

Eficiência do gás ozônio na desinfecção microbiológica de grãos de milho armazenado¹

Randel Lucas Santos Nascimento², Daniel Francis Ribeiro³ e Marco Aurélio Guerra Pimentel⁴

¹ Trabalho financiado pela Embrapa

² Estudante do Curso Técnico em Meio Ambiente da Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas, MG, Bolsista BIC JR do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/ FAPED

³ Estudante do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

⁴ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

Introdução

A atividade fúngica, principalmente durante o armazenamento, pode levar à rápida deterioração na qualidade nutricional dos grãos e à contaminação com micotoxinas (ANDRADE et al., 2003). Micotoxinas são metabólitos secundários tóxicos produzidos principalmente por fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, sendo alguns desses compostos potenciais agentes carcinogênicos a humanos e animais (HUSSEIN; BRASEL, 2001).

O milho é um dos cereais mais predispostos à contaminação por fungos produtores de micotoxinas, e, segundo Scussel (2002), cerca de 45% do milho produzido no Brasil é contaminado com micotoxinas, o que representa em torno de 25 milhões de toneladas por ano. No Brasil, estima-se que os custos devido à presença de micotoxinas no milho correspondam a, aproximadamente, US\$ 450 milhões por ano, relacionados, entre outros fatores, à necessidade da realização de análises de elevado custo, exigidas para assegurar a qualidade do produto principalmente quando destinado à exportação (SCUSSEL, 2002; LAZZARI, 1997).

No tocante aos problemas decorrentes do ataque de fungos, embora os riscos oferecidos pelo consumo de milho contaminado sejam conhecidos, este fato é negligenciado pelos diferentes elos da cadeia de produção e pelos órgãos responsáveis pela fiscalização e registro de produtos para o uso no tratamento de produtos agrícolas. No Brasil, não há fungicidas registrados pelo Mapa para o tratamento pós-colheita de grãos de milho (BRASIL, 2013). Deste modo, quando é necessário fazer o controle de fungos na pós-colheita, os processadores e armazenistas acabam por utilizar princípios ativos não autorizados para este fim, ou mesmo ignoram a presença dos patógenos quando estes não oferecem riscos de grandes perdas econômicas.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade da adoção de estratégias para o tratamento pós-colheita dos grãos de milho com a finalidade de reduzir os problemas associados à qualidade final, incluindo a infecção por fungos e produção de micotoxinas. Neste contexto, uma estratégia moderna e eficiente que vem sendo sugerida é o uso do gás ozônio. O ozônio é um gás resultante do rearranjo de átomos de oxigênio e pode ser gerado por descargas elétricas ou pela incidência de radiação eletromagnética de alta energia (luz ultravioleta) no ar (KHADRE et al., 2001). É uma molécula instável que decai rapidamente a oxigênio biatômico, liberando um átomo de

oxigênio altamente reativo. Por essa característica, esse gás possui o segundo maior potencial de oxidação dentre os elementos químicos, sendo superado apenas pelo flúor (F₂) (HILL; RICE, 1982). No setor de armazenamento, a tecnologia de aplicação do ozônio tem sido destaque nos últimos anos, sendo apontada nos principais periódicos e congressos nacionais e internacionais da área como uma das principais alternativas para a proteção de grãos armazenados, por ser uma tecnologia economicamente eficaz e ambientalmente amigável (ALENCAR et al., 2011, 2013; HELENO et al., 2014).

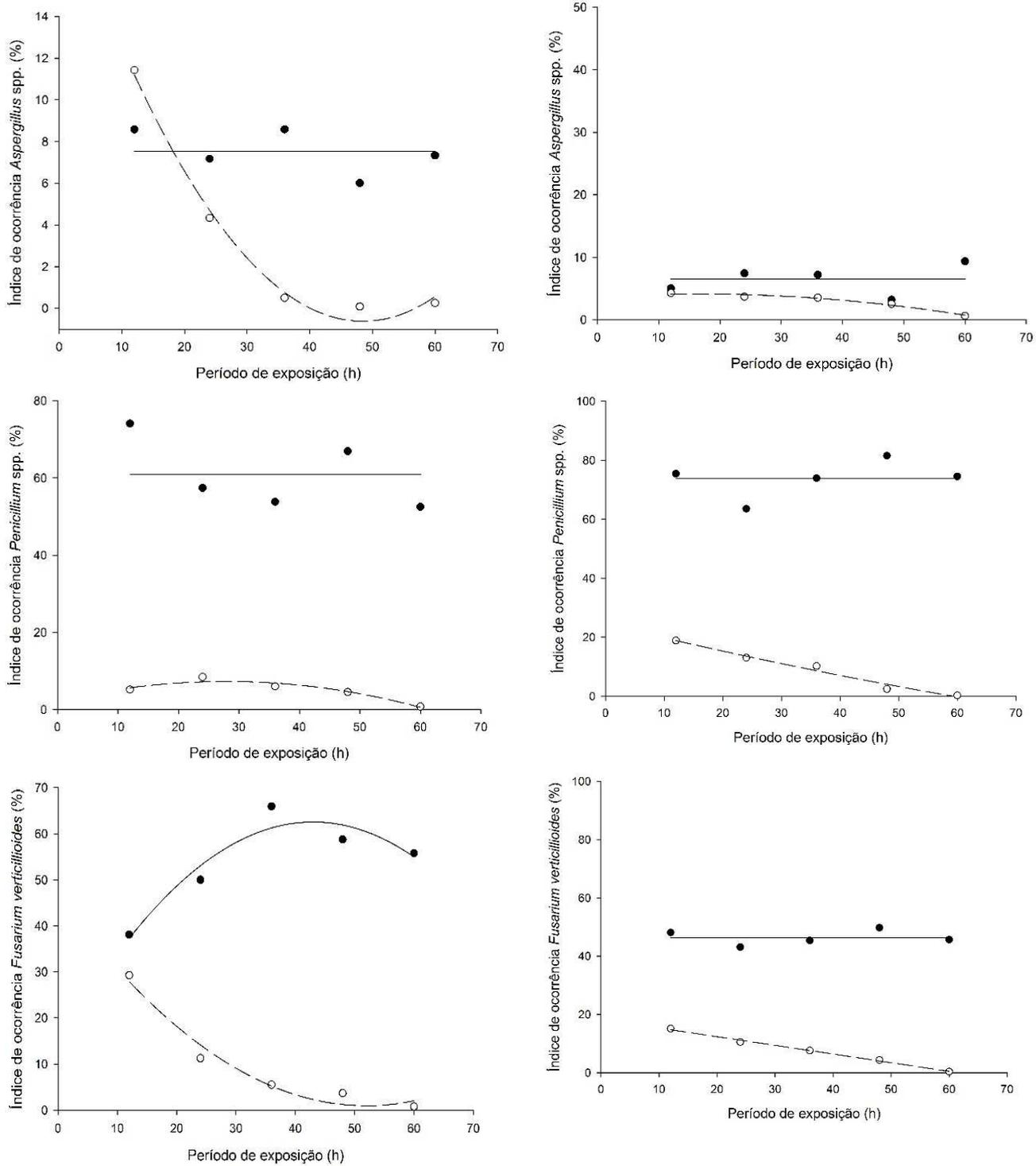
Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do gás ozônio na desinfecção de grãos de milho e controle de fungos toxigênicos. Espera-se com os resultados obtidos contribuir, de maneira significativa, para o estabelecimento de uma estratégia para aplicação durante o armazenamento, que resultem na preservação da qualidade fitossanitária de grãos de milho armazenados visando a segurança alimentar da população.

Material e Métodos

Para a avaliação do efeito fungicida do ozônio em grãos de milho armazenados foram realizados os bioensaios com ozonização de grãos, obtidos de cultivos de área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, utilizando-se as cultivares de milho 30F53H e AS 1581 Pro. Os grãos de milho das duas cultivares (13% teor de umidade) foram submetidos ao processo de ozonização para avaliação do efeito fungicida do ozônio, enquanto grãos não ozonizados compuseram o tratamento controle. A ozonização foi realizada nos grãos durante 12, 24, 36, 48 e 60 horas, fatores considerados como períodos de exposição. Imediatamente após o término da ozonização dos grãos os mesmos foram homogeneizados e amostras, em três repetições, reservadas para quantificação dos fungos dos gêneros *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides*. O plaqueamento dos grãos foi realizado utilizando-se 400 grãos em quatro repetições de 100 unidades. Para tal foi empregado o método do papel de filtro com congelamento (PINTO, 2007). A identificação dos fungos associados aos grãos foi realizada de 10 a 15 dias após a incubação, através do exame sob microscópio estereoscópico e microscópio ótico. Os resultados foram expressos em percentagem de grãos infectados.

Resultados e Discussão

A aplicação de gás ozônio em grãos de milho durante o armazenamento apresentou eficiência na desinfecção fúngica, havendo redução significativa nos índices de infecção (Figura 1). Nas Tabelas 1 e 2, observam-se os modelos ajustados para as curvas da Figura 1. Em ambas as cultivares observou-se redução significativa na contaminação fúngica com o incremento do período de exposição ao gás ozônio, sendo que a cultivar AS 1581 Pro apresentou menores índices de contaminação em comparação à cultivar 30F53H (Figura 1).



(A)

(B)

Figura 1. Índice de ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides* em grãos de milho armazenados das cultivares 30F53H (coluna A) e AS 1581 Pro (coluna B) submetidos a ozonização (linha pontilhada) e não submetidos a ozonização (linha contínua).

Tabela 1. Modelos ajustados para as curvas de índice de ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides* em grãos de milho armazenados da cultivar AS 1581 Pro submetidos a ozonização e não submetidos a ozonização.

Índice de ocorrência (%)	Tratamento	Equação de regressão ¹	R ²
<i>Aspergillus</i> spp.	Sem Ozônio	$\hat{Y} = 6,5166$	-
	Com Ozônio	$\hat{Y} = 3,6998 + 0,0542 X - 0,0017 X^2$	0,9762
<i>Penicillium</i> spp.	Sem Ozônio	$\hat{Y} = 73,783$	-
	Com Ozônio	$\hat{Y} = 24,4667 - 0,48423 X + 0,001199 X^2$	0,9764
<i>Fusarium verticillioides</i>	Sem Ozônio	$\hat{Y} = 46,3667$	-
	Com Ozônio	$\hat{Y} = 18,2667 - 0,29722 X$	0,9947

Tabela 2. Modelos ajustados para as curvas de índice de ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides* em grãos de milho armazenados da cultivar 30F53H submetidos a ozonização e não submetidos a ozonização.

Índice de ocorrência (%)	Tratamento	Equação de regressão ¹	R ²
<i>Aspergillus</i> spp.	Sem Ozônio	$\hat{Y} = 7,5300$	-
	Com Ozônio	$\hat{Y} = 20,25 - 0,8614 X + 0,0088 X^2$	0,9911
<i>Penicillium</i> spp.	Sem Ozônio	$\hat{Y} = 60,9500$	-
	Com Ozônio	$\hat{Y} = 2,2560 + 0,3608 X - 0,0065 X^2$	0,9185
<i>Fusarium verticillioides</i>	Sem Ozônio	$\hat{Y} = 14,0140 + 2,2572 X - 0,0262 X^2$	0,9033
	Com Ozônio	$\hat{Y} = 46,4980 - 1,7553 X + 0,0169 X^2$	0,9653

Conclusão

O gás ozônio foi eficiente na desinfecção de grãos de milho armazenados e no controle de fungos toxigênicos, mostrando-se tecnologia eficiente na redução da incidência fúngica.

Referências

- ANDRADE, E. T.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M.; FARONI, L. R. A.; PEIXOTO, B. A. Qualidade de sementes de milho armazenadas em silo metálico cilíndrico. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 23-30, 2003.
- ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. A.; PINTO, M. S.; COSTA, A. R.; SILVA, T. A. Postharvest quality of ozonized 'nanição' cv. Bananas. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, p. 107-114, 2013.
- ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. A.; SOARES, N. F. F.; CARVALHO, M. C. S.; PEREIRA, K. F. Effect of the ozonation process on the quality of peanuts and crude oil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, p. 154-160, 2011.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 274, de 15 de outubro de 2002**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 06 nov. 2013.
- HELENO, F. F.; QUEIROZ, M. E. L. R.; NEVES, A. A.; FREITAS, R. S.; FARONI, L. R. A.; OLIVEIRA, A. F. Effects of ozone fumigation treatment on the removal of residual difenoconazole from strawberries and on their quality. **Journal of Environmental Science and Health. Part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, New York, v. 49, p. 94-101, 2014.
- HILL, A. G.; RICE, R. G. **Handbook of ozone technology and applications**. Ann Arbor: Ann Arbor Science, 1982.
- HUSSEIN, H. S.; BRASEL, J. M. Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. **Toxicology**, Limerick, v. 167, p. 101-134, 2001.
- KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E.; KIM, J. G. Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 9, p. 1242-1252, 2001.
- LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2. ed. Curitiba: Ed. do Autor, 1997. 134 p.
- PINTO, N. F. J. A. **Reação de cultivares com relação à produção de grãos ardidos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 144).
- SCUSSEL, V. M. Fungos em grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Biogenexiz, 2002. p. 675-691.