



BACHARELADO EM AGRONOMIA

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM FERTILIZANTE À BASE DE COBALTO, MOLIBDÊNIO E EXTRATO DE ALGAS

ISABELA DE SOUSA MELO

POSSE – GO

2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS POSSE**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM
FERTILIZANTE À BASE DE COBALTO, MOLIBDÊNIO E EXTRATO DE ALGAS**

ISABELA DE SOUSA MELO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal Goiano – Campus Posse,
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharelado em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Me. Josiane Gonçalves
Silva

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Natália Trajano de
Oliveira Melville

POSSE – GO

2024

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

M528g de Sousa Melo, Isabela
Germinação e vigor de sementes de soja tratadas com fertilizante
à base de cobalto, molibdênio e extrato de algas. / Isabela de
Sousa Melo. POSSE 2025.

34f. il.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Josiane Gonçalves Silva.

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Natália Trajano de Oliveira Melville.

Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0720024 -
Bacharelado em Agronomia - Posse (Campus Posse).

1. Tratamento de sementes. 2. Micronutrientes. 3. Qualidade
fisiológica. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- Tese (doutorado) Artigo científico
 Dissertação (mestrado) Capítulo de livro
 Monografia (especialização) Livro
 TCC (graduação) Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Isabela de Sousa Melo

Matrícula:

2020107200240429

Título do trabalho:

Germinação e vigor de sementes de soja tratadas com fertilizante à base de cobalto, molibdênio e extrato de algas.

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Posse Goiás

21/03/2025

Local

Data



Documento assinado digitalmente
ISABELA DE SOUSA MELO
Data: 21/03/2025 17:30:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Documento assinado digitalmente
NATALIA TRAJANO DE OLIVEIRA MELVILLE
Data: 21/03/2025 18:58:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 7/2025 - CCTAGR-POS/CE-POS/GE-POS/CMPPPOS/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos **dezenove** do mês de **dezembro** do ano de dois mil e **vinte e quatro**, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) **ISABELA DE SOUSA MELO**, do Curso de Bacharel em Agronomia, matrícula 2020107200240429, cuja monografia intitula-se “ **GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM FERTILIZANTE À BASE DE COBALTO, MOLIBDÊNIO E EXTRATO DE ALGAS** ”. A defesa iniciou-se às **09 horas e 5 minutos**, finalizando-se às **11 horas**. Após apresentação do Trabalho de Curso, a Comissão Examinadora realizou a arguição que respondida pelo(a) discente, e a média da apresentação oral foi de 9,0 a média do trabalho escrito foi de 8,93 perfazendo média geral de **8,9**.

A comissão examinadora considerou o Trabalho de Curso:

- () Reprovado.(ausência / quantas reprovações)
- (x) Aprovado, com recomendações que devem ser incorporadas à versão final.
- () Aprovado, sem recomendações de modificação da versão final.

Após atender às considerações da comissão e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) acadêmico(a) deverá fazer a entrega da versão final em formato digital (Word e PDF), acompanhado do termo de autorização para publicação eletrônica (devidamente assinado pelo autor), para posterior inserção no Sistema de Gerenciamento do Acervo e acesso ao usuário via internet. Os integrantes da comissão examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

NATALIA TRAJANO DE OLIVEIRA MELVILLE

Presidente/Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

LUCIANO NOGUEIRA

Membro

(Assinado Eletronicamente)

MARCELO ZOLIN LORENZONI

Membro

(Assinado Eletronicamente)

ISABELA DE SOUSA MELO

Discente

Documento assinado eletronicamente por:

- **Natalia Trajano de Oliveira Melville**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/01/2025 22:30:41.
- **Luciano Nogueira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/01/2025 22:41:00.
- **Marcelo Zolin Lorenzoni**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/01/2025 22:54:27.
- **Isabela de Sousa Melo**, 2020107200240429 - Discente, em 14/01/2025 12:03:43.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/01/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 666867

Código de Autenticação: 1a740904c6



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000

(62) 3481-4677

AGRADECIMENTO

A Deus, fonte de força e inspiração, pela sabedoria e pelo amparo em cada etapa dessa jornada. A Ele cuja presença e graça iluminaram meu caminho, concedendo-me discernimento e perseverança para enfrentar os desafios que encontrei ao longo dessa jornada. Sem Sua proteção e inspiração, este momento não seria possível. Obrigada!

Aos meus pais Reginaldo e Denilza, pelo amor incondicional, pela educação e pelos valores que sempre nortearam minha caminhada. Por todo apoio durante toda a minha vida e em especial durante esses seis anos de graduação. Vocês são minha base e meu porto seguro. Obrigado por me guiarem com amor, sabedoria e pelo amparo irrestrito em cada decisão que tomei, por mais desafiadora que fosse.

Às minhas irmãs Patrícia, Daniela e Byanca, pelo carinho, companheirismo e por estarem ao meu lado nos momentos mais desafiadores e nas conquistas mais significativas. Em especial a Byanca, por me dar suporte e estar ao meu lado todos os dias.

Aos meus familiares, que sempre acreditaram em mim, torceram pelo meu sucesso e me incentivaram a ir além. Meus tios, primos, afilhados. Meu avô Mário e avó Leonice. Pelas orações que faz todos os dias.

Aos amigos Débora Monteiro, Vanessa Lemes, William Moreira, Lucas Rocha, Lucas Eduardo e Luiz Carlos, pela amizade sincera, pelas palavras de apoio e pelos momentos de descontração que renovaram minhas energias. De modo particular a Débora Monteiro, foi a amizade que Deus me presenteou durante a graduação e esteve ao meu lado todos os dias até hoje.

Ao meu patrão Paulo Henrique Melo, pela confiança depositada em mim e pela compreensão durante os momentos em que precisei conciliar trabalho e estudos.

Aos meus colegas de trabalho, pelo suporte, aprendizado mútuo e pelas parcerias ao longo do caminho.

A minha orientadora, Prof^a Me. Josiane Silva por todo o suporte durante o desenvolvimento dos testes e escrita do trabalho, e a minha Coorientadora Prof^a Dra. Natália Melville, por ter aceitado o meu convite e por contribuir grandemente em minha formação.

Cada um de vocês, de maneira única, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade. Expresso aqui a minha eterna gratidão!

RESUMO

A adoção de sementes de alta qualidade representa prática de manejo fundamental para o adequado estabelecimento da cultura da soja no campo. Adicionalmente, a utilização de técnicas adequadas nos diversos sistemas de produção das culturas é fator essencial para se obter maiores produtividades. Nessa perspectiva, percebe-se na atualidade a crescente utilização de novos produtos para incorporação de aditivos às sementes, sobretudo, micronutrientes, objetivando melhorar seu potencial produtivo. Porém, são escassas as informações a respeito do efeito desses produtos no desempenho fisiológico das sementes e no crescimento inicial de plântulas. Assim, objetivou-se avaliar a germinação e o vigor de sementes de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, submetidas ao tratamento com fertilizante comercial à base de cobalto, molibdênio e extrato de algas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo quatro tratamentos, constituídos pelas doses do fertilizante (0,0; 2,0; 4,0 e 6,0 ml kg⁻¹ de sementes), e quatro repetições de 50 sementes para cada. Foram realizados os seguintes testes e determinações para avaliação da qualidade fisiológica das sementes: germinação, teste de frio, condutividade elétrica, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE) e comprimento e massa seca de parte aérea e radicular de plântulas. O tratamento das sementes de soja com o fertilizante não exerceu influência significativa sobre o desempenho germinativo das mesmas, contudo, na maior dose testada (6,0 ml kg⁻¹ de sementes), a germinação das sementes submetidas ao teste de frio foi afetada negativamente. Além disso, embora a aplicação do fertilizante tenha proporcionado incremento na velocidade de emergência de plântulas nas doses de 2,0 e 4,0 ml kg⁻¹ de sementes, promoveu efeitos negativos sobre o crescimento radicular das plântulas, independentemente da dose aplicada. Já para a massa seca, em todas as doses aplicadas, e o comprimento de parte aérea de plântulas, nas doses de 4,0 e 6,0 ml kg⁻¹, as respostas obtidas foram similares às da testemunha.

Palavras-chave: *Glicine max* (L.) Merril. tratamento de sementes. Micronutrientes. Qualidade fisiológica.

ABSTRACT

The adoption of high quality seeds represents a fundamental management practice for the adequate establishment of soybean crops in the field. Additionally, the use of appropriate techniques in the different crop production systems is an essential factor in obtaining greater productivity. From this perspective, there is currently an increasing use of new products to incorporate additives into seeds, especially micronutrients, aiming to improve their productive potential. However, there is little information regarding the effect of these products on the physiological performance of seeds and the initial growth of seedlings. Thus, the objective was to evaluate the germination and vigor of soybean seeds, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, subjected to treatment with commercial fertilizer based on cobalt, molybdenum and algae extract. The experimental design adopted was completely randomized (DIC), with four treatments, consisting of fertilizer doses (0.0; 2.0; 4.0 and 6.0 ml kg⁻¹ of seeds), and four replications of 50 seeds for each. The following tests and determinations were carried out to evaluate the physiological quality of the seeds: germination, cold test, electrical conductivity, seedling emergence, emergence speed index (ESI) and length and dry mass of aerial and root parts of seedlings. The treatment of soybean seeds with fertilizer did not have a significant influence on their germination performance, however, at the highest dose tested (6.0 mL kg⁻¹ of seeds), the germination of seeds subjected to the cold test was negatively affected. Furthermore, although the application of the fertilizer provided an increase in the speed of seedling emergence at doses of 2.0 and 4.0 ml kg⁻¹ of seeds, it promoted negative effects on the root growth of the seedlings, regardless of the dose applied. As for dry mass, at all doses applied, and the length of the aerial part of seedlings, at doses of 4.0 and 6.0 ml kg⁻¹, the responses obtained were similar to those of the control.

Keywords: *Glicine max* (L.) Merril. Seed treatment. Micronutrients. Physiological quality.

SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT	V
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.2. QUALIDADE DE SEMENTES	5
3.3.1 Tratamento com micronutrientes.....	8
4. METODOLOGIA.....	10
6. CONCLUSÕES	21

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) possui posição de destaque no cenário agrícola mundial, com produção de mais de 369 milhões de toneladas (USDA, 2023). No contexto nacional a importância dessa leguminosa é ainda maior, sendo considerada uma das culturas agrícolas que mais cresceu nas últimas três décadas, com uma área de cultivo relevante correspondendo a mais de 50% de toda área cultivada com grãos no Brasil (ZAMBIAZZI et al., 2017). Na safra 2022/23 essa área correspondeu a mais de 44 milhões de hectares semeados, sendo prevista uma produção de mais de 154 milhões de toneladas (CONAB, 2023).

Dentre os fatores que contribuem para assegurar o bom desempenho da cultura, destaca-se a utilização de sementes de alta qualidade, capazes de proporcionar adequado estabelecimento da cultura no campo. Desse modo, na implantação de uma lavoura de soja, a escolha da semente é de fundamental importância, aliando genética e qualidade para a formação de plantas produtivas, saudáveis e resistentes a estresses (MARCOS FILHO, 2015).

Para melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis e aumentar a produtividade, o emprego de novas tecnologias se torna de suma importância (NOZAKI e FACCIN, 2014). Assim, a aplicação de produtos que visam proteger e impulsionar o bom desenvolvimento das sementes vem sendo amplamente adotada na cultura da soja por meio do tratamento de sementes (FRANÇA-NETO et al., 2016).

De acordo com Menten e Morais (2010) o tratamento de sementes pode referir-se à aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, permitindo que as culturas expressem todo seu potencial genético em campo. Essa técnica pode assegurar o estande adequado, plantas mais vigorosas e minimizar ou eliminar o desenvolvimento de doenças iniciais que implicam na redução do rendimento da cultura. Um avanço dessa técnica é o tratamento industrial de sementes (TIS), procedimento realizado em escala industrial capaz de assegurar precisão nas doses, na cobertura e aderência dos produtos aplicados, permitindo, inclusive, a utilização de produtos como inoculantes, fertilizantes, bioestimulantes, entre outros (BONTEMPO et al., 2016; MATERA et al., 2018).

O tratamento de sementes com uso de fertilizantes líquidos à base de micronutrientes tem ganhado grande destaque na agricultura. Tais fertilizantes são aderidos às sementes para minimizar possíveis problemas com deficiência de micronutrientes durante os processos de germinação, desenvolvimento e produção de grãos (MARTINS et al., 2016). Para Tancredi e Sedyama (2013), a utilização de técnicas visando aumentar a concentração de nutrientes pela sua aplicação nas sementes pode incrementar a produção por planta subsequente por permitir que uma maior quantidade de nutrientes esteja prontamente disponível para a planta.

Os micronutrientes são ativadores e/ou componentes estruturais de várias enzimas e quando fornecidos corretamente podem trazer benefícios à germinação e ao vigor das sementes (TAIZ et al., 2017). Dentre os micronutrientes mais utilizados no tratamento de sementes estão o cobalto (Co), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), sendo os dois primeiros mais utilizados na soja, tendo ação direta no desenvolvimento e função dos nódulos de fixação de nitrogênio e na redução do nitrato e fixação do nitrogênio, respectivamente (TAIZ e ZEIGER 2009). Portanto, qualquer deficiência desses elementos pode comprometer o metabolismo do nitrogênio, diminuindo o rendimento das culturas.

De acordo com Ferreira et al. (2007), a resposta à aplicação de micronutrientes é muito variável, mas o aumento da produtividade e, por consequência, a diminuição do custo relativo, tem motivado produtores a utilizá-los. Nesse sentido, o tratamento de sementes é uma alternativa para a aplicação de alguns micronutrientes, com resultados amplamente positivos para certas condições específicas.

Além de micronutrientes, os produtos comerciais constituídos de extratos de algas vêm se destacando no mercado. O extrato de *Ascophyllum nodosum* é reconhecidamente um dos mais utilizados, sobretudo, quando aplicado via fertirrigação ou pulverizado em cultivos. Contudo, alguns autores relatam que ainda são escassas às informações sobre a ação de produtos à base de extratos de algas no tratamento de sementes de soja e seus efeitos no desenvolvimento das plantas (ARAÚJO, 2016; MELO et al., 2021).

Nesse sentido, Cunha et al. (2015) complementam que é crescente o desenvolvimento e disponibilidade no mercado de novos produtos para incorporação de aditivos às sementes, objetivando por meio de diversos mecanismos melhorar seu potencial produtivo. Contudo, são escassas as informações dos efeitos desses produtos sobre a germinação e o vigor de sementes, como também na produtividade das culturas. Portanto, pesquisas que visem avaliar a qualidade fisiológica de sementes tratadas com fertilizante líquido à base de micronutrientes, aminoácidos e extrato de algas são de extrema importância para o adequado desenvolvimento inicial da cultura da soja.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a germinação e o vigor de sementes de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, submetidas ao tratamento com fertilizante à base de cobalto, molibdênio e extrato de algas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja em função do incremento nas doses do fertilizante testado;
- Determinar a dose do fertilizante, que possibilite melhorias no desempenho germinativo das sementes e no crescimento inicial das plântulas de soja.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma leguminosa de origem Asiática (leste da China), pertencente à família Fabaceae, cuja produção representa grande importância agrícola no Brasil e no mundo. Na safra 2023/24, a produção mundial atingiu 394,7 milhões de toneladas em 147.718,7 milhões de hectares (COELHO,2024). O Brasil é o principal produtor e exportador mundial de soja em grão, além de ocupar a segunda posição em estoques finais. Em relação aos derivados, o país ocupa o terceiro lugar na produção de farelo, ficando atrás da China e dos Estados Unidos, é o quarto maior consumidor, o segundo maior exportador, logo após a Argentina, e o maior detentor de estoques finais (USDA, 2024).

Em 1882, deu-se o início do cultivo da soja no Brasil com a introdução dos primeiros materiais genéticos para testes no estado da Bahia. Contudo, por ter sido oriundo dos Estados Unidos, o germoplasma utilizado não possuía adaptação às condições edafoclimáticas da Bahia, sobretudo, a de baixa latitude e, em consequência disso, não se desenvolveu de forma satisfatória na região. Após uma década, em meados de 1891, novos materiais foram testados no estado de São Paulo e, então, teve-se êxito relativo da cultura para a produção de feno e grãos (CATTELAN e DALL'AGNOL, 2018).

Diferentemente dos usos atuais da soja, destinada, sobretudo, para a indústria de ração e óleo, os cultivares introduzidos inicialmente no Brasil foram cultivados com a intenção de verificar seu potencial forrageiro (CATTELAN e DALL'AGNOL, 2018). A cultura foi então aos poucos sendo difundida pelo Brasil e atualmente é cultivada em vários estados de norte a sul do país (CARMO FILHO, 2022).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2023), a soja é a cultura de grãos com maior extensão territorial no Brasil, e isso ocorre em função da sua vasta utilização em produção de alimentos, uso em dietas de alimentação animal e exportação. Para Cotrim (2023), a expansão da cultura e os incrementos significativos em produtividade em áreas brasileiras foram consequência do emprego de tecnologias adaptadas às condições tropicais, o que favoreceu o desenvolvimento de genótipos adaptados e precoces, resultado de avanços nas pesquisas de melhoramento genético.

Além disso, Costa et al. (2020) destaca a capacidade de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) como outro fator que também permitiu o avanço do sucesso da produção de soja no Brasil e sua competitividade frente ao mercado, processo esse que é resultante da inoculação das sementes com cepas de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp. Essa inoculação culmina no estabelecimento de uma relação de simbiose desses microrganismos com a cultura ao se alojarem no sistema radicular da planta. Em consequência disso, essas bactérias disponibilizam a maior parte do N de que a soja necessita por meio de estruturas especializadas nas raízes, chamadas de nódulos, nos quais ocorre o processo de FBN e, com isso, aumenta o rendimento de grãos da cultura (MATA et al., 2011). Nesse contexto, Santos Neto et al. (2018) mencionam que elementos minerais como Co, Mo e Ni são fundamentais durante esse processo de fixação do N atmosférico (N₂) por leguminosas como a soja, pois permitem o melhor aproveitamento de N pela planta por meio da FBN, reduzindo a necessidade da utilização de adubos nitrogenados na cultura e, conseqüentemente, aumentando a rentabilidade dos produtores.

Contudo, apesar da expansão da cultura, do sucesso produtivo e das tecnologias existentes no Brasil, Krzyzanowski, França e Henning (2018) mencionam que o potencial do grão tem sido limitado em função de alguns fatores, tais como: as condições climáticas no decorrer do ciclo da cultura, seleção de cultivares, o manejo e a fertilidade do solo, os sistemas de rotação e sucessão de culturas, o manejo de plantas daninhas, de insetos-praga e de doenças, o sistema de implantação da lavoura e a tecnologia de colheita.

Dessa forma, com o aumento da população e demanda mundial de alimentos, torna-se cada vez mais necessário ter um aprimoramento constante do manejo da soja associado a

avanços científicos e novas tecnologias de mercado, para que a cultura possa expressar maiores rendimentos no campo. Nesse contexto, Rossi, Cavariani e França-Neto (2017) afirmam que a adoção de sementes de qualidade representa prática de manejo essencial para o estabelecimento e desempenho das culturas agrícolas. Portanto, é extremamente importante selecionar lotes de sementes que apresentem alta qualidade (MARCOS-FILHO, 2015).

3.2. QUALIDADE DE SEMENTES

A adoção de sementes de alta qualidade é essencial para a expressão do potencial produtivo do genótipo quando cultivado em campo. Essas respostas são resultado dos avanços do melhoramento vegetal, expresso pelo atributo genético da qualidade da semente, que exerce efeito sobre os atributos físico, fisiológico e sanitário (ROSSI; CAVARIANI; FRANÇA-NETO, 2017).

De acordo com Sedyama, Oliveira e Nogueira (2013), os principais atributos que a semente deve apresentar são: alta pureza genética, boa germinação e vigor, pureza física e qualidade sanitária. No que se refere à qualidade genética, deve conter atributos agronômicos que garantam a homogeneidade fenotípica, a distinção de outras cultivares e a estabilidade no desempenho dos caracteres de uma geração para outra. Além disso, é necessário apresentar atributos que indiquem ser úteis para a finalidade a qual se destinam, tais como indústria, alimentação humana e/ou animal (AMARO et al., 2020).

Já o atributo fisiológico está relacionado à germinação, viabilidade e ao vigor. O termo vigor, segundo Baalbaki et al. (2009), é definido como as propriedades das sementes que determinam o seu potencial para uma emergência rápida e uniforme e a formação de plântulas normais sob vasta diversidade de condições de ambiente.

Tavares et al. (2013) afirmam que o uso de sementes de alta qualidade fisiológica exerce influência significativa no crescimento inicial de plantas, resultando em maior índice de área foliar no florescimento e incremento dos componentes do rendimento e produtividade. Por outro lado, lotes de sementes de qualidade fisiológica reduzida dão origem a plântulas de menor resistência às condições adversas em campo (PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012), podendo favorecer a redução de rendimento das culturas.

Portanto, sob condições de campo desfavoráveis, sementes de soja de baixo vigor tendem a expressar maior desuniformidade e menor velocidade na emergência de plântulas, quando comparadas às de alto vigor (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2005). Além de reduzir o potencial de emergência das plântulas em campo, o uso de sementes de soja de baixo vigor também pode interferir negativamente na produtividade, pois plântulas que emergem

mais rápido tendem a crescer mais rapidamente e dominar aquelas que emergem mais lentamente, o que conseqüentemente poderá reduzir o rendimento de grãos (KHALILIAQDAM et al., 2012).

Diversas pesquisas têm destacado a relação entre a utilização de sementes de elevada qualidade e a produtividade das culturas. Nesses estudos ficam evidentes os efeitos da pureza genética, da integridade física, da ausência de misturas com sementes de plantas daninhas, do potencial fisiológico e da sanidade sobre a performance das sementes e das plantas delas originadas (MARCOS FILHO, 2015; AMARO et al., 2020). Nesse sentido, Dörr et al. (2020) concluíram que plantas de soja oriundas de sementes de elevada qualidade fisiológica produzem sementes de desempenho fisiológico superior. Em consequência disso, fica evidente a importância de pesquisas em tecnologia de sementes como medida de subsidiar a produção de sementes de qualidade, visto que é um componente essencial para o bom desempenho das culturas agrícolas (AMARO et al., 2019).

Neste contexto, o investimento em qualidade de sementes se torna relevante ao que se refere ao incremento na produtividade da cultura. Contudo, essa produtividade depende ainda de diversos fatores relacionados ao manejo das culturas, entre eles se destacam um preparo de solo adequado, a semeadura na época correta, a disponibilidade de produtos formulados para o tratamento de sementes com novos ingredientes ativos e microrganismos com diferentes finalidades, os quais vêm sendo empregados, sobretudo, como proteção (fungicidas e inseticidas) e/ou nutrição (macro e micronutrientes), com o intuito de melhorar o seu desempenho de sementes, tanto no aspecto fisiológico quanto no econômico (AVELAR et al. 2011; TRAFANE, 2014). Essa prática, além de proteger as sementes de danos ocasionados por pragas e doenças na fase inicial de desenvolvimento da cultura, traz o benefício do armazenamento poder ser realizado por períodos prolongados sem grandes riscos de perdas de qualidade fisiológica (PICCININ et al., 2013; LUDWIG et al., 2015).

3.3. TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes é uma técnica empregada em diversas culturas para uma infinidade de finalidades, sendo a principal utilização como uma forma de garantia e proteção de sementes contra o ataque de patógenos durante a germinação e, conseqüentemente, garantia

de estabelecimento da cultura (BINSFELD et al., 2014). Assim, o tratamento de sementes tem ganhado posição de destaque como prática de agregar valor às sementes por melhorar o crescimento das plantas e a produtividade das culturas (AVELAR et al., 2011).

De maneira geral, o tratamento de sementes consiste na aplicação de processos e substâncias que preservam ou aperfeiçoam o desempenho das sementes, garantindo a máxima expressão de seu potencial genético quando cultivadas (FREZATO et al., 2021). Entre os insumos que geralmente são aplicados se destacam os produtos químicos (fungicidas, inseticidas e nematicidas), os biológicos (gêneros *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp. etc.) e inoculantes (gênero *Rhizobium*), os bioestimulantes (reguladores vegetais), os micronutrientes (Co, Mo, Ni etc.), entre outros. Além do tratamento químico e biológico, as sementes podem ainda ser submetidas a processos físicos (termoterapia), bioquímicos (fermentações controladas) ou fisiológicos (priming) (MENTEN e MORAES, 2010).

De acordo com Avelar et al. (2011), existe atualmente uma diversidade de produtos disponíveis no mercado para o tratamento de sementes de soja, como fungicidas, inseticidas, nematicidas, produtos biológicos e elementos minerais.

O emprego de produtos à base de elementos minerais no tratamento de sementes tem se tornado uma prática comum no manejo agrícola, uma vez que auxiliam o desempenho das plântulas em campo e, conseqüentemente, contribuem para o aumento do potencial produtivo das culturas (LEMES et al., 2017). Fedoruk et al. (2021) relatam que, embora os micronutrientes sejam absorvidos em menor quantidade pelas plantas de soja, quando comparados aos macronutrientes, sua função não é menos importante, e a sua falta pode reduzir significativamente as taxas de crescimento das plantas, com prejuízos sobre a produtividade da cultura. Portanto, o adequado fornecimento de macro e micronutrientes para soja é uma ferramenta que se torna imprescindível para um maior rendimento de grãos (LAUSCHNER et al., 2023).

Neste contexto, Carmo Filho (2022) relata que a aplicação de nutrientes essenciais no tratamento de sementes de soja é uma prática que pode trazer muitos benefícios para o desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, o aumento de produtividade, uma vez que visa suprir adequadamente a demanda nutricional das plantas desde o início do desenvolvimento. Além disso, também garante um aporte em processos metabólicos e bioquímicos, nos quais esses nutrientes são requeridos.

Para Conceição et al. (2020), a utilização de produtos à base de micronutrientes, além de ser economicamente viável, também vem proporcionando excelentes resultados em campo quanto ao estabelecimento inicial na cultura da soja. Com a adoção dessa prática, são evitadas

deficiências nutricionais nos primeiros estádios vegetativos e as plantas nutridas adequadamente conseguem superar mais facilmente condições ambientais desfavoráveis. Assim, essa é uma prática promissora para melhoria do desempenho das plantas e como consequência, o aumento da produtividade de grãos (MARTINS et al., 2016).

Entre os micronutrientes mais utilizados no tratamento de sementes de soja, destacam-se o Cobalto (Co), Molibdênio (Mo) e Níquel (Ni), uma vez que são fundamentais à cultura por estarem diretamente envolvidos no processo de FBN, responsável pelo suprimento de N às plantas, reduzindo a necessidade da utilização de adubos nitrogenados (SANTOS NETO et al., 2018). Esses elementos são constituintes da hemoproteína leghemoglobina e das enzimas nitrogenase e hidrogenase, respectivamente, as quais atuam no interior de estruturas denominadas de nódulos, que se desenvolvem no sistema radicular das plantas durante o processo de simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp. (CARMO FILHO, 2022).

3.3.1 Tratamento com micronutrientes

Neste contexto, devido à participação em importantes processos e reações bioquímicas que favorecem a fixação biológica de Nitrogênio, o Co e o Mo são considerados micronutrientes essenciais e benéficos para a cultura da soja. Assim, a baixa disponibilidade desses micronutrientes no solo pode ocasionar deficiência de Nitrogênio, nutriente este que é o mais exportado pela cultura (DALL'AGNOL e NOGUEIRA, 2021). De acordo com Jatav et al. (2020), a deficiência de micronutrientes e elementos benéficos é generalizada em muitas áreas em função da natureza dos solos, pH, baixo teor de matéria orgânica, deficiência hídrica, estresse salino, aplicação desequilibrada de fertilizantes e alto teor de bicarbonato na água de irrigação.

Lavres et al. (2016) relatam que a inoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium* sp. aliada ao tratamento das sementes com Co, Mo e Ni favorecem o incremento do teor de N e do teor de clorofila nas folhas, como também aumentam a atividade das enzimas urease e nitrogenase nas folhas e nos nódulos radiculares, respectivamente. Esses autores ainda mencionam que os resultados desse aumento do processo de FBN pelas bactérias e o acúmulo de N nas folhas e grãos podem ser observados em campo pela diferença visual do crescimento das plantas.

O uso de Co no tratamento de sementes tem proporcionado respostas fisiológicas positivas, influenciando diretamente no desenvolvimento relativo das partes das plantas e, conseqüentemente, sua eficiência de crescimento (JAYAKUMAR e JALEEL, 2009). Esse

elemento é indispensável para a síntese de leghemoglobina no processo da FBN. Essa exigência, de acordo com Hungria, Campo e Mendes (2001), se deve ao fato do Cobalto ser constituinte da vitamina B12, a qual é importante na síntese da coenzima cobalamina, que por sua vez é responsável por ativar os rizóbios. Por isso, o sintoma de deficiência de Co nas leguminosas dependentes da FBN é geralmente semelhante ao da falta de N (MALAVOLTA, 2006).

O Mo é um micronutriente de grande relevância a todos os vegetais, sobretudo, por ser ativador de diversas enzimas (LAUSCHNER et al., 2023). Essa importância é ainda maior no caso específico da soja, uma vez que o Mo é componente da enzima nitrogenase, fundamental ao processo de fixação do nitrogênio atmosférico. Após penetrarem nas raízes das plantas de soja, os rizóbios formam os nódulos, em cujo interior é sintetizada a nitrogenase, enzima que é responsável por quebrar a tripla ligação existente entre os átomos de N que originam a molécula do N₂ e utilizam esses átomos para produzir duas moléculas de NH₃, as quais são disponibilizadas à planta para síntese de compostos nitrogenados. Em compensação, a soja fornece carboidratos aos microrganismos (ALBINO e CAMPO, 2001).

Portanto, Richetti e Goulart (2018) destacam que a adoção do tratamento das sementes com Co e Mo pode ser muito interessante para os produtores de soja do Brasil, pois quando a cultura é estabelecida em solos com escassez de N e sem nenhum suprimento de adubos nitrogenados, contribui para o desenvolvimento de plantas capazes de realizar taxas mais altas de FBN e, conseqüentemente, maior rendimento de grãos e proteínas (CAMPO; ARAUJO; HUNGRIA, 2009).

Contudo, visando assegurar a eficiência do tratamento de sementes com elementos minerais e garantir os efeitos esperados sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, os produtos e misturas de produtos adotados no tratamento não devem interferir negativamente no potencial fisiológico das sementes, tanto imediatamente após o tratamento quanto durante o período de armazenamento (BORK et al., 2018).

Além do tratamento de sementes utilizando elementos minerais, sobretudo, micronutrientes, os produtos comerciais constituídos de extratos de algas vêm se destacando no mercado. O extrato de *Ascophyllum nodosum* é reconhecidamente um dos mais utilizados, sobretudo, quando aplicado via fertirrigação ou pulverizado em cultivos. Contudo, alguns autores relatam que ainda são escassas às informações sobre a ação de produtos à base de extratos de algas no tratamento de sementes de soja e seus efeitos no desenvolvimento das plantas (ARAÚJO, 2016; MELO et al., 2021).

A relevância do extrato de *A. nodosum*, de acordo com Araújo (2016), deve-se a sua complexa composição química à base de polifenóis e polissacarídeos complexos que são amplamente citados como responsáveis pela atenuação de estresses em plantas, assim como a presença de hormônios vegetais que são componentes benéficos ao desenvolvimento vegetal.

Dentre os compostos naturais biologicamente ativos do extrato de *A. nodosum*, além dos análogos aos hormônios vegetais, tais como auxina, citocinina, giberelina e ácido abscísico, estudos revelaram ainda a presença de polifenóis, betaínas, polissacarídeos, ácidos graxos, esteroides e poliaminas, como também macro e micronutrientes, compondo os ingredientes ativos nos extratos da alga (CRAIGIE, 2011; SANGHA et al., 2017).

De acordo com Rayorath et al. (2008), o tratamento com extrato de algas em sementes de diferentes espécies de plantas cultivadas tem proporcionado incremento da porcentagem de germinação e o aumento da atividade respiratória. Apesar disso, também foram observados alguns relatos de inibição da germinação, o que sugere a necessidade de mais pesquisas avaliando a utilização de extratos de algas em sementes (SIVRITEPE e SIVRITEPE, 2008).

Avaliando diferentes fracionamentos de extrato comercial de *A. nodosum* no tratamento de sementes de soja e milho, Araújo (2016) concluiu que, sob condições ótimas, o tratamento com frações do extrato favoreceu o desenvolvimento inicial das plântulas de soja, no entanto não ocasionou grandes alterações no desenvolvimento de milho. Contudo, o autor menciona que são necessários novos estudos avaliando as respostas em campo e na atenuação de estresses para viabilizar seu uso como um bioestimulante em sementes.

4. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no laboratório multiusuário (LMCN) do IF Goiano - Campus Posse, localizado no município de Posse (14°04'56" S, 46°22'40" W), durante o mês de junho de 2023.

As sementes de soja, variedade Brasmax Olimpo IPRO, sem tratamento prévio, foram submetidas ao tratamento com fertilizante líquido comercial. O produto utilizado é composto por nitrogênio (4,0% - 50 g L⁻¹), cobalto (1,0% - 12,5 g L⁻¹), molibdênio (5,0% - 62,5 g L⁻¹) e carbono orgânico total/aminoácidos livres (6,0% - 75 g L⁻¹) e complexado por extrato de algas. O tratamento foi realizado em béqueres de vidro, nos quais se adicionou as sementes, na quantidade recomenda para realização dos testes, e o fertilizante nas doses de 0,0 (testemunha); 2,0; 4,0 e 6,0 ml kg⁻¹ de sementes, com posterior agitação manual durante 5 minutos para a devida homogeneização do produto.

Após os tratamentos, avaliou-se a germinação e o vigor das sementes por meio dos seguintes testes e determinações:

a) Teste de germinação: conduzido em substrato papel, na forma de rolos, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, entre três folhas de papel tipo germiteste, sendo duas utilizadas como base e uma para cobrir, umedecidas com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. Em seguida, os rolos foram colocados em sacos plásticos de polietileno, para evitar a perda de umidade, e mantidos em germinador sob a temperatura constante de 25°C, com avaliação da porcentagem de plântulas normais realizada no quinto e no oitavo dia após a instalação, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

b) Teste de frio: realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em papel germiteste previamente umedecido em água destilada, na proporção de três vezes a massa do papel seco. Os rolos confeccionados foram envoltos por sacos plásticos e lacrados com fita adesiva, permanecendo nessa condição por um período de cinco dias em câmara de germinação do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), à temperatura constante de 10°C. Decorrido esse período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e colocados em germinador regulado a 25°C, durante quatro dias. Posteriormente, foi realizada a avaliação computando-se o número de plântulas normais (BARROS et al., 1999), sendo os resultados expressos em porcentagem.

c) Condutividade elétrica: determinada utilizando-se quatro repetições de 25 sementes por tratamento, previamente pesadas com auxílio de balança analítica (0,001 g) e, posteriormente, colocadas em copos plásticos (capacidade de 200 mL) contendo 75 mL de água deionizada, durante 24 horas, à temperatura de 25°C (CARVALHO et al., 2009). Após esse período, foram realizadas leituras em condutivímetro de bancada, sendo os resultados expressos em $\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de semente (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

d) Emergência de plântulas: realizada nas bandejas de multiusos com dimensões de 55,0 x 35,0 x 9,0 cm, utilizando-se como substrato areia de textura média, previamente lavada e esterilizada em autoclave. O substrato foi umedecido com quantidade de água correspondente a 60% da capacidade de retenção. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, as quais foram semeadas a 3,0 cm de profundidade. As caixas foram mantidas em condições de laboratório, com temperatura ambiente em torno de 25°C. As avaliações foram realizadas mediante as contagens diárias do número de plântulas normais, considerando-se

como critério a emergência dos cotilédones e hipocótilo, até a estabilização da emergência que ocorreu ao oitavo dia após a sementeira, sendo os resultados expressos em percentagem (BRASIL, 2009).

e) Índice de velocidade de emergência (IVE): avaliado conjuntamente com o teste de emergência, mediante a contagem diária das plântulas emergidas e, calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962), onde:

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$$

Em que, E_1 , E_2 e E_n = número de plântulas normais emergidas a cada dia; N_1 , N_2 e N_n = número de dias decorridos desde a sementeira.

f) Comprimento de parte aérea e radicular de plântulas: determinado ao final do teste de emergência nas plântulas normais de cada repetição, as quais foram seccionadas em parte aérea e radicular, e com o auxílio do paquímetro digital em milímetros, foram mensurados os respectivos comprimentos, com os resultados expressos em centímetros por plântula.

g) Massa seca de parte aérea e radicular de plântulas: as plântulas particionadas em parte aérea e raiz, provenientes da avaliação do comprimento, foram colocadas em sacos de papel e acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar, regulada a 65°C, onde permaneceram até atingir massa constante. Em seguida, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em gramas por plântula.

Na figura 1 são apresentados alguns registros fotográficos da condução e avaliações dos testes realizados no experimento.

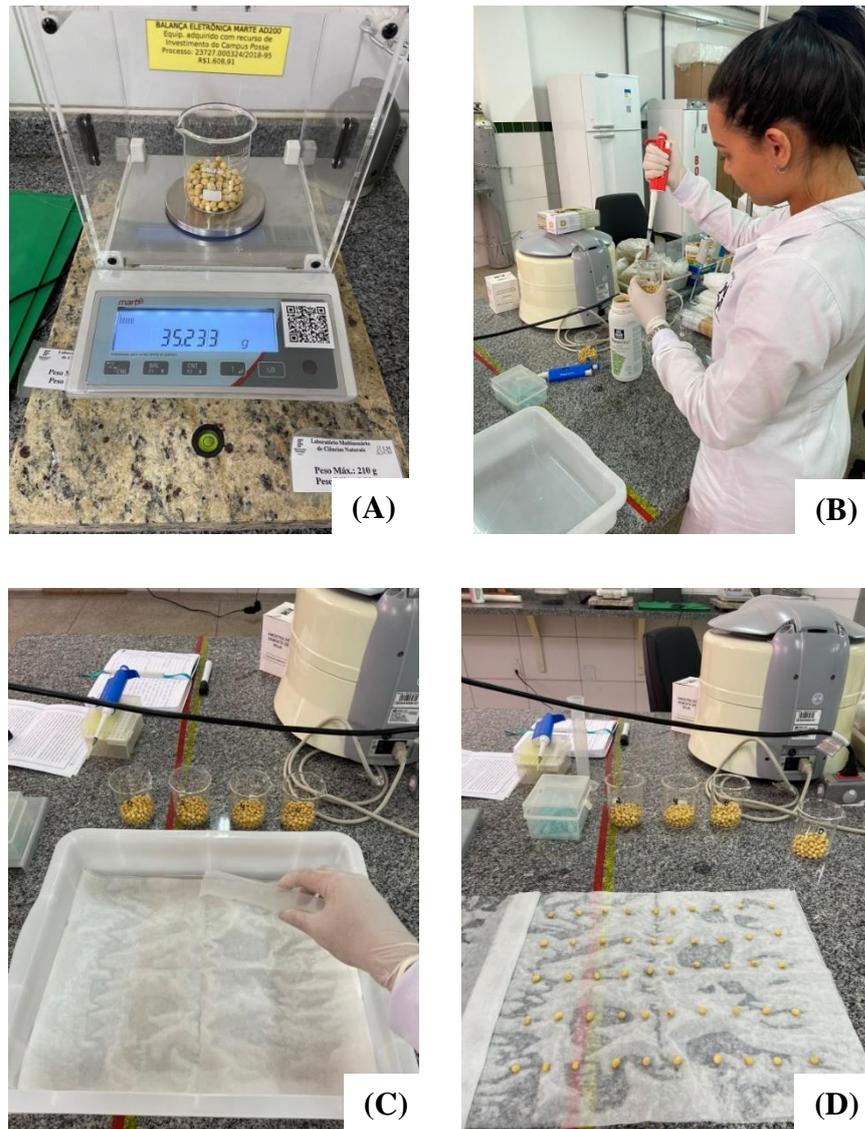


Figura 1. Pesagem (A) e tratamento (B) das amostras de sementes e instalação dos testes de das sementes de soja (C e D).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo quatro tratamentos, constituídos pelas doses do fertilizante (0,0; 2,0; 4,0 e 6,0 mL kg⁻¹ de sementes), e quatro repetições de 50 sementes para cada. Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade das variâncias (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors). Em seguida, foi realizada análise de variância pelo teste F e para a comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para os efeitos quantitativos das doses foi realizada análise de regressão polinomial, selecionando-se o modelo de maior grau significativo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as variáveis analisadas observou-se o efeito do produto à base do fertilizante. Quanto à germinação, embora sem influência significativa dos tratamentos, verificou-se uma tendência de redução do percentual de germinação das sementes de soja quando submetidas ao aumento na dose do fertilizante testado. Onde não houve diferença estatística na variável Germinação (%).

Em relação ao teste de frio, constatou-se que houve diferença significativa no percentual de germinação das sementes submetidas a todas as doses, com o (p-valor de 0.041). A porcentagem de germinação aumentou com a dose de 2,0 mL kg⁻¹, porém nas doses 4,0 e 6,0 mL kg⁻¹ observou-se queda na germinação das sementes. Esses resultados demonstram que o tratamento com o fertilizante testado em doses mais elevadas prejudica o desempenho germinativo das sementes de soja quando submetidas à condição de frio. (Figura 2)

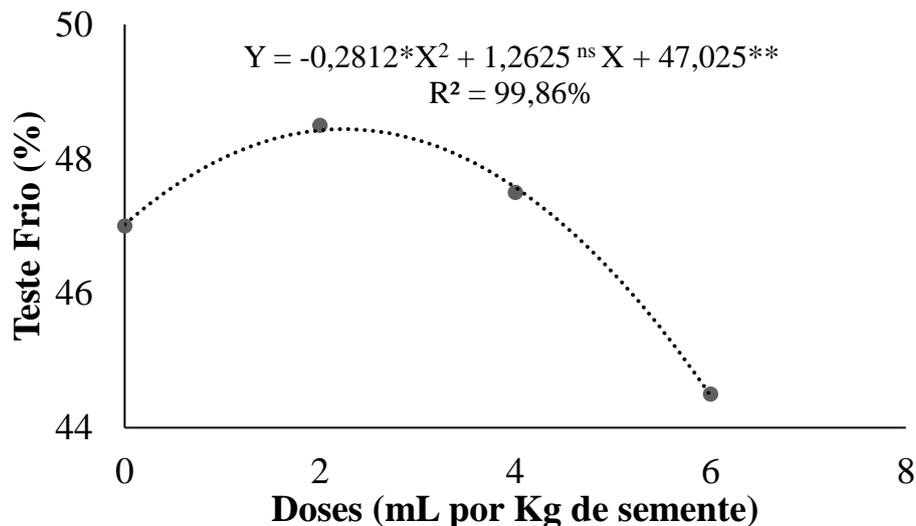


Figura 2. Teste Frio de sementes de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, submetidas ao tratamento com doses de fertilizante líquido comercial.

Na condutividade elétrica, verificou-se aumento significativo nos valores das soluções contendo as sementes submetidas ao tratamento com fertilizante, em relação à testemunha, sobretudo, naquelas tratadas na dose de 6,0 mL kg⁻¹, em que se registrou maior resultado, em torno de 91,0 μS cm⁻¹ g⁻¹ de sementes, à medida que as não tratadas apresentaram condutividade de aproximadamente 53,0 μS cm⁻¹ g⁻¹. Já nas doses de 2,0 e 4,0 mL kg⁻¹ sementes, os valores registrados de condutividade elétrica foram de 79,3 e 78,9 μS cm⁻¹ g⁻¹, respectivamente (Figura 3).

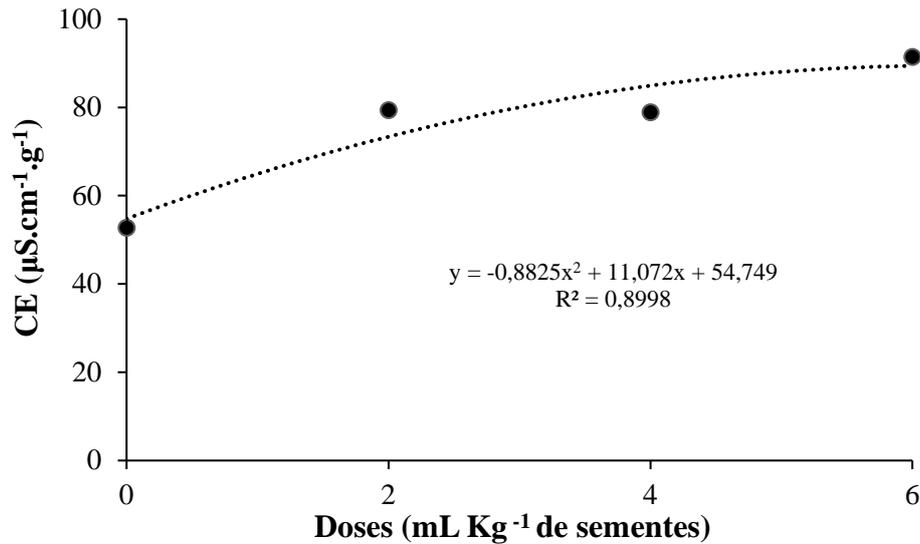


Figura 3. Condutividade elétrica (CE) de sementes de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, submetidas ao tratamento com doses de fertilizante líquido comercial.

Segundo Marcos-Filho (2015), o teste de condutividade elétrica avalia indiretamente o estado metabólico das sementes, considerando que as menos vigorosas ou mais deterioradas apresentam menor velocidade de reparo da membrana celular durante a absorção de água no processo germinativo. Assim, quanto maior for a liberação de eletrólitos (exsudados) registrada na avaliação do teste, maior será a condutividade elétrica da solução. Entre os exsudados liberados estão açúcares, aminoácidos, proteínas, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , Mn^{+2}).

Portanto, o aumento na condutividade elétrica das sementes em decorrência da elevação da dose do fertilizante testado, provavelmente está relacionado a maior liberação de íons inorgânicos impostos pelo tratamento, conforme o aumento da dose aplicada. Resultados similares do aumento dos valores de condutividade elétrica após o tratamento de sementes de soja foram obtidos por Vanzolini et al. (2006) utilizando os elementos minerais B, Co, Mo e Zn e por Pereira et al. (2018) combinando os elementos minerais Co e Mo com fungicidas, inseticidas e bioreguladores.

No que se refere à velocidade de emergência (IVE) das plântulas de soja, observou-se que os tratamentos com a aplicação do fertilizante nas doses de 2,0 e 4,0 mL kg⁻¹ sementes proporcionaram acréscimos significativos no IVE, com índices de 13,6 e 14,8, respectivamente, quando comparados à testemunha (0,0 mL kg⁻¹), a qual apresentou IVE de 11,3. Já na dose de 6,0 mL kg⁻¹ se constatou respostas similares à testemunha, proporcionando índice de velocidade de 12,3 (Figura 4).

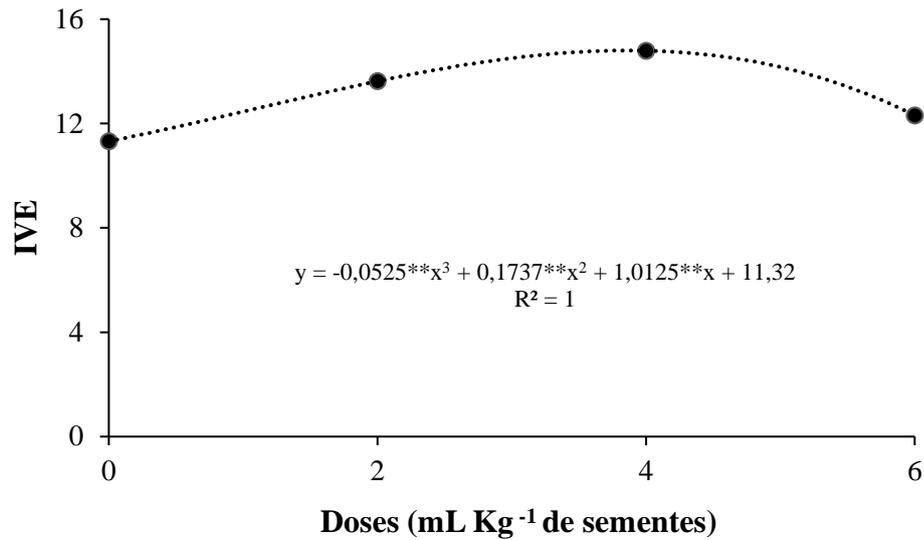


Figura 4. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, oriundas de sementes submetidas ao tratamento com doses de fertilizante líquido comercial.

Essas respostas revelam melhoria na emergência de plântulas com aplicação via sementes do fertilizante nas doses de 2,0 e 4,0 mL kg⁻¹, com ganhos na velocidade de emergência de 20,35 e 31,0%, respectivamente, em relação à testemunha sem aplicação. Esses acréscimos na velocidade de emergência promovidos por esses tratamentos são de extrema importância para o estabelecimento mais rápido e uniforme da lavoura de soja em campo.

Carvalho et al. (2014) mencionam que o índice de velocidade de emergência é relevante para avaliar o vigor das sementes, pois possibilita verificar quão rápida é a emergência e o estabelecimento das plântulas. Quanto maior o índice de velocidade de emergência de um lote, melhor é seu desempenho e, conseqüentemente, maior será a sua capacidade de tolerar determinados estresses (DAN et al., 2010).

Em relação ao comprimento de parte aérea de plântulas, constatou-se redução significativa dessa variável com a aplicação do fertilizante na dose de 2,0 mL kg⁻¹ de sementes, em relação à testemunha, com valores médios de comprimento em torno de 11,4 cm. Já os tratamentos nas doses de 4,0 e 6,0 mL kg⁻¹ proporcionaram respostas similares à testemunha, com a formação de plântulas com comprimento de parte aérea de 14,3 e 14,7 cm, respectivamente (Figura 5).

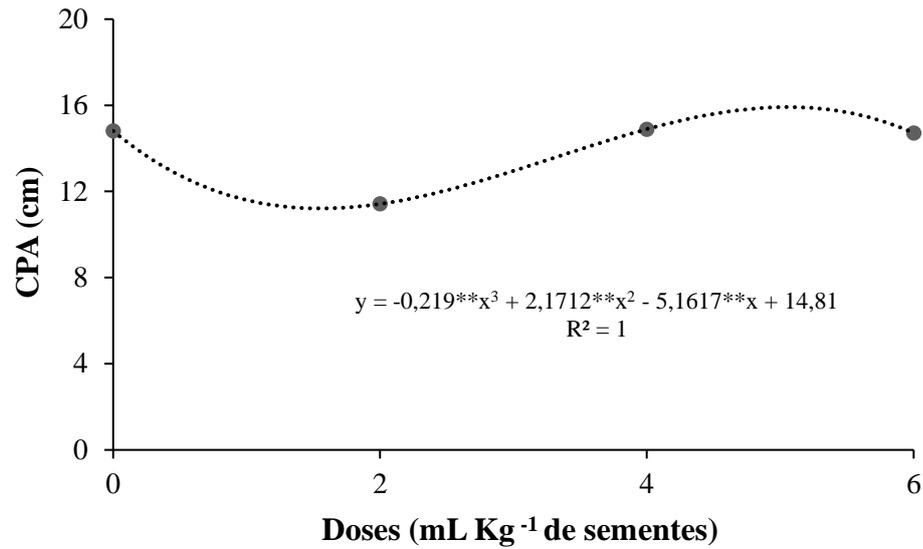


Figura 5. Comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, oriundas de sementes submetidas ao tratamento com doses de fertilizante líquido comercial.

Quanto ao comprimento radicular, observou-se efeito negativo da aplicação do fertilizante nas doses testadas, uma vez que promoveram redução significativa de raiz, quando comparadas ao tratamento testemunha, obtendo-se valores de 4,4 e 4,6 cm com a aplicação das doses de 2,0 e 6,0 mL kg⁻¹ sementes, respectivamente. Enquanto na dose de 4,0 mL kg⁻¹, o comprimento de raiz médio foi de 5,6 cm, ao passo que as plântulas da testemunha apresentaram comprimento de raiz superior a 8,0 cm (Figura 6). Esses resultados revelam efeitos prejudiciais da aplicação do fertilizante via tratamento de sementes sobre o comprimento de raiz, independentemente da dose testada. Enquanto para o comprimento de parte aérea, somente a menor dose testada (2,0 mL kg⁻¹) interferiu negativamente na formação das plântulas de soja. Esses efeitos são extremamente prejudiciais à formação das plântulas e, conseqüentemente, ao estabelecimento da lavoura em campo. Além disso, podem comprometer o desempenho agrônômico da cultura com reflexos diretos no rendimento de grãos.

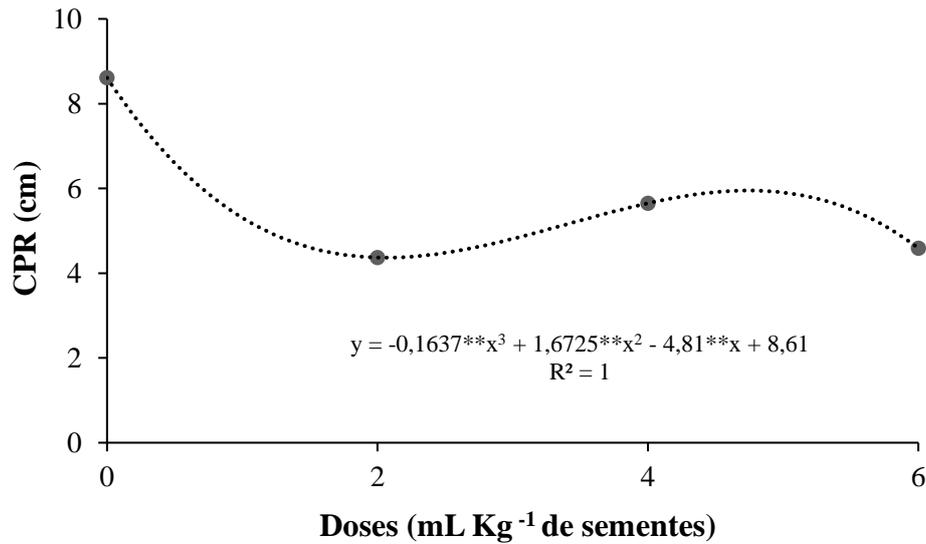


Figura 6. Comprimento da parte radicular (CPR) de plântulas de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, oriundas de sementes submetidas ao tratamento com doses de fertilizante líquido comercial.

De maneira similar, Carmo Filho (2022) verificou efeito negativo do tratamento de sementes de soja, cultivar M5917 IPRO, com doses de fertilizante comercial à base de Co, Mo e Ni sobre o potencial fisiológico delas, sobretudo, ao que se refere ao vigor, avaliado pelo comprimento de parte aérea e raiz de plântulas. Essas respostas foram atribuídas à fitotoxicidade ocasionada pelas doses crescentes (0, 2, 4, 6 e 8 mL kg⁻¹ sementes) dos elementos minerais utilizados no tratamento das sementes. Além disso, concordando com o efeito registrado no presente estudo (Figura 6), o autor verificou efeito fitotóxico mais pronunciado sobre as raízes das plântulas, quando comparado à parte aérea, com redução do crescimento ou atrofia das mesmas.

Ainda de acordo com o autor, o efeito fitotóxico mais evidenciado na raiz das plântulas pode ser justificado considerando o processo de germinação e a estrutura da semente, visto que durante a germinação a raiz primária é a primeira parte da plântula a se desenvolver e isso normalmente ocorre pela região que fica entre o hilo e a micrópila. Além disso, essa região é mais permeável à água, principalmente, nas primeiras 24 horas de hidratação das sementes. Assim, após aplicação de produtos químicos, parte deles é depositada e absorvida pela área da micrópila-hilo e, conseqüentemente, pode ocasionar a fitotoxicidade na germinação e reduzir o comprimento das raízes (BRZEZINSKI et al., 2017). Esses fatores, portanto, podem ter contribuído para alta concentração do produto absorvido, promovendo efeito nocivo ao crescimento radicular das plântulas.

Em contrapartida, Oliveira et al. (2017) constataram que o uso de bioestimulantes à base de extrato de algas via tratamento de sementes não exerceu influência significativa sobre o desenvolvimento do sistema radicular do feijão (comprimento, massa seca, diâmetro, área e volume), cultivar BRS Estilo, em relação ao controle. Também, Mendes (2019) não verificou melhoria em variáveis biométricas (comprimento e massa fresca e seca de parte aérea e radicular) de soja, cultivar M5917IPRO, com a aplicação via tratamento de sementes de fertilizantes comerciais, entre eles o testado no presente estudo, quando aplicado na dose de 2,5 mL kg⁻¹ de sementes.

No que se refere à massa seca de parte aérea, a aplicação do fertilizante nas doses de 4,0 e 6,0 mL kg⁻¹ sementes promoveu a formação de plântulas de massa seca similar aos da testemunha, com valores médios de 45,3 e 45,6 g, respectivamente. Contudo, esses resultados foram significativamente superior aos registrados na dose de 2,0 mL kg⁻¹ (44,5 g), no entanto, a mesma não diferiu da testemunha (Figura 7).

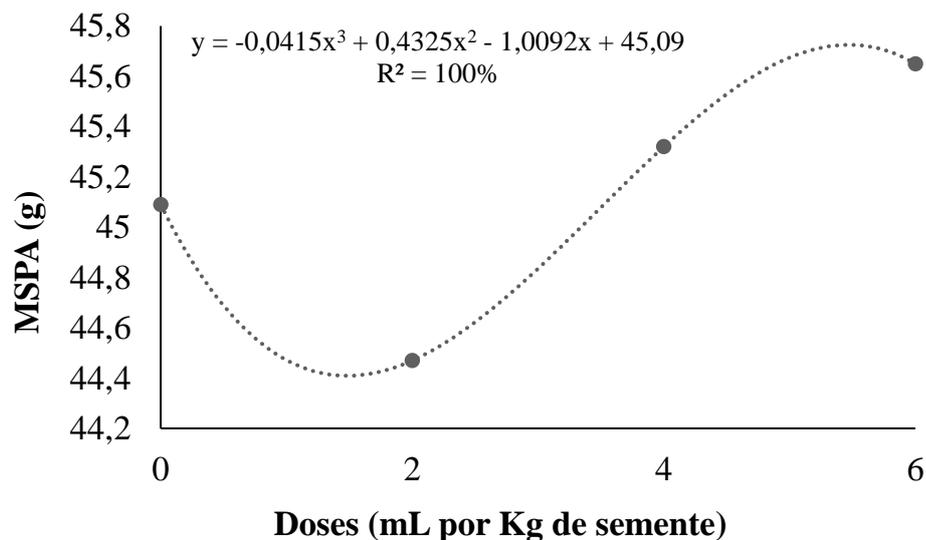


Figura 7. Massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, oriundas de sementes submetidas ao tratamento com doses de fertilizante líquido comercial.

Para a massa seca de raiz, embora sem efeito significativo dos tratamentos, constatou-se uma tendência de incremento na massa com o aumento da dose do fertilizante adotado no tratamento de sementes. Maiores resultados foram verificados em função do tratamento na dose de 6,0 mL kg⁻¹ sementes, proporcionando ganhos em torno de 9,0% na massa seca de raiz, em relação à testemunha (Figura 8).

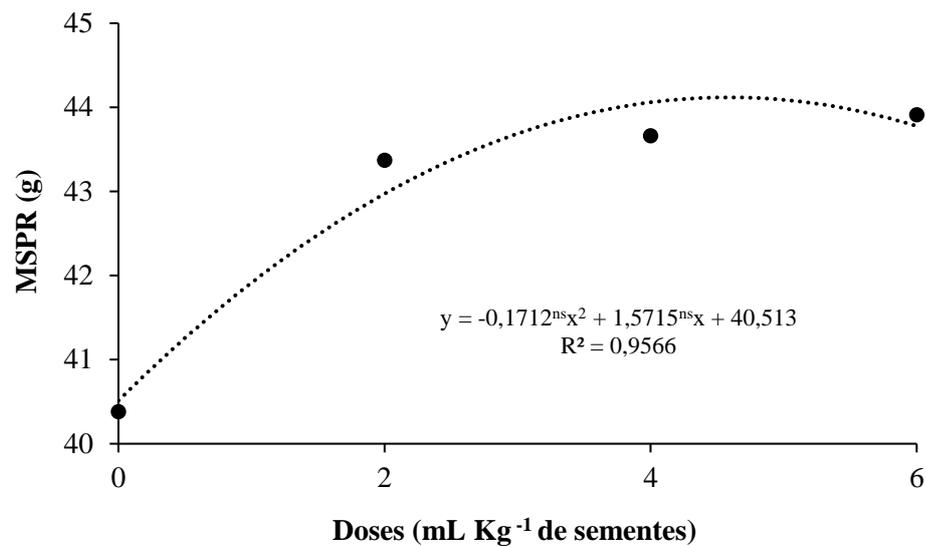


Figura 8. Massa seca de parte radicular (MSPR) de plântulas de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, oriundas de sementes submetidas ao tratamento com doses de fertilizante líquido comercial.

De maneira geral, com exceção do índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de soja, para o qual se verificou efeito benéfico da aplicação via sementes do fertilizante comercial nas doses de 2,0 e 4,0 mL kg⁻¹, para outras variáveis analisadas, essas aplicações resultaram em respostas negativas, independentemente da dose aplicada, como verificado para a condutividade elétrica e o comprimento de raiz de plântulas, ou, ainda, não exerceram influência significativa, quando comparadas à testemunha. Sendo, portanto, um produto que ainda precisa ser mais bem explorado em estudos futuros, com aplicações em doses diversas via tratamento de sementes, para que então possa ser recomendado de forma segura para uso na cultura da soja da cultivar Brasmax Olimpo IPRO.

Nesse sentido, Cunha et al. (2015) mencionam que o fato das sementes das diversas culturas responderem de maneira diferenciada à aplicação de fertilizantes possivelmente está associado a mecanismos metabólicos expressos pelas sementes, bem como interação entre os micronutrientes presentes no produto; condições fisiológicas da planta-mãe; maturação das sementes e base genética da própria cultivar, sendo necessários mais estudos que avaliem o efeito dos fertilizantes no desempenho fisiológico das sementes.

6. CONCLUSÕES

O tratamento de sementes de soja, cultivar Brasmax Olimpo IPRO, com fertilizante líquido comercial à base de cobalto, molibdênio e extrato de algas não exerceu influência significativa sobre o desempenho germinativo e no índice de velocidade de emergência das mesmas, contudo, na maior dose testada ($6,0 \text{ mL kg}^{-1}$ de sementes), a germinação das sementes submetidas ao teste de frio foi afetada negativamente.

A aplicação do fertilizante via tratamento de sementes de soja proporcionou incremento na condutividade elétrica na dose de $6,0 \text{ mL kg}^{-1}$ de sementes. Enquanto que para a massa seca de parte aérea e comprimento de parte aérea apresentou efeito negativo na dose de $2,0 \text{ mL kg}^{-1}$ de sementes. No teste frio apresentou melhor germinação quando as sementes foram submetidas ao tratamento de $2,0 \text{ mL kg}^{-1}$. Na massa seca de parte radicular apresentou resultado similar em ambas as doses utilizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, U. B.; CAMPO, R. J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 527-534, 2001.

AMARO, H. T. R.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; DIAS, L. A. S.; DAVID, A. M. S. S.; SILVA, F. W. S. Secagem e armazenamento de sementes de culturas oleaginosas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, ns. 1/2, p. 105-119, 2019.

AMARO, H. T. R.; COSTA, R. C.; PORTO, E. M. V.; ARAÚJO, E. C. M.; FERNANDES, H. M. F. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 222-242, 2020.

ARAÚJO, Diego Kitahara. **Extratos de *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes de milho e soja: avaliações fisiológicas e moleculares**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUDWIG, M. P.; RIGO, G. A.; CRIZEL, R. L.; OLIVEIRA, S. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1719-1725, 2011.

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.

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CÍCERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 5, p. 1-15.

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.

BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; HENNING, A. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Spray volumes in the industrial treatment on the physiological quality of soybean seeds with different levels of vigor. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 2, p. 174-181, 2017.

BONTEMPO, A. F.; ALVES, F. M.; CARNEIRO, G. D. O. P.; MACHADO, L. G.; SILVA, L. O. D.; AQUINO, L. A. Influência de bioestimulantes e nutrientes na emergência e no crescimento inicial de feijão, soja e milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 8693, 2016.

BORK, C. R.; ALMEIDA, A. S.; CASTELLANO, C. S.; ZIMMER, G.; AVILA, T. D.; MENEGHELLO, G. E.; DELLAOSTIN, S. M.; RODRIGUES, D. B.; MATTOS, F.; ROSSETTI, C.; FONSECA, H. W.; TUNES, C.; SUÑÉ, A. S.; BARRETO, B.; TUNES, L. M.; SUCHCH, L. O. B. Soybean industrial seed treatment: effect on physiological quality during storage. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 8, p. 468-476, 2018.

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

CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Molybdenum-enriched soybean seeds enhance N accumulation, seed yield, and seed protein content in Brazil. **Field Crops Research**, v. 110, p. 219-224, 2009.

CARMO FILHO, Abimael dos Santos. **Tratamento de sementes de soja com cobalto, molibdênio e níquel: efeitos no potencial fisiológico das sementes, nodulação e desempenho das plantas**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; CALDEIRA, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e transgênica RR produzidas sob aplicação foliar de manganês. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 219-228, 2014.

CARVALHO, L. F.; SEDIYAMA, C. S.; REIS, M. S.; DIAS, D. C. F. S.; MOREIRA, M. A. Influência da temperatura de embebição da semente de soja no teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 9-17, 2009.

CATTELAN, A. J.; DALL’AGNOL, A. The rapid soybean growth in Brazil. **Oilseeds & fats Crops and Lipids**, v. 25, n. 1, p. D102, 2018.

COÊLHO, Jackson Dantas. SOJA: v. 9 n. 361, novembro, 2024. **Caderno Setorial ETENE**, v. 9, 2024.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, DF, v. 10 – Safra 2022/23, n. 12 - Décimo segundo levantamento, p. 1-111, 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 28 out. 2023.

CONCEIÇÃO, G. M.; CUNHA, V. S.; FIPKE, G. M.; BRUNING, L. A.; ROSSATO, A. C.; MARTIN, T. N. Suplementação mineral de sementes de soja com diferentes níveis iniciais de nutrientes. **Acta Scientiarum**, v. 42, e42484, 2020.

COSTA, E. M.; RIBEIRO, P. R. A.; CARVALHO, T. S.; VICENTIN, R. P.; BALSANELLI, E.; SOUZA, E. M.; LEBBE, L.; WILLEMS, A.; MOREIRA, F. M. S. Efficient nitrogen-fixing bacteria isolated from soybean nodules in the semi-arid region of northeast Brazil are classified as *Bradyrhizobium brasilense* (Symbiovar Sojae). **Current Microbiology**, v. 77, p. 1746–1755, 2020.

COTRIM, Mayara Fávero. **Tratamentos de sementes em soja e a influência em condições de déficit hídrico**. 2023. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2023.

CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, n. 3, p. 371-393, 2011.

CUNHA, S. G. S.; DAVID, A. M. S. S.; AMARO, H. T. R.; ALVES, D. D.; PORTO, E. M. V. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta ao tratamento com fertilizante à base de zinco e molibdênio. **Revista Agrarian**, v. 8, n. 30, p. 351-357, 2015.

DALL'AGNOL, A.; NOGUEIRA, M. A. Cobalto e molibdênio, parceiros na fixação biológica de nitrogênio. 2021. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2021/03/01/cobalto-e-molibdenio-parceiros-na-fixacao-biologica-do-nitrogenio/> Acesso em: 15 dez. de 2023.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 131- 139, 2010.

DÖRR, C. S.; ALMEIDA, T. L.; MACEDO, V. G. K.; GULARTE, J. A.; DIEL, V.; PANOZZO, L.E. Efeito do vigor e tratamento de sementes de soja com aminoácidos no desempenho das sementes produzidas. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 1, p. 112-124, 2020.

FEDORUK, I.; BAKHMAT, O.; KHMELIANCHYSHYN, Y.; GORODYSKA, O. Agroecological influence of micronutrient fertilizers and seed inoculation on a soybean crop. **EUREKA: Life Sciences**, v. 2, p. 16-24, 2021.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de Milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PADUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p.

FREZATO, P.; OLIVEIRA BRAGA, A. A.; FONSECA SORACE, M. A.; COSSA, C.A.; PIRES, C. E. M.; JESUS MACHADO, V. J.; OSIPI, E. A. F. Ação de bioestimulantes e nutrientes via tratamento de sementes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Glycine Max* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18674-18679, 2021.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001, 48 p.

JATAV, H. S.; SHARMA, L. D.; SADHUKHAN, R.; SINGH, S. K.; SINGH, S.; RAJPUT, V. D.; PARIHAR, M.; JATAV, S. S.; JINGER, D.; KUMAR, S.; SUKIRTEE. An overview of micronutrients: prospects and implication in crop production. In: AFTAB, T.; HAKEEM, K. R. (eds) **Plant Micronutrients**. Springer, Cham. 2020.

JAYAKUMAR, K.; JALEEL, C. A.; Uptake and accumulation of cobalt in plants: a study based on exogenous cobalt in soybean. **Botany Research International**, v. 2, n. 4, p. 310-314, 2009.

KHALILIAQDAM, N.; SOLTANI, A.; LATIFI, N.; FAR, F. G. Seed vigor and field performance of soybean seed Lots case study: Northern areas of Iran. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 12, n. 2, p. 262-268, 2012.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

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

LAUSCHNER, C. F.; FELDMANN, N. A.; MÜHL, F. R.; GABRIEL, V. J.; SOMAVILLA, L. L.; PAVAN, D. Uso de cobalto e molibdênio no tratamento de sementes de soja e seus benefícios para o desenvolvimento inicial da cultura. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 2, p. 277-298, 2023.

LAVRES, J.; FRANCO, G. C.; CÂMARA, G. M. S. Soybean seed treatment with nickel improves biological nitrogen fixation and urease activity. **Frontiers in Environmental Science**, v. 4, 2016.

LEMES, E.; MENDONÇA, A.; DIAS, L.; BRUNES, A.; OLIVEIRA, S.; FIN, S.; MENEGHELLO, G. Tratamento de sementes de soja com zinco: efeito na qualidade fisiológica e produtividade. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 2, p. 76-86, 2017.

LUDWIG, M. P.; OLIVEIRA, S.; AVELAR, S. A. G.; ROSA, M. P.; FILHO, O. A. L.; CRIZEL, R. L. Armazenamento de sementes de soja tratadas e seu efeito no desempenho de plântulas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 1, p. 51-56, 2015.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. Funções dos macro e micronutrientes. In: **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

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

MARTINS, D. C.; BORGES, I. D.; CRUZ, J. C.; MARTINS NETTO, D. A. Produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e *Azospirillum* sp. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 217-228, 2016.

MATA, F. S. D.; ALMEIDA, J. A. R.; REIS, T. C.; SOUZA, D. S.; MAURICIO, I. S. Eficiência da fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja com aplicação de diferentes doses de molibdênio (Mo) e cobalto (Co). **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 2, p. 1-7, 2011.

MATERA, T. C.; PEREIRA, L. C.; BRACCINI, A. L.; PIANA, S. C.; SUZUKAWA, A. K.; FERRI, G. C.; CORREIA, L. V. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, fungicidas e fertilizante. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 2, p. 236-243, 2018.

MELO, G. B.; SILVA, A. G.; PERIN, A.; BRAZ, G. B. P.; ANDRADE, C. L. L. Tratamento de sementes com doses do bioestimulante à base de algas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 1418-1431, 2021.

- MENDES, Carolina Ruv Lemes Gonçalves. **Efeito de bioestimulantes no desenvolvimento inicial de soja sob deficiência hídrica**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2019.
- MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 52-71, 2010.
- NOZAKI, M. H.; FACCIN, R. F. H. Efeito de diferentes doses de bioestimulante radicular na soja. **Synergismus scyentifica**, v. 9, n. 1, 2014.
- OLIVEIRA, S. M.; UMBURANAS, R. C.; PEREIRA, R. G.; SOUZA, L. T.; Favarin, J. L. Biostimulants via seed treatment in the promotion of common bean (*Phaseolus vulgaris*) root growth. **Applied research & agrotechnology**, v. 10, n. 3, p. 109-114, 2017.
- PEREIRA, L. C.; MATERA, T. C.; BRACCINI, A. L.; PEREIRA, R. C.; MARTELI, D. C. V.; SUZUKAWA, A. K.; PIANA, S. C.; FERRI, G. C.; CORREIA, L. V. Addition of biostimulant to the industrial treatment of soybean seeds: physiological quality and yield after storage. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 4, p. 442-449, 2018.
- PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 2ª ed. Pelotas: UFPel, 2012. 573 p.
- PICCININ, G. G.; BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; BAZO, G. L.; LIMA, L. H. S. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas. **Ambiência**, v. 9 n. 2 p. 289-298, 2013.
- RAYORATH, P.; JITHESH, M. N.; FARID, A.; KHAN, W.; PALANISAMY, R.; HANKINS, S. D.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. **Journal of Applied Phycology**, v. 20, n. 4, p. 423-429, 2008.
- RICHETTI, A.; GOULART, A. C. **Adoção e custo do tratamento de sementes na cultura da soja**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. 9 p.
- ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomico de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017.
- SANGHA, J. S.; ROSS, R. E.; SUBRAMANIAN, S.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. Potential use of extracts of seaweeds against plant pathogens. In: **Marine Macro-and Microalgae: An Overview**. CRC Press, 2017. p. 177-197.
- SANTOS NETO, J. V.; LIMA, L. C.; CARDOSO, A. F.; LANA, R. M. Q.; TORRES, J. L. R. Micronutrientes na cultura da soja em sistema plantio direto em solos do cerrado sob condições adversas. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, n. 5, p. 33-39, 2018.
- SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. C. T.; NOGUEIRA, A. P. O. Importância econômica da semente. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Macenas, 2013. p. 11-14.

SIVRITEPE, N.; SIVRITEPE, H. Ö. Organic priming with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) affects viability of pepper seeds. **Asian Journal of Chemistry**, v. 20, n. 7, p. 5689-5694, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TANCREDI, F. D.; SEDIYAMA, T. Nutrição mineral e qualidade de sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenasa, 2013. p. 235-258.

TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; BRUNES, A. P.; FRIEDRICH, F. F.; BARROS, A. C. S. A.; VILLELA, F. A. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 01, p. 28-34, 2013.

TRAFANE, Leandro Gabriel. **Tratamento Industrial de sementes de soja e seus reflexos na qualidade durante o período de armazenamento**. 2014. 38f. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, Supply and Distribution (PSD)**online. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 14 nov. 2024a

VANZOLINI, S.; SENEME, A. M.; SILVA, M. A. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja tratadas com micronutrientes. **Revista Ceres**, v. 53, n. 309, p. 590-596, 2006.

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

ZAMBIAZZI, E. V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERESANI, A. L. R.; GWINNER, R.; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, S. G. Desempenho agronômico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 543-553. 2017.