

Efeito da Secagem e Ozonização no Armazenamento de Trigo

04

Suian José Granella¹, Taise Raquel Bechlin²,
Divair Christ²

RESUMO

A aplicação do ozônio na pós-colheita de grãos tem potencial de redução de insetos, microrganismos contaminantes e com mínimo ou nenhum efeito sobre a qualidade do grão, além de poder ser utilizado durante o processo de secagem. Assim, este estudo teve por objetivo avaliar o tempo de exposição ao ozônio (15, 30 e 45 min) aplicado com o ar de secagem em diferentes temperaturas (30, 40 e 50 °C) em grãos de trigo, sob a contagem de fungos total, amido, proteína, cinzas e lipídios. As avaliações dos grãos de trigo ocorreram após nove meses de armazenamento acondicionados em embalagem de papel Kraft. Os resultados obtidos mostraram que após a armazenagem a contagem de fungos diminuiu com o acréscimo do tempo de exposição ao ozônio e aumento da temperatura do ar de secagem. Os resultados também mostram que a ozonização não influenciou a qualidade dos grãos de trigo. Assim, a ozonização em grãos pode ser considerada uma técnica eficiente para descontaminação fúngica ao longo da armazenagem.

Palavras-chave: gás ozônio, temperatura, propriedades físico-químicas, contaminação por fungos

INTRODUÇÃO

Muitos fatores (bióticos e abióticos) devem ser considerados para que a produção e a qualidade dos grãos e cereais provindos do campo sejam mantidas na pós-colheita, tais como temperatura, velocidade e umidade do ar de secagem, contaminação e degradação e condições de armazenamento, favorecendo a contaminação fúngica e consequentemente o desenvolvimento de micotoxinas. As espécies fúngicas *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*

¹Fundação de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Cascavel-Fundetec, BR 277 Trevo São João, Cascavel-PR, suian.granella@fundetec.org.br

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Rua Universitária, Jardim Universitário, 85819-110, Cascavel-PR, cascavel.pgeagri@unioeste.br

e *Fusarium graminearum* são os principais produtores de micotoxinas, altamente tóxicas para a saúde humana e animal, frequentemente encontradas em níveis elevados em trigo e derivados (IARC, 2002; Ji et al., 2014; Stanković et al., 2012).

A consolidação de um método altamente eficaz para a redução da contaminação por fungos está longe de ser definitiva. O mais apropriado é trazer a contaminação em níveis seguros nos alimentos, como vem sendo feito por produtores, centros de pesquisa e agências reguladoras, com o uso de tecnologias e equipamentos de desintoxicação (Heilandt et al., 2014 substrate or AFB 1 concentration, and incubation time). No entanto, a maioria dos métodos atuais que envolvem processos químicos, físicos e biológicos não é práticos, devido ao consumo de tempo, perdas nutricionais e baixa eficiência de desintoxicação. Tais métodos, por mais que estejam fundamentados laboratorialmente, não são aplicados em grande escala. Assim, a ozonização, aplicação de gás ozônio (O_3) nos alimentos, é um método de oxidação antimicrobiana que pode ser aplicado diretamente na cadeia alimentar. E ele tem sido um eficiente agente de inatividade fúngica e controle de micotoxinas associadas ao trigo (Chen et al., 2014; El-Desouky et al., 2012; Sahab et al., 2013).

Considerando que a ozonização pode ser uma alternativa para controle e melhoria da qualidade dos produtos alimentares e agrícolas, é necessário avaliar os efeitos desse processo sobre as características físico-químicas a fim de estabelecer condições de processo que não causem alterações de qualidade durante pós-colheita. Deste modo, o objetivo principal deste estudo é avaliar diferentes condições de secagem e ozonização em sementes de trigo sob os níveis de redução de fungos, bem como avaliar a influência do processo nas propriedades físico-químicas após nove meses de armazenagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenagem e Protótipos de Instalações de Secagem (LAPIS) pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Cascavel – PR. As amostras de sementes de trigo (cv IPR Catuara TM), provenientes de produção comercial da região oeste do Paraná, com teor de **água de** 18,6 (% , base seca), foram armazenadas a 5 °C até o início dos ensaios.

Um ozonizador com capacidade de 2.000 mg O_3 h⁻¹ foi utilizado para produção do ozônio, utilizando como insumo para produção o ar ambiente. O O_3 gerado foi injetado no silo-secador experimental, constituído de cilindro de PVC (45 x 14,5 cm, altura x diâmetro), preenchido com grãos, as quais foram suspensas a 20 cm da base por meio de uma malha de PVC (Figura 1).

Foi utilizado um delineamento composto central (DCC) com dois fatores, tempo de exposição ao ozônio (X_1) e temperatura do ar de secagem (X_2). Cada fator no experimento

foi estabelecido e codificado em três níveis, menor (-1), médio (0) e alto (+1), sendo os valores de X_1 de 15, 30 e 45 min e X_2 de 30, 40 e 50 °C. Foi realizado um total de oito ensaios, incluindo três repetições no ponto central (Tabela 1).

TABELA 1. Matriz do delineamento composto central com os valores reais e codificados.

Ensaio	Tempos de exposição ao ozônio (X_1) (min)	Temperaturas do ar de secagem (X_2) (°C)
1	15 (-1)	30 (-1)
2	45 (+1)	30 (-1)
3	15 (-1)	50 (+1)
4	45 (+1)	50 (+1)
5	30 (0)	40 (0)
6	30 (0)	40 (0)
7	30 (0)	40 (0)
8	30 (0)	40 (0)

As sementes de trigo submetidas ao processo de secagem-ozonização foram acondicionadas em sacos de papel Kraft sob temperatura ambiente e armazenadas por nove meses. Após esse período foram feitas as avaliações descritas a seguir.

As amostras de trigo armazenadas foram analisadas para a avaliação dos efeitos da ozonização na descontaminação fúngica, de acordo com o método oficial para enumeração de fungos totais em alimentos, segundo MAPA (2003). Os resultados foram expressos como ufc/g de grãos.

As amostras de trigo armazenadas foram analisadas para avaliar os efeitos da ozonização nas principais propriedades físico-químicas, como: amido, proteína, cinzas e lipídios de acordo com os Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O resultados foram expressos como g/100 g de grão.

A contagem de fungos total, amido, proteína, cinzas e lipídios foram selecionados como variáveis dependentes do processo. Os resultados foram analisados usando Statistica 10 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA) por meio da análise de variância (ANOVA) e teste t a 5% significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível estudar os efeitos de cada variável independente selecionada a partir do delineamento composto central bem como suas interações sob os níveis de contagem

de fungos, amido, proteína, cinzas e lipídios após o processo de secagem-ozonização e armazenamento. A Figuras 1 (A, B, C, D e E) representa o diagrama de Pareto que mostram os termos considerados pelo teste de ANOVA.

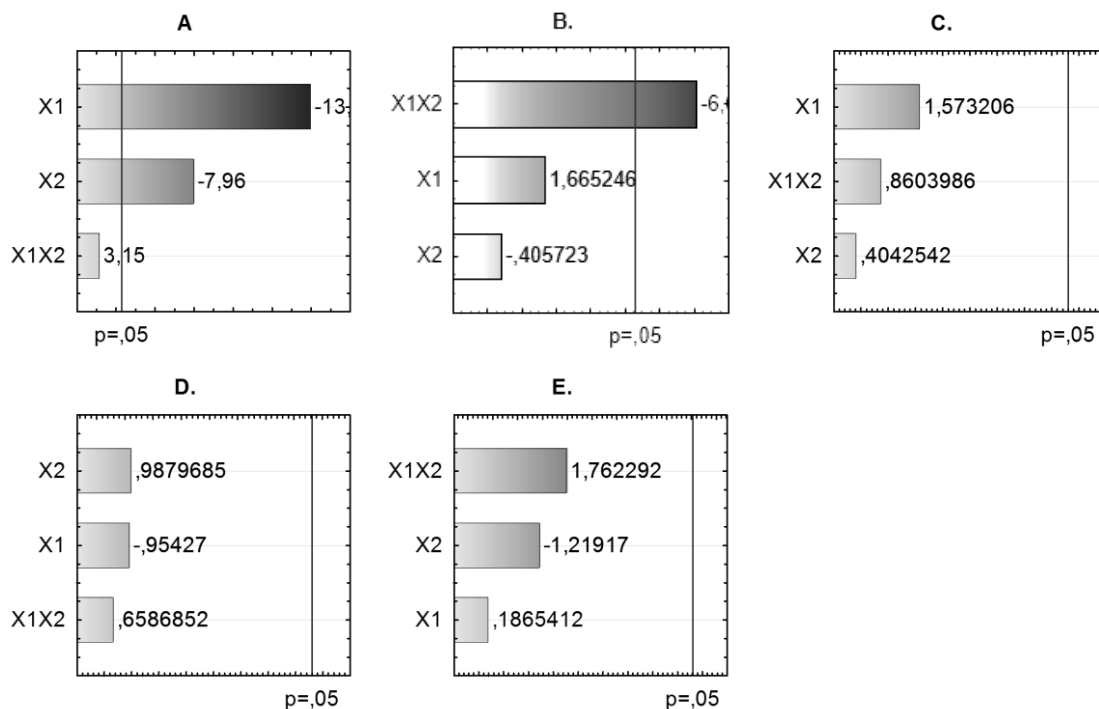


FIGURA 1. Gráfico de Pareto dos fatores após o processo secagem-ozonização e armazenagem para contagem de fungos (A), ufc/g; amido (B), g/100 g; lipídios (C) g/100 g, proteína (D), g/100 g e cinzas (E), g/100 g.

Foram identificados fungos dos gêneros *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Alternaria* nas amostras de sementes de trigo. A análise das amostras de trigo mostrou valores diferentes de contagem fúngica entre os tratamentos avaliados. O fator tempo de exposição ao ozônio teve maior influência na redução da contagem de fungos, seguido pela temperatura do ar de secagem (Fig. 1A). Ambas variáveis tiveram influência negativa na contagem de fungos, pois quanto maior o tempo de exposição ao O_3 e maior a temperatura do ar de secagem, menores foram os níveis de fungos. A interação das variáveis foi considerada estatisticamente não significativa nas condições experimentais utilizadas neste estudo ($P < 0,05$).

A Figura 2 apresenta o gráfico superfície resposta dos dados da secagem-ozonização em trigo sob os níveis de contagem fúngica.

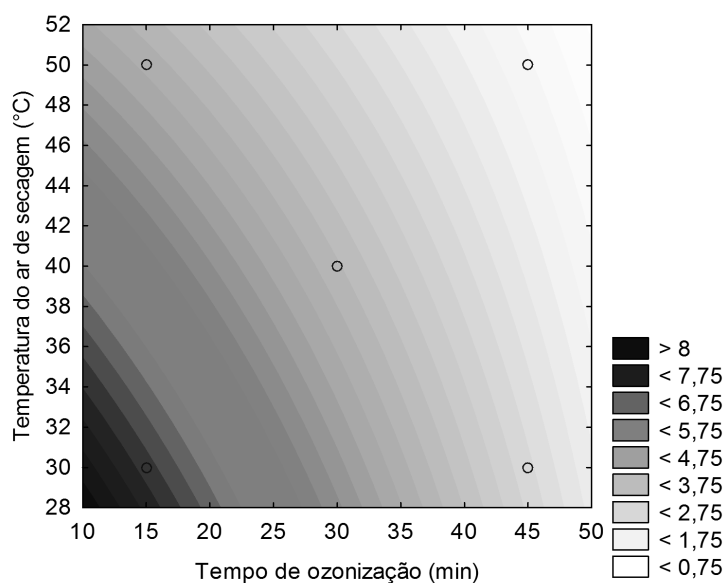


FIGURA 2. Gráfico contagem de fungos após o processo de secagem-ozonização.

Os resultados também mostraram maior efeito fungicida do ozônio em temperaturas mais elevadas ou com aumento da temperatura do ar de secagem (Figura 2). A menor contagem de fungos foi alcançada usando o tempo de exposição O_3 mais longo (45 min) e maior temperatura do ar de secagem (50 °C), correspondente a 1,12 ufc/g, ao contrário, a maior contagem de fungos de 6,96 ufc/g foi encontrada em temperaturas de secagem e tempo de ozonização menores.

Os resultados deste estudo podem ser comparados com Proctor et al. (2004), onde para algumas micotoxinas, a degradação após a ozonização foi mais rápida em temperaturas mais elevadas. Eles relataram um tempo de tratamento reduzido de 15 a 10 minutos para aumento de temperatura de 25 a 75 °C para que se obtivessem 77% de degradação para AFB1 e 80% para AFG1, respectivamente. Os mesmos efeitos do ozônio (O_3) foram estudados por outros autores usando diferentes condições de ozonização em amostras de trigo, o que mostra que O_3 também foi efetivo para o controle de *Fusarium graminearum* e *Penicillium citrinum* (Savi and Scussel, 2014) e *P. citrinum* (Savi et al., 2015), e também para redução da contagem de fungos total (Zhao L.; Liu, D., 2007).

A Figura 1 (B, C, D e E), que apresentam os termos considerados significativos pelo teste t para amido, lipídios, proteína e cinzas, mostrou que, em geral, o tempo de exposição ao O_3 e a temperatura do ar de secagem e a interação dos fatores foram consideradas estatisticamente não significativas ($p < 0,05$), ou seja, que a qualidade nutricional das sementes representadas pela análise físico-química permaneceu constante após os nove meses de armazenamento.

Esses resultados estão de acordo com os de Mendez et al. (2003) onde o tratamento de grãos com 50 ppm de ozônio por 30 dias não prejudicou o volume específico do milho

pipoca, ácidos graxos da soja, trigo e milho, como também no conteúdo de proteína e cinzas do trigo e da farinha de trigo. Outros estudos avaliaram o efeito do ozônio em algumas propriedades fisiológicas, onde foi constatado que: a germinação de sementes de milho não foi influenciada com uso de 50 mg/kg de ozônio injetado a um fluxo de 0,8 L/min, segundo Rozado et al. (2008) Além disso, Wu et al. (2006) aplicada e da integridade dos grãos infestada por fungos. No geral, este estudo demonstrou que o gás ozônio é uma maneira rápida e eficiente de reduzir a composição microbiológica da massa de grãos, como uma alternativa aos oxidantes químicos, sem prejudicar a qualidade dos grãos de trigo e podendo ser utilizando juntamente com o ar de secagem.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHEN, R.; MA, F.; LI, P. W.; ZHANG, W.; DING, X. X.; ZHANG, Q.; LI, M.; WANG, Y. R.; XU, B. C. Effect of ozone on aflatoxins detoxification and nutritional quality of peanuts. **Food Chemistry**, v. 146, p. 284–288, 2014.

EL-DESOUKY, T.; SHAROBA, A.; EL-DESOUKY, A.; EL-MANSY, H.; NAGUIB, K. Effect of Ozone Gas on Degradation of Aflatoxin B1 and Aspergillus Flavus Fungal. **Journal of Environmental & Analytical Toxicology**, v. 2, n. 2, p. 1–6, 2012.

HEILANDT, T.; MULHOLLAND, C. A.; YOUNES, M. **Institutions Involved in Food Safety : FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (CAC)**, 2014. . (Nota técnica).

IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. **IARC Press**, v. 82, p. 1–556, 2002.

JI, F.; XU, J.; LIU, X.; YIN, X.; SHI, J. Natural occurrence of deoxynivalenol and zearalenone in wheat from Jiangsu province, China. **Food Chemistry**, v. 157, p. 393–397, 2014.

LUTZ, I. A. Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**, 2008.

MENDEZ, F.; MAIER, D. .; MASON, L. .; WOLOSHUK, C. . Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance. **Journal of Stored Products Research**, v. 39, n. 1, p. 33–44, 2003.

PROCTOR, A. D.; AHMEDNA, M.; KUMAR, J. V.; GOKTEPE, I. Degradation of aflatoxins in peanut kernels/flour by gaseous ozonation and mild heat treatment. **Food Additives and Contaminants**, v. 21, n. 8, p. 786–793, 2004.

ROZADO, A. F.; FARONI, L. R. a; URRUCHI, W. M. I.; GUEDES, R. N. C.; PAES, J. L.

e *Tribolium castaneum* em milho armazenado 1 Ozone application against *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* on stored maize. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 35, p. 282–285, 2008.

SAHAB, A. F.; HASSANIEN, F. R.; EL-NEMR, S. E.; ABDEL-ALIM, H. A.; MOSAAD, A. Effect of Ozone Gaseous On Aflatoxin Degradation And Fat And Protein Content In. v. 9, n. 3, p. 2170–2175, 2013.

SAVI, G. D.; PIACENTINI, K. C.; SCUSSEL, V. M. Reduction in residues of deltamethrin and fenitrothion on stored wheat grains by ozone gas. **Journal of Stored Products Research**, v. 61, p. 65–69, 2015.

SAVI, G. D.; SCUSSEL, V. M. Effects of Ozone Gas Exposure on Toxigenic Fungi Species from *Fusarium*, *Aspergillus*, and *Penicillium* Genera. **Ozone: Science and Engineering**, v. 36, n. 2, p. 144–152, 2014.

STANKOVIĆ, S.; LEVIĆ, J.; IVANOVIĆ, D.; KRNJAJA, V.; STANKOVIĆ, G.; TANJIĆ, S. Fumonisin B 1 and its co-occurrence with other fusariotoxins in naturally-contaminated wheat grain. **Food Control**, v. 23, n. 2, p. 384–388, 2012.

WU, J.; DOAN, H.; CUENCA, M. A. Investigation of gaseous ozone as an anti-fungal fumigant for stored wheat. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 81, n. 7, p. 1288–1293, 2006.

ZHAO L.; LIU, D., X. . W. Effect of several factors on peracetic acid pretreatment of sugarcane bagasse for enzymatic hydrolysis. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 82, n. May, p. 1115–1121, 2007.