INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
JORGE FERNANDO FELICIANO DA SILVA

BIOESTIMULANTES SOBRE O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

CERES – GO
2024

JORGE FERNANDO FELICIANO DA SILVA

BIOESTIMULANTES SOBRE O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Renato Souza Rodovalho.

CERES – GO
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano

S586b

Silva, Jorge Fernando Feliciano da.

Bioestimulantes sobre o potencial fisiológico de sementes de soja [manuscrito] / Jorge Fernando Feliciano da Silva. – Ceres, GO: IF Goiano, 2024.
12 fls. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Renato Souza Rodovalho.

Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2024.

1. *Glycine max L.* 2. Nutrição. 3. Vigor. I. Rodovalho, Renato Souza. II. Título. III. Instituto Federal Goiano.

CDU 633.1

Ficha elaborada por Johnathan Pereira Alves Diniz – Bibliotecário/CRB 1 nº 2376

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

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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

[ ] Tese	[ ] Artigo Científico
[ ] Dissertação	[ ] Capítulo de Livro
[ ] Monografia – Especialização	[ ] Livro
[X] TCC - Graduação	[ ] Trabalho Apresentado em Evento
[ ] Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____	

Nome Completo do Autor: Jorge Fernando Feliciano da Silva
Matrícula: 2020103200240418
Título do Trabalho: Bioestimulantes sobre o potencial fisiológico de sementes de soja

Restrições de Acesso ao Documento
Documento confidencial: [X] Não [ ] Sim, justifique:
Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:
O documento está sujeito a registro de patente? [ ] Sim [X] Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? [ ] Sim [X] Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. 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;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, 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;
3. 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.

Ceres, 18 de dezembro de 2024.

Assinatura eletrônica do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura eletrônica do orientador

Documento assinado eletronicamente por:

- **Renato Souza Rodovalho, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 18/12/2024 14:35:14.
- **Jorge Fernando Feliciano da Silva, 2020103200240418 - Discente**, em 18/12/2024 14:39:48.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/12/2024. 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: 663500
Código de Autenticação: f930b0388d

INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Ceres
Rodovia GO-154, Km 03, SN, Zona Rural, CERES / GO, CEP 76300-000
(62) 3307-7100

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 11 dia(s) do mês de Dezembro do ano de dois mil e 24, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Jorge Fernando Feliciano da Silva, do Curso de Agronomia, matrícula 20201032002404 18, cujo título é "Bioestimulantes sobre o potencial fisiológico de sementes de soja". A defesa iniciou-se às 18 horas e 00 minutos, finalizando-se às 19 horas e 30 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho Aprovado com média 7,7 no trabalho escrito, média 8,0 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 7,8 de **pontos,** estando o(a) estudante Apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

Renato Souza Rodrigues

Assinatura Presidente da Banca

Mônica Ioan da Silva Marques

Assinatura Membro 1 Banca Examinadora

Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

Dedico este trabalho a todos que contribuíram para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me sustentado durante este trabalho.

Gostaria de expressar minha mais sincera gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa, ao meu professor orientador Renato Souza Rodovalho, cuja orientação e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço também aos meus colegas e amigos, que estiveram ao meu lado durante todo o processo, oferecendo encorajamento e sugestões.

"O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia."

Robert Collier

RESUMO

A soja é o cereal de maior relevância para o Brasil devido sua área plantada e pela sua importância global como fonte de óleo e proteína na alimentação animal e humana. A utilização de produtos para tratamento de sementes (TS) é essencial para assegurar que elas expressem no campo, sua qualidade fisiológica e vigor. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial fisiológico das sementes de soja tratadas com produtos comerciais nutricionais ou fisiológicos. As sementes foram submetidas a cinco produtos, frequentemente utilizados para o tratamento de semente de soja. Os tratamentos foram: T0: sem Tratamento de Semente (controle); T1: Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Molibdênio e Carbono Orgânico Total; T2: Cobalto e Molibdênio; T3: Cobalto, Molibdênio, Zinco; T4: Cobalto, Molibdênio, Níquel e Extrato de Algas. Para avaliação da qualidade das sementes, foram realizados diversos testes, sendo os principais: massa seca de folhas, altura de plantas; emergência em campo; tempo médio necessário para atingir a emergência máxima; índice de velocidade de emergência e coeficiente de velocidade de emergência. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Não houve diferença estatística para emergência e índice de velocidade de emergência. As sementes submetidas ao tratamento T2 e T4 apresentaram resultados superiores de massa seca de folhas, massa seca de caule e altura de plantas. De forma geral, não houve incremento da qualidade fisiológica das sementes de soja submetidas a tratamentos com micronutrientes e bioestimulantes.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Nutrição. Vigor.

ABSTRACT

Soybeans are the most important cereal for Brazil due to the area planted and their global importance as a source of oil and protein in animal and human food. The use of seed treatment (ST) products is essential to ensure that they express their physiological quality and vigor in the field. In this context, the aim of this study was to assess the physiological potential of soybean seeds treated with commercial nutritional or physiological products. The seeds were subjected to five products frequently used to treat soybean seeds. The treatments were: T0: no seed treatment (control); T1: Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Molybdenum and Total Organic Carbon; T2: Cobalt and Molybdenum; T3: Cobalt, Molybdenum, Zinc; T4: Cobalt, Molybdenum, Nickel and Algae Extract. To assess the quality of the seeds, various tests were carried out, the main ones being: dry mass of leaves, plant height; emergence in the field; average time taken to reach maximum emergence; emergence speed index and emergence speed coefficient. A completely randomized design (DIC) was used, with five treatments and four replications. There was no statistical difference for the emergence and emergence speed index. Seeds subjected to treatments T2 and T4 showed superior results in terms of leaf dry mass, stem dry mass and plant height. In general, there was no increase in the physiological quality of soybean seeds submitted to treatments with micronutrients and biostimulants.

Keywords: *Glycine max* L. Nutrition. Vigor

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios da emergência (E), do coeficiente de velocidade de emergência (CVE), do tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (TM), do índice de velocidade de emergência (IVE), do teor de água (TA) e germinação (G) de plântulas de soja.....05

Tabela 2 – Valores médios da massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR), diâmetro do colo (DC), altura da plântula (AP) e comprimento da maior raiz (CR) de plântulas de soja.....07

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 01
MATERIAL E MÉTODOS 02
RESULTADOS E DISCUSSÃO 05
CONCLUSÃO 09
REFERÊNCIAS 09

BIOESTIMULANTES SOBRE O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

BIOSTIMULANTS ON THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF SOYBEAN SEEDS

JORGE FERNANDO FELICIANO DA SILVA
Graduando em Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (GO)
jorge.fernando.fsilva@gmail.com

RENATO SOUZA RODOVALHO
Doutor em Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (GO)
renato.rodovalho@ifgoiano.edu.br

Resumo: A soja é o cereal de maior relevância para o Brasil devido sua área plantada e pela sua importância global como fonte de óleo e proteína na alimentação animal e humana. A utilização de produtos para tratamento de sementes (TS) é essencial para assegurar que elas expressem no campo, sua qualidade fisiológica e vigor. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial fisiológico das sementes de soja tratadas com produtos comerciais nutricionais ou fisiológicos. As sementes foram submetidas a cinco produtos, frequentemente utilizados para o tratamento de semente de soja. Os tratamentos foram: T0: sem Tratamento de Semente (controle); T1: Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Molibdênio e Carbono Orgânico Total; T2: Cobalto e Molibdênio; T3: Cobalto, Molibdênio, Zinco; T4: Cobalto, Molibdênio, Níquel e Extrato de Algas. Para avaliação da qualidade das sementes, foram realizados diversos testes, sendo os principais: massa seca de folhas, altura de plantas; emergência em campo; tempo médio necessário para atingir a emergência máxima; índice de velocidade de emergência e coeficiente de velocidade de emergência. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Não houve diferença estatística para emergência e índice de velocidade de emergência. As sementes submetidas ao tratamento T2 e T4 apresentaram resultados superiores de massa seca de folhas, massa seca de caule e altura de plantas. De forma geral, não houve incremento da qualidade fisiológica das sementes de soja submetidas a tratamentos com micronutrientes e bioestimulantes.
Palavras-chave: *Glycine max* L. Nutrição. Vigor.

Abstract: Soybeans are the most important cereal for Brazil due to the area planted and their global importance as a source of oil and protein in animal and human food. The use of seed treatment (ST) products is essential to ensure that they express their physiological quality and vigor in the field. In this context, the aim of this study was to assess the physiological potential of soybean seeds treated with commercial nutritional or physiological products. The seeds were subjected to five products frequently used to treat soybean seeds. The treatments were: T0: no seed treatment (control); T1: Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Molybdenum and Total Organic Carbon; T2: Cobalt and Molybdenum; T3: Cobalt, Molybdenum, Zinc; T4: Cobalt, Molybdenum, Nickel and Algae Extract. To assess the quality of the seeds, various tests were carried out, the main ones being: dry mass of leaves, plant height; emergence in the field; average time taken to reach maximum emergence; emergence speed index and emergence speed coefficient. A completely randomized design (DIC) was used, with five treatments and four replications. There was no statistical difference for the emergence and emergence speed index. Seeds subjected to treatments T2 and T4 showed superior results in terms of leaf dry mass, stem dry mass and plant height. In general, there was no increase in the physiological quality of soybean seeds submitted to treatments with micronutrients and biostimulants.
Keywords: *Glycine max* L. Nutrition. Vigor

1. INTRODUÇÃO

A soja é o cereal de maior relevância para o Brasil devido sua área plantada e pela sua importância global como fonte de óleo e proteína na alimentação animal e humana (Wijewardana et al., 2019). Desde muito tempo, um dos maiores desafios enfrentados pela

humanidade é de garantir a segurança alimentar a toda a população. Neste sentido, buscar por estratégias que podem contribuir efetivamente no suprimento de parte da demanda de alimentos projetada é essencial.

A utilização de produtos para o tratamento de sementes (TS) é essencial para assegurar que elas expressem, no campo, sua qualidade fisiológica e vigor. Dentre esses tratamentos, inclui-se a proteção contra patógenos e pragas, visando garantir o estabelecimento inicial da população de plantas, um aspecto de produção que não pode ser corrigido após o plantio (Brzezinski et al., 2015).

Além disso, o tratamento das sementes com bioestimulantes e nutrientes tem o propósito de potencializar o vigor das plântulas, promovendo um rápido desenvolvimento inicial e um sistema radicular mais robusto, ao mesmo tempo em que fornece micronutrientes essenciais para otimizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Melo et al., 2021).

Na cultura da soja os nutrientes que têm maior relevância em aplicação como tratamento de sementes é o Cobalto, Molibdênio e Níquel, devido sua participação direta na Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) (Lavres et al., 2016). As bactérias responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio requerem elementos essenciais como cobalto, molibdênio e níquel atuando como elementos benéficos no processo, ativando enzimas e melhorando a eficiência energética dentro dos nódulos radiculares.

Existem outros nutrientes que favorecem um melhor enraizamento das plantas, como é o caso do zinco, que funciona como promotor de auxina pelas raízes. Da mesma forma, os extratos de algas e substâncias húmicas têm um efeito semelhante, estimulando as raízes a produzirem mais auxinas, o que resulta em um enraizamento mais profundo e melhora na absorção de água e nutrientes. Estes compostos podem aumentar o metabolismo da planta quando aplicados em pequenas quantidades, mas seu modo de ação é apenas parcialmente compreendido (Afzal et al., 2020). Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial fisiológico das sementes de soja tratadas com produtos comerciais nutricionais ou fisiológico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Preparo de Amostras e na Casa de Vegetação do Setor de Fruticultura do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, localizado em Ceres-GO, entre junho e julho de 2023. O clima na região é classificado como Aw, segundo Köppen,

caracterizado por ser tropical úmido com estação chuvosa no verão e seco no inverno (Cardoso et al., 2014).

As sementes utilizadas foram da cultivar de soja NEO 790 IPRO, cedidas por produtor de soja da região do Vale do São Patricio - GO. As sementes utilizadas são oriundas do mesmo lote e não foram submetidas a tratamento químico. Até a realização do experimento, as sementes ficaram armazenadas em saco de papel, onde este foi mantido em câmara fria e seca, com temperatura constante de 10 °C e umidade relativa do ar (UR) igual a 30%.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos de semente registrados para cultura da soja, em que, os tratamentos das sementes foram realizados de maneira *on farm*. Os tratamentos foram: T0: sem tratamento de semente (controle); T1: Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Molibdênio e Carbono Orgânico Total (4 ml/kg); T2: Cobalto e Molibdênio (6 ml/kg); T3: Cobalto, Molibdênio e Zinco (3 ml/kg); T4: Cobalto, Molibdênio, Níquel e Extrato de Algas (3 ml/kg).

Inicialmente, foi determinado o teor de água das sementes, utilizando o método da estufa a 105±3 °C durante 24 horas (Brasil, 2009). Foram utilizadas quatro amostras de 10 g de sementes para cada tratamento.

A emergência de plântulas (%), foi conduzida em canteiro contendo areia sem tratamento prévio e análise de composição, utilizando-se 100 sementes para cada tratamento, divididas em quatro repetições de 25 sementes, semeadas na profundidade de três centímetros. Os canteiros foram mantidos em condições ambientes com irrigação diária por microaspersão. A porcentagem de emergência foi calculada através do total de plântulas emergidas após a completa estabilização do estande (12 dias após a instalação do teste). Foram consideradas emergidas, as plântulas que se apresentaram com os cotilédones acima da superfície do substrato (Nakagawa, 1999).

Para determinação do índice de velocidade de emergência (IVE), foi calculado a partir dos valores diários obtidos do número de plantas emergidas, do primeiro ao último dia de duração do teste de emergência, conforme Maguire (1962), utilizando a equação 1.

$$IVE = \left(\frac{E1}{T1}\right) + \left(\frac{E2}{T2}\right) \ldots \left(\frac{En}{Tn}\right) \quad \textbf{(1)}$$

Em que: IVE = Índice de velocidade de emergência (E/dia); E = Emergência de plântulas ocorrida por dia (%); T = Tempo em dias.

O coeficiente de velocidade de emergência (CVE) dado em % e o tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (TM) dado em dias, foram realizados em conjunto com o teste de emergência e determinados conforme a equação 2 e 3, respectivamente.

$$CVE=\left(\frac{E1+E2+\ldots+Ei}{E1\ T1+E2*T2+\ldots+Ei\ Ti}\right)100 \quad \textbf{(2)}$$

Em que: CVE = Coeficiente de velocidade de emergência (%); E = Emergência de plântulas ocorrida por dia; T = Tempo em dias.

$$TM=\frac{(E1*T1+E2*T2+\ldots+Ei*Ti)}{(E1+E2+\ldots+Ei)} \quad \textbf{(3)}$$

Em que: TM = Tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (dias); E = Emergência de plântulas ocorrida por dia; T = Tempo em dias.

A massa seca das folhas (g), massa seca do caule (g), massa seca das raízes (g), diâmetro do colo (mm), altura de planta (cm) e comprimento da maior raiz (cm), as sementes de cada tratamento foram semeadas em vasos com areia, a uma profundidade de aproximadamente 3 cm e irrigada diariamente por microaspersão. Para cada tratamento foi utilizado oito vasos, onde foram deixadas quatro plantas por vaso, totalizando 32 plantas por tratamento. Aos 37 dias após a semeadura (DAS), retirou-se as plantas dos vasos, obtendo os valores de altura de planta (cm) e comprimento da maior raiz (cm) por meio de régua de 30 cm graduada em milímetros. Já a mensuração do diâmetro do colo (mm) foi realizada com auxílio de um paquímetro digital.

Em seguida, realizou-se a separação das plantas em folhas, caules e raízes. O material coletado foi acondicionado em saco de papel, e seco em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de 65 °C durante 72 horas (Nakagawa, 1999). Os resultados foram expressos em g/plântulas.

O Teste Padrão de Germinação (TPG) para determinação da germinação (%) foi realizado com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, sem tratamento prévio para descontaminação das sementes, colocadas em substrato de papel de germinação tipo ‘Germitest’ previamente umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. Após a montagem no dia 08/06/2023, os rolos foram colocados em germinador tipo câmara a 25 °C, com avaliação aos 5 (13/06/2023 e 8 (16/06/2023) dias, contando-se as plântulas normais, anormais e sementes duras, dormentes e mortas (BRASIL, 2009).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com exceção para o teste de emergência de plântulas, na qual foi avaliado em blocos ao acaso. Os dados foram avaliados quanto a normalidade dos resíduos por meio do teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, os dados foram submetidos ao teste F (ANOVA) e, quando significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 mostra os resultados referentes às variáveis emergência (%), coeficiente de velocidade de emergência (%), tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (dias), índice de velocidade de emergência (E/dia), teor de água (%) e a germinação (%). Nota-se que as variáveis índice de velocidade de emergência (%), emergência (%) e germinação (%) não foram influenciadas pelos diferentes tratamentos avaliados, apresentando médias de 81,2%, 17,1% e 30,1%, respectivamente. O teor de água (%) para os tratamentos T0 e T1 foram iguais, apresentando o maior TA, sendo 8,1% e 7,9% respectivamente. Em relação ao coeficiente de velocidade de emergência (%), o T0 apresentou maior valor com 11,2%, em relação aos demais tratamentos. O tratamento T0 apresentou o menor tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (dias) comparada com os demais tratamentos.

Tabela 1. Valores médios da emergência (E), do coeficiente de velocidade de emergência (CVE), do tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (TM), do índice de velocidade de emergência (IVE) do teor de água (TA) e germinação (G) de plântulas de soja.

TRATAMENTO	E (%)	CVE (%)	TM (dias)	IVE (E/dia)	TA (%)	G (%)
T0	78 a	11,2 a	8,9 a	17,4 a	8,1 a	27,5 a
T1	76 a	10,9 b	9,1 b	16,6 a	7,9 ab	29,0 a
T2	76 a	10,8 b	9,2 b	15,7 a	7,7 b	37,5 a
T3	91 a	10,9 b	9,1 b	18,4 a	7,8 b	26,5 a
T4	85 a	10,9 b	9,1 b	17,6 a	7,8 b	30,0 a
Média geral	81,2%	10,984%	9,107 dias	17,1 E/dia	7,856%	30,1%
CV (%)	11,12%	0,97%	0,99%	7,08%	1,37%	40,13%

T0 - sem tratamento de sementes (controle); T1 - Nitogênio, Fósforo, Potássio, Molibdênio e Carbono Orgânico Total; T2 - Cobalto e Molibdênio; T3 - Cobalto, Molibdênio e Zinco; T4 - Cobalto, Molibdênio, Níquel e Extrato de Algas. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).
Fonte: Autores, 2023.

De forma geral, observa-se que houve pouca variação entre os tratamentos nos valores da variável teor de água, variando de 7,7 a 8,1%. O teor de água das sementes tem um impacto direto em diversos aspectos da sua qualidade fisiológica, incluindo a taxa de deterioração (Sarmento et al., 2015). Além disso, quando se trata de testes de qualidade, é de suma importância a padronização do teor de água das sementes, sendo esta variável um indicador importante da uniformidade das condições dos testes para assim assegurar a confiabilidade dos resultados (Marcos Filho, 2015).

Ainda na Tabela 1, observa-se que os valores da emergência (%) foram influenciados pelos tratamentos avaliados, apresentando média de 81,2%. Em estudo realizado com feijão-

caupi, Oliveira et al. (2013) analisaram a aplicação via semente e pulverização foliar de bioestimulante, concluindo que esse produto não teve influência no crescimento das plantas. Forsan et al. (2021), ao explorarem o desempenho germinativo de sementes de soja tratadas com cobalto, molibdênio, níquel e bioestimulante, também não encontraram diferenças entre as sementes tratadas e o controle (sementes não tratadas).

Verifica-se que a variável índice de velocidade de emergência também não foi influenciada pelos diferentes tratamentos avaliados no presente estudo (Tabela 1), com média geral de 17,1 plântulas emergidas por dia. Salienta-se que o teste de emergência de plântulas (%) e o índice de velocidade de emergência (E/dia) são essenciais para antecipar o desempenho das sementes no campo, onde as condições nem sempre são ideais (Santos et al., 2023). Portanto, o índice de velocidade de emergência pode ser empregado para indicar lotes com emergência mais rápida, pois quanto maior a velocidade de emergência das sementes, menos sujeitas elas se tornam às condições adversas que podem vir a acontecer no decorrer do seu desenvolvimento em campo.

A Instrução Normativa MAPA nº 45, de 2013, estabelece as diretrizes para a avaliação da qualidade das sementes de soja no Brasil, com ênfase nos requisitos mínimos para sua comercialização (Brasil, 2013). Um dos pontos cruciais envolvidos por essa norma é a determinação da porcentagem mínima de germinação de 80% para sementes de soja, um fator essencial para definir o stand de plantas na lavoura e garantir a produtividade da cultura. Em função da contaminação das amostras durante o teste padrão de germinação em papel germitest, os resultados para germinação não condizem com a realidade da amostra, inviabilizando a análise.

Observa-se que não houve incremento significativo na qualidade fisiológica de sementes de soja para emergência e índice de velocidade de emergência tratadas com micronutrientes e bioestimulantes, levando em consideração as condições do presente estudo. Resultados semelhantes foram encontrados em sementes de soja (Forzan et al., 2021) e feijão-caupi (Oliveira et al., 2013).

Com relação ao coeficiente de velocidade de emergência (%), nota-se uma superioridade para o tratamento T0, com 11,2 %. Para os demais tratamentos (T1, T2, T3 e T4) não foi evidenciado diferença estatística. Assim como o índice de velocidade de emergência, a variável coeficiente de velocidade de emergência expressa a redução do vigor da plântula, que pode ser causada pela falta de reservas na semente dificultando a penetração das camadas mais profundas do solo, superação do ataque de pragas/patógenos e condições climáticas adversas

(Peske et al., 2012). Comportamento semelhante foi observado para a variável tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (dias).

Com base nos resultados, observa-se que não houve um aumento significativo no vigor das sementes após o tratamento das sementes com nutrientes e bioestimulantes. Entretanto, é válido ressaltar que, em condições ideais, muitas vezes, os bioestimulantes e micronutrientes não exercem influência no vigor. Os efeitos positivos da aplicação de bioestimulantes e nutrientes em sementes de soja são mais expressivos quando as sementes/plântulas estão submetidas a condições de estresse, seja de natureza biótica ou abiótica (Mortele et al., 2008). Esse efeito é prolongado durante o ciclo da cultura, podendo elevar teor de clorofila, nutrientes e eficiência na fotossíntese (Teixeira et al., 2023).

Na Tabela 2 observa-se os dados referente as variáveis massa seca das folhas (g), massa seca do caule (g), massa seca das raízes (g), diâmetro do colo (mm), altura da plântula (cm) e comprimento da maior raiz (cm) de plântulas de soja. Nota-se que as variáveis massa seca das raízes, diâmetro do colo e comprimento da maior raiz não foram influenciadas pelos diferentes tratamentos avaliados, apresentando médias de 0,33 g, 2,98 mm e 31,3 cm, respectivamente. Já a massa seca das folhas (g), massa seca do caule (g) e altura de planta (cm) apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 2. Valores médios da massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR), diâmetro do colo (DC), altura da plântula (AP) e comprimento da maior raiz (CR) de plântulas de soja.

TRATAMENTO	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	DC (mm)	AP (cm)	CR (cm)
T0	0,32 b	0,19 b	0,32 a	3,08 a	15,5 a	31,0 a
T1	0,36 ab	0,21 ab	0,34 a	2,96 a	15,2 b	31,9 a
T2	0,40 a	0,22 a	0,34 a	2,99 a	15,6 a	30,8 a
T3	0,37 ab	0,21 ab	0,33 a	2,89 a	15,1 b	32,8 a
T4	0,38 a	0,23 a	0,36 a	2,98 a	15,1 b	31,0 a
Média Geral	0,369 g	0,213 g	0,33 g	2,98 mm	15,308 cm	31,3 cm
CV (%)	21,68%	21,01%	20,66%	10,54%	12,21%	19,99%

T0 - sem TS (controle); T1 - Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Molibdênio e Carbono Orgânico Total; T2 - Cobalto e Molibdênio; T3 - Cobalto, Molibdênio e Zinco; T4 - Cobalto, Molibdênio, Níquel e Extrato de Algas. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).
Fonte: Autores, 2023.

De maneira geral, em relação à massa seca das folhas (g), nota-se que os tratamentos T2 e T4 apresentaram os melhores resultados, com valores médios de 0,40 g e 0,38 g, respectivamente. Para a massa seca caule (g) pode-se observar um comportamento semelhante a variável massa seca das folhas, em que o T2 e T4 apresentaram as melhores médias de 0,22 g

e 0,23 g, respectivamente. Mostrando assim um resultado positivo para T2 e T4 na parte aérea das plântulas de soja. Por outro lado, o tratamento T0 obteve resultado inferior aos demais, com valores médios de 0,32 g para massa seca das folhas e 0,19 g para massa seca do caule. Indicando, que os tratamentos nutricionais ou com biostimulantes foi capaz de acrescentar vigor as plântulas, corroborando com os resultados encontrado por Melo et al. (2021).

No tratamento T2 possui cobalto e molibdênio, em que, a literatura já robustos resultados benéficos no tratamento de soja. E para o tratamento T4, além de cobalto e molibdênio, ainda possui níquel e extrato de algas. Carmo Filho (2022), destaca que o tratamento de sementes de soja com cobalto, molibdênio, níquel e a inoculação com *Bradyhizobium* sp. favorecem ao teor de nitrogênio e clorofila nas folhas, assim como da atividade das enzimas urease e nitrogenase nas folhas e nos nódulos radiculares. Assim o processo de fixação biológica de nitrogênio pelas bactérias mostras resultados positivos e a concentração de nitrogênio nas folhas e grãos podem ser verificados pela diferença visual do crescimento da parte aérea da planta (Lavres et al., 2016).

Elementos como cobalto e molibdênio contribuem para a redução do ($N_{2)}$ atmosférico em nitrogênio amoniacal (NH_4^+), forma absorvida pelas plantas de soja, dispensando a necessidade de adubação nitrogenada mineral (Favero e Lana, 2014). Já o níquel é componente estrutural das enzimas urease e hidrogenase, desempenhando função essencial no metabolismo do nitrogênio em plantas leguminosas (Silva e Soares, 2023).

Outros trabalhos com tratamento de sementes de soja utilizando cobalto, molibdênio, níquel e bioestimulantes não foi observado diferença com controle em relação ao desenvolvimento das raízes (Forsan et al., 2021) portanto, os autores não avaliaram a produção de massa seca área. Mas, ao estudar o efeito de tratamento apenas com bioestimulantes, foi observado maior desenvolvimento da parte área das plantas (Melo et al., 2021), indicando que os bioestimulantes possuem capacidade de aumentar massa de folhas.

Para a variável comprimento da maior raiz (cm), não houve diferença estatística entre os tratamentos, apresentando um valor médio de 31,3 cm. Em estudos realizados por Mortele et al., (2011) para avaliar o efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja, pode-se observar que a maioria dos cultivares analisadas, não respondeu significativamente à aplicação de biorregulador via sementes, para o comprimento da raiz primária das plântulas, necessitando-se de mais informações a respeito da utilização e do efeito do produto.

Os tratamentos adotados para as variáveis massa seca da raiz (g) e diâmetro do colo (mm) também não se diferiram, com valores médios de 0,33 g e 2,98 mm. Hartmann & Kester (1983) afirmaram que o uso de reguladores de crescimento e nutrientes para induzir o enraizamento difere em sua ação de acordo com a espécie e com o cultivar. Enquanto algumas espécies enraízam muito melhor com a sua aplicação, outras respondem fracamente ou ainda adversamente.

Por fim, em relação a variável altura de plantas (cm), verifica-se uma superioridade para os tratamentos T0 e T2, com médias de 15,5 e 15,6 cm, respectivamente.

4. CONCLUSÃO

Não houve incremento da qualidade fisiológica das sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos com Cobalto, Molibdênio, Níquel e bioestimulantes.

O tratamento com bioestimulantes Cobalto e Molibdênio (T2) e Cobalto, Molibdênio, Níquel e Extrato de Algas (T4), promoveu incremento nas variáveis massa seca de folhas, massa seca de caule e altura de plantas.

5. REFERÊNCIAS

Afzal, I.; Javed, T.; Amirkhani, M.; Taylor, A. G. 2020. Modern seed technology: Seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. Agriculture Switzerland, v. 10, p. 1–20.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária: Brasília, 395p.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Brasília, DF: MAPA, 2013. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf.

Brzezinski, C. R.; Henning, A. A.; Abati, J.; Henning, F. A.; França-Neto, J. B.; Krzyzanowski, F. C.; Zucareli, C. 2015. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. Journal of Seed Science, v. 372, p. 147-153.

Cardoso, M. R. D., Marcuzzo, F. N., Barros, J. R. 2014. Classificação climática de köppen-geiger para o estado de goiás e o distrito federal. Acta Geográfica, v. 8 n. 16, p. 40–55. https://doi.org/10.5654/actageo2014.0004.0016.

Carmo Filho, A. S. Tratamento de sementes de soja com cobalto, molibdênio e níquel: efeitos no potencial fisiológico das sementes, nodulação e desempenho das plantas. Dissertação (Mestrado) - • USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - • Piracicaba, 2022.76 p.

Fávero, F.; Lana, M. C. 2014. Redução de haste verde e retenção foliar na soja em razão de maior disponibilidade de nitrogênio pelo tratamento de semente. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, p.1432-1438.

Forsan, B. N.; Mazzeu, L. D.; Nogueira, J. P.; Henrique, J. P. 2021. Germinação e desempenho de plântulas de soja tratadas com cobalto, molibdênio, níquel e bioestimulante. Revista Terra e Cultura, v. 37, p. 41-50.

Hartmann, H. T.; & Kester D. E. (1983) Plant propagation: principles and practices, 4 ed. New Jersey, Prentice-Hall. 727p.

Lavres, J.; Franco, G. C.; de Sousa Câmara, G. M. 2016. Soybean seed treatment with nickel improves biological nitrogen fixation and urease activity. Frontiers in Environmental Science, v. 4, p.1–1.

Mortele, L. M.; Santos, R.F.; Braccini, A.L.; Scapim, C.A.; Barbosa, M. C. 2008. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agronômico e produtividade da soja. Acta Scientiarum Agronomy, v. 30, p. 701-709.

Mortele, L. M; dos Santos, R. F.; Scapim, C. A.; Braccini, A. L.; Bonato, C. M.; Conrado, T. 2011. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. Rev. Ceres, Viçosa, v. 58, n.5, p. 651-660.

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

Marcos-Filho, J. 2015. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. Scientia Agricola, v. 724, p. 363–374.

Melo, G. B.; Silva, A. G.; Perin, A. Braz, G. B. P.; Andrade, C. L. L. 2021. Tratamento de sementes com doses de bioestimulantes à base de algas. Brazilian Journal of Development, v. 71, p. 1418-1431.

Nakagawa, J. 1999. Testes de Vigor Baseados no Desempenho das Plântulas. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. França Neto, J.B. 1999. Vigor de sementes: conceitos e testes. Abrates Londrina, p. 21-224.

Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, M. K. T.; Souza, A. A. T.; Ferreira, J. A.; Souza, M. S. 2013. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 175, p. 465-471.

Peske, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. 2012. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos, 3.ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 573p.

Santos, S. G. F.; Araujo, E. F.; Araujo, R. F.; Kohl, S.; Coelho, A. P. F.; Nascimento, W. M. 2023. Processing on the physical and physiological quality of chickpea Cicer arietinum L. seeds. Journal of Seed Science, v. 45, 1-10.

Sarmento, H. G. dos S.; DAVID, A. M. S. de S.; Barbosa, M. G.; Nobre, D. A. C.; Amaro, H. T. R. 2015. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-manso por métodos alternativos. Revista Energia na Agricultura, v. 303, p.249-256.

Silva, G. A.; SOARES, L. H. 2023. Cultura de soja: influência da aplicação de cobalto, molibdênio e níquel em condições de casa de vegetação. Revista Perquirere, v. 202, p. 43-51.

Teixeira, G. C. M., Prado, R. de M., Rocha, A. M. S., Silva, J. L. F. da, Lata-Tenesaca, L. F., & Dias, M. A. N. (2023). The adequate dose of Mo required for soybean seed treatment is low when associated with Cu, Mn, and Zn compared to its association with Co and Ni, although increasing the risk of toxicity. Journal of Plant Nutrition, 46(8), 1545–1559. https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2092510.

Wijewardana, C.; Raja Reddy, K.; Jason Krutz, L.; Gao, W.; Bellaloui, N. 2019. Drought stress has transgenerational effects on soybean seed germination and seedling vigor. PLoS ONE, v. 149, p. 1–20.