



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DARCY RIBEIRO

JULIANA TELES CARDOSO

**VIGOR DE SEMENTES DE MILHO TRATADAS COM ÁGUA
OZONIZADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO)

BRASÍLIA, DF
DEZEMBRO DE 2017

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BRASÍLIA/DF
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DARCY RIBEIRO

JULIANA TELES CARDOSO

ORIENTADORA: NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA
E MEDICINA VETERINÁRIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

BRASÍLIA/DF

DEZEMBRO/2017



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DARCY RIBEIRO**

JULIANA TELES CARDOSO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

APROVADA POR:

NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA, DSc (UnB – FAV), E-mail: arasouza@unb.br
(ORIENTADORA)

ERNANDES RODRIGUES DE ALENCAR, DSc (UnB – FAV), E-mail:
ernandesalencar@unb.br (EXAMINADOR)

NAYARA CARVALHO, MSc. (UnB – FAV), E-mail: nay_ln@hotmail.com
(EXAMINADORA)

BRASÍLIA/DF, 12 DE DEZEMBRO DE 2017.

FICHA CATALOGRÁFICA

Cardoso, Juliana Teles

; orientação de Nara Oliveira Silva Souza Brasília, 2017. .

Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CESSÃO DE CRÉDITOS

NOME DO AUTOR: Juliana Teles Cardoso

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO):

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos.

Juliana Teles Cardoso

CPF: 003.348.951-38

E-mail: jutcardoso@gmail.com

*“O período de maior ganho em conhecimento
e experiência é o período mais
difícil da vida de alguém.” – Dalai Lama*

AGRADECIMENTOS

À professora Nara Oliveira Silva Souza pela atenção e paciência durante todo o semestre decorrido, as quais foram essenciais para a conclusão e apresentação deste trabalho, e por mostrar a paixão que têm ao nos transmitir seus conhecimentos. Por ser uma pessoa de caráter exemplar e que me ajudou a definir meus objetivos profissionais.

Aos meus pais, pelo amor, estudo e conforto fornecidos durante todos os anos.

Ao meu namorado, Victor Pontes, pela compreensão, companheirismo, amor e dedicação nos momentos de felicidade e nas dificuldades passadas ao longo deste ano. Por me mostrar que, são dos momentos mais difíceis que nós temos os melhores resultados.

Aos meus amigos, principalmente, à minha colega Maria Fernanda Silva, pela ajuda e dedicação na composição deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVOS GERAIS.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. A CULTURA DO MILHO.....	4
3.2. CENÁRIO ECONÔMICO.....	5
3.3. VIGOR EM SEMENTES DE MILHO.....	5
3.3.1. TESTES DE VIGOR.....	7
3.3.2. USO DO GÁS DE OZÔNIO.....	9
3.3.3. USO DO GÁS DE OZÔNIO EM ÁGUA.....	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
4.1. LOTES DE SEMENTES.....	11
4.2. TRATAMENTOS.....	11
4.2.1. EXPOSIÇÃO DAS SEMENTES AO GÁS DE OZÔNIO DILUÍDO EM ÁGUA.....	12
4.3. ANÁLISES LABORATORIAIS	13
4.3.1. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	14
4.3.2. CLASSIFICAÇÃO DO VIGOR DA PLÂNTULA.....	14
4.3.2.1. COMPRIMENTO DE PLÂNTULA (CP).....	14
4.3.2.2. COMPRIMENTO DA RAIZ (CR).....	15
4.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6. CONCLUSÕES.....	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Equipamento gerador de ozônio e exposição das sementes à água ozonizada, UNB, Brasília, DF, 2017. -----12
- Figura 2** - Exposição das sementes submetidas a concentrações de gás ozônio diluído em água destilada, UNB, Brasília, DF, 2017. -----14
- Tabela 1** - Resumo da análise variância referente a condutividade elétrica (CE), comprimento de plântulas (CP) e comprimento de raiz (CR) de sementes de milho (lote de boa qualidade) --
-----16
- Tabela 2** - Valores médios da condutividade elétrica (CE) de sementes de milho (lote de boa qualidade) -----17
- Tabela 3** - Valores médios do comprimento de plântula (CP) e comprimento de raiz (CR) em sementes de milho (lote de boa qualidade) -----18
- Tabela 4** - Resumo da análise variância referente a condutividade elétrica (CE), comprimento de plântulas (CP) e comprimento de raiz (CR) de sementes de milho (lote de baixa qualidade)
-----19
- Tabela 5** - Valores médios da condutividade elétrica (CE), comprimento de plântulas (CP) e comprimento de raiz (CR) de sementes de milho (lote de baixa qualidade) -----21

RESUMO

O uso do gás de Ozônio tem se mostrado muito eficiente no tratamento de diferentes grãos no que diz respeito ao combate pragas e doenças, sobretudo doenças fúngicas. A água ozonizada tem sido utilizada para um controle fitopatogênico eficiente, não deixando resíduos químicos. Porém para o tratamento de sementes ainda é uma técnica que precisa ser avaliada. Sendo necessário verificar se o tratamento não afeta a qualidade fisiológica da semente, sobretudo o vigor. Com isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar o vigor de sementes de milho após o tratamento com água ozonizada em diferentes concentrações e períodos de exposição. Foram utilizados dois lotes de sementes de milho, um de sementes ruins e outro de boa qualidade. As sementes do lote ruim eram do híbrido Maximus, fornecidas pela empresa Syngenta®, tratadas quimicamente com fungicida, safra 2014/2015. O lote bom foi do mesmo híbrido, porém da safra 2017, sem nenhum tipo de tratamento químico. Ambos os lotes foram submetidos aos mesmo tratamentos de água borbulhada com ozônio nas concentrações de 10 mg/L e 30 mg/L, e água borbulhada sem ozônio (0 mg/L). Adotando quatro períodos de exposição, 0, 30; 60; 90 e 120 minutos. Compondo um fatorial simples 3 x 5, ou seja, três concentrações e 5 exposições, totalizando 15 tratamentos mais a testemunha sem nenhum tipo de tratamento. A avaliação do vigor das sementes foi feita pelos testes de comprimento de raiz (CR), comprimento de plântula (CP) e condutividade elétrica (CE), utilizando delineamento inteiramente casualizado, ambos feitos no laboratório de Sementes da Universidade de Brasília. Ao final foi observado que a água ozonizada contribui com o vigor de sementes de milho, a concentração que melhor favoreceu o vigor das sementes de milho foi a de 10 mg/L, sendo também observado que o período de exposição das sementes de milho à água ozonizada com maior eficiência foi de 60 minutos. O efeito da água ozonizada sobre o vigor de sementes de milho foi melhor evidenciado nas sementes de pior qualidade.

Palavras-Chave: Ozonização, *Zea mays* L., qualidade fisiológica.

ABSTRACT

The use of the gas of Ozone has been shown very efficient in the treatment of different grains with regard to the combat of some pests and diseases, over-the-top fungal diseases. The use of ozonated water is also an alternative for the control of fungal diseases, and an efficient phytopathogenic control, leaving no chemical residues. But for the treatment of seeds is still a technique that needs to be evaluated. It is necessary to verify if the treatment does not affect the physiological quality of the seed, especially the vigor. The objective of this work was to evaluate the vigor of corn seeds after treatment with ozonated water at different concentrations and periods of exposure. Two lots of corn seeds were used, one of bad seeds and one of good quality. The seeds of the bad lot were from the Maximus hybrid, supplied by the company Syngenta®, from the 2014/2015 harvest. The good quality lot was from the same hybrid, but from the 2017 harvest. Both lots were submitted to the same treatments of ozone bubbled water at concentrations of 10 mg / L and 30 mg / L, and bubbled water with atmospheric air (0 mg / L). Adopting four exposure periods, 0, 30, 60, 90 and 120 minutes. Composing a simple factorial 3 x 5, therefore, three concentrations and 5 exposures, totaling 15 treatments plus the control without any type of treatment. The physiological quality of the seed was evaluated by the root length, length of seedling and electrical conductivity, with an entirely randomized design, were performed in the seeds laboratory of the University of Brasilia. At the end it was observed that the ozonated water contributed with the vigor of corn seeds, the concentration that best favored the vigor of the corn seeds was 10 mg / L, and it was also observed that the period of exposure of corn seeds to water was 60 minutes. The effect of ozonated water on the vigor of corn seeds is best evidenced in the seeds of poor quality.

Key words: Ozonization, *Zea mays* L., physiological quality.

1. INTRODUÇÃO

Zea mays, mais conhecido como Milho se tornou uma cultura de muita importância e é uma das espécies mais cultivadas em todo o mundo, não somente pelo fornecimento de diferentes produtos que são muito utilizados pelo ser humano, além dos animais, mas também pelo grande leque de matéria-prima que proporciona para a indústria em razão da quantidade e da origem das reservas contidas nos grãos (BASTOS, 1987; CAVALCANTI, 1987; FANCELLI & DOURADO NETO, 2000). Na alimentação humana o milho é consumido de forma *in natura* ou como subprodutos na forma de farinhas, grãos enlatados, etc. A outra forma muito utilizada é a retirada do óleo do milho na indústria, assim como o amido e a sua utilização na fabricação de ração animal (PINAZZA, 1993).

A qualidade da semente do milho está diretamente ligada aos seus atributos genéticos, fisiológicos e sanitários, fatores os quais interferem na germinação da semente, podendo comprometer a manifestação de plântulas saudáveis, um campo de cultivo homogêneo e uma produtividade alta (MARCOS FILHO, 2015). Sendo a qualidade sanitária considerada de fundamental importância, segundo CASA et al. (1998), sementes com algum tipo de contaminação podem reduzir de forma significativa a produtividade e a população de plantas, além de disseminar patógenos por todo o campo.

Alguns fungos que apresentam-se frequentemente associados com sementes de milho, foram descritos por Reis & Casa (2004), como *Fusarium verticillioides*, *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp.. Sendo que em sua maioria são estabelecidos nas sementes e transmitidos para as plântulas após sua germinação (McGEE, 1988).

O uso de gás de ozônio no combate às doenças fúngicas e outras pragas vem se mostrando como uma possibilidade, por não deixar resíduos químicos e por ser de fácil obtenção, permitindo que seja gerado no local (RICE; GRAHAM, 2002). Testes mostraram que dependendo da concentração e período de exposição, o ozônio não interfere no poder germinativo de algumas sementes, como soja (BRANDANI, 2014) e milho (MAXIMIANO, 2017).

A imersão das sementes de milho em meio aquoso, com ou sem ozônio, ocasiona um pré-condicionamento fisiológico, que é uma técnica muito utilizada para melhorar o desempenho das sementes em campo. Esse processo envolve a absorção de água pelas sementes sob condições controladas, hidratando-as e ativando o metabolismo nas fases I e II da embebição sem que ocorra a protrusão da raiz primária, quando, então, são

colocadas para secar. Tem sido bastante utilizado em sementes de hortaliças, onde se tem verificado redução do tempo entre a semeadura e a emergência e uma melhoria na uniformidade da emergência das plântulas. A utilização do condicionamento fisiológico de semente vem ganhando espaço nas grandes culturas como o milho (FERREIRA, 2011) e soja (GIURIZATTO, 2008), onde se têm verificado resultados positivos no desempenho da germinação e vigor das plântulas.

Dessa forma fazem-se necessários estudos mais aprofundados para verificar o efeito do gás ozônio ou da água ozonizada na qualidade fisiológica de sementes de milho, sobretudo no vigor.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o vigor de sementes de milho após o tratamento com água ozonizada em diferentes concentrações e períodos de exposição.

2.2. Objetivos específicos

Verificar o efeito da água ozonizada no vigor de sementes de milho.

Observar o efeito de diferentes concentrações do gás ozônio no vigor de sementes de milho.

Determinar o efeito de diferentes períodos de exposição das sementes de milho à água ozonizada sob o vigor.

Verificar o efeito da água ozonizada sobre o vigor de sementes de milho comparando lote de semente ruim e de boa qualidade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1.A cultura do milho

Considerada uma cultura domesticada pelo homem, existem alguns vestígios de que o milho tenha origem na América Central e vem sendo melhorado pelos últimos oito mil anos (PATERNIANI et al., 2000), se fazendo importante nas civilizações localizadas da península do Iucatã até a Bolívia, como os Maias, Astecas e Incas.

Lineu classificou o milho como *Zea mays*, sendo “*Zea*” uma palavra grega que significa grão e “*mays*” oriundo dos povos Maias, a principal civilização que ocupou a região da América Central. Tendo essa região como seu centro de origem, sua base genética é especulada ter sido originada do teosinto, isso considerando que ambas as plantas têm $n=10$ cromossomos e que se cruzam facilmente entre si, gerando descendentes férteis que se assemelham a um dos pais, tanto fenológica quanto geneticamente (PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

Oriundo da família Poaceae, o milho é uma gramínea, monocotiledônea, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L. (SILOTO, 2002). Por ser uma planta alógama que apresenta protandria, esse cereal não apresenta um alto índice de autofecundação no campo, a tornando desprezível em quantidade (KIESSELBACH, 1922).

A época de semeadura é determinada em função das condições ambientais (temperatura, distribuição das chuvas e disponibilidade de água do solo) e da cultivar (ciclo, necessidades térmicas das cultivares, radiação solar e a intensidade e frequência do veranico nas diferentes fases fenológicas da cultura) (IBGE, 2006). Coelho & França (1995) consideram que o milho é uma cultura de dia curto. Se mostrando como uma planta que tem um ótimo armazenamento de energia, uma semente de milho pesa 0,3 g e consegue gerar uma planta que pode chegar à 2,0 m de altura que produz de 600 a 1.000 sementes com características similares àquela da qual se originou (ALDRICH et al., 1982), sendo que a temperatura ótima para tal desenvolvimento é entre 23°C a 30°C.

A produtividade do milho está ligada aos fatores ambientais e genéticos, como relata RESENDE et al. (2003). Respondendo ao clima, temperatura, fotoperíodo, qualidade do solo, disponibilidade hídrica, dentre outros fatores.

A cultura de milho é em si muito exigente quando se trata de disponibilidade hídrica. Consumindo em média, durante todo o seu ciclo, 600 mm de água, por planta. O consumo varia de acordo com o estágio fisiológico o qual a planta de milho se encontra,

podendo consumir, no seu início de desenvolvimento em um clima quente e seco, até 2,5 mm/dia. Avaliando o período de florescimento a quantidade de água consumida mais que dobra, ficando entre 5 a 7,5 mm/dia; se o dia for muito quente e com baixa umidade relativa o consumo aumenta, chegando aos 10 mm/dia. (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2001).

Os avanços tecnológicos fazem com que a produção de milho aumente significativamente a cada ano. Grande parte desses avanços podem ser atribuídos ao melhoramento de plantas, que possibilita o desenvolvimento de plantas precoces e resistentes aos estresses ambientais, assim como os avanços no campo, que permitem a colheita e armazenagem mais fácil, fazendo com que mantenha a qualidade por longos períodos (REIS et al., 2004).

3.2. Cenário Econômico

O milho é um dos grãos mais utilizados no mundo, podendo ter como finalidade a alimentação humana, a produção de rações animais e outras formas úteis para a indústria.

O Brasil se encontra na terceira posição no ranking de produtores, com uma expectativa de produção de 95 milhões de toneladas para a safra 2017/18 (USDA, 2017).

A produção brasileira de grãos de milho, tem como maiores produtores os estados do Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, totalizando 21,7% da produção nacional. Sendo que os municípios de Jataí (GO) e Sorriso (MT) são os maiores produtores de milho e também de soja. (IEA, 2004)

A exportação de grãos de milho se dá basicamente pelos EUA, Brasil Argentina e Ucrânia, totalizando os quatro países juntos cerca de 83% do mercado exportador mundial. Ao contrário da China, Argentina e Ucrânia têm grande parte da sua produção destinada à exportação, se mostrando dependente do equilíbrio do mercado externo para escoamento da produção (USDA, 2017).

3.3. Vigor de sementes de milho

O vigor de uma semente está diretamente ligado à sua deterioração, sendo avaliado pela capacidade de germinar uma plântula normal, que contenha as

características desejadas, como raízes bem desenvolvidas assim como parte aérea. Quando não ocorre o pleno desenvolvimento da parte aérea e subterrânea, pode-se dizer que houver alterações bioquímicas, físicas e fisiológicas na semente. (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2001).

O vigor expressa de forma direta o desempenho da semente, sendo ele a melhor forma de avaliar a qualidade da mesma. É por meio do vigor que é estabelecida no campo a população adequada de plântulas (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2001). Pode-se dizer que o vigor é o desenvolvimento de plântulas perfeitamente normais, que surgem rapidamente devido ao seu potencial germinativo e sua capacidade de emergir em diferentes condições ambientais (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2001).

O potencial fisiológico de sementes ainda se encontra como o principal foco de atenção dos tecnologistas de sementes, sendo representado pela germinação e pelo vigor, determinando a capacidade da semente em estabelecer uma plântula normal. De modo geral, sendo Marcos Filho (2015) as manifestações do baixo potencial fisiológico de lotes de sementes podem ser atribuídas à menor velocidade de germinação, maior sensibilidade das sementes e plântulas a estresses durante esse processo e plantas com crescimento vagaroso, reduzido, desuniforme e com menor desenvolvimento radicular. Essa menor velocidade de emergência deve-se ao fato de que sementes de baixo vigor, antes de dar início ao crescimento do eixo embrionário demandarem tempo para a restauração de organelas e tecidos danificados (VILLIERS, 1973).

Para avaliar o desenvolvimento das plântulas é utilizado o teste de germinação, uma avaliação comum para verificar a capacidade das sementes de desenvolverem plântulas em condições ideais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Testes feitos com sementes de alface demonstraram que, o potencial fisiológico quando conhecido permite uma produção de mudas mais uniformes, tanto em tamanho quanto em qualidade (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2012).

As sementes que mostram um potencial maior de tolerância aos fatores adversos, tais como altas ou baixas temperaturas, disponibilidade de água, salinidade do solo, são as mais vistosas ou vigorosas. Elas são consideradas de maior qualidade, apresentando um melhor desempenho em campo, considerando as variações das condições ambientais. (SILVA et al. 2014).

3.3.1. Testes de Vigor

O surgimento de novos testes laboratoriais que visam definir o poder germinativo e estabelecimento da plântula no campo ocorreram com o objetivo de promover uma maior segurança para o produtor (McDONALD JUNIOR; WILSON, 1979).

O uso de testes de vigor é de grande utilidade no monitoramento da qualidade das sementes, a partir da maturidade, pois a queda do vigor precede a perda de viabilidade (DIAS; MARCOS FILHO, 1995). Portanto, o principal desafio das pesquisas sobre testes de vigor está na identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração das sementes, de forma que, quanto mais distante da perda da capacidade de germinação estiver o parâmetro empregado, mais promissor será o teste, fornecendo, assim, informações complementares àquelas obtidas através do teste padrão de germinação (AOSA, 1983).

Em 1950, no International Seed Testing Association Congress, o vigor foi estabelecido como um fator importante na determinação do potencial fisiológico, tornando-se indispensável para a qualidade da semente. Essa Associação, define vigor de sementes, como um índice do grau de deterioração fisiológica e/ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação, representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente. Segundo a Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) vigor de sementes é tido como aquela propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo.

Os testes de vigor são úteis nas tomadas de decisões para o destino de um lote de sementes. Entre esses, vale ressaltar o teste de condutividade elétrica que, é um teste de vigor rápido e objetivo, que pode ser conduzido facilmente pelos vários laboratórios de análise de sementes, com o mínimo de gasto com equipamentos e treinamento de funcionários (HAMPTON; TEKRONY, 1995). Os resultados dos testes de vigor são comparativos.

O teste de condutividade elétrica foi proposto por Matthews & Bradnock (1967) para estimar o vigor de sementes de ervilha. Esse teste avalia a quantidade de eletrólitos liberada pelas sementes durante a embebição, avaliando sua condutividade elétrica (POWELL, 1986), que está, diretamente, relacionada à integridade das membranas celulares (MATTHEWS; POWELL, 1981). Membranas mal estruturadas e células

danificadas estão, geralmente, associadas com o processo de deterioração da semente e, portanto, com sementes de baixo vigor (AOSA, 1983).

O aumento de lixiviados na solução, foi associado à degradação da membrana celular (HEPBURN et al., 1984). Assim, considera-se o vigor das sementes inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica (VIEIRA et al., 1999). A determinação da condutividade elétrica da solução de embebição da semente, como teste de vigor, é recomendada para sementes de ervilha e sugerida para as de soja (AOSA, 1983), espécie em que tem sido observada relação entre os resultados desse teste com os de emergência de plântulas em campo (VIEIRA et al., 1999). Por outro lado, os estudos sobre o teste de condutividade elétrica em sementes de milho são mais escassos.

No Brasil, um dos testes bastante utilizados para verificação do vigor em sementes de milho é o teste de frio. Esse teste tem sido utilizado por empresas produtoras de sementes, principalmente nos estados do sul e sudeste, onde lavouras de algodão, milho e soja podem ser semeadas entre o início do mês de setembro e meados de outubro. Nesta época, é comum a ocorrência de frentes frias chuvosas, as quais, dependendo do nível de vigor dos lotes de sementes, poderão provocar sérios problemas para a germinação e emergência de plântulas (KRZYZANOWSKI; VIEIRA, 1999).

Os testes de vigor que se baseiam no desempenho das plântulas são realizados em laboratório, sob condições controladas, ou em condições de campo. Os que são conduzidos em condições de laboratório, de acordo com a classificação de McDonald (1975), feita com base em Isely (1957), são relacionados dentro dos métodos indiretos, em testes fisiológicos, enquanto que os realizados em condições de campo inserem-se dentro dos métodos diretos.

Os testes de laboratório são instalados, em sua maioria, nas mesmas condições e/ou metodologia do teste padrão de germinação, portanto, seguindo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e, a seguir, são avaliadas certas características da germinação ou das plântulas, consideradas como expressão do vigor (ARTHUR; TONKIN, 1991). Apresentam as vantagens de não serem testes caros, de serem relativamente rápidos, de não necessitar de equipamentos especiais e de não demandar treinamento adicional específico sobre a técnica empregada (Association of Official Seed Analysts, (AOSA, 1983).

Os testes em que avaliam o desempenho das plântulas, com base nos apresentados por Popinigs (1977), Liberal (1987) e Marcos Filho et al. (1987) são: velocidade de

germinação, primeira contagem do teste de germinação, crescimento de plântula ou parte dela e classificação do vigor das plântulas em condições de laboratório.

Os testes de massa seca e comprimento de plântulas são considerados assim como o de velocidade de germinação como testes que consideram que lotes que apresentam sementes mais vigorosas e que originarão plântulas com maiores taxas de desenvolvimento e ganho de massa em função de apresentarem maior capacidade de transformação dos tecidos e suprimento das reservas dos tecidos de armazenamento e fundamentação destes na composição e formação do eixo embrionário, (DAN et al., 1987). São vários os estudos sobre o potencial fisiológico de diferentes tipos de sementes que têm evidenciado que o teste de germinação não traduz totalmente o potencial de desempenho de sementes dessas espécies (NASCIMENTO et al 2001). Portanto, o uso de testes de vigor é de grande utilidade no monitoramento da qualidade das sementes (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001).

3.3.2. Uso do gás de ozônio

A utilização do gás ozônio (O_3) tem se tornado uma opção no tratamento de sementes, por ser um gás com um alto poder oxidante que pode ser gerado através de uma descarga elétrica, de forma natural como resultado de relâmpagos ou radiação ultravioleta (KIM et al., 1999; GLAZE, 1987; BALAKRISHNANA et al., 2002; HARRISSON, 2000), ele não deixa resíduos (tendo uma meia vida curta), não utiliza recipientes de armazenamento, nem manipulação, e tem como seu produto de degradação o oxigênio (KELLS et al., 2001; MENDEZ et al., 2003)

Como uma alternativa eficaz ao uso de fungicidas, que deixam resíduos nas sementes e precisam de um maior cuidado no manuseio, o ozônio é um agente sanitizante que pode ser gerado no próprio local de atuação, ele se decompõe em oxigênio com uma certa rapidez não deixando resíduos tóxicos e nocivos à saúde humana. Muito eficaz e de ação rápida, o ozônio promove uma inibição ou um retardamento no desenvolvimento de alguns fungos fitopatogênicos, muitas vezes maior, do que outros produtos se mostrando eficiente também contra bactérias e vírus (RICE et al., 1982; XU, 1999; IBANOGLU, 2002; YOUNG; SETLOW, 2004).

O gás de ozônio já conhecido por Kim et al. (1999), Khadre et al. (2001) e Prestes (2007) pelo seu poder de inativar bactérias, células vegetativas e por inibir as

esporulações fúngicas e envoltórios celulares, se esse forem expostos às concentrações baixas e por um período curto de tempo.

Por ser um gás de fácil manuseio e obtenção, o ozônio tem se difundido com rapidez, principalmente no meio urbano, como o tratamento de água potável. Na agricultura ainda é muito estudado nos Estados Unidos, para suas diversas finalidades de combate às doenças sem deixar resíduos tóxicos aos seres humanos (RICE; GRAHAM, 2002).

3.3.3. Uso do gás de ozônio em água

O gás de ozônio é muito estudado com esta finalidade, de combate às pragas, doenças fúngicas e bactérias contidas na semente, porém poucos são os estudos que mostram que o gás interfere de maneira significativa no vigor de sementes de milho.

O trabalho apresentado por Alencar et al. (2011), avaliou o efeito do gás de ozônio em amendoim, mostrando que o gás já se faz efetivo no combate e na diminuição de aflatoxinas produzidas por fungos de armazenamento, mas o principal objetivo foi avaliar se as diferentes concentrações as quais o amendoim foi exposto interferem na qualidade e no óleo bruto do amendoim. Foi observado que no grão de amendoim não houve alterações significativas da constituição química e na quantidade de aminoácido presente.

Em se tratando de sementes de milho, Violleau et al. (2007) mostraram que, o tratamento feito somente com oxigênio e outro feito com ozônio à uma concentração de 20 g/m³ pelos tempos de 6, 8 e 20,5 minutos, as sementes tratadas com o ozônio mostraram um desenvolvimento de plântula e raiz mais acentuado e que sua germinação ocorreu de forma mais rápida. Porém, a taxa de germinação foi comprometida quando as sementes foram expostas por muito tempo ao gás.

O seu uso em água se dá na desinfecção de alimentos, tem se mostrado eficiente na desinfecção contra bactérias, vírus, e alguns outros patógenos que ficam remanescente mesmo com o uso de hipoclorito. Essa opção alternativa de tratamento, além de não produzir resíduos tóxicos, permite uma reutilização da água (KECHINSKI, 2007).

Como mostrado por O'Donnell et al. (2012) o ozônio se dissolve em meio aquoso de forma natural, formando radicais livres de hidroxila que apresentam uma meia vida de 20 a 25 minutos, permitindo que volte ao estado de oxigênio sem resíduos na água.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em dois laboratórios da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UnB, o de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas e no Laboratório de Sementes.

4.1. Lotes de sementes

O experimento foi realizado com dois lotes de sementes de milho, um com qualidade inicial ruim, lote de baixa qualidade, com germinação (GN) inicial média de 53%, abaixo de 85% exigido na Legislação Brasileira (BRASIL, 2013) e outro lote de boa qualidade, com germinação (GN) inicial de 100%. As sementes do lote ruim eram do híbrido Maximus, fornecidas pela empresa Syngenta®. A cultivar empregada possui as seguintes características: grão duro, alaranjado, adequado para grão ou silagem, ciclo precoce, moderadamente resistente a doenças e tolerância a herbicidas, safra 2014/2015. O lote de boa qualidade foi do mesmo híbrido, porém da safra 2017, sem nenhum tipo de tratamento químico.

No lote de qualidade ruim, para a testemunha coletou-se +/- 450g e para as outras amostras cerca de 150g. Já no lote de boa qualidade, para a testemunha coletou-se cerca de 500g e para as outras amostras por volta de 200g. No lote de boa qualidade o peso das amostras foi um pouco maior, pois elas não estavam classificadas.

4.2 Tratamentos

O gás ozônio foi obtido por meio de um gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (Figura 1). Este tipo de descarga é produzido ao aplicar uma alta tensão entre dois eletrodos paralelos, tendo entre eles um dielétrico (vidro) e um espaço livre por onde flui o ar seco. Neste espaço livre, é produzida uma descarga em forma de filamentos, em que são gerados elétrons com energia suficiente para produzir a quebra das moléculas de oxigênio, formando o ozônio (O₃). No processo de geração do ozônio, foi utilizado como insumo oxigênio (O₂) com grau de pureza de aproximadamente 90%, isento de umidade, obtido do concentrador de oxigênio acoplado ao gerador de ozônio.



Figura 1 – Equipamento gerador de ozônio e exposição das sementes à água ozonizada, UNB, Brasília, DF, 2017.

4.2.1 Exposição das sementes ao gás ozônio diluído em água

As sementes foram submetidas a três concentrações de gás ozônio diluído em 300 ml de água destilada, 0 mg/L (H), 10 mg/L (A) e 30 mg/L (B) e em quatro períodos de exposição de 0, 30, 60, 90 e 120 minutos, compondo um fatorial simples, 3 (concentração) x 5 (período de exposição), no total de 15 tratamentos: Para a concentração de 0 mg/L a borbulha da água foi feita com ar atmosférico.

H 0 - Concentração de 0 mg/L no período de exposição de 0 minutos;

H 30 - Concentração de 0 mg/L no período de exposição de 30 minutos borbulhado com ar atmosférico;

H 60 - Concentração de 0 mg/L no período de exposição de 60 minutos borbulhado com ar atmosférico;

H 90 - Concentração de 0 mg/L no período de exposição de 90 minutos borbulhado com ar atmosférico;

H 120 - Concentração de 0 mg/L no período de exposição de 120 minutos borbulhado com ar atmosférico;

A 0 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 0 minutos;

A 30 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 30 minutos;

A 60 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 60 minutos;

A 90 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 90 minutos;

A 120 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 120 minutos;

B 0 - Concentração de 30 mg/L no período de exposição de 0 minutos;

B 30 - Concentração de 30 mg/L no período de exposição de 30 minutos;

B 60 - Concentração de 30 mg/L no período de exposição de 60 minutos;

B 90 - Concentração de 30 mg/L no período de exposição de 90 minutos;

B 120 - Concentração de 30 mg/L no período de exposição de 120 minutos;

Após submeter as sementes aos tratamentos com ozônio diluído em água, a qualidade fisiológica foi avaliada de acordo com os seguintes testes.



Figura 2 - Exposição das sementes submetidas a concentrações de gás ozônio diluído em água destilada, UNB, Brasília, DF, 2017.

4.3 Análises laboratoriais

4.3.1 Teste de condutividade elétrica

Foram utilizadas duas repetições de 50 sementes para cada tratamento, previamente pesadas (0,001) colocadas para embeber em copos plásticos (200 mL) contendo 75 mL de água deionizada e mantidas a 25°C por 24 horas (VIEIRA; CARVALHO 1994). Decorrido o período de embebição, foi feita a leitura da condutividade elétrica, utilizando um condutivímetro DIGIMED, modelo CD 21, com eletrodo de constante 1.0, sendo os resultados finais expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$.

4.3.2 Classificação do vigor da plântula

4.3.2.1 Comprimento de plântula (CP)

A medição foi realizada nas plântulas normais oriundas do teste de germinação, após sete dias de instalação do mesmo. Para efetuar as medições foi utilizada uma régua fixada na mesa por fita crepe (leitura em cm). As medições manuais das plântulas foram realizadas para determinar o comprimento de plântula (NAKAGAWA, 1999).

4.3.2.2 Comprimento da raiz (CR)

A medição foi realizada nas plântulas normais oriundas do teste de germinação, após sete dias de instalação do mesmo. Para efetuar as medições foi utilizada uma régua fixada na mesa por fita crepe (leitura em cm). As medições manuais das plântulas foram realizadas para determinar o comprimento de raiz (NAKAGAWA, 1999).

4.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 3 (concentração) x 5 (períodos de exposição), com três repetições. Foi realizada análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os dados obtidos foram analisados com o auxílio do Software Assistat 7.5 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados das análises de variância para os testes realizados no lote bom. Foi encontrada diferença significativa ($p < 0,01$) na interação entre concentrações do ozônio e períodos de exposição apenas para condutividade elétrica (CE). As variáveis comprimento de plântulas (CP) e de raiz (CR) variaram significativamente ($p < 0,01$) somente com relação ao período de exposição.

Os valores do coeficiente de variação podem ser considerados baixos de acordo com a classificação de Pimentel Gomes (1985).

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente a condutividade elétrica (CE), comprimento de plântulas (CP) e comprimento de raiz (CR) de sementes de milho (lote de boa qualidade) submetidas ao pré-condicionamento em água ozonizada nas concentrações (CO) de 0, 10 e 30 mg/L e períodos de exposição (PE) de 0, 30, 60, 90 e 120 minutos. Brasília-DF, 2017.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		CE	CP	CR
Concentração do ozônio (CO)	1	48,85**	4,92 ^{ns}	1,75 ^{ns}
Período de exposição (PE)	4	24,36**	59,74**	35,25**
CO x P	4	5,97**	5,49 ^{ns}	4,30 ^{ns}
Resíduo	20	0,31	3,11	2,19
CV (%)		4,91	7,39	9,98

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

A Tabela 2 apresenta os valores médios da condutividade elétrica do lote de melhor qualidade de milho submetido ao tratamento de água ozonizada nas concentrações de 10 e 30 mg/L, por até 120 minutos. Na semente exposta apenas em água e borbulhada com ar atmosférico (concentração 0 mg/L) nos diferentes períodos não foi observado diferença. Nas concentrações de 10 e 30 mg/L percebe-se comportamentos semelhantes, ou seja, valores maiores no início (período 0), menores nos períodos de 30, 60 e 90 minutos e uma elevação no período de 120 minutos. Isto evidencia que a semente sofreu

um envigoramento quando submetida na água ozonizada entre 30 e 90 minutos. Mas que acima desse tempo já reflete em efeito prejudicial à semente.

Assim, pode-se levantar a hipótese de que o tratamento de pré – condicionamento das sementes em água ozonizada pode ter favorecido o início da divisão e expansão celular, induzindo uma prolongada capacidade de síntese de proteínas o que proporcionou um balanço metabólico mais favorável, proporcionando uma possível iniciação da reestruturação do sistema de membranas e reorganização dos componentes estruturais das células das sementes de milho.

Em outros trabalhos foram relatados os benefícios do pré-condicionamento das sementes sobre a qualidade fisiológica, como o de Giurizatto et al. (2008), onde as sementes de soja submetidas ao pré-condicionamento em água destilada, apresentaram uma menor lixiviação de eletrólitos, comparadas às sementes sem condicionamento, confirmando dados obtidos por Vasquez (1995) e Beckert et al. (2000). Este comportamento pode ser atribuído aos efeitos do umedecimento na ativação de mecanismos de reparo das membranas nas sementes pré-condicionadas, fazendo com que estas se encontrassem mais organizadas em relação às sem pré-condicionamento, dificultando a lixiviação de solutos para o meio externo

Tabela 2. Valores médios da condutividade elétrica (CE) de sementes de milho (lote de boa qualidade) submetidas ao pré-condicionamento em água ozonizada nas concentrações (CO) de 0, 10 e 30 mg L⁻¹ e períodos de exposição (PE) de 0, 30, 60, 90 e 120 minutos. Brasília-DF, 2017.

Condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)					
Concentração (mg/L)	Período de ozonização (min)				
	0	30	60	90	120
0	13,90aA	13,32aA	13,25aA	13,66aA	13,48aA
10	14,19aA	8,85bB	7,72bB	8,86bB	13,06aA
30	13,40aA	8,83bC	8,80bC	9,52bBC	10,81bB

Valores médios seguidos de mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento de plântula (CP) e comprimento de raiz (CR) nas plântulas lote bom tiveram comportamento semelhante, sendo que os menores valores foram observados na semente não exposta à água ozonizada (período 0), ou seja, a semente sem nenhum tratamento. Verificou-se um aumento dos comprimentos quando a semente foi ozonizada, não diferindo quanto aos períodos (Tabela 3).

No trabalho de Violleau et al. (2007) com milho, foi observado um favorecimento do comprimento de plântulas em sementes que foram tratadas com ozônio, contudo quando se aumentou o período de exposição de 6 para 20,5 minutos, observou-se uma redução na taxa de germinação.

Tabela 3. Valores médios do comprimento de plântula (CP) e comprimento de raiz (CR) em sementes de milho (lote de boa qualidade) submetidas ao pré-condicionamento em água ozonizada nos períodos de exposição de 0, 30, 60, 90 e 120 minutos. Brasília-DF, 2017.

Período de exposição	CP (cm)	CR (cm)
0	19,44b	11,29b
30	24,34a	15,53a
60	25,90a	15,92a
90	25,45a	15,86a
120	24,16a	15,46a
dms	2,42	2,02

Valores médios seguidos de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise de variância para as avaliações do lote de baixa qualidade. Nesse caso, evidencia-se variação significativa ($p < 0,01$) para condutividade elétrica, comprimento de plântula e de raiz nas interações entre as concentrações e os períodos de exposição.

Tabela 4. Resumo da análise variância referente a condutividade elétrica (CE), comprimento de plântulas (CP) e comprimento de raiz (CR) de sementes de milho (de baixa qualidade) submetidas ao pré - condicionamento em água ozonizada nas concentrações (CO) de 0, 10 e 30 mg L⁻¹ e períodos de exposição (PE) de 0, 30, 60, 90 e 120 minutos. Brasília-DF, 2017.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		CE	CP	CR
Concentração do ozônio (CO)	1	63,31**	77,14**	105.61**
Período de exposição (P)	4	28,49**	190,95**	66.85**
CO x P	4	12,48**	12,80**	8.11**
Resíduo	20	1,48	0,76	0.65
CV (%)		5,72	4,04	5,92

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Os valores médios dos testes realizados no lote de baixa qualidade estão apresentados na Tabela 5. Para o teste de condutividade elétrica, na concentração 0 mg/L, não houve diferença. Na concentração de 10mg/L verificou-se que a média inicial da semente sem tratamento era de 22, 67 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, houve um decréscimo nos períodos de 30 até 90 e em 120 minutos foi de 21,20 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, não diferindo da semente inicial. Isto mostra que a semente quando ozonizada em água na concentração de 10mg/L por 30 até 90 minutos, pode-se ter um efeito benéfico para a semente. Comparando as concentrações, verifica-se que no período de 30 minutos, não houve diferença entre a concentração de 10 e 30 mg/L, o mesmo aconteceu no período de 60 minutos. Contudo com 90 minutos, o valor mais alto de condutividade foi visto na concentração 0 mg/L. E em 120 minutos, não houve diferença.

Com relação ao comprimento de plântulas, verifica-se que os valores mais elevados são vistos na concentração de 10 mg/L, períodos de 60 e 90 minutos. Não foi verificado diferença no período zero, entre as concentrações. No período de 30 minutos, o maior comprimento foi visto na concentração de 30mg/L, seguido de 10 mg/L e por último em zero. Já nos períodos de 60 e 90 minutos, o maior comprimento percebido foi

na concentração de 10 mg/L, depois a de 30 mg/L foi menor em 0 mg/L. Em 120 minutos, o maior comprimento visto foi em 10 mg/L e depois 0 e 30 mg/l sem diferirem.

Observando na linha, na concentração zero, não foi verificada diferença nos períodos de 60, 90 e 120 minutos, seguido com o de 30 minutos.

Em relação ao comprimento de raiz, as melhores médias estão na concentração de 10 mg/l no período de 60 minutos. Considerando a semente sem tratamento, verifica-se que foi a com menor valor. Na concentração de 10 mg/L, houve uma elevação do comprimento até em 60 minutos, depois reduziu. Já para 30 mg/L os maiores valores foram observados em 30, 60 e 90 minutos. Entre as concentrações, na semente sem tratamento, não houve diferença; no período de 30 minutos, a melhor condição é com 10mg/L, depois com 30 mg/L e por último na semente sem tratamento; esse mesmo comportamento foi visto com 90 minutos. No período de 60 minutos, o maior comprimento foi observado em 10 mg/L, depois a 0 mg/L e 30 mg/L sem diferirem entre si; o mesmo foi verificado com o de 120 minutos.

Tabela 5. Valores médios da condutividade elétrica (CE), comprimento de plântulas (CP) e comprimento de raiz (CR) de sementes de milho (lote de boa qualidade) submetidas ao pré-condicionamento em água ozonizada nas concentrações (CO) de 0, 10 e 30 mg L⁻¹ e períodos de exposição (PE) de 0, 30, 60, 90 e 120 minutos. Brasília-DF, 2017.

Concentração (mg/L)	Período de ozonização (min)				
	0	30	60	90	120
Condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)					
0	22,48bA	24,51aA	23,12aA	23,89aA	23,54aA
10	22,67abA	19,77bBC	15,37bD	18,29cC	21,20aAB
30	25,10aA	18,43bC	17,43bC	21,41bB	22,04aB
Comprimento de plântula (cm)					
0	13,93aC	17,00cB	21,46cA	21,81cA	20,84bA
10	13,27aC	22,80bB	28,10aA	27,62aA	23,89aB
30	14,50aC	25,63aA	26,10bA	25,86bA	21,42bB
Comprimento de raiz (cm)					
0	8,52aB	11,93cA	12,72bA	12,76cA	12,14bA
10	9,63aC	18,75aA	20,59aA	18,88aA	15,40aB
30	9,74aB	14,35bA	14,15bA	14,72bA	10,49cB

Valores médios seguidos de mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para milho já existe na literatura padrões definidos de qualidade com relação ao teste de condutividade elétrica. Sendo que sementes com valores de condutividade elétrica $\leq 6 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ são de muito alto vigor; entre 6 - 15 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ são de alto vigor; entre 15 - 24 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ são de médio vigor e maiores que $\geq 24 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ são de baixo vigor (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Muitos fatores podem influenciar o ganho de água e a lixiviação de exsudatos das sementes após o condicionamento osmótico. Dentre esses fatores, a temperatura e o tempo têm sido relatados por influenciarem diretamente nos valores de condutividade elétrica (CHIU et al., 2002). Neste trabalho não se testou diferentes temperaturas para os potenciais osmóticos empregados, no entanto, a variação se deu em nível de concentração e tempo de exposição, que pode ter, provavelmente, contribuído para alterações nos valores de condutividade, que decresceram com o tratamento.

6 CONCLUSÕES

A água ozonizada contribui para o vigor de sementes de milho.

A concentração que mais favoreceu o vigor das sementes de milho foi a de 10 mg/L.

O período de exposição das sementes de milho à água ozonizada mais interessante foi de 60 minutos.

O efeito da água ozonizada sobre o vigor de sementes de milho é melhor evidenciado em lotes de sementes de pior qualidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, P.E.P. de; ANDRADE, C. de L.T. de. **Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica 10. Applications in Food: A Review. **Journal of Food Science**, v.66, n.9, p.1242-1252, 2001.
- ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. Modern corn production. 2. Ed. **Champaign: A e L. Publication**, 1982 p.371.
- ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.; SOARES, N.F.F.; CARVALHO, M.C.S; PEREIRA, K.F. Effect of the ozonization process in the quality of peanuts and crude oil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.15, n.2, p.154-160, 2011.
- AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA, 1983. 88p.
- ARTHUR, T.J.; TONKIN, J.H.B. **Testando o vigor da semente**. Informativo ABRATES, v.1, n.3, p.38-41. 1991.
- BALAKRISHNANA, P. A., ARUNAGIRIA, A., RAO, P. G., 2002 “Ozone Generation by Silent Electric Discharge and its Application in Tertiary Treatment of Tannery Effluent” **Journal of Electrostatics**, v. 56, p. 77–86.
- BASTOS, E. **Guia para o cultivo do milho**. São Paulo: Ícone, 1987. 190 p.
- BECKERT, O.P. et al. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 4, p. 671-675, 2000.
- BRANDANI, E.B. **Efeito do gás ozônio no controle de fungos em sementes de soja**. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia, Universidade de Brasília. Brasília, 2014. 49p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 45**, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, DF, 20 set. 2013. p. 25, Seção 1.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 524p.
- CASA, R.T., MOREIRA, E.N., WILLE, L.A., SANSIGOLO, A., MIRANDA, F., BOGO, A. & ALEXANDRE, F. **Eficácia do tratamento de sementes de milho com fungicidas comercializadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra de 2003/04**. Fitopatologia Brasileira, p. 29-209. 2004.
- CASA, R.T., REIS, E.M. & ZAMBOLIM, L. **Fungos associados a semente de milho produzida nas Regiões Sul e sudeste do Brasil**. Fitopatologia Brasileira 23:370-373. 1998a.
- CAVALCANTI, G. S. **Cultura de milho**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 38 p.

- CHIU, K.Y. et al. Effect of priming temperature on storability of primed sh-2 sweet corn seed. **Crop Science.**, v. 42, n. 6, p. 1996-2003, 2002.
- CICERO, S. M.; VIEIRA, R. D. **Teste de frio**. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Seja Doutor do seu milho**. Arquivo do Agrônomo. Piracicaba-SP. n 2º, 1995.
- COELHO, A.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. **Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo**. Informações agrônômicas, Piracicaba, n101, mar. 2003. Encarte técnico.
- CONAB – (Companhia Nacional do Abastecimento). **Série histórica. Comparativo de área, produção e produtividade**.
- DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E.P. Transferência de matéria seca como modo de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n.3, p. 45-55, 1987.
- DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. **Teste de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: II Lixiviação de potássio**. Informativo ABRATES, Brasília, v. 5, n. 1, p. 37-41, 1995.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FERREIRA, ADRIANO CESAR. **Condicionamento fisiológico, fitorreguladores e qualidade de sementes de milho-doce**. 2011. iv, 53 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.
- GIURIZZATO, M.I.K.; ROBAINA, A.D.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao hidrocondicionamento. Maringá, **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.5, p.711-717, 2008.
- GIURIZZATO, M.I.K.; ROBAINA, A.D.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao hidrocondicionamento. Maringá, **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.5, p.711-717, 2008.
- 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, pp. 335-352, 1987.
- GUIMARÃES, S. P. **Desempenho de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais**. Campinas, SP. 2007 111 p.
- HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. **Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots**. Seed Science and Technology, v. 20, n. 3, p. 677–686, 1992.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

HARRISSON, J. F. **Ozone for Point-of Use, Point-of-Entry, and Small Water System Water Treatment Applications** –A Reference Manual, Water Quality Association, 86p, 27 2000.

HEPBURN, H.A.; POWELL, A. A., MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application off electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, v. 12, p.403-13, 1984.

IBANOGLU, S. Wheat washing with ozonated water: effects on selected flour properties. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.579-584, 2002.

IBGE – **Milho (em grão) 1 e 2 Safras** – Brasil, Grandes Regiões, Unidades da Federação e Municípios, 20002-2006.

IEA – Os 50 municípios maiores produtores de milho. 2004 – acesso em 14 de Dezembro de 2017.

ISELY, D. Vigor Test. **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.**, 47: 176-8, 1957.

KECHINSKI, C. P. **Avaliação do uso de ozônio e de outros tratamentos alternativos para a conservação do mamão papaia (*Carica papaya* L.)**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre. 28 2007. 125p.

KELLS, S.A.; MASON, L.J.; MAIER, D.E.; WOLOSHUK, C.P. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, v.37, p.371-383, 2001.

KHADRE, M.A.; YOUSEF, A.E.; KIM, J.G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. **Journal of Food Science**, v.66, n.9, p.1242-1252, 2001.

KIESSELBACH, T. A. (4) - **Corn Investigations**. Res. Bull. Neb. Agric. Exp. Sta., n. 20. 1922.

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**, v. 62, n. 9, p. 1071-1087, 1999.

KRZYZANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D. **Deterioração controlada**. In: KRZYZANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.61 -68.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. **Trabalho técnico** Embrapa. Informativo ABRATES, V.11 – N3, p. 81-84, Dezembro 2001.

KUKUTI ALP; MARCOS FILHO J. 2012 Testes de vigor em semente de alface. **Horticultura Brasileira** 30: 44-50.

LIBERAL, O. Controle de qualidade a nível de laboratório. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR. **Curso de aperfeiçoamento por tutoria à distância – Sementes**. Brasília, 1987. 92p. (módulo 3.1).

MARCHI, S. L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na Região Oeste do Paraná.** Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, Paraná, 2008. 58p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.

MATTHEWS, S.; BRADNOCK, W.T. The detection of seed samples of wrinkle seed peas (*Pisum sativum* L.) of potentially low planting value. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, v.32, p.553-563, 1967.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. **Electrical conductivity test.** In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigour test methods.** Zürich: ISTA, 1981. p.37-42.

MAXIMIANO, Christian Viterbo. **Pré-condicionamento de sementes de milho em água com diferentes concentrações de ozônio no desenvolvimento inicial de plântulas e no controle de *Fusarium spp.*** 2017. 55 f., il. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

McDONALD Jr., M.B. A review and evaluation of seed vigor testes. **Proc. Assoc. of Off. Seed Anal.**, v. 65, p. 109-139, 1975.

McDONALD JUNIOR, M.B.; WILSON, D.O. An assessment of the standardization and ability os the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v. 4, n. 2, p. 1-11, 1979.

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

MONTEIRO, J. A.; CRUZ, J. C.; SANS, L. M. A.; BAHIA, F. G. T. C.; SANTANA, D. P.; GARCIA, J. C.; BAHIA FILHO, A. F. C. **O zoneamento macroecológico.** In: CRUZ, J. C.; MONTEIRO, J. de A.; SANTANA, D. P.; GARCIA, J. C.; BAHIA, F. G. F. T. de C.; SANS, L. M. A.; PEREIRA FILHO, I. A. P. (Ed.). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1996.

MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. da. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos.** Evangraf, 2005, 51p.

NASCIMENTO, W. M. O. et. al. Influência da posição de semeadura sobre a germinação, vigor e crescimento de plântulas de bacabinha (*Oenocarpus mapora*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2001. Curitiba. **Resumos...** Curitiba: **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes**, 2001. p. 558.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas.** In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. p.2-1-2-21.

- McDONALD, M.B. The history of seed vigor testing. **Journal of Seed Technology**, v. 17, n. 2, 1993. p. 93-100.
- O'DONNELL, C.; TIWARI, B. K.; CULLEN, P. J.; RICE, R. G. **Ozone in food processing**. 1. ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2012, 308 p.
- PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. **Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão**. Revista Brasileira de Sementes, v.20, n.2, p.306-310, 1998.
- PANOBIANCO M; MARCOS FILHO J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agrícola**, v.58, p. 525-531. 2001.
- PATERNIANI, E.; NASS, L.L.; SANTOS, M.X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org.). **Uma história brasileira do milho: valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p.11-41.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento do milho. In BORÉM, A. (Organizador). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa. Editora UFV, 1999. p. 429-485.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.
- PINAZZA, L.A. Perspectiva da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 301p.
- PINTO, N.F.J.A. Seleção de fungicidas para o tratamento de sementes de milho (Zea mays L.). Summa Phytopathologica*, v.24, p.22-25, 1998.
- PINTO, N.F.J.A. Tratamento das sementes com fungicidas. In: TECNOLOGIA para produção de sementes de milho*. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1993. p.43-47 (Circular Técnica, 19).
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.
- POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, v.10, n.2, p.81-100, 1986.
- PRESTES, E. B. **Avaliação da eficiência do ozônio como sanitizante em hortaliças folhosas minimamente processadas**. 2007. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- REIS, A.C.; REIS, E.M.; CASA, R.T.; FORCELINI, C.A. Erradicação de fungos patogênicos associados a sementes de milho e proteção contra *Pythium* sp. presente no solo pelo tratamento com fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p.585-590, 1995.
- REIS, E.M., CASA, R.T. & BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2.ed. Lages SC. Graphel. 2004.
- RESENDE, S.G.; **Alternativas de espaçamentos entre fileiras e densidades de plantas no cultivo do milho**. 2003. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RESENDE, S. G.; PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C. DE. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p.34-42, 2003.

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, 1982.

RICE, R.G.; GRAHAM, D.M. **Recent developments in food and agricultural uses of 38 ozone, Annual Conference - Ozone Applications in a Changing Regulatory Environment**. North Caroline: IOA- Raleigh, 2002, p.1-12.

SILOTO, R. C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* em genótipos de milho**. Piracicaba, 2002. 93 p. il.

SILVA, P.R. da; BISOGNIN, D.A.; LOCATELLI, A.B.; STORCK, L. Adaptability and stability of corn hybrids grown for high grain yield. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.36, p.175-181, 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Disponível em:<<http://www.fas.usda.gov>>. Acesso em: 5 de Setembro de 2017.

VASQUEZ, G.H. **Condicionamento fisiológico de sementes de soja; efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento..** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Sementes)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1995.

VIEIRA, R. D. **Teste de condutividade elétrica**. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 103–139.

VIEIRA, R.D. **Teste de condutividade elétrica**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEDIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.

VILLIERS, T.A. **Ageing and longevity of seeds in field conditions**. In. HEYDECKER, W. (Ed.). Seed ecology. London: The Pennsylvania State University Press, 1973. P.265.

VIOLLEAU, F.; HADJEBBA, K.; ALBET, J.; CAZALIS, R.; SUREL, O.; Increase of corn seeds germination by oxygen and ozone treatment. **IOA Conference and Exhibition**, Valencia, Spain - October 29 – 31, 2007.

XU, L. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. **Food Technology**, v.53, p.58-61, 1999.

YOUNG, S. B. & SETLOW, P. Mechanisms of *Bacillus subtilis* spore resistance to and killing by aqueous ozone. **Journal of Applied Microbiology**, v.96, p.1133-1142, 2004.