



Gilson BARBARA*

 <https://orcid.org/0000-0002-0549-0905>

Alessandra de Lourdes BALLARIS**

 <https://orcid.org/0000-0003-4169-2608>

Recebido em: 08 de dezembro de 2020

Aprovado em: 03 de agosto de 2021

A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CEREAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE OZÔNIO

RESUMO

No Brasil, o cultivo de milho, sorgo e feijão representa um dos maiores *comodities* econômicos, estando estes entre os cereais mais produzidos no país. O desempenho fisiológico destas culturas reside no somatório da conjugação de seus potenciais genéticos, condições edáfo-climáticas, práticas culturais, épocas de semeadura, população de plantas e da qualidade fisiológica das sementes, dentre outros fatores que podem afetar sua produtividade. O objetivo foi verificar a eficiência da utilização do gás ozônio e sua influência na qualidade fisiológica das sementes de milho, sorgo e feijão. O experimento foi conduzido no laboratório de sementes do Centro Universitário de Santa Fé do Sul – UNIFUNEC, no município de Santa Fé do Sul, SP, localizado à latitude 20°12'40" sul e a uma longitude 50°55'33" oeste, estando a uma altitude de 370 metros e caracterizando-se por apresentar clima tropical com estação seca. Os testes propostos foram os padrões de germinação, teste de tetrazólio e o índice de velocidade de germinação e de emergência. Os resultados obtidos caracterizam com um bom desenvolvimento das sementes tratadas, mantendo e aumentando o vigor e germinação. Em virtude dos estudos propostos neste trabalho, é possível concluir que a tecnologia com utilização de gás ozônio no tratamento de sementes de cereais proporcionou efeitos positivos na germinação das sementes. Destacaram-se resultados satisfatórios, mantendo-se e aumentando a germinação das sementes do milho e da cultura do feijão. Na cultura do sorgo, os resultados foram extremamente importantes para garantir e aumentar a qualidade de um lote de semente. As sementes de sorgo tratadas com ozônio tiveram seu vigor e poder de germinação aumentados em relação às testemunhas utilizadas. As sementes do milho e feijão garantiram o padrão de acordo com manual de Regras de Análises de Sementes (RAS).

Palavras-chave: Fisiologia de sementes. Ozonização. Sementes.

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CEREAL SEEDS SUBMITTED TO DIFFERENT OZONE CONCENTRATIONS

ABSTRACT

In Brazil, the cultivation of corn, sorghum, and beans represents one of the largest economic commodities, being among the most produced cereals in the country. The physiological performance of these crops is the sum of the combination of their genetic potentials, soil and climate conditions, cultural practices, sowing season, plant population and the physiological quality of the seeds, among other factors that may affect their productivity. This paper aims at verifying the efficiency of ozone gas use and its influence on the physiological quality of corn, sorghum, and bean seeds. The experiment was carried out in the seed laboratory of the University Center of Santa Fé do Sul - UNIFUNEC, in the city of Santa Fé do Sul, SP, located at latitude 20°12'40" south and longitude 50°55'33" west, at an altitude of 370 meters and characterized by a tropical climate with a dry season. The proposed tests were the standard germination test, the tetrazolium test and the germination speed and emergence index. The results obtained characterize a good development of the treated seeds, maintaining and increasing germination and vigor of the seeds. In view of the studies proposed in this paper, it is possible to conclude that the technology with the use of ozone gas in the treatment of cereal seeds provided positive effects on seed germination. The results were satisfactory, maintaining and increasing the germination of the seeds of the corn and bean crops. In sorghum culture, the results were crucially important to guarantee and increase the quality of a seed batch. The sorghum seeds treated with ozone had their vigor and germination power increased when compared with the controls used. The corn and bean seeds guaranteed the standard according to the International Rules for Seed Testing (ISTA) set.

Keywords: Seed physiology. Ozonation. Seeds.

* Graduado em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – Unifunec, e-mail: gilsoniea@hotmail.com

** Doutora, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Unifunec, e-mail: alballaris@hotmail.com



1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de milho, sorgo e feijão representa uma das maiores *comodities* econômicas, estando dentro dos cereais mais produzidos no país (RODRIGUES, 2016). O desempenho fisiológico destas culturas reside no somatório da conjugação de seus potenciais genéticos, condições edáfo-climáticas, práticas culturais, épocas de semeadura, população de plantas e da qualidade fisiológica das sementes (POPINIGIS, 1985; HERNANDEZ; VENDRAMIM, 1996; COUTINHO *et al.*, 1999; LIMA *et al.*, 1999; CUNHA, 2008).

A fisiologia é o estudo das funções com relação à sua germinação, vigor e desenvolvimento vegetativo que estão relacionados ao desempenho fisiológico das plântulas. Os patógenos são microrganismo que podem estar presentes na semente ou no solo e, somado a esse fato, deve-se considerar os danos que eles podem provocar com a morte do embrião das sementes, proporcionando, desta forma, a redução do “stand” e podendo gerar prejuízos para todo o sistema agrícola, afetando assim tanto a quantidade como a qualidade das sementes, acarretando prejuízos de dimensões incalculáveis e quase sempre irreversíveis (CICCARESE *et al.*, 2007).

A busca por defensivos agrícolas que sejam eficientes e com menor fitotoxidez para serem utilizados no tratamento de sementes é uma medida importante para o sistema de produção (SERRA *et al.*, 2003; KECHINSKI, 2007; PINTO *et al.*, 2007; BEBER-RODRIGUES, 2013; RODRIGUES, 2018).

Atualmente, intensificam-se as buscas que garantam uma agricultura sustentável, proporcionando menores danos ao homem, animais e ao ambiente e que afiancem uma maior quantidade e qualidade de grãos. Nesse intuito, a substituição dos defensivos agrícolas por métodos de controle alternativos e menos agressivos vem sendo estudada, sendo uma alternativa recente com potencial ao emprego do gás ozônio. O uso da ozonização elimina microrganismos como fungo e bactéria, o mecanismo de ação do ozônio é através da oxidação dos lipídios constituído nas membranas do tegumento das sementes (HSIEH; NINQ; TZENG., 1998; CICCARESE *et al.*, 2007; PEREIRA, 2010; ABDEL-WAHAB *et al.*, 2011; EL-DESOUKY *et al.*, 2012; MARIQUE; ALLARD; SPANOGHE., 2012). O ozônio é uma molécula instável formada pela adição de um átomo de oxigênio à molécula diatômica de oxigênio (O₂). A molécula de ozônio pode ser produzida naturalmente, por mecanismo de descargas elétricas, (GLAZE; KANG; CHAPIN, 1987; KIM *et al.*, 1999; BEBER-RODRIGUES, 2013; SAHAB *et al.*, 2013, LUO *et al.*, 2014; SAVI *et al.*, 2014). O ozônio (O₃)

é um poderoso gás oxidante produzido através de um processo de descarga elétrica (RODRIGUES, 2016). Portanto, a utilização do ozônio se torna atraente no controle de insetos e fungos em grãos armazenados, possibilitando um melhor desempenho fisiológico dessas sementes em campos de produção (KELLS *et al.*, 2001).

O ozônio está entre os principais agentes oxidantes e tem a capacidade de oxidação o que torna muito eficaz na destruição de microrganismos fungos e bactérias (SAVI *et al.*, 2015). O ozônio tem um efeito eficiente de desinfecção, possui ação mais rápida e mais eficaz que outros produtos com a mesma função (RICE *et al.*, 1982; IBANOGLU, 2002; YOUNG; SETLOW, 2004).

Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo verificar a eficiência da utilização do gás ozônio e sua influência na qualidade da germinação das sementes de milho, sorgo e feijão.

2 METODOLOGIA

- **Local do experimento**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes do Centro Universitário de Santa Fé do Sul – Unifunec, localizado à latitude 20°12'40" Sul e a uma longitude 50°55'33" Oeste, estando a uma altitude de 370 metros.

- **Obtenção das sementes**

O material para análise foi obtido junto à Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS) - Núcleo de Produção de Sementes de Fernandópolis, sendo composto de amostras médias de 2 kg, dos lotes de sementes das culturas de sorgo, milho e feijão comercializadas para safra 2019-2020, sem nenhum tipo de tratamento químico.

As amostras foram adquiridas junto à Casa da Agricultura do município de Fernandópolis-SP e o experimento foi conduzido com 4 repetições de 100 sementes, totalizando 400 sementes por tratamento e, no total, foram 2400 sementes de cada cultura, entre os testes preliminares e as avaliações do projeto.

- **Condução do experimento**

As amostras de trabalho dos lotes de sementes foram submetidas aos testes de avaliação do seu vigor e viabilidade, conforme descrito pelo manual de Regras para análises de sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Realizaram-se pré-testes com a compreensão e reajuste dos equipamentos e material (sementes) utilizados no experimento, com o intuito de preservar erros

amostrais que poderiam causar algum tipo de interferência por manuseio de equipamentos inadequados e qualidade do material a ser avaliado.

Os testes empregados para avaliação foram:

- **Teste de germinação em papel *germitest* (TPG)**

Todas as amostras das sementes foram submetidas ao teste de germinação em laboratório, conduzido com quatro repetições de 100 sementes, semeadas em rolo de papel *germitest* umedecido com quantidade de água deionizada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato e mantidas em germinador tipo BOD, regulado a 25°C temperatura, com fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009).

- **Teste de emergência em substrato areia (TEA)**

Foram semeadas 400 sementes para cada cultura, sendo dispostas quatro repetições de 100 sementes, em caixas plásticas contendo areia umedecida com água e as caixas mantidas em condições normais de temperatura e umidade (BRASIL, 2009).

- **Determinação do índice de velocidade de emergência das plântulas (IVE)**

Este teste foi avaliado através do emprego da fórmula descrita por Maguire (1962) e concomitantemente ao TPG e TEA, em que:

IVE = índice de velocidade de emergência.

G1, G2 e Gn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1, N2 e Nn = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

- **Teste de tetrazólio (TZ)**

Teste de tetrazólio: 400 sementes de cada lote e cada tratamento foi colocado de molho em papel por 16 horas em câmara de germinação a 25°C. Subsequentemente, procedeu-se à remoção do pericarpo e do tegumento, as sementes foram então submersas em solução de tetrazólio na concentração de 0,5%, em copos plásticos descartáveis, protegidos e acondicionados em câmara a 30°C por uma hora (BRASIL, 2009). Depois da pigmentação, foram avaliadas a porcentagem de sementes viáveis, inviáveis e vigorosas. Foi preparado reagente na concentração de 1% da solução de tetrazólio, obtida com a dissolução de 10g do sal de tetrazólio em 1,0L de água deionizada. Para demais concentrações, utilizou-se a solução base de acordo com as amostras desejadas. O reagente utilizado de sal de tetrazólio foi na concentração de 1% para a cultura do milho e sorgo e, na cultura do feijão, utilizou-se a

concentração de 0,075% (DELOUCHE; BASKIN, 1973; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; VIEIRA *et al.*, 2002; BRASIL, 2009)

2.1 GÁS OZÔNIO

O gás ozônio foi obtido pelo aparelho esterilizador multifuncional do modelo nº GL-3189 A, com tensão nominal AC220 ~ 240V / 50 Hz AC100 ~ 120V / 60 Hz e a potência nominal de 12W com capacidade de produção de 600 mg/h, com os tempos de trabalho 5, 10, 15, 20, 25, 30 min / 1 - 60 min, com dimensão 270 × 190 × 75 mm e seu peso líquido 0,80 kg.

O processo ocorreu com uma descarga elétrica alimentada por fonte de energia com quebra das moléculas de O₂, transformando em uma molécula O₁ e com toda a dinâmica do meio ambiente em que está ocorrendo a reação triatômico das moléculas de oxigênio, transformando em ozônio (O₃). A avaliação da qualidade fisiológica das sementes ozonizadas ocorreu com as observações nos testes programados de acordo com o Manual de Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009).

- **Tratamento com o Gás Ozônio**

A câmara de ozônio tem a capacidade de 0,00784 m³, com dimensões de 1000 mm altura e com 100 mm de diâmetro (Figura 1). No trabalho, foram realizados dois tratamentos com quatro repetição com tempo de exposição (-) mínima de 15 minutos com uma concentração de 150 mg de ozônio e com tempo de exposição (+) máxima de 30 minutos com uma concentração de 300 mg, mais a testemunha.

Figura 1 - Câmara de Ozonização



Fonte: Dos próprios autores, 2020.

As sementes foram colocadas na parte superior do equipamento e acomodadas por um revestimento interno composto por uma grade de zinco com orifícios, possibilitando a passagem do gás de uma forma uniforme. Após os tratamentos com ozônio, na câmara de ozonização, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, no papel de filtro e substrato de areia, com avaliações do índice de velocidade de emergência.

- **Delineamento estatístico:**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três espécies de sementes, três tratamentos e quatro repetições, com teste de variância analisado em software estatístico **SISVAR** (FERREIRA, 2014). Quando encontrada diferença significativa para cada variável, foi realizado teste Tukey para comparação entre as médias, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a média de percentual de germinação exposta ao gás ozônio nos diferentes tempos de exposição.

Tabela 1 - Valores médios de porcentagem de germinação de sementes de milho, sorgo e feijão em função de tempo de exposição a concentração de ozônio, valores de F, DMS e CV% (Santa Fé do Sul, 2021).

Tratamentos	Milho	Sorgo	Feijão
Testemunha	93.00 a	59.00 a	90.50 a
Concentração de 15 minutos	93.25 a b	66.00 a b	92.75 b
Concentração de 30 minutos	94.00 b	79.25 b	93.10 b
Teste F	0.02*	0.05*	0.002*
DMS	0.87	5.60	1.54
C.V (%)	1.23	10.82	2.20

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e * : significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

Fonte: Dos próprios autores, 2020.

O tratamento na cultura do milho que se destacou com maior índice de germinação foi no tempo de exposição de 30 minutos com as sementes no gás ozônio com valor médio de germinação de 94 %. Na cultura do sorgo, o tempo de exposição em 30 minutos no gás ozônio destacou com 79,25% de germinação (TPG), diferenciando-se dos demais tratamentos, sendo um valor de grande relevância e importância comparados ao da testemunha que apresentou 59% de germinação e com alta incidência de fungos nas sementes analisadas. Na cultura do feijão, no tempo de exposição de 30 minutos, observou-se a melhor taxa de germinação das sementes com 93,20%, melhorando a qualidade de um lote de sementes.

De acordo com os resultados da semente de sorgo na concentração de 300 mg com tempo de exposição de 30 minutos, foi possível observar que houve um ganho de 34,3% a mais de sementes germinadas em relação ao tempo de exposição de 15 minutos. A cultura do milho atingiu uma média de alto potencial de germinação, caracterizando esse lote com boa capacidade fisiológica de germinação. Os testes com a semente de feijão destacaram com maior eficiência de quantidades germinadas o tratamento de ozônio no tempo de exposição de 30 minutos. Na cultura do feijão, a utilização do ozônio tem resultados satisfatórios com eficiência na taxa de evolução de emergência por concentrações diferentes, em que a exposição de sementes de feijão com 25 minutos destacou-se com melhor eficiência no desenvolvimento das plântulas.

Conforme Munizzi *et al.* (2010), as sementes com melhor desenvolvimento fisiológico têm uma melhor capacidade de germinação, o que possibilita uma uniformidade das plântulas. Os resultados obtidos com os tratamentos na concentração menor quanto maior com a utilização do gás ozônio tiveram resultados satisfatórios em relação às testemunhas, nas três culturas utilizadas. A cultura do feijão destacou com as plântulas normais na concentração maior com 86,50% e a concentração menor 86,50% e a testemunhas 80,75%. No milho, também se manteve bom índice de porcentagem de plântulas normais na concentração maior 87,50% e na concentração menor 87,25% e a testemunha 78,50%. Na cultura do sorgo, a concentração maior destacou se com 59,25%, a concentração menor 58,50% e as testemunhas 52,00%.

3.1 Teste de emergência em substrato de areia

Para testar o poder de vigor e germinação das sementes, utilizou-se o padrão de análise de sementes em substrato de areia (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios de porcentagem de germinação de sementes de milho, sorgo e feijão em função de tempo de exposição à concentração de ozônio, valores de F, DMS e CV% (Santa Fé do Sul, 2021).

Tratamentos	Milho	Sorgo	Feijão
Testemunha	70.37 a	32.93 a	88.12 a
Concentração de 15 minutos	85.18 b	45.87 a	90.06 a
Concentração de 30 minutos	88.56 b	51.68 a	90.68 a
Teste F	0.74ns	0.38 ns	0.49 ns
DMS	8.16	20.49	4.15
C.V (%)	11.65	54.70	5.39

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e * : significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

Fonte: Dos próprios autores, 2020.

No teste de emergência em areia, não houve diferença estatística para as diferentes espécies analisadas à exceção do milho e este não diferenciou entre os tempos de exposição. Para as sementes de milho, observou-se um nível de germinação 85,18 % em menor concentração e 88,56 % na concentração maior, mantendo um bom índice de germinação. Na cultura do sorgo, destacou-se a concentração maior 51,68 % de sementes germinadas, contra 45,87 % na concentração menor e 32,93 % na testemunha. As sementes de feijão mantiveram um bom índice de germinação como a testemunha 88,21%, 90,06% concentração menor e 90,68% concentração maior. O tratamento deste padrão de germinação na cultura do sorgo em substrato de areia foi de grande importância e de resultados satisfatórios, destacando-se um índice de germinação de 18% maior na concentração de 30 minutos em relação às testemunhas.

A cultura do milho no teste padrão de germinação em substrato de areia destacou-se com o nível de sementes germinadas em testemunha 70,37%, concentração (-) 85,18% e concentração (+) 88,56%, mostrando que a utilização do gás ozônio com o tempo de exposição maior manteve uma melhor capacidade fisiológica de germinação das sementes. Segundo Tiwari *et al.* (2010) e Savi *et al.* (2014), o gás ozônio, ao reagir com as partes externas das sementes, pode promover degradação. A cultura do feijão no teste padrão de germinação em substrato de areia manteve-se com média acima do mínimo para classificação de um lote de acordo com RAS. Destacando-se com a Testemunha 88,12%, concentração (-) 90,06% e concentração (+) 90,68%.

O teste padrão de germinação proporciona no final a avaliação e definição das qualidades físicas e fisiológicas das plântulas, para melhor avaliação do lote a ser utilizado. A avaliação das plântulas no teste em substrato de areia na cultura do feijão manteve-se em um índice de plântulas normais satisfatórios, testemunha 85,00%, concentração (+) 88,00% e concentração (-) 87,50%, não se diferenciando entre si. No milho, as concentrações de ozônio tiveram 86,25% (-) e 86,00% (+), sendo extremamente importantes para manter uma boa uniformidade do plantel de sementes normais. Na cultura do sorgo, os índices de plântulas normais continuaram baixos, sendo para concentração (-) 59,00%, concentração (+) 60,00% e a testemunhas 54,00%.

3.2 Avaliações das Qualidades das Sementes

- **Teste de Tetrazólio**

Os resultados obtidos com a utilização do sal de tetrazólio mantiveram-se com padrão de análises de sementes sem diferenciação entre si. A utilização dos métodos de aplicação do

reagente de tetrazólio auxilia na identificação das sementes, para a validação de lotes de sementes para propagação. A Tabela 3 apresenta a porcentagem de sementes viáveis por tratamentos.

Tabela 3 – Valores médios de porcentagem de germinação de sementes de milho, sorgo e feijão em função de tempo de exposição a concentração de ozônio, valores de F, DMS e CV% (Santa Fé do Sul, 2021).

Tratamentos	Milho	Sorgo	Feijão
Testemunha	69.00 a	55.00 a	61.50 a
Concentração de 15 minutos	79.75 a	59.50 a	63.50 a
Concentração de 30 minutos	82.75 a	60.75 a	71.25 a
Teste F	0.0154*	0.1570ns	0.0001*
DMS	10.89	7.89	3.88
C.V (%)	7.14	6.84	3.00

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e * : significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

Fonte: Dos próprios autores, 2020.

Com a utilização da técnica de tetrazólio, foi possível observar que as concentrações com ozônio apresentaram os melhores resultados em relação às sementes viáveis e é importante comentar que a utilização do gás O³ não compromete a viabilidade das sementes e, analisando os resultados das três culturas, foi completamente satisfatória, porque nos tratamentos com a utilização do gás ozônio, obteve-se ganho de qualidade física das sementes em relação às testemunhas.

3.3 Velocidade de germinação pelo papel *Germitest* e substrato de areia

Na avaliação com papel de filtro, nos três lotes, a velocidade de emergência apresentou uma média de sete sementes emergidas tanto para testemunhas como para os tratamentos com ozônio na concentração máxima e na concentração mínima. A velocidade de emergência das plântulas no lote das sementes de milho ficou bem próxima nos três tratamentos sendo que, na cultura do sorgo, houve uma diferença significativa destacando-se a concentração máxima com 11,35 sementes emergidas por dia. Na cultura do feijão, a concentração mínima e a concentração máxima se diferenciaram da testemunha com 12,95 de sementes emergidas por dia (Tabela 4).

Tabela 4 – Velocidade de Emergência das Sementes em Papel *Germitest*.

Culturas	(%) Emergência em Papel <i>Germitest</i>			VE/dias			IVE / Plântulas dias		
	Testemunha	Conc (-)	Conc (+)	Testemunha	Conc (-)	Conc (+)	Testemunha	Conc (-)	Conc (+)
Milho	83,25%	87,50%	87,50%	7,00	7,00	7,00	13,28	13,37	13,42
Sorgo	54,00%	59,00%	59,25%	7,00	7,00	7,00	6,79	9,63	11,35
Feijão	85,00%	87,50%	88,00%	7,00	7,00	7,00	12,95	13,24	13,35

% de Plantulas Normais VE Velocidade de Emergência IVE Índice de Velocidade de Emergência

Fonte: Dos próprios autores, 2020.

A semente do sorgo nos tratamentos com ozônio atingiu resultados satisfatório por melhorar o índice de germinação de sementes em relação às testemunhas. Segundo Glaze (1987), uma maior velocidade nesses processos metabólicos faz com que as reservas sejam mais rapidamente mobilizadas das sementes e realocadas em tecidos das plântulas.

De acordo com os resultados em substrato em areia, o índice diário da velocidade de emergência na cultura do milho destacou com 13,46 sementes emergidas na concentração maior e 13,25 sementes emergidas na concentração menor e, na testemunha, 12,85 sementes foram emergidas. Na cultura do sorgo, a concentração maior destacou-se com 11,31 semente emergidas e, na concentração menor, 9,60 sementes emergidas e 6,75 sementes emergidas nas testemunhas. Na cultura do feijão, o índice de velocidade de emergência destacou-se com 13,35 sementes emergidas na concentração maior e, na concentração menor, 13,42 e, nas testemunhas, 13,07 sementes foram emergidas. Nesse teste, foi possível observar os resultados satisfatório com diferenças significativas entre os tratamentos da cultura do sorgo com melhores resultados nas concentrações obtidas (Tabela 5).

Tabela 5 – Velocidade de Emergência das Sementes em Substrato de Areia

Culturas	(%) Emergência em Substrato de Areia			VE/dias			IVE / Plântulas dias		
	Testemunha	Conc (-)	Conc (+)	Testemunha	Conc (-)	Conc (+)	Testemunha	Conc (-)	Conc (+)
Milho	78,80%	86,25%	86,00%	7,00	8,00	8,00	12,85	13,25	13,46
Sorgo	52,00%	58,80%	60,75%	8,00	8,00	8,00	6,75	9,60	11,31
Feijão	80,75%	86,50%	86,50%	7,00	8,00	8,00	13,07	13,42	13,35

% de Plantulas Normais VE Velocidade de Emergência IVE Índice de Velocidade de Emergência

Fonte: Dos Próprios Autores, 2020.

Em todas as avaliações das sementes trabalhadas, foi possível observar que os tratamentos com as testemunhas tinham um volume maior de plântulas com alta incidência de fungos. No teste de velocidade de germinação no substrato de areia, novamente na cultura do

sorgo, os tratamentos com ozônio foram os que tiveram os melhores resultados em relação às testemunhas. O resultado nas sementes após o processo de ozonização é relevante, pois evidencia que este é capaz de inibir o crescimento de fungos e bactérias (SOUZA, 2017).

4 CONCLUSÃO

Em virtudes dos estudos propostos neste trabalho, é possível concluir que a tecnologia com utilização de gás ozônio no tratamento de sementes de cereais proporcionou efeitos positivos na germinação das sementes. Destacaram-se resultados satisfatórios, mantendo-se e aumentando a germinação das sementes do milho e da cultura do feijão. Na cultura do sorgo, os resultados foram extremamente importantes para garantir e aumentar a qualidade de um lote de semente. As sementes de sorgo tratadas com ozônio aumentaram seu vigor e poder de germinação em relação às testemunhas utilizadas. As sementes do milho e feijão garantiram o padrão de acordo com o manual de regras de análises de sementes.

REFERÊNCIAS

ABDEL-WAHHAB, M.A. *et al.* Efficacy of ozone to reduce fungal spoilage and aflatoxin contamination in peanuts. **International Journal of Nuts and Related Sciences**, v.2, n.4, p. 01-14, 2011. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.22034/jon.2011.515732>.

BEBER-RODRIGUES, M. **Efeito do gás ozônio na qualidade micotoxicológica de arroz (*Oryza sativa* L.) em casca durante a armazenagem.** 2013. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107550>.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: MAPA/ACS, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>

CICCARESE, F. *et al.* **Seed disinfestation by ozone treatments.** IOA Conference and Exhibition Valencia, Spain - October 29-31, 2007, p.4.6(1-8). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228513234_Seed_disinfestation_by_ozone_treatments

COUTINHO, W. M.; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F. H. L. Efeitos de extratos de plantas anacardiáceas e dos fungicidas químicos benomyl e captan sobre a microflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.23, p. 560-568, 1999.

CUNHA, F. G. **Estudo da extração mecânica de bixina das sementes de urucum em leite de jorro**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/15111>.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science & Technology**, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973. Disponível em: <https://ir.library.msstate.edu/bitstream/handle/11668/13316/F-4.pdf?isAllowed=y&sequence=1>.

EL-DESOUKY, T. A. *et al.* Effect of Ozone Gas on Degradation of Aflatoxin B1 and Aspergillus Flavus Fungal. **J Environment Analytic Toxicol**, v.2, n.2, p.1-6, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0525.1000128>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência Agrotecnologia**, v.38, n.2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

GLAZE, W. H., KANG, J.-W., CHAPIN, D. H. "The Chemistry of Water Treatment Processes Involving Ozone, Hydrogen Peroxide and Ultraviolet Radiation. **Ozone Science & Engineering**. v.9, n.4, p. 335-352, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01919518708552148>.

HERNANDEZ, C. R.; VENDRAMIM, J. D. Toxidade de extratos aquosos de Meliaceae Spodoptera frugiperda. **Revista Manejo Integrado de Plagas**. Costa Rica, 1996.p. 58. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.11.2019.tde-20191220-112437>.

HSIEH, S. P. Y.; NINQ, S. S.; TZENG, D. S. Control of Turf grass Seedborne Pathogenic Fungi by ozone. **Plant Pathology Bulletin**, v.7, n.4, p.105-112, 1998.

IBANOGLU, S. Wheat washing with ozonated water: effects on selected flour properties. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, n.5, p.579-584, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00593.x>.

KECHINSKI, C. P. **Avaliação do uso de ozônio e de outros tratamentos alternativos para a conservação do mamão papaia (Caricapapaya L.)**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/13460>.

KELLS, S. A. *et al.* Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**. v.37, n.4, p.371-383, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00040-0](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00040-0).

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**. Des Moines, v.62, n.9 p. 1071-1087, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-62.9.1071>.

LIMA, H. F. *et al.* Avaliação de produtos alternativos no controle de pragas e na qualidade fisiológica de sementes de feijão macassar armazenadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p49-53, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v3n1p49-53>.

LUO, X. *et al.* Effect of ozone treatment on aflatoxin B1 and safety evaluation of ozonized corn. **Food Control**, v. 37, p. 171-76, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.043>.

MARIQUE, T.; ALLARD, O.; SPANOGHE, M. Use of Self-Organizing Map to Analyze Images of Fungi Colonies Grown from Triticum aestivum Seeds Disinfected by Ozone Treatment. **International Journal of Microbiology**. p.5, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2012/865175>.

MUNIZZI, A. *et al.* Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 32, n.1, p. 176-185, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000100020>.

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>

PINTO, A. T. *et al.* Uso de ozônio no controle de fungos em sala de maturação de queijos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.35, n. 3, p. 333-337, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-9216.16125>.

PONCE, A. dos R. *et al.* Características físico-químicas e microbiológicas de morango minimamente processado. **Food Science and Technology**. Campinas, v. 30, n. 1, p. 113-118, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010005000016>.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

RICE, R. G.; FARQUHAR, J. W.; BOLLYKY, J. Review of the applications of ozone for increasing storage times of perishable foods. **Science and Engineering**, v.4, p. 147-163, 1982.

RODRIGUES, H. D. G. **Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com água ozonizada**. Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia. Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/14943>.

RODRIGUES, V. O. **Tratamento de sanitário de sementes de algodão, soja e pimentão com o gás ozônio**. 2018. 103 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/29832>.

SAHAB, A.F. *et al.* Effect of ozone gaseous on aflatoxin degradation and fat and protein content in peanut seeds. **Journal of Applied Sciences Research**, v.9, n.3, p. 2170-2175, 2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/282915315_Effect_of_ozone_gaseous_on_aflatoxin_degradation_and_fat_and_protein_content_in_peanut_seeds.

SAVI, G. D. *et al.* Ozone treatment efficiency on *Fusarium graminearum* and deoxynivalenol degradation and its effects on whole wheat grains (*Triticum aestivum* L.) quality and germination. **Journal of Stored Products Research**, v. 59, p. 245-253, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.03.008>

SCHUSTER, M. L. Relation of root-knot nematodes and irrigation water to the incidence and dissemination of bacterial wilt of bean. **Plant Disease Reporter**, v.43, n.1, p.25-32, 1959.

SERRA, R. *et al.* Use of ozone to reduce molds in a cheese ripening room. **Journal of Food Protection**. v. 66, n. 12, p. 2355-2358, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-66.12.2355>.

SOUZA L.P. **Ozônio na degradação de resíduos de agrotóxicos e na conservação pós-colheita de cenouras**. 2017. 67 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/18434>

TIWARI, B.K *et al.* Application of ozone in grain processing. **Journal of Cereal Science**, v. 51, n. 3, p.248-255, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.01.007>

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Teste de condutividade elétrica**. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p.1-26.

VIEIRA, R. D. *et al.* Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000900018>.

YOUNG, S. B.; SETLOW, P. Mechanisms of *Bacillus subtilis* spore resistance to and killing by aqueous ozone. **Journal of Applied Microbiology**, v.96, n.5, p.1133-1142, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02236.x>.