

## Análise da preservação da atividade antioxidante avaliada pelo método do DPPH para grãos de milho submetidos ao processo de secagem intermitente

### Analysis of the preservation of antioxidant activity assessed by the DPPH method for corn grains submitted to the intermittent drying process

#### RESUMO

**Flavio Mosella Nascimento**  
[flavio.m.n@hotmail.com](mailto:flavio.m.n@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

**Rafael Oliveira Defendi**  
[rafaeldefendi@utfpr.edu.br](mailto:rafaeldefendi@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

**Lilian Tatiani Dusman Tonin**  
[liliandusman@utfpr.edu.br](mailto:liliandusman@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

**Ana Caroline Raimundini Aranha**  
[carolraimundini@gmail.com](mailto:carolraimundini@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da secagem intermitente nos grãos de milho, os quais foram secos em diferentes temperaturas e períodos de intermitência. Os experimentos de secagem foram conduzidos por 90 minutos em 40, 55 e 70°C e os períodos de intermitência foram de 5 e 10 minutos, também foi realizada a secagem de maneira convencional. Após a secagem, extratos das amostras foram preparados a partir de grãos triturados, cuja extração foi realizada através do uso do solvente metanol e água, na proporção 70 ml metanol, 30 ml água, sob agitação constante. A atividade antioxidante dos extratos foi avaliada por meio da porcentagem de DPPH consumido, caracterizado pela absorbância verificada em espectrofotômetro. De acordo com os resultados, verificou-se que nas secagens intermitente de 5 e 10 min ocorreram menores decomposições dos compostos antioxidantes do grão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade Antioxidante. Secagem Intermitente. Milho.

#### ABSTRACT

The present study aimed to assess the effects of intermittent drying on corn grains, which were dried at different temperatures and intermittent periods. The drying experiments were carried out for 90 minutes at 40, 55 and 70 ° C and the intermittence periods were 5 and 10 minutes, drying was also carried out in a conventional manner. After drying, sample extracts were prepared from crushed grains, whose extraction was carried out using the solvent methanol and water, in the proportion 70 ml methanol, 30 ml water, under constant agitation. The antioxidant activity of the extracts was evaluated by the percentage of DPPH consumed, characterized by the absorbance verified in a spectrophotometer. Based on results, it was observed that the intermittent drying of 5 and 10 min led to the lowest decomposition of the antioxidant compounds of the grain.

**KEYWORDS:** Antioxidant Activity. Intermittent Drying. Corn.

**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

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho. Há estimativas de que a produção nacional de milho na temporada 2019/20 ocupe uma área de 18,5 milhões hectares e tenha uma produção recorde de 101 milhões de toneladas. (CONAB, 2020)

Um dos processos essenciais para a armazenagem de grãos é a secagem, pois promove a remoção de umidade do grão a níveis ideais para preservação da qualidade do produto. Contudo, a secagem conduzida em altas temperaturas pode reduzir a qualidade do grão por isso a secagem é limitada a 40 °C para garantir a viabilidade da semente, porém para uso industrial a temperatura é limitada até 55 °C. (ALENCAR *et al.*, 2009; MAGNAVACA *et al.*, 1983)

A secagem se realizada em altas temperaturas aumenta a condutividade elétrica e reduz a germinação, o comprimento, a largura, a espessura, o volume e a esfericidade dos grãos. Assim para se evitar superaquecimento e endurecimento da casca dos grãos, o uso da secagem intermitente apresenta-se como uma boa alternativa, pois reduz o tempo de exposição contínuo ao ar quente, como também pode reduzir o tempo total de secagem ativa. A secagem com variação de calor é benéfica para produtos sensíveis ao calor, como alimentos e ervas. (CORADI *et al.*, 2008; CHONG e LAW, 2011)

A secagem intermitente é caracterizada por alterações das condições do ar, como temperatura ou velocidade, em diferentes períodos de intermitência. Em estudos de secagem intermitente para sementes de milho, ao utilizar-se da secagem intermitente com temperaturas do ar de 70, 80 e 90 °C observou-se temperaturas máximas na superfície dos grãos de 35, 39 e 41 °C respectivamente, e não houve alteração da qualidade fisiológica. (VILELA e SILVA, 1991)

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a atividade antioxidante destes grãos de milho submetidos à secagem convencional e intermitente, em diferentes temperaturas e períodos de intermitência, visando determinar as condições operacionais ideais para se preservar a qualidade do produto.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar a secagem utilizou-se de uma estufa com regulagem de temperatura sem circulação forçada de ar. O monitoramento de tempo de secagem foi realizado utilizando-se um cronômetro. Uma balança semi-analítica com precisão de  $10^{-3}$  g foi utilizada para quantificação das massas das amostras. Assadeiras e cadinhos foram utilizados como recipiente para a secagem, sendo duas assadeiras distintas uma retangular com dimensões internas de 23 cm x 13,6 cm e uma circular com diâmetro interno de 22 cm. Além disso, utilizou-se um termômetro para medir a temperatura ambiente. As secagens foram conduzidas a 40, 55 e 70 °C, em períodos de intermitência de 0 (secagem convencional), 5 e 10 min. Para uma secagem de 5 min de intermitência, as amostras foram submetidas ao ar quente e ao ar ambiente entre períodos sucessivos de exposição intercalados de 5 min.

As amostras foram secas em estufa, sendo cada amostra composta por 100 g de grãos de milho, os quais foram dispostos sobre a assadeira em monocamada,

para assegurar um leito fixo de camada delgada. Além disso, em cada experimento foi medida a temperatura ambiente. Todos os experimentos foram realizados em duplicatas. As secagens foram realizadas sob operação convencional, e sob operação intermitente com períodos de oscilação da temperatura de 5 e de 10 minutos. Para um exemplo de período de intermitência de 5 minutos, as amostras ficaram em estufa por 5 minutos, depois em ar ambiente por mais 5 minutos, retornando em estufa durante 5 minutos, e assim sucessivamente para todas as temperaturas avaliadas.

O teor da umidade do material ao longo do tempo foi determinado a cada 5 minutos com base na variação de massa quantificada em balança semi-analítica, cuja variação caracteriza a quantidade de água evaporada. Os teores de umidade do material no início e final do processo foram estimados com amostras que ficaram em estufa a 105 °C por 24 h. A secagem foi feita realizada durante um período de 90 minutos.

Foi utilizada metodologia similar a metodologia de BOROSKI et al. (2015) para análise da atividade antioxidante das amostras secas. Para o preparo dos extratos, foi utilizado um liquidificador para triturar o grão, uma peneira para garantir uma maior homogeneidade do pó, uma balança analítica com precisão de  $10^{-4}$  g, funis de separação, papel filtro, água destilada, metanol HPLC, béqueres, agitador magnético, papel alumínio e vidros âmbar e refrigerador para armazenagem.

Primeiramente, triturou-se os grãos de milho seco no liquidificador e peneirou-se o pó obtido para garantir homogeneidade da amostra, e aumentar a área superficial de contato do material com a solução de extração. Em sequência, 1,000 g de pó foi adicionado em um béquer envolto por papel alumínio, no qual foram acrescentados 70 mL de metanol HPLC e 30 mL de água destilada. O béquer foi coberto com papel alumínio e vidro relógio no topo, para impedir evaporação do solvente. O sistema foi mantido sob agitação por um período de 4 horas, e a solução obtida foi filtrada e armazenada em refrigerador até o momento das análises de absorbância em espectrofotômetro.

Os equipamentos e materiais utilizados para a análise da atividade antioxidante dos extratos foram um espectrofotômetro, cubetas, 2,2- difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), balança analítica, balão volumétrico, etanol, metanol HPLC, e pipetas de 1 e 2 mL.

Preparou-se a solução de DPPH utilizando 4,7 mg de DPPH dissolvido em 100 mL de metanol (BOROSKI et al., 2015). Para as leituras de absorbância no espectrofotômetro, utilizou-se 3 mL de metanol como o zero, um comprimento de onda de 515 nm, 2 mL da solução de DPPH e 1 mL de metanol para o controle, 2 mL de metanol e 1 mL do extrato para o branco e 2 mL de solução de DPPH e 1 mL de extrato para análise da atividade antioxidante dos extratos, caracterizada pela inibição do DPPH.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise da atividade antioxidante através da metodologia DPPH empregou-se o solvente metanol/água 70/30 (v/v), a qual foi realizada em triplicata. Preparou-se os extratos com as sementes de milho trituradas (1,000 g) juntamente com 100,0 mL de solvente. Os resultados obtidos das médias de

porcentagem de inibição de DPPH pela equação (1), os quais estão relacionados com as atividades antioxidante dos extratos, juntamente com a análise de Tukey com 95% de significância foram apresentados na Tabela 1.

$$\% \text{ inibição DPPH} = \frac{\text{Abs}_{\text{controle}} - (\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}})}{\text{Abs}_{\text{controle}}} \cdot 100 \quad (1)$$

Tabela 1 – Médias e análise Tukey para o método DPPH das sementes de milho.

| Extratos                 | Percentual(%)             |
|--------------------------|---------------------------|
| Intermitente 5 min 70°C  | 46,06±0,89 <sup>e</sup>   |
| Convencional 70°C        | 51,13±0,64 <sup>d</sup>   |
| Intermitente 10 min 70°C | 51,91±1,26 <sup>c,d</sup> |
| Convencional 55°C        | 52,94±0,55 <sup>c,d</sup> |
| Convencional 40°C        | 55,14±0,74 <sup>c</sup>   |
| Intermitente 10 min 55°C | 58,98±0,55 <sup>b</sup>   |
| Intermitente 10 min 40°C | 68,40±0,78 <sup>a</sup>   |
| Intermitente 5 min 40°C  | 69,52±0,64 <sup>a</sup>   |
| Intermitente 5 min 55°C  | 71,38±0,55 <sup>a</sup>   |

Resultados expressos como média ± desvio padrão (n=12).

Fonte: Autoria própria, 2020.

Pode-se analisar que ambas as secagens intermitentes na temperatura de 40°C e a secagem a 55°C com intermitência de 5 minutos não possuem diferenças significativas em relação à porcentagem de inibição, representando que foram as condições que ocorreram menores decomposições dos compostos antioxidantes do grão.

Na temperatura de secagem de 70°C obteve-se menores valores de atividade antioxidante. Isso pode ter ocorrido devido ao aumento da temperatura de secagem, que pode levar a decomposição dos compostos bioativos antioxidantes do material, comprovado por Madrau e outros autores, em que analisaram o efeito da temperatura na capacidade antioxidante do abacate, blueberries e pimentas vermelhas (MADRAU *et al.*, 2009; LÓPEZ *et al.*, 2010; VEJA-GÁLVEZ *et al.*, 2009).

## CONCLUSÃO

A secagem intermitente se apresentou como uma alternativa devido a melhor conservação da qualidade dos grãos, a qual foi constatada através da análise antioxidante, pela qual se observou as maiores preservações dos níveis da atividade antioxidante obtidos pelo método do DPPH. O maior nível de preservação (71,38% de consumo do DPPH) foi observado com extratos da secagem intermitente de 5 minutos e 55°C, o qual foi 54,97% maior que o nível observado para extratos da secagem intermitente a 5 minutos e 70°C. Estes resultados indicam que o controle da temperatura do ar, como também a otimização das modulações desta temperatura ao longo do processo de secagem,



são importantes para se maximizar a preservação da atividade de grãos de milho submetidos a esta operação.

### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Araucária e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pesquisa desenvolvida com o auxílio do LAMAP – Laboratórios Multiusuário de Apoio à Pesquisa do Campus Apucarana. Bolsista da Fundação Araucária.

### REFERÊNCIAS

ALENCAR, E.R. d.; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.; PETERNELLI, L. A.; OSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 606-613, Oct. 2009.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; DE MORAIS, D. R. **Antioxidantes: Princípios e métodos analíticos**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2015

CHONG, C. H.; LAW, C. L. Application of Intermittent Drying of Cyclic Temperature and Step-Up Temperature in Enhancing Textural Attributes of Dehydrated Manilkara zapota. **Drying Technology**, v. 29, n. 2, p. 245-252, 2011

**CONAB**. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2019/20. Disponível em:  
<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 04 jul. 2020.

CORADI, P.C.; MILANE, L.V.; ANDRADE, M.G.O.; CAMILO, L.J.; SOUZA, A.H.S.; Secagem de grãos de milho do cerrado em um secador comercial de fluxos mistos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.10, n.1, p.14-26, 2016.

LÓPEZ, J.; URIBE, E.; VEJA-GÁLVEZ, A.; MIRANDA, M.; VERGARA, J.; GONZALES, E.; DI SCALA, K. Effect of Air Temperature on Drying Kinetics, Vitamin C, Antioxidant Activity, Total Phenolic Content, Non-enzymatic Browning and Firmness of Blueberries Variety o'Neil. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, p. 772-777, 2010.

MADRAU, M. A.; PISCOPO, A.; SANGUINETTI, A. M.; CARO, A. D.; POIANA, M.; ROMEO, F. V.; PIGA, A. Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. **European Food Research and Technology**, v. 228, p. 441-448, 2009.

MAGNAVACA, R.; CASTANHEIRA, P. M. (Coord.). Cultura do milho. Brasília, DF: EMBRATER; Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1983. cap. 14, p. 187-207.

VEGA-GÁLVEZ, A.; DI SCALA, K.; RODRÍGUEZ, K.; LEMUS-MONDACA, R.; MIRANDA, M.; LÓPEZ, J.; PEREZ-WON, M. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). **Food Chemistry**, v. 117, n. 4, p. 647-653, 2009.

VILLELA, F. A.; SILVA, W. R. d. Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 48, p. 185-209, 1991.