

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CAMILA ROBERTA PEREIRA**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS COM  
TRATAMENTOS A BASE DE ÓXIDO DE ZINCO, NUTRIENTES E  
BIOESTIMULANTES**

**Santa Helena**

**2023**

**CAMILA ROBERTA PEREIRA**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS COM  
TRATAMENTOS A BASE DE ÓXIDO DE ZINCO, NUTRIENTES E  
BIOESTIMULANTES**

**Physiological quality of soybean seeds stored with treatments based on zinc  
oxide, nutrients and bio-stimulants**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Orientador: Profa. Dr<sup>a</sup>. Nadia Graciele Krohn

**Santa Helena**

**2023**



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**CAMILA ROBERTA PEREIRA**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS COM  
TRATAMENTOS A BASE DE ÓXIDO DE ZINCO, NUTRIENTES E  
BIOESTIMULANTES**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: Santa Helena, 29 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

---

Profa. Dra. Nadia Graciele Krohn – Orientadora

UTFPR

---

Profa. Dra. Cíntia Maria Teixeira Fialho

UTFPR

---

Profa. Dra. Edicleia Aparecida Bonini e Silva

UTFPR

**Santa Helena**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora Profa Dra Nádia G. Krohn por todo o suporte e auxílio prestado, pelas horas dedicadas e por toda disponibilidade que teve durante todo o período de realização do trabalho.

Agradeço também a minha família pelo apoio e aos meus colegas que me auxiliaram nesse trabalho.

## RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem se apresentado cada vez mais importante no cenário agrícola atual, levando em consideração que a produção desta cultura está ligada ao expressivo crescimento do agronegócio entre as atividades econômicas do país. Com isso objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas, com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em esquema fatorial 8x4, sendo avaliados oito tratamentos e quatro épocas de armazenamento. Os tratamentos foram T0= testemunha; T1= Booster Pro<sup>®</sup>; T2= CMZ Infinity<sup>®</sup> (dose normal); T3= Maxi Zinc<sup>®</sup>; T4= Concentrat Fix<sup>®</sup>; T5= Booster Pro<sup>®</sup> + CMZ Infinity<sup>®</sup>; T6= Booster Infinity<sup>®</sup>; T7= CMZ Infinity<sup>®</sup> (três vezes a dose normal). Utilizou-se a dosagem de 200 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes de soja, com exceção da testemunha e do T7 onde foi aplicada três vezes a dose recomendada de CMZ Infinity. Foi utilizado o tratamento industrial em sementes da cultivar Brasmax Coliseu i2x (63iX65RSF I2x), conduzido na Lar Cooperativa Agroindustrial. As épocas avaliadas foram 0, 30, 60 e 90 dias após a realização do tratamento e início do período de armazenamento. Após o tratamento as sementes de soja foram avaliadas com o teste de germinação, envelhecimento acelerado, crescimento inicial e massa seca de plântulas. Com os resultados do trabalho pode-se observar que os tratamentos foram eficientes em manter o vigor e a viabilidade das sementes de soja desde que semeadas imediatamente, pois os produtos perderam eficiência durante o armazenamento. Os tratamentos não apresentaram efeito fitotóxico durante o armazenamento das sementes. Os tratamentos não foram eficientes em atrasar o processo de deterioração. Os tratamentos não apresentaram efeito sobre o crescimento de plântulas.

**Palavras-chave:** Micronutrientes. Bioestimulantes. Qualidade Fisiológica. Armazenamento.

## ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) has become increasingly important in the current agricultural scenario, taking into account that the production of this crop is linked to the significant growth of agribusiness among the country's economic activities. Therefore The objective was to evaluate the physiological quality of soybean seeds stored with treatments based on zinc oxide, nutrients and biostimulants. A completely randomized design (DIC) was used, with four replications, in an 8x4 factorial scheme, with eight treatments and four storage times evaluated. The treatments were T0= control; T1= Booster Pro<sup>®</sup>; T2= CMZ Infinity<sup>®</sup> (normal dose); T3= Maxi Zinc<sup>®</sup>; T4= Concentrat Fix<sup>®</sup>; T5= Booster Pro<sup>®</sup> + CMZ Infinity<sup>®</sup>; T6= Booster Infinity<sup>®</sup>; T7= CMZ Infinity<sup>®</sup> (three times the normal dose). A dosage of 200 mL was used. 100 kg<sup>-1</sup> of seeds, except for the control, where no treatment was applied and in T7 three times the recommended dose of CMZ Infinity was applied. The industrial treatment was used in seeds of the cultivar Brasmax Coliseu i2x (63iX65RSF I2x), carried out at Lar Cooperativa Agroindustrial. The times evaluated were 0, 30, 60 and 90 days after the completion of the treatment and beginning of the storage period. After treatment, soybean seeds were evaluated with the germination test, accelerated aging, initial growth and seedling dry mass. With the results of the work, it can be observed that the treatments were efficient in maintaining the vigor and viability of the soybean seeds since they were sown immediately, since the products lost efficiency during storage. The treatments showed no phytotoxic effect during seed storage. The treatments were not efficient in delaying the deterioration process. The treatments had no effect on seedling growth.

**Keywords:** Micronutrients. Biostimulants. Physiological Quality. Storage.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1-** Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.....21

**Tabela 2-** Porcentagem de plântulas anormais de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.....22

**Tabela 3-** Germinação do teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.....24

**Tabela 4-** Comprimento da parte aérea (cm) de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco e bioestimulantes.....25

**Tabela 5-** Comprimento da parte radicular (cm) de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.....26

**Tabela 6-** Massa seca (mg. plântula<sup>-1</sup>) de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.....27

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
	2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA.....	10
	2.2 QUALIDADE DE SEMENTES .....	12
	2.3 TRATAMENTO DE SEMENTES .....	13
	2.4 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES.....	15
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem se apresentado cada vez mais importante no cenário agrícola atual, levando em consideração que a produção desta cultura está ligada ao expressivo crescimento do agronegócio entre as atividades econômicas do país. Esse complexo agroindustrial da soja, que percorre o mercado internacional, designou este grão como uma das principais fontes de proteína vegetal, que por sua vez é responsável por atender à crescente demanda da produção de alimentos de origem animal em todo o mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Segundo a CONAB no ano de 2022 a produção brasileira foi de 123.829,5 milhões de toneladas em uma área plantada de 40.921,9 milhões de hectares. A produtividade média foi de 3.026 kg/ha.

Um dos principais motivos que contribuíram para esse desempenho é a produção de sementes com qualidade fisiológica. A semente apresenta grande relevância na implantação da lavoura, pois é ela que carregar o material genético que vai permitir que a cultura expresse seu potencial produtivo, pensando nas novas tecnologias e o constante crescimento da população (MACULAN et al., 2021).

Porém, todo o potencial genético e fisiológico pode ser prejudicado pelo processo natural de deterioração e envelhecimento, que ocorre a partir do momento em que a semente atinge a maturidade fisiológica ainda no campo de produção e ocorre até a semeadura dessas sementes (LUDWIG et al., 2011).

Por isso é importante buscar meios que possam contribuir para a manutenção da qualidade e viabilidade fisiológica das sementes, sendo o mais importante para isto a adoção de boas práticas de armazenamento, uma vez que submete a semente a condições ideais de temperatura e umidade, que são responsáveis por reduzir a atividade metabólica das sementes e por consequência o processo de deterioração. Além disso, proporciona um ambiente desfavorável para o estabelecimento de patógenos e pragas (JUVINO et al., 2014).

Com isso objetivou-se com esse trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas com tratamentos com nutrientes e promotores de crescimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA

A soja de nome científico *Glycine max* (L.) Merrill é uma planta herbácea, do gênero *Glycine* e espécie *Glycine max* L. Teve sua origem de acordo com Bertrand, Laurent e Leclercq (1987) no continente asiático, mais precisamente na região do Rio Yangtse, na China.

As principais variedades comerciais apresentam caule híspido, pouco ramificado e raiz com eixo principal e muitas ramificações. Possuem folhas trifolioladas (exceto o primeiro par de folhas simples, no nó acima do nó cotiledonar). Têm flores de fecundação autógama, típicas da subfamília Papilionoideae, de cor branca ou roxa. Desenvolvem vagens (leguminosas) levemente arqueadas que, à medida que amadurecem, evoluem da cor verde para amarelo-pálido, marrom-claro, marrom ou cinza, e que podem conter de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, de tegumento amarelo pálido, com hilo preto, marrom ou amarelo-palha (EMBRAPA, 2021).

A estatura das plantas varia, dependendo das condições do ambiente e da variedade (cultivar). A estatura ideal é entre 60 a 110 cm, o que, em lavouras comerciais, pode facilitar a colheita mecânica e evitar o acamamento. O ambiente também influencia sua floração e, conseqüentemente, seu ciclo. A floração da soja responde ao nictoperíodo, ou duração da noite. As cultivares brasileiras de soja são classificadas em grupos de maturação (GM), com base no seu ciclo (EMBRAPA, 2021).

No Brasil, a cultura da soja foi introduzida em 1882 no Estado da Bahia por Gustavo D'utra (D'UTRA, 1882). Em seguida no início do século XX, conforme apontam pesquisas feitas pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) o IAC (Instituto Agrônômico de Campinas) desencadeou a distribuição de sementes para os produtores do estado de São Paulo, dando-lhes instruções sobre os métodos de cultivo, semeadura e adubos que deveriam ser utilizados para seu cultivo. Foi nessa época,

que a região Sul do país, sobretudo o estado do Rio Grande do Sul, iniciou o cultivo da soja, e foi ainda, nessa região que a cultura apresentou melhor desenvolvimento e encontrou cenários ideais para o seu desenvolvimento.

Os investimentos em pesquisa levaram à "tropicalização" da soja, possibilitando que o grão pudesse ser cultivado com êxito, em regiões de baixas latitudes, entre o trópico de capricórnio e a linha do equador. Essa conquista dos cientistas brasileiros inovou a história mundial da soja e seu impacto começou a ser constatado pelo mercado a partir do final da década de 80 e mais notadamente na década de 90 (EMBRAPA SOJA, 2005).

Dall'agnol (2000) alega que a soja foi a grande responsável pela eclosão da agricultura comercial brasileira, acelerou a mecanização das lavouras, modernizou o transporte, expandiu a fronteira agrícola, contribuindo para a tecnicidade e produção de outras culturas, além de apoiar o desenvolvimento da avicultura e da suinocultura no Brasil. A geração de tecnologias colaborou para que o país expandisse sua produção de soja, passando a ocupar o segundo lugar entre os maiores produtores de soja do mundo (CONAB, 2022).

A importância do complexo de soja para o Brasil pode ser mensurada tanto pelo marcante crescimento da produção desta cultura quanto pela arrecadação com as exportações de soja em grão e derivados (óleo e farelo de soja). A soja por ser fonte de proteínas na alimentação humana e de grande parte dos animais que produzem leite, carne e ovos, oferece hoje, uma diversidade de produtos. Refere-se a uma cadeia produtiva bastante ampla, pois animais criados com rações elaboradas a partir do farelo de soja oferecem outros subprodutos que vão assegurar outras áreas da economia, como o setor de couro, fertilizantes orgânicos e outros (SANCHES, MICHELLON, ROESSING, 2005). Outro fator importante da soja com relação à economia diz respeito a geração de empregos, sejam eles formais por meio de empresas (venda de insumos, recebimento de grãos) sejam esses informais a partir da empregabilidade (operação de máquinas, transporte do produto, capina, etc) que os produtores ofertam.

A competitividade do mercado mundial e a necessidade de se produzir cada vez mais com o aumento crescente da população é de suma importância aumentar a

produtividade da cultura da soja e, para que se possa obter aumento da produtividade o uso de sementes de qualidade é fundamental.

## 2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

A semente de soja, para ser julgada de alta qualidade, deve apresentar elevadas taxas de vigor, germinação e sanidade, assim como atribuições de purezas física e genética e não possuir sementes de plantas daninhas (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

Essas condições são responsáveis pelo desempenho da semente a campo, culminando com o estabelecimento da população de plantas exigido pela cultivar, condição fundamental, que contribui para que sejam alcançados elevados níveis de produtividade (KRZYZANOWSKI, 2004).

A alta pureza genética é importante para que a cultivar possa expressar em sua totalidade todas as suas propriedades de qualidade agrônômica, tais como seu ciclo, sua produtividade, sua resistência a patógenos, o tipo de grão, as qualidades organoléptica e de semente (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

A aptidão fisiológica da semente de soja pode ser impactada por fatores de deterioração que acontecem no campo e que englobam os danos causados por percevejo, danos por umidade e os danos mecânicos, que decorrem nas máquinas colhedoras. Portanto, as condições que a semente encontra no momento da formação são essenciais para o estabelecimento da qualidade fisiológica e para a sua manutenção deve ser adotadas práticas de manejo adequadas durante o tratamento e o armazenamento da mesma (FRANÇA-NETO et al., 2016). O vigor das sementes pode ser definido de acordo com a Associação Oficial dos Analistas de Sementes dos Estados Unidos (BAALBAKI et al., 2009) como “aquelas propriedades das sementes que determinam o seu potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições de ambiente.” Sementes de alto vigor sempre mostram vantagens em situações diversas de ambiente, quando comparadas às sementes de médio ou baixo vigor

(KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018) e o benefícios podem ser observados inclusive no aumento da produtividade.

A qualidade sanitária da semente de soja é de suma importância, uma vez que afeta desfavoravelmente a qualidade fisiológica da semente, assim como a sanidade da lavoura, visto que numerosos fungos, ao infectarem a semente, auxiliam para a diminuição do vigor e da germinação (HENNING, 2005).

A plenitude física da semente de soja é primordial para o seu total desempenho no campo, quanto à germinação e à emergência de plântula. Sementes sem avarias mecânicas constituem em pré-requisito de qualidade muito importante para proporcionar a quantidade de plantas no campo, exigida para se atingir níveis altos de produtividade (KRZYZANOWSKI, 2004).

Para manter ou melhorar a qualidade das sementes é importante realizar o tratamento dessas sementes, visando garantir que elas não serão deterioradas pelo ataque de pragas e doenças.

### 2.3 TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes se mostra primordial para o controle dos patógenos, podendo ser realizado de forma química ou biológica, sendo uma técnica que traz benefícios aos produtores, mantendo a qualidade fisiológica das sementes, conferindo proteção às sementes e as plântulas na fase inicial de estabelecimento e desenvolvimento assegurando um estande apropriado, plantas vigorosas e ganho no rendimento (OLIVEIRA et al., 2016).

O tratamento de sementes é a utilização de processos e substâncias que mantenham ou realcem o desempenho das sementes, possibilitando a expressão máxima do potencial genético das culturas. Engloba a aplicação de produtos químicos (fungicidas, inseticidas e nematicidas), produtos biológicos, inoculantes (bactérias fixadoras de nitrogênio, do gênero *Rhizobium*, *Azospirillum*), biorreguladores, bioestimulantes, micronutrientes (Cu, Zn), etc. No sentido mais restrito, diz respeito à aplicação de produtos químicos com eficiência contra fitopatógenos (PARISI; MEDINA, 2013).

O tratamento químico de sementes além de ser barato e de fácil execução, é também tido como seguro ao homem e ao ambiente pertinente à pequena quantidade de produtos incorporados às sementes e os mesmos estarem em contato direto com o sítio alvo. Além disso, é um método pouco danoso ao ambiente, quando confrontado aos sistemas tradicionais de tratamento de doenças, via aérea. Muitos autores creem que o tratamento químico de sementes é uma das medidas mais eficazes no controle de microrganismos, pois além de eliminar ou minimizar o inóculo do patógeno na semente, pode dificultar a entrada dos mesmos em áreas isentas, preservar as sementes e plântulas de microrganismos existentes no solo, além de conter a necessidade de ressemeadura, visando economia de sementes (PARISI; MEDINA, 2013).

A utilização de produtos biológicos para o tratamento de sementes está em constante expansão, pois são tecnologias desenvolvidas baseadas em microrganismos nativos do solo que naturalmente atuam na defesa da planta devido a uma relação de simbiose que ocasionam melhorias como promoção de crescimento, resistência a patógenos e estresse hídrico, melhoria do enraizamento com reflexo direto na produtividade (PAVAN et al., 2011; MARIANO et al., 2013; CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

Os biorreguladores são compostos orgânicos, não nutrientes que, utilizados na planta, a baixas concentrações, que viabilizam, dificultam ou modificam processos morfológicos e fisiológicos do vegetal. Problemas na soja como estresse hídrico, falta de absorção de nutrientes além da presença de doenças, nematoides e pragas podem ser reduzidos com a utilização dos biorreguladores que interferem nos parâmetros agronômicos e equilíbrio hormonal trazendo assim melhor desenvolvimento fisiológico (LUDWIG et al., 2011).

Os bioestimulantes são misturas de um ou mais biorreguladores com outros compostos de essência química divergente, como sais minerais (CASTRO; PEREIRA, 2008). A ação dos bioestimulantes é baseada na sua habilidade de influenciar a atividade hormonal das plantas, regulando o desenvolvimento normal da planta assim como as respostas ao ambiente onde se encontram. Esses reguladores podem ser aplicados via foliar ou em tratamento de sementes para proporcionar maiores

produções na cultura de interesse e avanços na qualidade das sementes como na velocidade de germinação, enraizamento, acréscimo de crescimento e desenvolvimento das plantas (LONG, 2019).

## 2.4 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

A excelência da semente é motivo de suma importância para que se alcance a produtividade desejada e o armazenamento é prática primordial que pode ajudar no aperfeiçoamento da qualidade fisiológica da mesma, sendo também um método por meio do qual se pode preservar sua viabilidade e manter seu vigor até a próxima semeadura (AZEVEDO et al., 2003).

Dentre as condições que afetam a qualidade no decorrer do armazenamento estão a temperatura e o teor de água da semente. Segundo Berbert et al. (2008), o teor de água é o fator mais significativo na precaução da deterioração da semente ao longo do armazenamento. Permanecendo baixo o teor de água e a temperatura, o ataque de microrganismos e a respiração possuirão seus efeitos minimizados na semente. Franco et al. (2016) enfatizam a necessidade de armazenar as sementes em um ambiente que apresente umidade relativa do ar e temperaturas baixas, preservando a semente da umidade e de altas temperaturas que possam reiniciar as atividades do embrião e aumentar a taxa de respiração responsável pelo início do processo de deterioração.

A temperatura e a umidade relativa são decisórias no processo de perda de viabilidade de sementes no decorrer do tempo de armazenamento, podendo causar alterações na qualidade da planta a qual a semente dará origem. (KONG et al., 2008; MALAKER et al., 2008).

A diminuição na qualidade é, em geral, descrita pelo decréscimo na percentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (TOLEDO et al., 2009). O tratamento de sementes pode ter efeitos benéficos na manutenção da qualidade fisiológica e sanitária das mesmas durante o armazenamento. No entanto, algumas moléculas podem apresentar efeitos deletérios e/ou fitotóxicos. De acordo com Carvalho (2022) de forma geral, quando verificadas todas as variáveis é possível observar uma redução na qualidade fisiológica das

sementes de soja tratadas com zinco ao longo do período de armazenamento em temperatura e umidades ambiente no município de Pato Branco, PR. No entanto, existe o relato de empresa que desenvolve produtos para o tratamento de sementes que o uso de óxido de zinco não provoca fitotoxidez na semente durante o armazenamento. Assim sendo, para verificar está informação, conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar tratamentos de sementes a base de óxido de zinco e bioestimulantes.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com sementes certificadas colhidas na safra de 2022, no Laboratório de Melhoramento Genético e Tecnologia de Sementes localizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná *campus* Santa Helena, na cidade de Santa Helena – Paraná que está localizada no Oeste do estado, a 227 metros de altitude e com as coordenadas geográficas latitude 24° 51' 51" Sul, longitude 54° 19' 49" Oeste. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em esquema fatorial 8x4, sendo avaliados oito tratamentos e quatro épocas de armazenamento.

Os tratamentos foram T0= testemunha; T1= Booster Pro<sup>®</sup>; T2= CMZ Infinity<sup>®</sup> (dose normal); T3= Maxi Zinc<sup>®</sup>; T4= Concentrat Fix<sup>®</sup>; T5= Booster Pro<sup>®</sup> + CMZ Infinity<sup>®</sup>; T6= Booster Infinity<sup>®</sup>; T7= CMZ Infinity<sup>®</sup> (três vezes a dose normal). O produto Booster Pro apresenta em sua composição base de extrato de *E. maxima* + Mo 24,4 g L<sup>-1</sup> e Zn 36,6 g L<sup>-1</sup>. CMZ Infinity contém Cu 10,47 g L<sup>-1</sup>, Mo 5,57 g L<sup>-1</sup> e Zn 47,9 g L<sup>-1</sup>. Maxi Zinc, por sua vez, é composto por óxido de cobre 100 g L<sup>-1</sup>. Concentrat Fix têm como ingredientes ativos Mo 35,2 g L<sup>-1</sup>, Co 3,0 g L<sup>-1</sup> e Ni 1,6 g L<sup>-1</sup>. Por fim, Booster Infinity apresenta extrato de *E. maxima* + Mo: 42,62, Zn: 317,16 e Cu: 66,6 g L<sup>-1</sup>. Os tratamentos foram usados na dosagem de 200 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes, com exceção da testemunha, onde não foi aplicado tratamento e do tratamento T7 onde foi aplicada três vezes a dose recomendada de CMZ Infinity, ou seja, 600 mL. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes. O volume de calda utilizado foi de 600 mL. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes e quando necessário foi utilizada água completar o volume. Foi utilizado o tratamento industrial

em sementes da cultivar Brasmax Coliseu i2x (63iX65RSF I2x), conduzido na Lar Cooperativa Agroindustrial.

As épocas avaliadas foram no momento do tratamento e início do armazenamento, correspondendo a 0 dias, continuando com 30, 60 e 90 dias de armazenamento, após o tratamento.

As sementes de soja foram avaliadas através da realização de teste de germinação, envelhecimento acelerado, crescimento e massa seca de plântulas.

Para a avaliação de germinação foram realizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas em rolos de papel germitest umedecidos com 2,5 vezes a massa do papel seco com água destilada e mantidas em germinador do tipo Mangelsdorf por oito dias a 25 °C. A primeira contagem foi realizada aos cinco dias, computando-se as plântulas normais e a última contagem aos oito dias após a montagem dos testes, avaliando-se as plântulas normais, anormais e sementes mortas seguindo os critérios apontados pelas Regras para Análises de Sementes, com resultado expresso em porcentagem (BRASIL, 2009).

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com aproximadamente 200 sementes, que foram acondicionadas sob tela em caixas gerbox, com 40 mL de água permanecendo em câmara com umidade relativa do ar em ponto de saturação, por 48 horas a 41 °C. Na sequência foi conduzido teste de germinação da mesma forma como descrito anteriormente, no entanto, apenas com a condução da primeira contagem (MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA,1987)

O teste de crescimento de plântulas, que foi conduzido de acordo com metodologia adaptada de Krzyzanowski et al. (2020), utilizando quatro repetições de 10 sementes de soja. Uma linha foi traçada no terço superior do papel germitest no sentido longitudinal. Os papéis foram umedecidos previamente com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. As sementes de soja foram posicionadas de forma que a micrópila estivesse voltada para a parte inferior do papel. Os rolos foram posicionados verticalmente no germinador por oito dias a 25°C. Ao final deste período, foi efetuada a medida das partes das plântulas normais emergidas (raiz primária e hipocótilo) utilizando-se uma régua. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros, com apresentação de comprimento de parte aérea e

radicular. Após a retirada dos cotilédones as plântulas foram acondicionadas em estufa com circulação de ar a 65 °C por 48 horas. Na sequência foi determinada a massa seca em balança analítica, com expressão dos resultados em mg.plântula<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey e os dados do fator período submetidos a análise por polinômios ortogonais, apresentando a equação que foi estatisticamente significativa. Conduziu-se a análise estatística com o auxílio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para todos os testes realizados observou-se efeito significativo dos fatores isolados tempo e tratamento, bem como da interação dos mesmos.

Para os dados de primeira contagem do teste de germinação (Tabela 1) para o fator tempo, os dados se ajustaram a equação quadrática. O ponto de máxima, que se refere ao momento de início de perda de qualidade, para a testemunha (T<sub>0</sub>), Booster Pro (T<sub>1</sub>), CMZ Infinity (dose normal) (T<sub>2</sub>); Maxi Zinc (T<sub>3</sub>); Concentrat Fix (T<sub>4</sub>); Booster Pro + CMZ Infinity (T<sub>5</sub>); Booster Infinity (T<sub>6</sub>) e CMZ Infinity (três vezes a dose normal) (T<sub>7</sub>) ocorreu aos 41, 35, 27, 16, 28, 5, 14 e 69 dias, respectivamente. O tratamento T<sub>7</sub> deve ser destacado, pois manteve por mais tempo que os demais tratamentos a porcentagem de plântulas normais.

Para o fator tratamento, no tempo de tratamento e armazenamento da primeira contagem do teste de germinação (Tabela 1) aos 0 dias, os tratamentos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub> apresentaram porcentagem de plântulas normais superior a testemunha, evidenciando o efeito benéfico dos tratamentos. Enquanto os tratamentos T<sub>1</sub> e T<sub>4</sub> apresentaram porcentagens intermediárias, que por sua vez não diferiram da testemunha. Este efeito benéfico pode estar associado ao fato de o Zinco ativar enzimas, como as desidrogenases, aldolases, enolases e isomerases, acelerando a respiração e, por consequência, a produção de ATP para os processos que necessitam de energia (TAIZ e ZEIGER, 2010), como é o caso da germinação. Adicionalmente, os tratamentos que apresentam extrato de *E. máxima* (T<sub>5</sub> e T<sub>6</sub>), apresentaram efeito bioestimulante promovido pela alga. Aos 30, 60 e 90 dias nenhum tratamento diferiu da testemunha, provavelmente porque as moléculas já tenham perdido a sua meia-vida e não apresentaram nenhum efeito residual nesses tempos de armazenamento.

Segundo Carvalho (2022), avaliando a mesma variável com tratamentos a base de zinco foi possível verificar que houve uma redução do potencial germinativo das sementes no decorrer do período de armazenamento.

A porcentagem de plântulas normais observadas na última contagem do teste de germinação apresentou o mesmo comportamento que o relatado para a primeira contagem e dessa forma os dados não foram apresentados.

**Tabela 1-** Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

Primeira contagem (%)						
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)				Equação	R <sup>2</sup>
	0	30	60	90		
T0	92,5 b	98,5	96,5	90,0 ab	$y = -0,0035x^2 + 0,2808x + 92,675$	0,98
T1	96,5 ab	99,0	97,0	94,5 a	$y = -0,0014x^2 + 0,0983x + 96,700$	0,92
T2	97,5 a	98,5	97,0	92,5 ab	$y = -0,0015x^2 + 0,0825x + 97,475$	0,99
T3	99,0 a	99,0	97,5	94,0 a	$y = -0,001x^2 + 0,0325x + 98,975$	0,99
T4	96,0 ab	98,5	95,0	88,0 b	$y = -0,0026x^2 + 0,1458x + 96,125$	0,99
T5	98,5 a	98,5	94,5	91,5 ab	$y = -0,0008x^2 + 0,0083x + 98,75$	0,96
T6	98,0 a	98,5	95,5	91,5 ab	$y = -0,0013x^2 + 0,0375x + 98,125$	0,99
T7	98,5 a	98,0	94,5	93,0 a	$y = -0,0003x^2 - 0,0417x + 98,75$	0,94
Análise de variância						
Fc Tempo (Tm)					57,73**	
Fc Tratamento (T)					3,91**	
Fc Tm x T					1,79*	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fc: valor de F calculado; \*\*: significativo a 1% de probabilidade \*: significativo a 5% de probabilidade. T0= testemunha; T1= Booster Pro; T2= CMZ Infinity (dose recomendada); T3= Maxi Zinc; T4= Concentrat Fix; T5= Booster Pro + CMZ Infinity; T6= Booster Infinity; T7= CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada).

Para os dados de porcentagem de plântulas anormais do teste de germinação (Tabela 2) os tratamentos testemunha (T<sub>0</sub>), Booster Pro (T<sub>1</sub>), CMZ Infinity (dose recomendada) (T<sub>2</sub>); Maxi Zinc (T<sub>3</sub>); Concentrat Fix (T<sub>4</sub>); Booster Pro + CMZ Infinity (T<sub>5</sub>); Booster Infinity (T<sub>6</sub>) e CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada) (T<sub>7</sub>) novamente se ajustaram a equações quadráticas e apresentaram o ponto de maior quantidade de plântulas anormais aos 57, 43, 5, 31, 33, 32, 27 e 22 dias, respectivamente. Nota-se que os tratamentos tiveram comportamento semelhante e que a perda na qualidade da semente, detectada pelo aumento na porcentagem de plântulas anormais provavelmente é em função da evolução natural da deterioração da semente, conforme descrito por Marcos-Filho (2015). Portanto, nenhum tratamento foi eficaz em atrasar o processo de deterioração.

Aos 0 dias a testemunha se sobressaiu em relação aos demais tratamentos, evidenciando efeito benéfico dos tratamentos (Tabela 2). Aos 30 e 60 dias não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e, aos 90 dias nenhum tratamento diferiu da testemunha. Dessa forma, pode-se concluir que nenhum

tratamento teve efeito fitotóxico nas sementes durante o armazenamento, pois se o mesmo tivesse ocorrido, observaria maior número de plântula anormais, reflexo de danos na semente.

Marschner (1995) trabalhando com sementes de milho tratadas com o fertilizante biostemulante Stimulate® apresentando em sua formulação concentrações dos micronutrientes Zinco e Molibdênio constatou que ocorreu uma redução no vigor das sementes quando comparadas à testemunha, determinado através do índice de velocidade de emergência. Segundo o mesmo, estes micronutrientes em excesso, podem causar efeito fitotóxico nas sementes prejudicando a sua germinação. O óxido de zinco, presente nos produtos testados, não apresentou esse efeito fitotóxico não ocasionando danos nas sementes.

**Tabela 2-** Porcentagem de plântulas anormais de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

Plântulas anormais (%)						
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)				Equação	R <sup>2</sup>
	0	30	60	90		
T0	7,5 a	0,5	3,0	2,0 ab	$y = 0,0017x^2 - 0,1967x + 6,85$	0,68
T1	3,0b	0	1,0	3,0 ab	$y = 0,0014x^2 - 0,1217x + 2,85$	0,93
T2	1,5 b	1,0	0,5	0,5 b	$y = 0,0001x^2 - 0,0242x + 1,525$	0,98
T3	1,0 b	0	0,5	4,0 ab	$y = 0,0013x^2 - 0,0808x + 1,075$	0,98
T4	2,5 b	0,5	2,0	5,0 ab	$y = 0,0014x^2 - 0,095x + 2,4$	0,98
T5	1,0 b	0	0,5	3,0 a	$y = 0,001x^2 - 0,0658x + 1,025$	0,99
T6	1,0 b	0,5	1,0	2,5 a	$y = 0,0006x^2 - 0,0333x + 1$	1
T7	1,0 b	0,5	1,5	3 ab	$y = 0,0006x^2 - 0,0267x + 0,95$	0,98
Análise de variância						
Fc Tempo (Tm)					16,75**	
Fc Tratamento (T)					4,25**	
Fc Tm x T					2,90 **	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fc: valor de F calculado; \*\*: significativo a 1% de probabilidade \*: significativo a 5% de probabilidade. T0= testemunha; T1= Booster Pro; T2= CMZ Infinity (dose recomendada); T3= Maxi Zinc; T4= Concentrat Fix; T5= Booster Pro + CMZ Infinity; T6= Booster Infinity; T7= CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada).

O teste de germinação demonstra a aptidão da semente em produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo, portanto, um percentual baixo de germinação representa que a semente terá dificuldade em emergir e desenvolver estruturas essenciais do embrião, comprometendo o estabelecimento da cultura (BRASIL, 2009). Com base nisso na variável plântulas normais, a testemunha

apresentou a menor média e para a variável plântulas anormais a testemunha apresentou a maior média entre os tratamentos, fato esse que pode ser explicado pelo benefício dos tratamentos realizados nas sementes que foram capazes de diminuir a deterioração das mesmas inicialmente.

Os dados do teste envelhecimento acelerado corroboram os observados no teste de germinação. Novamente ocorreu ajuste dos dados à equação quadrática (Tabela 3) sendo que a testemunha (T<sub>0</sub>), Booster Pro (T<sub>1</sub>), CMZ Infinity (dose recomendada) (T<sub>2</sub>); Maxi Zinc (T<sub>3</sub>); Concentrat Fix (T<sub>4</sub>); Booster Pro + CMZ Infinity (T<sub>5</sub>); Booster Infinity (T<sub>6</sub>) e CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada) (T<sub>7</sub>) exibiram a maior porcentagem de germinação aos 56, 53, 13, 33, 16, 40, 22 e 36 dias, respectivamente, com decréscimo após esses períodos.

Aos 0 dias os tratamentos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub> apontaram a maior média em relação aos demais tratamentos, o tratamento T<sub>5</sub> expressou resultado intermediário, não diferindo da testemunha e o tratamento T<sub>1</sub> expressou a menor média em comparação com os outros tratamentos. Aos 30, 60 e 90 dias os tratamentos e a testemunha não apresentaram diferença estatística significativa entre si.

Em trabalho desenvolvido com sementes de sorgo tratadas com cinco doses diferentes de zinco, foi possível verificar acréscimos com subsequente queda nos percentuais de germinação (YAGI et al., 2006).

**Tabela 3-** Germinação do teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

Germinação do envelhecimento acelerado (%)						
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)				Equação	R <sup>2</sup>
	0	30	60	90		
T0	83,5 bc	97,5	94,0	94,0	$y = -0,0039x^2 + 0,4433x + 84,55$	0,8
T1	82,5 c	99,0	96,0	93,0	$y = -0,0054x^2 + 0,5825x + 83,475$	0,87
T2	97,5 a	97,5	95,0	93,5	$y = -0,0004x^2 - 0,0108x + 97,675$	0,94
T3	97,0 a	98,5	97,5	93,5	$y = -0,0015x^2 + 0,0992x + 96,975$	0,99
T4	96,0 a	92,0	95,5	86,0	$y = -0,0015x^2 + 0,0492x + 94,975$	0,67
T5	91,5 ab	95,0	97,0	88,5	$y = -0,0022x^2 + 0,1767x + 91,55$	0,99
T6	95,0 a	95,0	94,0	89,5	$y = -0,0012x^2 + 0,0542x + 94,875$	0,98
T7	95,5 a	92,5	91,5	86,5	$y = -0,0006x^2 - 0,0433x + 95,2$	0,95
Análise de variância						
Fc Tempo (Tm)				14,35**		
Fc Tratamento (T)				3,86**		
Fc Tm x T				4,37**		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fc: valor de F calculado; \*\*: significativo a 1% de probabilidade \*: significativo a 5% de probabilidade. T0= testemunha; T1= Booster Pro; T2= CMZ Infinity (dose recomendada); T3= Maxi Zinc; T4= Concentrat Fix; T5= Booster Pro + CMZ Infinity; T6= Booster Infinity; T7= CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada).

O teste de envelhecimento acelerado tem como princípio estabelecer que a taxa de deterioração é acelerada consideravelmente, quando as sementes são expostas a temperatura e umidade relativa elevadas; estas são consideradas como fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Assim, verifica-se que as amostras com baixo vigor apresentam queda mais acentuada da viabilidade, quando submetidas às condições do teste, enquanto as mais vigorosas geralmente são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais (MARCOS FILHO et al., 2000). Por meio das informações apresentadas é possível constatar que o tratamento T<sub>1</sub> apresentou a menor porcentagem de germinação valor esse que não difere do apresentado pela testemunha o que pode ser explicado pelo processo de deterioração que o teste causou as sementes fazendo com que T<sub>0</sub> e T<sub>1</sub> apresentassem um efeito negativo sobre o processo de germinação das sementes.

Segundo a empresa fabricante dos produtos utilizados nos tratamentos, o produto Booster Pro (T<sub>1</sub>) atua agindo em diferentes rotas metabólicas nas plantas o que pode ter ocasionado a inibição de alguma dessas rotas fazendo com que o mesmo não fosse tão eficiente em manter o vigor das sementes.

Para os dados do comprimento da parte aérea (Tabela 4), que se ajustaram a equação quadrática, os tratamentos testemunha (T<sub>0</sub>), Booster Pro (T<sub>1</sub>), CMZ Infinity (dose recomendada) (T<sub>2</sub>); Maxi Zinc (T<sub>3</sub>); Concentrat Fix (T<sub>4</sub>); Booster Pro + CMZ Infinity (T<sub>5</sub>); Booster Infinity (T<sub>6</sub>) e CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada) (T<sub>7</sub>) apresentaram decréscimo dos valores de crescimento a partir dos 31, 39, 46, 28, 57, 48, 237 e 51 dias de armazenamento, respectivamente.

Com relação a verificação da eficiência dos tratamentos, dentro de cada período, constatou-se que nenhum tratamento foi eficiente em aumentar o crescimento da parte aérea em comparação com a testemunha (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados para o comprimento radicular (Tabela 5).

**Tabela 4-** Comprimento da parte aérea (cm) de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

Comprimento de parte aérea (cm)						
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)				Equação	R <sup>2</sup>
	0	30	60	90		
T0	8,9 a	10,9 a	8,5 ab	7,7 ab	$y = -0,0008x^2 + 0,05x + 9,2$	0,67
T1	6,6 bc	7,9 bc	7,8 ab	5,5 bc	$y = -0,001x^2 + 0,0787x + 6,56$	0,99
T2	6,1 c	8,1 bc	7,3 ab	6,3 ab	$y = -0,0008x^2 + 0,0743x + 6,28$	0,86
T3	9,1 a	9,4 ab	9,2 a	7,1 ab	$y = -0,0007x^2 + 0,0393x + 9,03$	0,97
T4	3,2 d	3,9 d	4,3 c	4,0 c	$y = -0,0003x^2 + 0,0343x + 3,18$	0,98
T5	8,8 ab	6,4 c	6,6 b	8,3 a	$y = 0,0011x^2 - 0,1068x + 8,745$	0,98
T6	9,9 a	10,1 ab	6,8 b	7,5 ab	$y = 0,0001x^2 - 0,0475x + 10,275$	0,66
T7	8,5 ab	7,1 c	6,8 b	7,4 ab	$y = 0,0006x^2 - 0,062x + 8,49$	0,99
Análise de variância						
Fc Tempo (Tm)					9,09**	
Fc Tratamento (T)					39,47**	
Fc Tm x T					4,17 **	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fc: valor de F calculado; \*\*: significativo a 1% de probabilidade \*: significativo a 5% de probabilidade. T0= testemunha; T1= Booster Pro; T2= CMZ Infinity (dose recomendada); T3= Maxi Zinc; T4= Concentrat Fix; T5= Booster Pro + CMZ Infinity; T6= Booster Infinity; T7= CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada).

Adicionalmente, os resultados de comprimento da parte radicular (Tabela 5) se ajustaram à equação quadrática, sendo que os tratamentos testemunha (T<sub>0</sub>), Booster Pro (T<sub>1</sub>), CMZ Infinity (dose recomendada) (T<sub>2</sub>); Maxi Zinc (T<sub>3</sub>); Concentrat Fix (T<sub>4</sub>); Booster Pro + CMZ Infinity (T<sub>5</sub>); Booster Infinity (T<sub>6</sub>) e CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada) (T<sub>7</sub>) mostraram seu máximo crescimento aos 42, 51, 42, 45, 47, 51, 60 e 58 dias, respectivamente, com decréscimo a partir desses períodos.

O zinco exerce importantes funções no metabolismo das plantas, participando da síntese do aminoácido triptofano, precursor do AIA (Ácido Indol Acético) sendo esse o principal hormônio promotor do crescimento, além de ativar várias enzimas e ser componente estrutural de outras (EPSTEIN; BLOOM, 2004). De acordo com Malavolta (2006), o zinco é requerido em pequenas quantidades, apresentando uma estreita faixa entre o efeito benéfico e a toxicidade, fato esse que pode explicar a ineficiência dos tratamentos em promover o crescimento das plântulas de soja.

**Tabela 5-** Comprimento da parte radicular (cm) de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

<b>Comprimento da parte radicular (cm)</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>Tempo de armazenamento após tratamento (dias)</b>				<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
	0	30	60	90		
T0	11,7 a	11,0 ab	14,0 a	9,9 ab	$y = -0,0009x^2 + 0,077x + 11,16$	0,35
T1	10,5 ab	12,5 a	13,7 a	11,9 a	$y = -0,0011x^2 + 0,113x + 10,39$	0,95
T2	11,4 a	12,0 ab	12,4 ab	11,0 a	$y = -0,0007x^2 + 0,0599x + 10,978$	0,94
T3	9,1ab	12,4 a	12,1ab	9,8 ab	$y = -0,0016x^2 + 0,146x + 9,18$	0,98
T4	4,7 c	8,0 c	9,3 c	5,4 c	$y = -0,002x^2 + 0,1913x + 4,54$	0,96
T5	9,8 ab	9,6 ab	11,9 abc	9,4 bc	$y = -0,0006x^2 + 0,0612x + 9,435$	0,34
T6	10,1 ab	11,0 ab	12,5 ab	11,1 a	$y = -0,0006x^2 + 0,0725x + 9,925$	0,79
T7	8,3 b	7,5 c	10,1bc	7,7 bc	$y = -0,0004x^2 + 0,0427x + 7,88$	0,16
<b>Análise de variância</b>						
Fc Tempo (Tm)					34,81**	
Fc Tratamento (T)					34,9**	
Fc Tm x T					1,80*	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fc: valor de F calculado; \*\*: significativo a 1% de probabilidade \*: significativo a 5% de probabilidade. T0= testemunha; T1= Booster Pro; T2= CMZ Infinity (dose recomendada); T3= Maxi Zinc; T4= Concentrat Fix; T5= Booster Pro + CMZ Infinity; T6= Booster Infinity; T7= CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada).

Por fim, para os dados da massa seca de plântula (Tabela 6) os tratamentos testemunha (T<sub>0</sub>), Booster Pro (T<sub>1</sub>), CMZ Infinity (dose recomendada) (T<sub>2</sub>); Maxi Zinc (T<sub>3</sub>); Concentrat Fix (T<sub>4</sub>); Booster Pro + CMZ Infinity (T<sub>5</sub>); Booster Infinity (T<sub>6</sub>) e CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada) (T<sub>7</sub>) apresentaram a maior massa aos 194, 107, 840, 165, 14, 7, 3 e 1 dias, respectivamente, com decréscimo após esses períodos.

Aos 0 e 30 dias nenhum tratamento foi superior à testemunha quanto ao acúmulo de massa seca por plântula (Tabela 6). Aos 60 dias os tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub> foram superiores à testemunha. Aos 90 dias apenas o T<sub>4</sub> foi superior a testemunha.

**Tabela 6-** Massa seca (mg . plântula<sup>-1</sup>) de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

Tratamentos	Massa seca (mg . plântula <sup>-1</sup> )					
	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)				Equação	R <sup>2</sup>
	0	30	60	90		
T0	26,7 ab	46,9 abc	39,9 c	62,7 bc	$y = 0,0007x^2 + 0,2717x + 29,55$	0,75
T1	26,5 ab	59,4 a	55,9 ab	75,2 b	$y = -0,0038x^2 + 0,8153x + 29,46$	0,85
T2	39,0 a	53,0 ab	57,9 a	72,5 b	$y = 0,0002x^2 + 0,3363x + 39,94$	0,96
T3	33,3 a	52,2 ab	56,9 ab	69,9 b	$y = -0,0016x^2 + 0,5292x + 34,425$	0,96
T4	14,8 b	35,3 c	53,0 abc	101,4 a	$y = 0,0077x^2 + 0,2275x + 16,475$	0,98
T5	26,4 ab	41,5 bc	43,9 abc	52,0 c	$y = -0,0019x^2 + 0,029x + 27,32$	0,95
T6	31,9 a	44,5 abc	43,8 abc	70,6 b	$y = 0,0039x^2 + 0,0297x + 33,94$	0,89
T7	26,0 ab	38,5 bc	41,9 bc	74,7 b	$y = 0,0056x^2 - 0,0092x + 27,925$	0,94
Análise de variância						
Fc Tempo (Tm)					210,46**	
Fc Tratamento (T)					8,98**	
Fc Tm x T					6,77**	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fc: valor de F calculado; \*\*: significativo a 1% de probabilidade \*: significativo a 5% de probabilidade. T0= testemunha; T1= Booster Pro; T2= CMZ Infinity (dose recomendada); T3= Maxi Zinc; T4= Concentrat Fix; T5= Booster Pro + CMZ Infinity; T6= Booster Infinity; T7= CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada).

A análise do crescimento de plântulas pode ser mensurada por meio de duas grandezas físicas, o comprimento e a massa seca (VANZOLINI et al., 2007). A determinação do comprimento médio das plântulas normais é realizada, tendo em vista que as amostras que expressam os maiores valores são mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999) e isso decorre da maior translocação das reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário (DAN et al., 1987).

A partir dessas informações é possível observar uma correlação entre as melhores médias dos tratamentos em relação ao comprimento da parte aérea e radicular com a quantidade de matéria seca produzida, com exceção do período de 90 dias no qual a massa seca do tratamento T<sub>4</sub> foi maior que os demais tratamentos, mesmo quando seu comprimento de parte aérea e radicular não foi maior. Essa variável pode ser explicada pelo fato de o germinador utilizado depender da temperatura ambiente para seu pleno desempenho e, os testes de 90 dias foram realizados no dia 08 de fevereiro de 2023 onde a temperatura se apresentava bastante elevada interferindo no desempenho do germinador.

## 5 CONCLUSÃO

Os tratamentos foram eficientes em manter o vigor e a viabilidade das sementes desde que semeadas imediatamente, pois os produtos perderam eficiência durante o armazenamento;

Os tratamentos não apresentaram efeito fitotóxico durante o armazenamento das sementes;

Os tratamentos não foram eficientes em atrasar o processo de deterioração.

Os tratamentos não apresentaram efeito sobre o crescimento de plântulas.

O tratamento que apresentou melhores resultados quando as sementes foram submetidas aos testes foi o T<sub>7</sub>, pois o mesmo manteve por mais tempo a porcentagem de plântulas normais nos testes de germinação.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. R. de Q. A. et al. 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.

BAALBAKI, R. Z.; ELIAS, S. G.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M. B. (Ed.). **Seed vigor testing handbook**. Ithaca: Association of Official Seed Analysts, 2009. 341 p.

BERBERT, P. A.; SILVA, J. S.; Rufato, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: SILVA, J. S. (Ed) **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.63-107.

BERTRAND, J. P.; LAURENT, C.; LECLERCQ, V. O mundo da Soja. **Ed. HUCITEC- Editora da Universidade de São Paulo**. São Paulo, 1987.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. Microbiologia do Solo. 2. ed. Piracicaba: **Esalq**, 2016. 221 p.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. da S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crame em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.272-278, 2012.

CARVALHO, B. R. M., **ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA: EFEITOS DO ZINCO NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA**. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federa do Paraná. Pato Branco, p. 48, 2022.

CASTRO, P.R.C.; PEREIRA, M.A. Bioativadores na agricultura. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). 2008. **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis: Vozes, p. 115-122.

CASTRO, G.S.A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

DALL'GNOL, A.; The impact of soybeans on the brazilian economy. In: **Technical information for agriculture**. São Paulo: Máquinas Agrícolas Jacto, 2000.

DAN, E. L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 45-55, 1987.

D'UTRA, G. **Soja**. *Jornal do Agricultor*, v. 4, n. 168, p. 185 -6, 1882.

EMBRAPA Soja. **História da Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/historia> Acesso em: 12 de março de 2023.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 400p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p.1039-42, 2011.

FRANCO, D. F. et al. **Armazenamento de sementes**. Pelotas, RS, Embrapa. 2016.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Embrapa Soja**, Documentos, 380, 82p. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. 2.ed. Londrina: **Embrapa Soja**, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Documentos Embrapa**, Londrina, n. 349, 2014.

JUVINO, A. N. K. et al. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.844-850, 2014.

KONG, F.; CHANG, S. K. C.; LIU, Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v.73, p.134-144, 2008.

KRZYZANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3.**, 2004, Foz do Iguaçu. Proceedings. Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 1324-1335.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. **CIRCULAR TÉCNICA 136** Londrina, PR. Maio, 2018.

KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (2 Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: Abrates, 2020. p.79-140.

LONG, E. **The importance of biostimulants in turfgrass management**. Disponível em: [//www.golfenviro.com/alticle%archive/biostimulants-roots.html](http://www.golfenviro.com/alticle%archive/biostimulants-roots.html).

LUDWIG, M. P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 395-406, 2011.

MACULAN, J. F. et al. **Componentes de Rendimento de Genótipos de Soja em Relação a Forma de Obtenção da Semente**. HOLOS, v. 7, p. 1-17, 2021.

MALAKER, P. K.; MIAN, I. H.; BHUIYAN, K. A.; AKANDA, A. M.; REZA, M. M. A. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v.33, p.469-477, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006, 638p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed**. Londrina: Abrates, 2015. 660 p.

MARCOS FILHO, J. et al. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3. p. 473-482, 2000.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. de Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: **ESALQ**, 1987.

MARIANO, R. L. R. et al. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 21-2.24.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995, 889p.

OLIVEIRA, S. et al., Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 202-209, 2016. doi: 10.19084/RCA15083

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. Tratamento de Sementes. **Boletim IAC**, Campinas, 2013. 7 p.

PAVAN, M. E.; PETTINARI, M. J.; CAIRÓ, F.; PAVAN, E. E.; CATALDI, A. A. Bacillus anthracis: una mirada molecular a un patógeno célebre. **Revista argentina de microbiología**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 43, n. 4, p. 294-310, 2011.

SANCHES, A. C.; MICHELLON, E.; ROESSING, A. C.; As Perspectivas de Expansão da Soja. **Anais dos Congressos**. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. (2010) - **Plant Physiology**. 5. ed. 782 pp.  
<http://www.starbk.com/pic/pdf/0878935657.pdf>

TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.124-133, 2009.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C. A. S.; SILVA, A. C. T. M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 90- 96, 2007.

YAGI, R. et al. Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.655-660, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100204X200600040001>