

OZÔNIO COMO AGENTE FUNGICIDA EM GRÃOS DE ARROZ

SANTOS, R.R.¹, RIBEIRO, P.H.², FARONI, L.R.A.³, FERREIRA, A.P.S.⁴

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa/MG, (0XX31) 3899-1917, raquel.santos@ufv.br

² Doutoranda em Engenharia Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa/MG, (0XX31) 3899-1926, patricia.ribeiro@ufv.br

³ Professora Titular, Depto. Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa/MG, (0XX31) 3899-1874, lfaroni@ufv.br

⁴ Professora, Centro de Ensino Superior de Conselheiro Lafaiete, Conselheiro Lafaiete/MG, (0XX31) 3761-4352, ana.sato.ferreira@gmail.com

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A atividade fungistática, principalmente durante o armazenamento, pode levar à rápida deterioração na qualidade nutricional dos grãos, e reduzir seu aproveitamento e inutilização em processo industrial pela contaminação com toxinas (aflotoxinas entre outras). Dentre as tecnologias apontadas como promissoras no controle desses microrganismos, destaca-se a ozonização. Objetivou-se com este estudo, determinar a concentração e o tempo de saturação do gás ozônio em grãos de arroz e definir o tempo de ozonização eficaz na desinfecção de fungos e leveduras. Grãos de arroz (14,3% b.u.) foram inoculados com *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. e posteriormente, a ozonização dos mesmos foi realizada na concentração de 10,13 mg L⁻¹, em fluxo contínuo de 1,0 L min⁻¹, em cinco períodos de exposição (12, 24, 36, 48 e 60 h). A concentração e o tempo de saturação do gás ozônio nos grãos de arroz foi de 5,00 mg L⁻¹ e 13,97 min, respectivamente. Observou-se redução em 3,8 ciclos log (100%) na contagem de leveduras e completa inibição para os fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* nos grãos ozonizados.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza sativa* L., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp.

OZONE AS FUNGICIDE IN RICE GRAINS

ABSTRACT: The fungistatic activity, especially during storage, can lead to rapid deterioration in the nutritional quality of grains, and reduce their use and disposal in industrial process due to contamination with toxins (aflatoxins and others). Among the technologies identified as promising in controlling these microorganisms, there is ozonation. The objective of this study was to determine the concentration and the saturation time of ozone gas in rice grains and set the effective ozonation disinfection time in filamentous fungi and yeast. Rice grains (14.3% w.b.) were inoculated with *Penicillium* spp. and *Aspergillus* spp. and, subsequently, ozonized at the concentration of 10.13 mg L⁻¹, under continuous flow of 1.0 L min⁻¹, in five periods of exposure (12, 24, 36, 48 and 60 h). Ozone gas concentration and saturation time in rice grains were 5.00 mg L⁻¹ and 13.97 min, respectively. There was a reduction of 3.8 log cycles (100%) in the count of yeasts and complete inhibition of fungal from the genera *Aspergillus* and *Penicillium* in ozonized grains.

KEYWORDS: *Oryza sativa* L., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp.

INTRODUÇÃO:

O arroz é considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% das proteínas per capita necessárias ao homem (Brondani et al., 2006). No Brasil, a produção de arroz da safra de 2016/17 foi de 11.963,1 mil toneladas, 11,4% superior em relação à safra 2015/16 (CONAB, 2017).

Embora muito progresso tenha sido feito na prevenção de perdas na pós-colheita de arroz, as mesmas atingem cerca de 15 a 16% da produção, que ocorrem principalmente durante o armazenamento devido à falta de conhecimento técnico (FAO, 2004).

A redução nos valores nutritivo e comercial dos grãos ocorre, principalmente, pelo ataque de agentes biológicos como os insetos, fungos e ácaros (Alencar et al., 2012). A atividade fúngica pode levar a rápida deterioração dos grãos. A microbiota fúngica que mais atinge os grãos de arroz armazenados são *Penicillium* e *Aspergillus* (Magan & Aldred, 2007).

No Brasil, não há fungicidas registrados pelo MAPA para o tratamento pós-colheita de grãos de arroz (Brasil, 2017), uma estratégia moderna e eficiente é o uso do gás ozônio (O₃), que vem sendo amplamente utilizado na indústria alimentícia por ser um agente antimicrobiano de amplo espectro, promovendo a oxidação e destruição da membrana citoplasmática e parede celular dos microrganismos (Cullen et al., 2010).

Neste contexto, objetivou-se com este estudo determinar a concentração e o tempo de saturação do gás ozônio nos grãos de arroz e definir o tempo de ozonização eficaz para a desinfecção microbiológica.

MATERIAL E MÉTODOS:

Os grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) utilizados foram obtidos na EPAMIG, com teor de umidade em torno de 14,3% (b.u.) e foram inoculados com uma solução de conídios dos fungos dos gêneros *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.

Os grãos de arroz inoculados foram distribuídos em recipientes cilíndricos de PVC (15 x 25 cm), com conexões para injeção e exaustão do gás ozônio. A injeção foi realizada na concentração de 10,13 mg L⁻¹ em fluxo contínuo de 1 L min⁻¹, nos períodos de exposição 12, 24, 36, 48 e 60 h, para avaliar o efeito do gás sob a microflora dos grãos de arroz.

O teste foi realizado com três repetições, sendo cada repetição constituída por uma amostra de 500 g de arroz. O mesmo procedimento foi adotado para o tratamento controle, que consistiu na aplicação ar atmosférico, nas mesmas condições do gás ozônio.

O tempo de saturação do gás ozônio nos grãos de arroz foi determinado pela concentração residual do gás em intervalos de tempo regulares, utilizando o método iodométrico, até que a concentração do ozônio se mantivesse constante.

Para a quantificação de leveduras utilizou-se o método de contagem em placas, onde foram utilizadas diluições de 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ e 10⁻⁴ e os resultados foram expressos em UFC g⁻¹.

Para a detecção dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, foi utilizado o Método do Papel de Filtro ("Blotter Test"). Os blotters permaneceram em câmaras com fotoperíodo de 12 h por 7 dias, a 25 ± 2 °C. Os grãos foram analisados individualmente em uma lupa, para verificar a ocorrência de frutificações típicas do crescimento dos fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Os resultados foram expressos em percentual de ocorrência dos fungos.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco períodos de exposição ao ozônio e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de regressão Linear Response Plateau em função do período de exposição e os modelos escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, no R² e na análise de resíduo, utilizando o software SAEG (UFV, Viçosa, Brasil).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O tempo de saturação da massa de grãos foi de 13,97 min, a partir do qual os valores de concentração residual do gás ozônio se mantiveram constantes. A concentração de saturação foi de 5,00 mg L⁻¹, o que corresponde a cerca de 49,44% da concentração inicial.

Com o aumento do período de exposição dos grãos de arroz ao gás ozônio houve redução significativa ($p < 0,01$) na contagem de leveduras (Tabela 1). A partir de 37,66 h a contagem se manteve constante (Figura 1).

TABELA 1. Valores médios referentes à contagem de leveduras (log UFC g⁻¹) nos grãos de arroz submetidos ao ar atmosférico e ao gás ozônio

Período de exposição (h)	Contagem Leveduras (log UFC g ⁻¹)	
	Controle	Ozônio
12	3,83 a	3,29 b
24	3,82 a	2,36 b
36	3,81 a	2,23 b
48	3,82 a	1,64 b
60	3,81 a	0,00 b

Médias seguidas de uma mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 0,01 de probabilidade, pelo teste de “t”

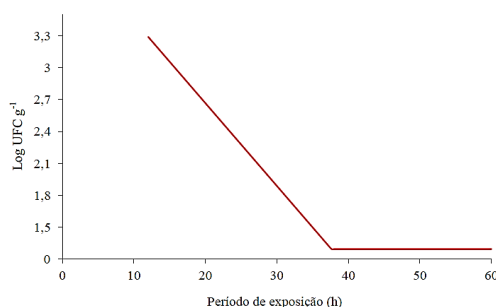


FIGURA 1. Estimativa da contagem de leveduras (log UFC g⁻¹) nos grãos de arroz expostos ao ozônio em função do período de exposição (h)

Observou-se redução significativa ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) no percentual de grãos contaminados por *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp., com o aumento do período de exposição (Tabela 2). A partir de 31,76 e 58,09 h, respectivamente, o índice de ocorrência desses gêneros se manteve constante (Figura 2).

TABELA 2. Valores médios referentes ao índice de ocorrência de *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. (%) nos grãos de arroz submetidos ao ar atmosférico e ao gás ozônio

Período de exposição (h)	<i>Penicillium</i> spp.* (%)		<i>Aspergillus</i> spp.** (%)	
	Controle	Ozônio	Controle	Ozônio
12	93,42 a	63,58 b	93,67 a	90,92 b
24	92,33 a	26,42 b	92,08 a	74,42 b
36	90,92 a	7,17 b	92,92 a	45,50 b
48	89,92 a	0,00 b	92,17 a	17,92 b
60	89,42 a	0,00 b	92,42 a	0,00 b

Médias seguidas de uma mesma letra na linha, para cada variável, não diferem entre si, ao nível de *0,01 e **0,05 de probabilidade, pelo teste de “t”

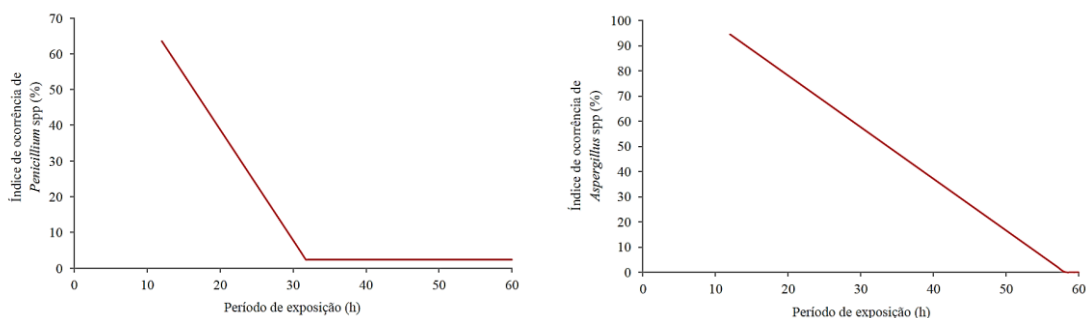


FIGURA 2. Estimativa do índice de ocorrência de *Penicillium* spp. (%) (A) *Aspergillus* spp. (%) (B) nos grãos de arroz expostos ao ozônio em função do período de exposição (h)

Observando os grãos de arroz individualmente, com o auxílio de uma lupa, é possível observar o efeito do processo de ozonização. Observa-se que nos grãos de arroz ozonizados, nem todos os esporos fúngicos deixaram de germinar, porém produziram colônias de tamanho bastante reduzido, esparsas e com baixo vigor (Figura 3).

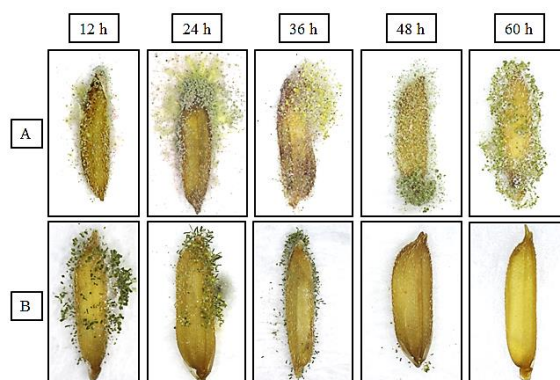


FIGURA 3. Grãos de arroz observados com o auxílio de um microscópio estereoscópio, submetidos ao ar atmosférico (A) e ao gás ozônio (B), em diferentes períodos de exposição

CONCLUSÕES:

A concentração e o tempo de saturação do gás ozônio nos grãos de arroz foi de 5,00 mg L⁻¹ e 13,97 min, respectivamente. A ozonização dos grãos de arroz reduziu em 3,8 ciclos log (100%) a contagem de leveduras e em 100% o índice de ocorrência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.

AGRADECIMENTOS:

CNPq, FAPEMIG, CAPES e UFV.

REFERÊNCIAS

- Alencar, E. R.; Faroni, L. R. A.; Soares, N. F. F.; Silva, W. A.; Carvalho, M. C. S. Efficacy of ozone as a fungicidal and detoxifying agent of aflatoxins in peanuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.92, p.899–905, 2012.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.
- Brondani, G.; Vey, I. H.; Madruga, S. R.; Trindade, L. L. de; Venturini, J. C. Diferenciais de custos em culturas de arroz: a experiência do Rio Grande do Sul. *Revista Universo Contábil*, v.2, p.61-74, 2006.
- CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos. CONAB, 2014.
- Cullen, P.J.; Valdramidis, V.P.; Tiwari, B.K.; Patil, S.; Bourke, P.; C.P. Ozone processing for food preservation: an overview on fruit juice treatments. *Ozone: Science & Engineering*, v.32, p.166-179, 2010.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), International Year of Rice. FAO, 2004.
- Magan, N.; Aldred, D. Post-harvest control strategies: minimizing mycotoxins in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, v.119, p.131-139, 2007.