

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento: Portaria
909/95, DOU 01/08-95

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III – JUAZEIRO
Colegiado de Engenharia Agrônômica



LETÍCYA ABREU SILVA

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA GERMINAÇÃO E
VIGOR DE SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.)**

Juazeiro BA

2024

LETÍCYA ABREU SILVA

Projeto de pesquisa apresentado a Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS campus III, colegiado de Engenharia Agrônômica como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de conclusão de curso – TCC.

Orientador(a): Anna Christina Passos

Menezes

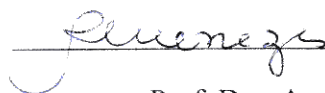
LETÍCYA ABREU SILVA

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA GERMINAÇÃO
E VIGOR DE SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.), JUAZEIRO-BA**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS campus III, Curso de Engenharia Agrônômica, como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de conclusão de curso – TCC.

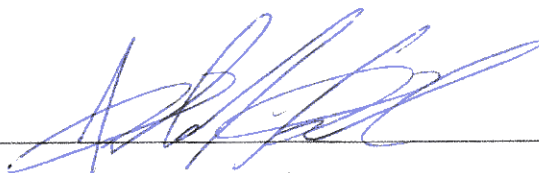
Aprovado em 18/07/24

~~BANCA EXAMINADORA~~



Prof. Dra. Anna Christina Passos
Menezes

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III



Prof. Dr. Ruy Carvalho Rocha

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III



Prof. Ms. Rubens da Silva Carvalho

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter me abençoado ao longo de todo processo. Aos meus pais, Ana Rita Almeida de Abreu Silva e Edivaldo Pereira Silva, por sempre terem incentivado e priorizado o estudo na minha vida apesar das dificuldades. Às minhas irmãs, Larissa e Maria Eduarda, por todo suporte e escuta. À vovó Morenita, por todas as suas ligações alegres e animadoras. A titio Dalvino (in memoria) por todos os conselhos e incentivos.

Quero agradecer às minhas amigas de infância Nathalia, Ranaiana, Aline Tanan, Rafaela e, em especial, para minha grande amiga Aline Chaves, por todo suporte emocional que me forneceu em vários momentos de adversidade. Sou extremamente grata também à Caroline Souza, por ter acreditado tanto em mim e ter sido uma fortaleza.

Agradeço ainda aos amigos que ganhei de presente ao longo desse percurso acadêmico: Nadja Cassimiro, por ter sido uma grande irmã na minha vida e toda sua família por ter me acolhido de forma tão carinhosa, especialmente sua mãe Nair (in memoria). Bruna de Sá, por ter sido outra grande irmã, por nunca ter duvidado da minha capacidade, mesmo quando eu duvidei, pelo suporte emocional e ajuda durante o processo desse projeto. Matheus Brito, Fernando Leite, Daniel Carvalho e Pedro Alencar pela generosidade e suporte. Especialmente meu amigo Francinaldo Hipólito, por fazer meus dias mais divertidos. Ao meu namorado João Vitor, por ter sido minha infinita fonte de alegria e ajudado em cada pequeno passo da minha vida. E as pessoas que contribuíram direta e indiretamente na realização deste trabalho, Jocasta Dias e Lucas. Agradeço a Everton por ter fornecido o milho para que este trabalho fosse viável.

Quero agradecer também à minha orientadora Anna Christina Menezes, por ter compartilhado um pouco de sua imensa sabedoria, por toda sua paciência e, acima de tudo, empatia. Por fim, agradeço imensamente aos professores: Rubens Carvalho por sua generosidade comigo durante toda minha trajetória acadêmica, pela preocupação e incentivo que me deram a oportunidade de participar de projetos enriquecedores para minha vida acadêmica e pessoal, e ao professor Ruy Rocha, por ter aceitado de forma tão gentil fazer parte da minha banca.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo testar o efeito do hipoclorito de sódio nos atributos fisiológicos, relacionados a germinação, vigor, e fatores patológicos de sementes de milho, utilizando hipoclorito de sódio a 10%, aplicado em diferentes concentrações 0, 2, 4 e 6% e dois tempos de desinfestação 3, 6 minutos. As sementes permaneceram embebidas durante os dois tempos. Decorrido este tempo, a solução foi drenada com auxílio de uma peneira e em seguida adicionadas 100 mL de água destilada, visando remover o excesso de hipoclorito. Depois de cada respectivo tempo, novamente as sementes foram separadas da água e postas para secar sobre duas folhas de papel germitest esterelizado em autoclave. Em seguida montados os testes de germinação, CE e sanidade. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições. Com os dados aplicou-se a análise de variância (Anova) e comparação de médias pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico Agrostat. Houve efeito deletério à germinação e vigor das sementes quando aplicada as maiores concentrações de hipoclorito de sódio e tempo de imersão de sementes de milho. As concentrações de 4 e 6% de hipoclorito foram as mais eficientes no controle de patógenos, porém interferiram negativamente na maioria das variáveis de vigor das sementes de milho.

Palavras-chave: **desinfestação, qualidade fisiológica, hipoclorito de sódio.**

ABSTRACT

The present work aimed to test the effect of sodium hypochlorite on the physiological attributes, related to germination, vigor, and pathological factors of corn seeds, using 10% sodium hypochlorite, applied in different concentrations 0, 2, 4 and 6 % and two disinfection times 3.6 minutes. The seeds remained soaked during both times. After this time, the solution was drained using a sieve and then 100 mL of distilled water was added to remove excess hypochlorite. After each respective time, the seeds were again separated from the water and placed to dry on two sheets of germitest paper sterilized in an autoclave. Germination, EC and health tests were then carried out. The experiment was conducted in a completely randomized design (DIC), with 4 replications. Analysis of variance (Anova) and comparison of means using the Skott-Knott test at 5% probability were applied to the data, using the Agrostat statistical program. There was a deleterious effect on seed germination and vigor when the highest concentrations of sodium hypochlorite and immersion time of corn seeds were applied. Concentrations of 4 and 6% hypochlorite were the most efficient in controlling pathogens, but they negatively interfered in most corn seed vigor variables.

Keywords: **disinfestation, physiological quality, sodium hypochlorite**

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Descrição das diluições de hipoclorito de sódio utilizadas no tratamento de sementes de milho.....8
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as características condutividade elétrica (CE), germinação (G), velocidade de germinação (VG), primeira contagem de germinação (PCG), sanidade, comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca de plântula (MFP) e massa seca de plântulas (MSP), submetidas a concentrações de hipoclorito de sódio e tempos de imersão em solução.....11
- Tabela 3.** Percentual de germinação e massa seca de plântulas, em função de diferentes concentrações em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.....11
- Tabela 4.** Massa seca de plântulas, em função de diferentes tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.....11
- Tabela 5.** Velocidade de germinação, em função de diferentes concentrações e tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.....12
- Tabela 6.** Condutividade elétrica de sementes, em função de diferentes concentrações e tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.....12
- Tabela 7.** Comprimento de parte aérea, em função de diferentes concentrações e tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.....13
- Tabela 8.** Sanidade, em função de diferentes concentrações e tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.....14

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo Geral.....	3
2.2 Objetivo Específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Cultura do milho.....	4
3.2 Qualidade da semente.....	5
3.3 Tratamento de sementes.....	7
4. MATERIAL E METODOS.....	8
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
6. CONCLUSÃO.....	15
7. REFERÊNCIA.....	15

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea que pertence à família Poaceae. Sua condição monoica e morfologia típica está relacionada com a junção de diversas partes da anatomia básica das gramíneas (Embrapa, 2002). O centro de origem do milho é Mesoamericano, sendo considerado o cereal mais cultivado do mundo. Extremamente importante para nutrição e alimentação humana e animal (Trueba, 2009). No Brasil, é uma cultura que tem sido cultivada em diferentes condições de ambiente, desde regiões frias até em regiões quentes, com baixas altitudes e latitudes, gerando diferentes potenciais de produtividade (Artuzo et al., 2019). De acordo com (CONAB 2024), a produção brasileira de grãos pode chegar a cerca de 306,4 milhões de toneladas. E no caso do milho a produção total está estimada em 117,6 milhões de toneladas.

A utilização de sementes com elevada qualidade é um fator de extrema importância para que se alcance boa produtividade, evitando inicialmente, problemas de germinação em campo, emergência de plântulas e inadequada sanidade das plantas (Azevedo et al., 2003). A qualidade fisiológica pode ser avaliada a partir da germinação e do vigor (Popinigis, 1977). Estes são os dois principais fatores para garantir uma boa produtividade e sua avaliação deve ser realizada de forma correta, pois, estimam o potencial de desempenho das sementes em campo (Souza, 2015).

As ocorrências de fungos em sementes podem provocar redução no poder germinativo, vigor e emergência de plântulas em campo, prejudicando o rendimento da cultura (Talamani et al., 2012). Estes autores, indicam também que sementes com patógenos, podem contaminar áreas de cultivo podendo causar epidemias para a cultura.

O tratamento de sementes com fungicida oferece garantia ao estabelecimento da cultura e produtividade. Já em laboratório, deve-se buscar por métodos de assepsia eficientes que sejam economicamente viáveis e pouco perigosos para a saúde humana.

De acordo com Tekrony e Egli (1991), o hipoclorito de sódio pode ser utilizado para eliminar patógenos ou proteger a semente e pode ser utilizado de diversas maneiras, evitando que os fungos afetem o vigor e germinação das sementes. Em algumas espécies o tratamento com hipoclorito de sódio estimula a germinação, mas, em tratamento prolongado ela é reduzida (Carnelossi et al., 1995).

O hipoclorito de sódio é uma solução aquosa alcalina com 10% de cloro ativo e cerca de 10-13 g/l de soda residual, de coloração amarela e odor característico. É

produzido na reação entre o cloro gás e uma solução de hidróxido de sódio (Bendendo, 1995). Trata-se de uma substância comumente usada em laboratórios para desinfestação podendo ocasionar interseções no processo germinativo, divisão celular e também no desenvolvimento de plantas normais (Ribeiro et al. 2008).

O mecanismo de ação do cloro ativo não é bem conhecido, embora algumas hipóteses suponham que há combinação com proteínas da membrana celular dos microrganismos, assim formando compostos tóxicos e levando à inibição das enzimas essenciais (Donini et al., 2005).

Por outro lado, os registros de inibição da germinação ocasionados pela mesma substância indicam que certas sementes, cujos tegumentos não representam barreira física para a germinação, podem ser escarificadas, a ponto de ocorrerem ferimentos nos tecidos vivos (Carnelossi et al., 1995).

As regras para análise de sementes (Brasil, 2009b) recomenda a utilização do hipoclorito de sódio concentração de 0,5% para superação da dormência de algumas sementes. A sua atuação ocorre, provavelmente, na degradação da lignina da parede de suas células. São reações de oxidação, substituição ou adição de cloro no anel aromático presente na molécula de lignina possuindo também a capacidade de degradar ácidos graxos e lipídeos.

Dessa forma, este trabalho propõe-se a investigar a influência do hipoclorito de sódio na germinação e vigor de sementes de milho. A pesquisa busca definir o melhor tempo de irmeção na concentração do hipoclorito de sódio para o uso consciente do produto com menor custo e mllhor desempenho. Reduzindo o uso de fungicidas no tratamento de sementes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é testar o efeito do hipoclorito de sódio nos atributos fisiológicos (germinação e vigor) de sementes de milho e patológicos.

2.2 Objetivo Específicos

- A. Avaliar os efeitos do hipoclorito de sódio na fisiologia da germinação de sementes de milho.
- B. Definir a melhor concentração de hipoclorito de sódio na desifestação de sementes de milho.

- C. Indicar a concentração de hipoclorito de sódio e tempo de desinfestação das sementes de milho.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do milho

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas de cereais mais importantes do mundo, juntamente com o arroz e o trigo, como um alimento básico para populações humanas e animais, seu sucesso produtivo se justifica devido à sua capacidade de adaptação a diferentes climas de diversas regiões do mundo, podendo ser cultivado com êxito em altitudes variando do nível do mar até mais de três mil e oitocentos metros de elevação (Embrapa, 1996; Moustafa, 2024).

Pertencente à família *Poaceae* o milho tem como família a *Poáceas*, que abriga diversas gramíneas de importância econômica, o gênero *Zea* consiste em quatro espécies, das quais *Zea mays L.* é economicamente importante. As outras espécies de *Zea*, chamadas de teosintes, são em grande parte gramíneas selvagens nativas do México e da América Central (Rouf et al., 2016).

Classificada como uma planta de fotoperíodo curto, o milho inicia sua floração quando a duração da noite atinge ou supera um período crítico específico, essa característica evolutiva permite que a planta alinhe sua fase reprodutiva com as condições ambientais mais favoráveis, no entanto, existem algumas variedades de milho que mostram menor sensibilidade a essas variações na duração do dia, o que possibilita seu cultivo em diferentes latitudes e épocas do ano, além disso, a faixa de temperatura ideal para o crescimento do milho, desde a emergência até a floração, varia entre 23°C e 30°C, sendo uma faixa bastante ampla, o que favorece seu desenvolvimento em diversos ambientes (Huang cheng, 2018; Su et al., 2021).

É considerado um alimento básico em muitas partes do mundo, e é a terceira cultura líder no mundo, depois do arroz e do trigo, tendo uma grande impacto socioeconômico, principalmente no que tange a agricultura familiar, que é composta por pequenos e médios agricultores, nesse aspecto o milho desempenha um grande papel nas condições socioeconômicas dos pequenos produtores (Bellon et al., 2005; De Abreu et al., 2007).

As cultivares tradicionais são consideradas essenciais no acervo genético e

cultural de diversas comunidades locais garantindo segurança alimentar e nutricional das populações rurais, além disso, desempenham um papel crucial na preservação da diversidade agrícola e dos recursos genéticos, essas variedades que são preservadas pela agricultura tradicional, são especialmente valorizadas em regiões suscetíveis a condições ambientais adversas, sendo fontes de recursos genéticos utilizados em programas de melhoramento do milho (Araújo et al., 2002; Sangaletti, 2007).

As variedades crioulas, conhecidas também como variedades locais, representam recursos valiosos para programas de seleção devido à sua notável capacidade de adaptação a condições ambientais específicas (Paterniani et al., 2000; Araújo et al., 2002).

3.2 Qualidade da semente

A característica fisiológica que determina a viabilidade da semente é fundamental, pois influencia diretamente a capacidade da semente de gerar uma plântula robusta e saudável. Portanto, o êxito na agricultura depende essencialmente da obtenção de altas taxas de germinação e vigor das sementes (Popinigis, 1985).

A qualidade das sementes resulta da interação de diversas características, incluindo: Características Genéticas, que determinam o potencial produtivo da planta; Características Físicas, que indicam a integridade física da amostra; Características Fisiológicas, que revelam a capacidade metabólica da semente, especialmente através da germinação e vigor e Características Sanitárias, que consideram a presença de patógenos nas sementes (Popinigis, 1985; Gough, 2020).

Sementes são conhecidas como as unidades reprodutivas das plantas, são utilizadas em campo para se produzir plantas e com isso alimentar populações humanas e animais (Krzyzanowski, 2001).

No entanto, agricultores e produtores de sementes há muito tempo reconheceram que a taxa de germinação indicada frequentemente excede a verdadeira emergência de lotes de sementes no campo (Copeland, 2001).

Isso ocorre porque a emergência e desenvolvimento a partir do embrião da semente, indica o início da germinação, que envolve o surgimento e desenvolvimento das estruturas essenciais a partir do embrião da semente, as quais são indicativas da capacidade de gerar uma planta saudável sob condições ideais, como resultado, o teste padrão de germinação pode falhar em fornecer informações precisas sobre o potencial de

desempenho de um lote de sementes no campo, por isso faz-se necessário testes mais robustos para se avaliar a qualidade e viabilidade das sementes (Aos, 2000; Copeland 2001; Gough, 2020).

Por meio do teste de viabilidade, é possível avaliar o potencial fisiológico das sementes, como germinação e vigor. Este método fornece informações cruciais sobre o desenvolvimento de plântulas normais a partir de uma amostra de sementes em condições ideais, conforme estabelecido pelas RAS (Regras para Análise de Sementes). Essas informações são fundamentais para orientar decisões na seleção de sementes de alta qualidade, promovendo assim o estabelecimento eficiente e saudável das culturas agrícolas (Krzyzanowski, 2001; Brasil, 2009).

O teste de germinação é empregado usualmente para avaliar a qualidade de sementes, sendo que a porcentagem de plântulas normais obtidas nesse teste representa o máximo que a amostra pode oferecer, em condições ótimas, artificiais e padronizadas para cada espécie avaliada (Piveta, 2009)

O potencial germinativo das sementes, avaliado pelo teste de germinação, também pode ser afetado pela presença de microrganismos (Ferraz; Calvi, 2010), uma vez que esse teste é conduzido em câmaras que fornecem condições ideais ao desenvolvimento não apenas das sementes, mas também de fungos e bactérias, permitindo, muitas vezes, que lotes sejam eliminados por não atingirem índices satisfatórios de germinação, o que diminui a oferta de sementes.

Assim, a análise de sanidade de sementes é uma medida que assume grande importância, pois revela ao agricultor que as sementes podem ser veículo de disseminação de inóculo primário, o que previne perdas diretas e indiretas no campo, bem como para introdução de novos patógenos em áreas indenidas (Oliveira et al. 2012).

Durante a realização de testes de viabilidade de sementes, o vigor das sementes é avaliado pela primeira contagem de germinação. Esse método é reconhecido como um teste de vigor, pois a rapidez da germinação é um dos primeiros indicadores a serem alterados após o declínio das condições das sementes (Novembre et al., 1999; Bulegon et al., 2015).

A sanidade da semente é crucial devido à grande maioria das formas de agentes patogênicos que afetam culturas destinadas à produção de alimentos sendo transmitidas através delas a maioria das doenças, sendo assim a primeira barreira fitossanitária a ser observada, tendo em vista tais fatores temos que os testes de integridade possibilitam identificar problemas relacionados a esses agentes fitopatogênicos durante a colheita e armazenamento, facilitando o desenvolvimento de estratégias para o controle, que pode

ser realizado utilizando várias técnicas, como a incubação em papel de filtro ou o teste de papel-filtro. (Choudhury, 1987; Henning, 1994; Seneme et al., 2006).

Outro teste bastante utilizado e considerado um método eficiente para avaliar o potencial fisiológico, o teste de condutividade elétrica visa principalmente analisar o vigor das sementes, identificando os danos nas membranas celulares causados pela deterioração, para conduzir este procedimento, as sementes são pesadas e submersas em água purificada a uma temperatura controlada por um período específico, que pode variar dependendo da espécie (Torres et al., 2015; Muraro et al., 2017).

3.3 Tratamento de sementes

O manejo das sementes envolve a aplicação de diversas técnicas e substâncias para conservar e melhorar o desempenho das sementes, permitindo que as culturas alcancem seu potencial genético máximo, este manejo abrange o uso de defensivos agrícolas químicos e/ou biológicos, inoculantes, tratamentos térmicos ou processos físicos, a eficácia dessas práticas para controlar patógenos varia de acordo com a espécie e a localização dos patógenos, a vitalidade das sementes e a disponibilidade de métodos e substâncias adequadas (Henning, 2005; Padulla et al., 2010).

A assepsia em sementes é uma das medidas mais simples e eficientes no controle de doenças fúngicas, geralmente de baixo custo, fácil aplicação, além de agir diretamente na fonte de inóculo do patógeno. Este procedimento tem como objetivo impedir a introdução de novos patógenos e diminuir ou eliminar aqueles presentes nas sementes, reduzindo o número de plântulas infectadas (Mancini; Romanazzi, 2014).

Sabe-se que a assepsia de sementes é um procedimento promissor para a redução de patógenos associados às sementes, entretanto é importante compreender o efeito de diferentes produtos de desinfecção sobre a qualidade fisiológica das sementes. Assim, a busca por alternativas de assepsia e/ou tratamento de sementes torna-se ainda mais importante em sistemas de base ecológica, através de técnicas de menor impacto ambiental (Carmello; Cardoso, 2018).

A presença de microrganismos pode ser evitada com a utilização de produtos desinfetantes e alvejantes, mesmo que a assepsia elimine apenas os fungos associados à superfície, como os saprófitos, os quais possuem elevado potencial de interferir na sanidade das sementes (Oliveira et al., 2012).

A utilização de solução de hipoclorito de sódio no tratamento de sementes pode ser realizada de diversas maneiras, o que, segundo Tekrony e Egli (1991), previne danos causados por fungos ao vigor e à germinação das sementes, onde certos organismos patogênicos afetam a produção agrícola, impactando a eficiência sem comprometer a

capacidade de germinação das sementes, por outro lado, existem patógenos que não apenas reduzem a produtividade, mas também causam danos diretos às sementes (Auer e Burroughs, 1986; Bošnjak et al., 2024).

4. MATERIAL E METODOS

O TCC foi realizado inteiramente na Universidade do Estado da Bahia, no Laboratório de Sementes. Utilizadas sementes de milho, obtidas na cidade de Curaça – Ba, produzidas em campo aberto para subsídio familiar, colhidas na safra 2024.

Inicialmente as sementes foram imersas em diferentes concentrações de hipoclorito de sódio a 0, 2, 4, e 6% (a partir do Hipoclorito de Sódio Start® 10%) adicionada uma gota de detergente neutro e em dois tempos de desinfestação: 3, 6 minutos na solução.

Foi utilizada água destilada e esterelizada em autoclave. Cada proporção foi determinada e os volumes correspondentes a água e hipoclorito de sódio 10% misturadas em beakers com 500 mL de capacidade. Após a mistura, adicionou-se as sementes e os beakers correspondentes aos tratamentos foram tampados e mantidos na bancada do laboratório.

Tabela 1. Descrição das diluições de hipoclorito de sódio utilizadas no tratamento de sementes de milho.

Concentração de hipoclorito de sódio			Volume	
Inicial	Final	Hipoclorito de sódio	Água	Solução
-----%-----			-----ml-----	
10	0	0	300	300
10	2	60	240	300
10	4	120	180	300
10	6	180	120	300

Decorrido os referidos tempos, a solução foi drenada com auxílio de uma peneira e em seguida lavadas em água destilada e esterilizada, visando remover o excesso de hipoclorito. Observados os três tempos, e novamente as sementes foram separadas da água e postas para secar sobre duas folhas de papel germitest esterelizado em autoclave. E na sequência montados os testes de germinação, CE e sanidade. Com as seguintes

análises: % de germinação, primeira contagem, velocidade de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, massa fresca parte aérea, massa fresca de raiz, condutividade elétrica, percentual de sementes infectadas por fungos, incidência dos principais patógenos ocorrentes a nível de gênero.

Teste de germinação: Utilizou-se quatro subamostras com 50 sementes cada. Após o tratamento, as sementes foram semeadas em substrato rolo de papel germitest, umedecido com água destiladas com 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos de papel foram embalados em sacos plásticos transparentes e acondicionados em câmara de germinação com temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas ao 7º dia após instalação do experimento, com a contagem das plântulas normais, conforme critérios descritos da RAS (Brasil, 2009). O resultado foi expresso em porcentagem de sementes germinadas, sementes mortas e plântulas anormais. Será considerada como plântula normal aquela que apresentava parte aérea visível e radícula principal com mais de 2 milímetros.

Primeira contagem de germinação: Realizada conjuntamente com o teste de germinação. Serão contabilizadas as plântulas normais presentes no 4º dia após instalação do experimento (Brasil, 2009).

Comprimento de radícula principal e de parte aérea: Após realização do teste de germinação, mensuraram-se os comprimentos de radícula principal (medido da ponta da raiz até a região do colo) e de parte aérea (medido da região do colo até a primeira inserção foliar) com auxílio de régua graduada em centímetro. O resultado foi expresso em mm plântula⁻¹ (Nakagawa, 1999).

Massa seca de radículas e de parte aérea: os cotilédones foram removidos e as radículas e parte aéreas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e mantidos em estufa de circulação de ar, na temperatura de 65 °C durante 72 horas (Nakagawa, 1999). Em seguida, pesadas em balança analítica. O resultado foi expresso em g plântula⁻¹.

Teste de condutividade elétrica: Realizado com quatro repetições de 50 sementes, pesadas e colocadas para embeber em copos de plástico (200 mL) contendo 75 mL de água deionizada (<2,0 µS.cm⁻¹). Em seguida mantidas em câmara de germinação, à temperatura constante de 25°C, por 24 horas (Brandão Jr. et al., 1997). Após o período de

condicionamento, a condutividade elétrica da solução foi medida por meio de leitura em condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

Teste de sanidade: Executado pelo método de incubação em substrato de papel ou método do Papel de Filtro (Blotter test) com congelamento. Utilizando dez subamostras de 10 sementes cada, em que, as sementes foram colocadas distanciadas 1-2 cm uma das outras, sobre 2 folhas de papel germitest umedecidas com água destilada (ambos esterilizados), em placas de Petri. Em seguida, as placas foram levadas a câmara de germinação com temperatura de 25 °C. Decorrido este período, essas placas foram levadas ao freezer a -20 °C por 24 horas para processo de congelamento. Decorrido este período, retirou-se do refrigerador e novamente levadas a câmara de incubação, onde permaneceram por 5 dias, a 25 °C. Após o período de incubação, foi feito o exame individual das sementes onde foram computados o percentual de sementes infectadas (BRASIL, 2009b).

Análise estatística: O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições. Com os dados aplicou-se a análise de variância (Anova) e comparação de médias pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico Agrostat.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 2, pode-se verificar que os tratamentos com hipoclorito de sódio e tempo de imersão ocasionaram respostas variadas nos parâmetros analisados.

Para a fonte de variação concentração não houve diferença estatística significativa apenas para as variáveis primeira contagem de germinação e massa fresca de plântulas. Para o tempo, apenas a variável massa seca de plântulas apresentou diferença significativa. Quanto a interação (concentração x tempo), observou-se diferença estatística significativa nas variáveis condutividade elétrica, velocidade de germinação, sanidade e comprimento de parte aérea. Com isso, a utilização do hipoclorito de sódio na assepsia influenciou a qualidade fisiológica das sementes.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características condutividade elétrica (CE),

germinação (G), velocidade de germinação (VG), primeira contagem de germinação (PCG), sanidade, comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca de plântula (MFP) e massa seca de plântulas (MSP), submetidas a concentrações de hipoclorito de sódio e tempos de imersão em solução.

FV	GL	CE	G	VG	PCG	SANIDADE	CPA	CR	MFP	MSP
		-----%-----					cm plântula ⁻¹	g plântula ⁻¹		
Quadrado Médio										
C	3	5305**	20,12**	0,061**	0,25ns	5220,83**	7,2**	7,29**	3,67ns	0,06**
T	1	940,2**	3,12ns	0ns	0,25ns	1012,5**	3,4**	0,09ns	0,68ns	0,01*
C x T	3	184**	1,12ns	0,006*	4ns	1170,83**	0,56*	1,53ns	0,3ns	0,004ns
Erro	24	7,39	2,79	0,001	4,37	120,83	0,15	0,93	0,15	0,003
CV (%)	-	6,41	1,69	0,75	4,42	15,03	9,54	9,91	11,7	10,72
MG	-	42,38	98,43	5,34	47,25	73,12	4,13	9,76	3,32	0,5

** e * significativo a 1 e a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns: não significativo

O resultado do presente estudo indica que o lote utilizado apresentava uma elevada germinabilidade, como indica o teste de germinação. O tratamento com hipoclorito de sódio a 4% foi o que proporcionou menor porcentagem de germinação com 96,25% (Tabela 3). Gómez (2016), verificou que sementes de mamão que foram submetidas ao tratamento em soluções de hipoclorito não tiveram sua germinação favorecida, havendo efeito prejudicial ao processo germinativo quando expostas a concentrações mais elevadas, sendo o tempo de exposição irrelevante.

A desinfestação também influenciou negativamente o comprimento de raiz nas maiores concentrações, 4 e 6% de hipoclorito de sódio (Tabela 3).

Para massa seca de plântulas (Tabela 3), observa-se com o aumento das concentrações (4 e 6%) que houve redução significativa no peso das plântulas. Apesar do uso da solução de hipoclorito de sódio como forma de assepsia de sementes ser bastante comum nos laboratórios, esta substância pode afetar a germinação, estimulando ou inibindo os vários processos (Carnelossi et al., 1995). Tanto a presença de porosidades no tegumento como tempo elevado de exposição a agente ácidos podem acelerar a absorção do mesmo, causando danos, levando ao surgimento de plântulas anormais ou mesmo morte (Pedroso-de-Moraes et al., 2012; Fernandes-de-Campos et al., 2015).

Tabela 3. Percentual de germinação e massa seca de plântulas, em função de diferentes

concentrações em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.

Concentração (%)	Germinação (%)	Comprimento de raiz (cm)	Massa seca de plântulas (g)
0	99,0 a	10,67 a	10,67 a
2	98,5 a	10,49 a	10,49 a
4	96,25 b	9,04 b	9,04 b
6	100 a	8,83 b	8,83 b
CV (%)	1,69	9,91	9,91

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A imersão das sementes nas soluções de hipoclorito de sódio por 3 e 6 minutos apresentou diferença estatística significativa (Tabela 4). Quando as sementes foram imersas durante 6 minutos, as plântulas tiveram seu peso reduzido, mostrando possível efeito do tempo prolongado de imersão do hipoclorito de sódio sobre a qualidade fisiológica, mesmo as sementes tendo sido lavadas em água após os tratamentos, prejudicando o desenvolvimento das plântulas. Indicando assim que o aumento do tempo de imersão de sementes durante a sua desinfestação deve ser ponderado.

Tabela 4. Massa seca de plântulas, em função de diferentes tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.

Tempo	Massa seca de plântulas (g)
3	0,52 a
6	0,47 b
CV (%)	10,72

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para o teste de velocidade de germinação, a Tabela 5, indica que houve efeito das concentrações em relação a testemunha no tempo de imersão por 3 minutos e no tempo de 6 minutos a testemunha e a concentração 2% de hipoclorito de sódio diferiu entre si e das demais concentrações. Com o aumento das concentrações e tempo de imersão a velocidade de germinação aumentou, indicando redução no vigor da semente. Os tempos de imersão foram estatisticamente significativo apenas na testemunha.

Tabela 5. Velocidade de germinação, em função de diferentes concentrações e tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.

Tempo (minuto s)	Velocidade de germinação (dias)			
	NaClO (%)			
	0	2	4	6
3	4,94 aB	5,04 aA	5,07 aA	5,07 aA
6	4,86 bC	5,05 aB	5,12 aA	5,09 aA

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para a variável condutividade elétrica, observou-se a interação entre as concentrações de hipoclorito e os tempos de imersão (Tabela 6). Quando as sementes foram imersas por 3 e 6 minutos na presença do hipoclorito de sódio e com o aumento da sua concentração, a condutividade elétrica foi maior, ou seja, maior liberação de solutos como consequência do efeito deletério do hipoclorito de sódio sobre a permeabilidade da membrana celular.

Dentro de cada concentração de hipoclorito de sódio os tempos de imersão só não foram significativo para a testemunha. Dessa forma, independente da concentração de hipoclorito testada, o aumento no tempo de imersão também foi prejudicial a membrana celular. Indicando que os efeitos deletérios de substâncias utilizadas na desinfestação das sementes, devem ser observados com testes variados e não somente sobre a germinação das mesmas.

Tabela 6. Condutividade elétrica de sementes, em função de diferentes concentrações e tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.

Tempo (minutos)	Condutividade elétrica ($\text{mS cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)			
	NaClO (%)			
	0	2	4	6
3	8,92 aD	26,22 aC	52, aB	60,00 aA
6	8,30 aD	48,31 bC	60, bB	74,58 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Assim como observado para condutividade elétrica, o comprimento das plântulas também apresentou diferença estatística significativa (Tabela 7). A partir da concentração

de 2% verificou-se redução no tamanho das plântulas em ambos os tempos de imersão (3 e 6 minutos). Essa diminuição aumentou com a concentração de 4%. Essas informações reforçam o efeito prejudicial desses tratamentos na qualidade da semente.

Tabela 7. Comprimento de parte aérea, em função de diferentes concentrações e tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.

Comprimento parte aérea (cm)				
Tempo (minutos)	NaClO (%)			
	0	2	4	6
3	5,95 aA	4,22 aB	3,12 aC	4,54 aB
6	4,77 bA	3,99 aB	2,96 aC	3,50 bC

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para o teste de sanidade (Tabela 8), o maior controle foi observado no tratamento 3 e 6 minutos com 6% de hipoclorito de sódio, exibindo resultados de infecção de 40 e 42,5% respectivamente e também a 6 minutos com 4% de NaClO, com 40%, diferindo estatisticamente de todos os outros tratamentos. É possível observar que a ação efetiva do hipoclorito de sódio evidenciou-se a partir da concentração de 4%. É sabido que a incidência de fungos em sementes pode afetar drasticamente a germinação e o vigor das mesmas. Embora tenha ocorrido efetividade do hipoclorito de sódio no controle dos fungos, também ocorreram interferências deletérias na fisiologia e vigor das sementes.

O mecanismo de ação do cloro ativo não é bem conhecido, embora algumas hipóteses suponham que há combinação com proteínas da membrana celular dos microrganismos, assim formando compostos tóxicos e levando à inibição das enzimas essenciais (Donini et al., 2005).

Tabela 8. Sanidade, em função de diferentes concentrações e tempos de imersão em solução com hipoclorito de sódio no tratamento de sementes de milho.

Sanidade (% de sementes contaminadas)				
Tempo (minutos)	NaClO (%)			
	0	2	4	6
3	95,0 aA	92,5 aA	87,5 aA	40,0 aB
6	95,0 aA	92,5 aA	40,0 bB	42,5 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

6. CONCLUSÃO

Houve efeito deletério à germinação e vigor das sementes quando aplicada as maiores concentrações de hipoclorito de sódio e tempo de imersão de sementes de milho.

As concentrações de 4 e 6% de hipoclorito foram as mais eficientes no controle de patógenos, porém interferiram negativamente na maioria das variáveis de vigor das sementes de milho.

7. REFERÊNCIA

ALDRICH, S. R.; LENG, E. R. **Modern corn production**. 2.ed. Champaign: A & L Publication, 1982. 371 p.

ARTUZO, F. D. et al. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.

AZEVEDO, M. R. de Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. de P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.519-524, 2003.

ARAÚJO, P. M. de; NASS, L. L. **Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo**. **Scientia Agrícola**, v. 59, p. 589-593, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Rules for testing seeds. **The Association**., 2000.

BELLON, M. R. et al. **Targeting agricultural research to benefit poor farmers: Relating poverty mapping to maize environments in Mexico**. **Food Policy**, v. 30, n. 5-6, p. 476-492, 2005.

BEDENDO, I. P. Doenças do arroz. In: KIMATI; H.; AMORIM, L.; BERGAMIN Filho, A. et al. (Eds). **Manual de Fitopatologia** - Volume 2: doenças das plantas cultivadas.. São Paulo: Ceres, 1995. P. 85-99.

BRANDÃO JR., D.S.; RIBEIRO, D.C.A.; BERNARDINO FILHO, J.R.; VIEIRA, M.G.G.C. **Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes**. **Informativo ABRATES**, v.7, n. 1/2, p.184, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS. 395 p. 2009.**

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília: MAPA, 2009b.

BOŠNJAK MIHOVILOVIĆ, Anita et al. **The Use of Sodium Hypochlorite and Plant Preservative Mixture Significantly Reduces Seed-Borne Pathogen Contamination When Establishing In Vitro Cultures of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seeds**. **Agriculture**, v. 14, n. 4, p. 556, 2024.

CARNELOSSI, M.A.G.; LAMOUNIER, L.; RANAL, M.A. **Efeito da luz, hipoclorito de sódio, escarificação e estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Maioba, e Moreninha-de-Uberlândia**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.779-787, jun. 1995.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro-Grãos:Novembro2023, safra 2023/2024**. Dispo: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas>

COPELAND, L. O. et al. Seed vigor and vigor testing. **Principles of seed science and technology**, p. 165-191, 2001.

CARMELLO, C. R; CARDOSO, J. C. **Effects of plant extracts and sodium hypochlorite on lettuce germination and inhibition of *Cercospora longissima* in vitro**. **Scientia Horticulturae**, v. 234, n. 1, p. 245-249, 2018.

DE ABREU, L.; CANSI, E.; JURIATTI, C. **Avaliação do rendimento sócio-econômico de variedades crioulas e híbridos comerciais de milho na microregião de Chapecó**. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, 2007

CHOUDHURY, M. M. **Testes de sanidade de sementes de caupi**. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.da S. **Patologia de Sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap. 16, p. 371-386.

DONINI, L. P.; FERREIRA-MOURA, I.; GUISSO, A. P.; SOUZA, J. A. de e VIÉGAS, J. **Preparo de lâminas foliares de aráceas ornamentais: desinfestação com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio**. 2005. **Arquivo do Instituto de Biologia**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 517- 522.

DONINI, L. P.; FERREIRA-MOURA, I.; GUISSO, A. P.; SOUZA, J. A. DE E VIÉGAS, J. **Preparo de lâminas foliares de aráceas ornamentais: desinfestação com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio.** *Arquivo do Instituto de Biologia*, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 517- 522. 2005.

EMBRAPA, Milho. Sorgo. Fisiologia do Milho. Embrapa Milho e Sorgo, (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 22). Sete Lagoas: MG, 2002. 23p.

FERRAZ, I. D. K.; CALVI, D. P. Teste de Germinação. In: LIMA JUNIOR, M. J. V. (Ed.). **Manual de Procedimentos para Análise de Sementes Florestais.** Manaus: UFAM, 2010. p. 55-110.

GOUGH, Robert E. **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications.** CRC Press, 2020.

HENNING, A. A. **Patologia de sementes.** EMBRAPA-CNPQSO. Londrina, PR. 1994. 43p.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 2ed. 52p.

HUANG, C. H. et al. **ZmCCT9 enhances maize adaptation to higher latitudes.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115:E334–E341. 2018.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes.** Londrina: ABRATES. cap.1, p.1-21.2001.

MARTINELLI-SENEME, A. et al. **Germinação e sanidade de sementes de *Bauhinia variegata*.** *Revista Árvore*, v. 30, p. 719-724, 2006.

MURARO, D. S. et al. **Teste de condutividade elétrica em sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.).** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 12, n. 4, p. 490-495, 2017.

MANCINI, V.; ROMANAZZI, G. **Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops.** *Pest Management Science*, v. 70, n.6, p. 860–868, 2014.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos et al. **Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas.** *Vigor de sementes: conceitos e testes*, p. 601: il, 2020.

NOVEMBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. **Estudo da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão deslindadas mecanicamente.** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n. 2, p. 187-193, 1999.

OLIVEIRA, J. D.; SILVA, J. B. da S.; DAPONT, E. C.; SOUZA, L. M. S. de S.; RIBEIRO, S. A. L. **Métodos para detecção de fungos e assepsia de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Caesalpinioideae).** *Bioscience of Journal*, v.28, n. 6, p. 945-953, 2012.

PEDROSO-DE-MORAIS, C.; SOUZA-LEAL, T.; PANOSSO, A.R.; SOUZA, M.C. **Efeitos da escarificação química e da concentração de nitrogênio sobre a germinação e o desenvolvimento in vitro de *Vanilla planifolia* Jack ex Andr. (Orchidaceae: Vanilloideae).** *Acta Botanica Brasilica*, v.26, n.3, p.714-719, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000300022>.

FERNANDES-DE-CAMPOS, K.A.; SAPATINI, J.R.; PEDROSO-DE-MORAIS, C. **Superação de dormência em sementes de *Bombax malabaricum* D.C. (Malvaceae).** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.17, n.4, p.515-520, 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-325084X/12175>

RIBEIRO, M. de F. **Influência do hipoclorito de sódio na germinação e vigor de sementes de arroz (*Oriza sativa* L.)** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.6, p.779-787, 2018.

ROUF SHAH, T.; PRASAD, K.; KUMAR, P.. **Maize—A potential source of human nutrition and health: A review.** *Cogent Food & Agriculture*, v. 2, n. 1, 2016.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília: AGLPLAN. 289p, 1977.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente** Brasília: AGIPLAN, 289p, 1985.

PADULLA, T. L. et al. **Detecção de fungos em sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) coletadas durante sua formação e dispersão.** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, p. 154-159, 2010.

PIVETA, G. **Métodos de superação de dormência: qualidade fisiológica e sanitária e transmissão de alternaria alternata em sementes de *Lithrea Molleoides* e *Senna macranthera*.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, RS. Brasil, 2009.

SANGALETTI, V. **Resgate da produção e do uso de sementes de milho crioulo.** *Cadernos de Agroecologia* [Volumes 1 (2006) a 12 (2017)], v. 2, n. 1, 2007.

SOUZA, C.V.A. **Resposta da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas com diferentes teores de água, resfriadas ou não.** Monografia - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 22p. 2015.

SAUER, D. B.; BURROUGHS, R. **Disinfection of seed surfaces with sodium hypochlorite.** *Phytopathology*, v. 76, n. 7, p. 745-749, 1986.

TALAMINI, V.; CARVALHO, H.W.; OLIVEIRA, I.R. **Qualidade sanitária de sementes de soja de diferentes cultivares introduzidas para cultivo em Sergipe.** *Boletim de pesquisa e desenvolvimento – Embrapa tabuleiros Costeiros*, Aracajú. 12p, 2012.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. **Relationship of seed vigor to crop yield: A review.** *Crop Science*, v.31, p.816-822, 1991.

TORRES, A. C. et al. **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas**. Brasília: Embrapa, 2 v. (864p.);il .1998.

TRUEBA, C. C. El origen del maíz. **Naturaleza y cultura en Mesoamérica**. *Ciencias*, n. 092, 2009.

TORRES, S. B. et al. **Teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro**. *Revista Ciência Agronômica*, v. 46, p. 622-629, 2015.