganho de massa da quinoa ao longo do tempo.



Fonte: Autores.

O ganho de massa pelo grão de quinoa é independente da temperatura e atingiu um ponto de encharcamento máximo em torno de 32 h de maceração (Figura 4). Pelo modelo podemos estimar que em 16 horas obtivemos um encharcamento em torno de 90-95%. Com o tempo de 16 horas obtivemos um grão macio e com excelente encharcamento para etapas posteriores de processamento. Bewley et al. (2012) relata que o encharcamento dos grãos em água pode causar uma lixiviação dos minerais dependendo do tempo de imersão. Kanensi et al. (2011) não relatou mudanças significativas no conteúdo de proteínas nos grãos de amaranto com 5 h de encharcamento. Sendo assim, para a quinoa é viável utilizar um tempo de maceração de 16 horas com temperatura de 5°C, para melhor conservação do material com melhor controle do crescimento microbiano.

4 Considerações Finais

Pelos resultados obtidos para o percentual de proteína encontrado no grão de quinoa conclui-se que o grão pode ser considerado um produto com alto teor proteico.

Observa-se que em temperaturas de 25 °C e 45 °C há uma maior perda de proteínas do grão para a água de maceração, além de alterações significativas em valores de pH e acidez. Porém em termos de conservação do material a maceração à 5 °C tem maiores benefícios, uma vez que o pH é pouco afetado. O encharcamento dos grãos é independente da temperatura e pelo modelo podemos estimar que houve um encharcamento do grão de 90-95% em torno de 16 horas. Esse tempo foi suficiente para obter um grão macio para etapas posteriores de processamento. Assim recomenda-se a maceração da quinoa em uma temperatura de 5 °C por 16 horas.

Para trabalhos futuros sugere-se pesquisar a aplicação do grão de quinoa macerado no processamento de produtos como, por exemplo, extração de proteínas e extração de amido. Com o desenvolvimento dessa pesquisa obtivemos o melhor tempo e temperatura para maceração do grão e conseguimos um grão macio para processos posteriores.

Agradecimentos

Os autores agradecem as empresas Vitalin® e Reserva Mundi - Mundo da Quinoa® pela doação da quinoa. A PROPP/UFOP pela realização do trabalho.

Referências

Aceituno-Medina, M., Lopez-Rubio, A., Mendoza, S., Lagaron, J.M. (2013). Development of novel ultrathin structures based in amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) protein isolate through electrospinning. *Food Hydrocolloids*, 31, 289–298.

Amistá, M. J. M., Tavano, O. L. (2013). The effect of germination and heat treatment on the protein digestibility and trypsin inhibition activity of quinoa grains. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(1), 52-58.

Balbi, E. M., Oliveira, K., Chiquito, R. F. Análise da composição química e nutricional da quinoa. *Visão Acadêmica*, Curitiba, 15(2).

Benassi, V. T., Benassi, M. T., Prudencio, S. H. Cultivares brasileiras de soja: características para a produção de tofu e aceitação pelo mercado consumidor. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, suplemento 1, 1901-1914, 2011.

Bewley, D. J., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., Nonogaki, H. (2013). *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. (3a ed.), Nova York, Springer.

Brakez, M., Daoud, S., Harrouni, M. C., Tachbib, N., Brakez, Z. (2016). Nutritional value of *Chenopodium* quinoa seeds obtained from an open field culture under saline conditions. In

Khan, M. A., Bilquees, M. O., Muhammad, G., Ahmed, Z. (Ed.), *Halophytes for Food Security in Dry Lands*, 37–47. Academic Press.

Brasil. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente à informação nutricional complementar. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de janeiro de 1998.

Ciabotti, S., Barcellos, M. F. P., Mandarino, J. M. G., Tarone, A. G. (2006). Chemical and biochemical evaluation of grains, soymilk and tofus of normal soybean and lipoxygenase-free soybeans. *Ciência e Agrotecnologia*, 30(5), 920-929.

Fernandes, D. C., Souza, E. M. Naves, M. M. V. (2011). Soaking beans: alternative to improve nutritional value. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 32(2), 177-184.

Fiorito, S., Preziuso, F., Epifano, F., Scotti, L., Bucciarelli, T., Taddeo, V.A., Genovese, S. (2019). Novel biologically active principles from spinach, goji and quinoa. *Food Chemistry*, 276, 262-265.

Föste, M., Elgeti, D., Brunner, A-K., Jekle, M., Becker, T. (2015). Isolation of quinoa protein by milling fractionation and solvent extraction. *Food and Bioproducts Processing*, 96, 20-26.

Gewehr, M. F. (2012). Análises químicas em flocos de quinoa: caracterização para a utilização em produtos alimentícios. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(4), 280-287.

Instituto Adolfo Lutz. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. (4a ed.), São Paulo, 2008. 1020 p.

Itzhaki, R. F., Gill, D. M. (1964). A micro-biuret method for estimating proteins. *Analytical Biochemistry*, 9(4), 401 – 410.

Kanensi, O. J., Ochola, S., Gikonyo, N. K., Makokha, A. (2011). Optimization of the period of steeping and germination for amaranth grain. *Journal of Agriculture and Food Technology*, 1(6), 101–105.

Kuljanabthagavad, T., Thongphasuk, P., Chamulitrat, W., Wink, M. (2008). Triterpene saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. *Phytochemistry*, 69(9), 1919-1926.

Küster, I., Vila, N. (2017). Health/Nutrition food claims and low-fat food purchase: Projected personality influence in young consumers. *Journal of Functional Foods*, 38, 66–76.

Li, G., Wang, S., Zhu, F. (2016). Physicochemical properties of quinoa starch. *Carbohydrate Polymers*, 137, 328–338.

Martinez, O. D. M., Toledo, R. C. L., Queiroz, V. A. V., Pirozi, M. R., Martino, H. S. D., Barros, F. A. R. (2020). Mixed sorghum and quinoa flour improves protein quality and increases antioxidant capacity in vivo. *LWT - Food Science and Technology*, 129, 109597.

Mota, C., Nascimento, A. C., Coelho, I., Gueifão, S., Santos, M., Torres, D., Castanheira, I. (2015). Estudos de caracterização do perfil nutricional da Quinoa (*Chenopodium quinoa*): macronutrientes, minerais e elementos vestigiais. *Composição de Alimentos e Nutrição*, [s.i.], 5(2), 30-32.

Mufari, J. R., Miranda-Villa, P. P., Calandri, E. L., (2018). Quinoa germ and starch separation by wet milling, performance and characterization of the fractions. *LWT - Food Science and Technology*, 96, 527-534.

Paz, P. C., Janny, R. J., Håkansson, Å. (2020). Safeguarding of quinoa beverage production by fermentation with *Lactobacillus plantarum* DSM 9843. *International Journal of Food Microbiology*, 324, 108630.

Pereira, E., Cadavez, V., Barros, L., Encina-Zelada, C., Stojković, D., Sokovic, M., Calhelha, R.C., Gonzales-Barron, U., Ferreira, I.C.F.R. (2020). *Chenopodium quinoa* Willd. (quinoa) grains: A good source of phenolic compounds. *Food Research International*, 137, 109574.

Pineli, L. L. O., Botelho, R. B. A., Zandonadi, R. P., Solorzano, J. L., Oliveira, G. T., Reis, C. E. G., Teixeira, D. S. (2015). Low glycemic index and increased protein content in a novel quinoa milk. *LWT - Food Science and Technology*, 63, 1261-1267.

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S. E. (2003). Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19 (1–2), 179–189.

Salcedo-Chávez, B., Osuna-Castro, J. A., Guevara-Lara, F., Domínguez-Domínguez, J., Paredes-López, O. (2002). Optimization of the isoelectric precipitation method to obtain protein isolates from amaranth (*Amaranthus cruentus*) seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(22), 6515–6520.

Santos, H. V., Maia, C. J. S., Lima, E. J. F., Dias, A. C. C., Monteiro, R. S., Gandra, K. M. B., Cunha, L. R., Pereira, P. A. P. (2020). Physical, physicochemical, microbiological, and bioactive compounds stability of low-calorie orange jellies during storage: packaging effect. *Research, Society and Development*, 9(9), e759997900.

Shi, J., Xué, S. J., Mab, Y., Li, D., Kakuda, Y., Lan, Y. (2009). Kinetic study of saponins B stability in navy beans under different processing conditions. *Journal of Food Engineering*, 93(1), 59-65.

Solaesa, A. G., Villanueva, M., Vela, A. J., Ronda, F. (2020). Protein and lipid enrichment of quinoa (cv.Titicaca) by dry fractionation. Techno-functional, thermal and rheological properties of milling fractions. *Food Hydrocolloids*, 105, 105770.

Spehar, C. A. (2006). Adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to increase the agricultural and alimentary diversity in Brazil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 23(1), 41-62.

Tang, Y., Tsao, R. (2017). Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, antiinflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7), 1600767.

Van de Vondel, J., Lambrecht, M.A., Delcour, J.A. (2020). Osborne extractability and chromatographic separation of protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) wholemeal. *LWT - Food Science and Technology*, 126, 109321.

Vidueiros, S. M., Curti, R. N., Dyner, L. M., Binaghi, M. J., Peterson, G., Bertero, H. D., Pallaro, A. N. (2015). Diversity and interrelationships in nutritional traits in cultivated quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from Northwest Argentina. *Journal of Cereal Science*, 62, 87-93.

Vizzotto, M., Pereira, M. C. (2011). Blackberry (*Rubus* sp.): extraction process optimization and determination of phenolic compounds antioxidants. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(4), 1209-1214.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Érica Granato Faria Neves – 20%

Júnia Christina Barbosa – 20%

Leonardo de Oliveira Penna 20%

Erick Ornellas Neves 10%

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira 10%

Simone Fátima Viana da Cunha 10%

Christiane Mileib Vasconcelos 10%