

## INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE OZÔNIO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ

THALIA STRELOV DOS SANTOS<sup>1</sup>, WAGNER SCHMIESCKI DOS SANTOS<sup>2</sup>, LUAN MARTIN AREJANO<sup>3</sup>, RAFAEL MIRITZ BARTZ<sup>4</sup>, GIZELE INGRID GADOTTI<sup>5</sup>, MAURIZIO SILVEIRA QUADRO<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, Centro de Engenharias, UFPel, Pelotas - RS, thalia.strelov@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Centro de Engenharias, UFPel, Pelotas - RS.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Centro de Engenharias, UFPel, Pelotas - RS.

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Centro de Engenharias, UFPel, Pelotas - RS.

<sup>5</sup> Eng. Agrícola, Professora Doutora do Centro de Engenharias, UFPel, Pelotas - RS.

<sup>6</sup> Eng. Agrícola, Professor Doutor do Centro de Engenharia, UFPel, Pelotas - RS.

Apresentado no  
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022  
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

**RESUMO:** O arroz é considerado um dos alimentos mais importantes da nutrição humana, sendo consumido em todas as partes do mundo, devido a alta concentração de amido, proteínas e vitaminas presentes em sua composição. A qualidade das sementes está diretamente relacionada com altos índices de produtividades, e por este motivo é um tema constantemente estudado pelos pesquisadores. O tratamento com gás ozônio se apresenta como uma boa alternativa para o melhoramento de sementes, mostrando resultados significativos em pesquisas realizadas com diversas culturas. Deste modo, o objetivo desta pesquisa foi avaliar impactos que a aplicação do gás ozônio causa na qualidade fisiológica de sementes de arroz. Amostras contendo 120 gramas de sementes de arroz foram expostas ao ozônio durante 0, 5, 15, 30, 60, 120 e 180 minutos. Foram avaliadas a quantidade de sementes com plântulas normais e anormais, assim como o comprimento de raiz e parte aérea. As concentrações de 58,38; 116,76 e 467,03 mgO<sub>3</sub> apresentaram quantidades superiores de sementes normais, quando comparados ao controle. Após análise dos resultados, concluiu-se que concentrações de até 116,76 mgO<sub>3</sub> são as mais indicadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** ozonização; tratamento; semente.

## INFLUENCE OF THE APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF OZONE ON THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RICE SEEDS

**ABSTRACT:** Rice is considered one of the most important foods for human nutrition, being consumed in all parts of the world, due to the high concentration of starch, proteins and vitamins present in its composition. Seed quality is directly related to high productivity rates, and for this reason it is a topic constantly studied by researchers. The treatment with ozone gas presents itself as a good alternative for the improvement of seeds, showing excellent results in research carried out with different cultures. Thus, the objective of this research was to evaluate impacts that the application of ozone gas causes on the physiological quality of rice seeds. Samples containing 120 grams of rice seeds were exposed to ozone for 0, 5, 15, 30, 60, 120 and 180 minutes. The amount of seeds with normal and abnormal seedlings, as well as the root and shoot length were evaluated. The concentrations of 58.38, 116.76 and 467.03 mgO<sub>3</sub> showed higher amounts of normal seeds when compared to the control. After analyzing the results, it was concluded that concentrations of up to 116.76 mgO<sub>3</sub> are the most indicated.

**KEYWORDS:** ozonation; treatment; seed.

**INTRODUÇÃO:** O arroz (*Oryza sativa L.*) é a base alimentar de cerca de três bilhões de pessoas, sendo um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana (SOSBAI, 2016). Sua composição está associada à alta concentração de amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais, além de possuir baixo teor de lipídios (WALTER et al, 2008). A produção deste cereal é muito importante para o agronegócio brasileiro, onde a produção nacional na safra 2020/2021 atingiu 11.747 mil toneladas, sendo a área plantada de 1.677,1 mil hectares (CONAB, 2021). Diversos estudos voltados para tecnologias de sementes vêm sendo desenvolvidos, pois o uso de sementes de alta qualidade está diretamente relacionado a elevados índices de produtividade (OLIVEIRA et al, 2016). Neste contexto, a técnica de ozonização se destaca como uma boa ferramenta para o tratamento de sementes, pois sua ação é capaz de eliminar microrganismos, através da oxidação dos lipídeos presentes nas membranas do tegumento das sementes (PEREIRA, 2010). O ozônio pode ser obtido através de uma descarga elétrica, onde acontece a quebra de um oxigênio diatômico, resultando em dois oxigênios livres, que por sua vez reagem com outros oxigênios diatômicos, formando um oxigênio tri atômico (RODRIGUES, 2013). Barbara e Ballaris (2021) verificaram a eficiência de utilização do gás ozônio e sua influência na qualidade de germinação de sementes de milho, sorgo e feijão, onde concluíram que o tratamento trouxe efeitos positivos para todas as culturas, obtendo um aumento na germinação de sementes de milho e feijão, assim como o aumento do vigor em sementes de sorgo. Deste modo, esta pesquisa teve como objetivo avaliar os impactos que a aplicação do gás ozônio causa na qualidade fisiológica de sementes de arroz, assim como identificar a sua concentração ideal.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado nos laboratórios de Água e Efluentes e de Agrotecnologia da Universidade Federal de Pelotas. As sementes são oriundas de produtor de sementes do extremo sul do RS, sendo as mesmas da safra 21/22 e após sua colheita foram armazenadas em bigbags na mesma região até o momento do experimento. O ozônio foi obtido através do gerador de ozônio da marca Panozon, modelo P+70, cujo funcionamento se dá por uma descarga eletroquímica. As amostras contendo 120g sementes, da variedade IRGA 424 RI, foram depositadas em um protótipo que simula as condições de um silo armazenador, construído em tubo de PVC. A concentração de ozônio foi determinada a partir do método iodométrico, conforme Hoss (2020), no qual oxidantes reagem com o excesso de íons iodeto e observa-se o iodo liberado com um redutor padrão, neste caso o tiosulfato de sódio. Utilizaram-se os seguintes reagentes: Iodeto de Potássio (2%): 20g de KI dissolvidos em um 1L de água destilada fervida e resfriada; Ácido Sulfúrico (2N): 56mL de ácido sulfúrico concentrado diluído em 944mL de água destilada; Tiosulfato de Sódio (1N): 250g de tiosulfato de sódio dissolvido em 1L de água destilada recém fervida; Indicador amido: em 5g de amido solúvel adicionar água destilada fria e moer até formar uma pasta. Transferir para um litro de água destilada fervente, misturar e deixar descansar pela noite, decantar e refrigerar o sobrenadante e; Dicromato de Potássio (0,1N): 4,904g de dicromato de potássio anidro dissolvido em 1L de água destilada. O titulante foi padronizado antes da realização do teste, para tal se utilizou um Erlenmeyer com 150mL de água destilada, agitado constantemente, adicionou-se 1mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado, 20mL de Dicromato de Potássio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> - 0,100N), e 2g de Iodeto de Potássio (KI). Deixou-se a mistura descansar por 6 minutos no escuro. Titulou-se com o Tiosulfato de Sódio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,1N), até a cor amarela sumir quase completamente. Adicionou-se 1mL de indicador amido, o qual foi titulado até a cor azul desaparecer. A normalidade do titulante é igual a dois dividido pelo volume de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> consumido (mL) (HOSS, 2020). Para determinação de

ozônio foi preenchida a bureta de 50mL, classe A, com o titulante padronizado previamente. Em dois frascos lavadores, adicionou-se 400 mL de solução de iodeto de potássio (2%) e borbulhou-se gás ozônio através dos frascos. Após parar o borbulhamento, adicionou-se rapidamente 10 mL de ácido sulfúrico (2N), a fim de diminuir o pH. Transferiu-se o líquido de cada frasco para dois Erlenmeyers de 1L e enxaguou-se completamente os frascos lavadores com água destilada três vezes, retendo a água do enxágue no respectivo Erlenmeyer. Titulou-se com Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> até a solução ficar com uma coloração amarela pálida, em seguida adicionou-se 5mL do indicador amido no frasco, criando uma coloração azulada. Continuou-se titulando até o azul desaparecer e anotou-se o volume de titulante utilizado para cada frasco (HOSS, 2020). Por fim obtém-se a dose de ozônio através da equação:

$$\text{Dose de Ozônio (mg/min)} = \frac{(A+B)*N*24}{T}$$

Em que,

A = Volume titulado no frasco A (mL);

B = Volume titulado no frasco B (mL);

N = Normalidade do Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

T = Tempo de ozonização.

A aplicação de ozônio se deu pela parte inferior do protótipo, através de um compressor de ar com capacidade de vazão de 1 L/min, resultando uma concentração de 3,89 mg<sub>O<sub>3</sub></sub>.L<sub>ar</sub><sup>-1</sup>. Os tempos de exposição ao ozônio foram 0 (controle), 5, 15, 30, 60, 120 e 180 min, em duplicata, atingindo doses finais de 19,46; 58,38; 116,76; 233,51; 467,03 e 700,54 mg de O<sub>3</sub>, respectivamente. Na saída superior do protótipo foi adaptado um sistema de medição de concentração de ozônio, composto por 400 mL de iodeto de potássio, permitindo-se verificar a quantidade de ozônio que não reagiu com as sementes, da mesma maneira que ocorre para determinar a dose do ozonizador. Deste modo é possível calcular a eficiência de reação para cada concentração, conforme a seguinte equação:

$$Dr = \frac{Dt - Dp}{Dp} * 100$$

Em que,

Dr = Dose que reagiu com as sementes;

Dt = Dose total (obtida pela multiplicação da dose do ozonizador pelo tempo de exposição);

Dp = Dose que passou pelo silo sem reagir (obtida através da equação anterior, utilizando o volume titulado para cada tempo de exposição).

Para o teste de germinação foram utilizadas as Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), realizando-se a primeira contagem de germinação aos cinco dias e ao final de quatorze dias, onde os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. Para cada dose de ozônio testada, foram realizadas quatro repetições de 50 sementes. Para isso, as sementes foram dispostas em rolos de papel umedecidos com água destilada e mantidas em BOD à temperatura constante de 20°C e fotoperíodo. Para tabulação dos dados, foi realizada a média da contagem das quatro repetições de cada amostra. Os resultados foram expressos em quantidade de plântulas normais e plântulas anormais. Conforme metodologia adaptada de Krzyzanowski et al (1999) e Brunet et al. (2019), foram medidos os comprimentos de raiz e parte aérea de 10 plântulas normais, selecionadas aleatoriamente, de cada repetição de cada dose aplicada e suas respectivas duplicatas, com o auxílio do software ImageJ.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 ilustra a tendência da eficiência de reação da ozonização, onde percebe-se que para maiores tempos de ozonização a eficiência é maior. Isso pode ser explicado pela saturação do ambiente com o gás ozônio, onde o gás reage com as sementes e o produto desta reação é expulso para o sistema de medição, ocorrendo um menor nível de reação entre ozônio e a solução de iodeto de potássio, o que explicaria o acréscimo na eficiência de distribuição mostrado na curva.

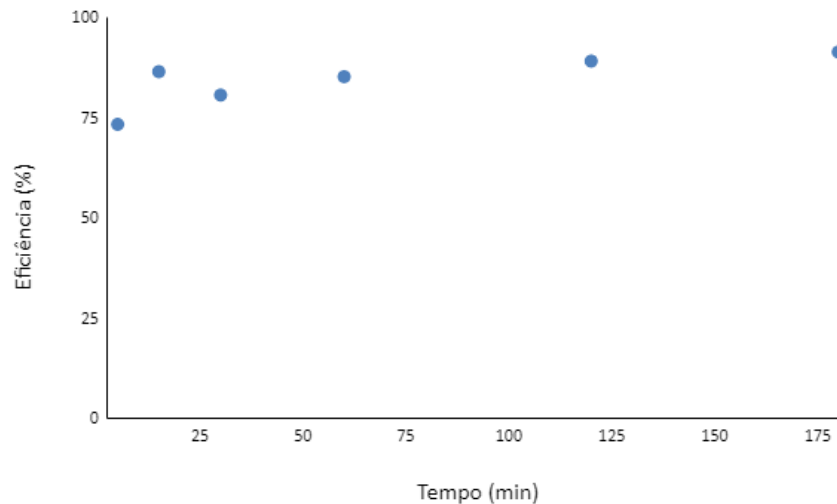


FIGURA 1. Eficiência média de reação do ozônio nos diferentes tempos de exposição.

A Figura 2 apresenta a porcentagem de sementes germinadas após 5 dias, onde pode-se notar que apenas o tratamento de 58,38 mgO<sub>3</sub> apresentou índice de germinação superior ao controle, indicando que baixas concentrações de ozônio aumentam o vigor de sementes de arroz. Para doses de maior concentração a porcentagem de germinação das sementes foi menor.

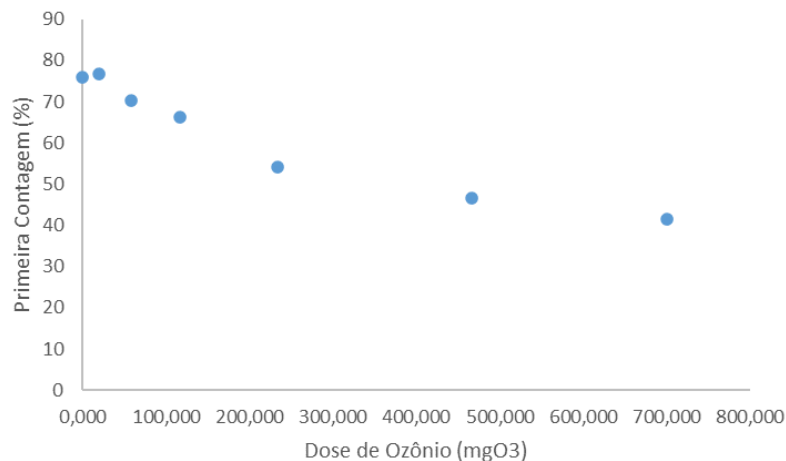


FIGURA 2. Porcentagem de sementes germinadas no quinto dia.

Ao final dos quatorze dias foi realizada a contagem da quantidade de plântulas normais (que possuíam raiz e parte aérea) e anormais (que possuíam somente raiz ou parte aérea), onde foram encontrados os resultados expressos na Figura 3. Percebe-se que as concentrações de 58,38; 116,76 e 467,03 mgO<sub>3</sub> apresentaram quantidades superiores de sementes normais, quando comparados ao controle (0 mgO<sub>3</sub>). Também, as quantidades de plântulas anormais de

sementes expostas ao ozônio com concentração de 116,76; 467,03 e 700,54 mgO<sub>3</sub> foram inferiores às sementes que não foram expostas ao tratamento.

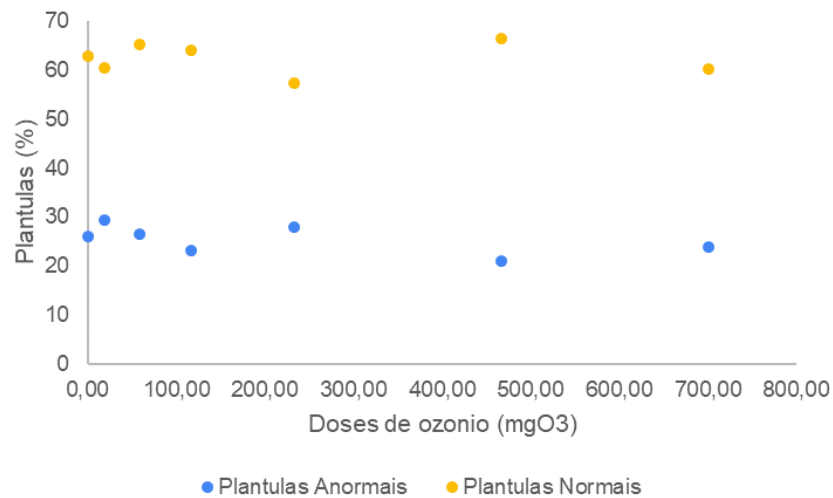


FIGURA 3. Porcentagem de plântulas normais e anormais.

A Figura 4 indica a porcentagem de sementes duras de cada tratamento, onde pode-se perceber que a aplicação de ozônio em baixas concentrações (até 58,38 mgO<sub>3</sub>) está associada a menores quantidades de sementes duras, quando comparadas ao controle. Para concentrações maiores, entre 116,76 e 700,54 mgO<sub>3</sub>, a quantidade de sementes duras foi superior ao controle.

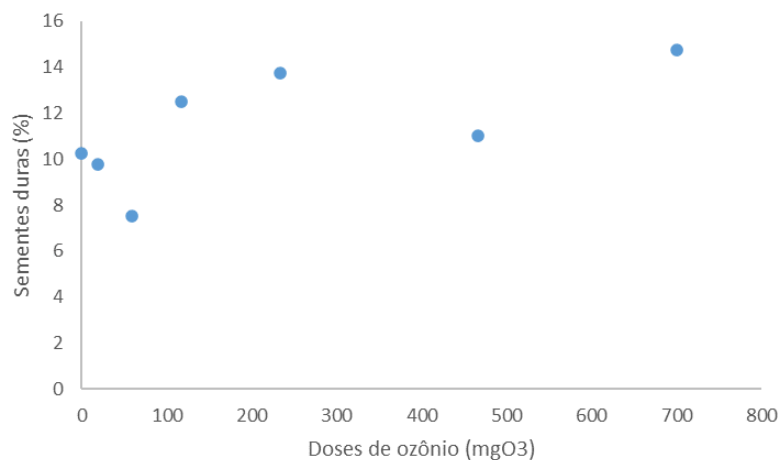


FIGURA 4. Porcentagem de sementes duras.

Os comprimentos de parte aérea e raiz estão expostos na Figura 5, onde podemos observar que todas as concentrações obtiveram resultados superiores ao controle em relação ao tamanho da raiz. Ao analisarmos os comprimentos de parte aérea, destacaram-se os tratamentos de 19,46; 233,51 e 467,03 mgO<sub>3</sub>, cujos tamanhos foram superiores ao controle. Para a tabulação dos dados, foram calculadas as médias dos tamanhos de parte aérea e raiz para cada amostra de cada tempo de exposição, assim como a média entre os tempos e suas duplicatas.

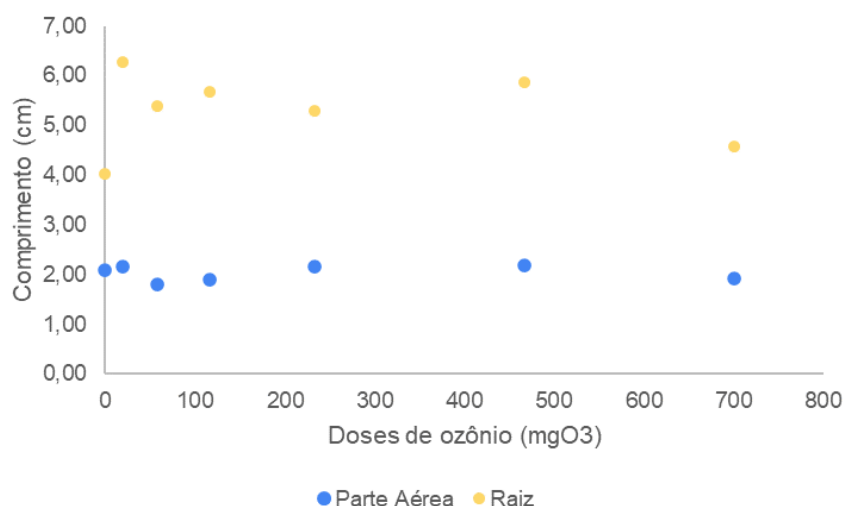


FIGURA 5. Comparação dos tamanhos de Parte aérea e Raiz.

**CONCLUSÕES:** Considerando os dados apresentados, pode-se concluir que as doses testadas apresentaram vantagens quando comparados com o controle, já que foi possível verificar a evolução e crescimento das raízes em todas as concentrações de ozônio aplicadas nas sementes. Ademais, a exposição da semente de arroz ao gás ozônio é preferível em doses de baixa concentração, se tornando uma alternativa para o tratamento de sementes de arroz. Todavia, o processo de ozônio pode trazer malefícios à cultura do arroz que dependerá do tempo de exposição ao gás. Recomenda-se mais estudos sobre concentrações de doses do gás quando aplicadas a sementes de arroz e outros tipos de cultura.

## REFERÊNCIAS:

BARBARA, Gilson; BALLARIS, Alessandra. A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CEREAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE OZÔNIO. *Unifunec Científica Multidisciplinar*, [s. l.], v. 10, ed. 12, 2021. Disponível em: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/rfc/article/view/4412/4313>. Acesso em: 17 maio 2022.

Brunes, André Pich et al. Rice seeds vigor through image processing of seedlings. *Ciência Rural [online]*. 2019, v. 49, n. 8 [Accessed 25 November 2021], e20180107. Available from: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180107>>. Epub 29 July 2019. ISSN 1678-4596. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180107>.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. *Boletim da safra de grãos*, [s. l.], v. 8, ed. 12, p. 1-97, 2021.

HOSS, L. **Ozonização convencional e catalítica como pré e pós tratamento de lixiviado de aterro**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 78p. 2020.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES – Comitê de Vigor, 1999. p.8.2-1-8.2.8.

OLIVEIRA, Sandro; BRUNES, André; LEMES, Elisa; TAVARES, Lizandro; MENEGHELLO, Geri; LEITZKE, Igor; MENDONÇA, André. Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes. **Revista de Ciências Agrárias**, Revista Scielo, v. 39, n. 2, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-018X2016000200003&lang=pt](http://www.scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2016000200003&lang=pt). Acesso em: 17 maio 2022.

PEREIRA, J.M. **Estabelecimento de padrões sanitários de sementes no Brasil**. Informativo Abrates, v.20, n.3, 2010.p.14. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/informativo-abrates/edicao>. Acesso em: 17 maio 2022.

SOSBAI [Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado]. 2016. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil Bento Gonçalves**, 2016. 200 p.

WALTER, Melissa; MARCHEZAN, Enio; AVILA, Luis Antonio. Arroz: composição e características nutricionais. **Revista de Ciências Agrárias**, Revista Scielo, v. 38, ed. 4, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/7BvBvNmSXsVn8whkhy6Btww/?lang=pt>. Acesso em: 17 maio 2022.