

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DOUGLAS LEITE DE BRITO

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS
COM COBRE-POLIFENÓLICO EM SITUAÇÕES DE ESTRESSE
HÍDRICO**

CHAPADÃO DO SUL – MS

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DOUGLAS LEITE DE BRITO

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS
COM COBRE-POLIFENÓLICO EM SITUAÇÕES DE ESTRESSE
HÍDRICO**

Orientadora: Prof^a Dr^a Charline Zaratín Alves

Defesa apresentada à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como requisito para
obtenção do título de Mestre em Agronomia,
área de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2023



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Douglas Leite de Brito

ORIENTADOR: Dra. Charline Zaratín Alves

TÍTULO: Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas com cobre-polifenólico em situações de estresse hídrico

AVALIADORES:

Profa. Dra. Charline Zaratín Alves

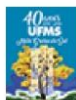
Profa. Dra. Ana Carina da Silva Candido Seron

Prof. Dr. Flavio Ferreira da Silva Binotti

Chapadão do Sul, 01 de março de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Charline Zaratín Alves, Professora do Magistério Superior**, em 01/03/2023, às 15:51, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carina da Silva Candido, Professora do Magistério Superior**, em 01/03/2023, às 15:52, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Ferreira da Silva Binotti, Usuário Externo**, em 01/03/2023, às 15:53, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

DEDICATÓRIA

À Deus, pela graça infinita.

À minha família que sempre deram todo suporte necessário.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Charline Zaratín Alves, pela atenção e por partilhar todo seu conhecimento.

Aos membros integrantes da banca, Flávio Ferreira da Silva Binotti e Ana Carina da Silva Cândido Seron, por contribuírem com suas sugestões de forma precisa.

Aos meus parceiros de laboratório: João Pablo, Eduardo Lansen, Guilherme.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelos conhecimentos transmitidos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Primeira contagem de germinação em função de doses de cobre-polifenólico e níveis de potenciais osmóticos.	15
Figura 2. Germinação em função de doses de cobre-polifenólico e níveis de potenciais osmóticos.	15
Figura 3. Médias de comprimento de raiz (cm) em função de doses de cobre-polifenólico e níveis de potenciais osmóticos.	16
Figura 4. Médias de comprimento de parte aérea (cm) em função de doses de cobre-polifenólico e níveis de potenciais osmóticos.	17

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores médios da primeira contagem (PCG), germinação (G), comprimento parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSR), de sementes de soja, tratadas com cobre-polifenólico e submetidas a diferentes potenciais osmóticos.....12
- Tabela 2.** Valores médios de primeira contagem, germinação, comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas de soja em função de diferentes doses de cobre-polifenólico e potenciais osmóticos.....13

RESUMO

O avanço no cultivo de soja no Brasil, vem crescendo em todas as regiões do País e um dos fatores que limita a cultura é o registro de baixas precipitações em regiões produtoras. Neste trabalho avaliou-se o comportamento das sementes de soja, variedade DM 75i76 IPRO, tratadas com cobre-polifenólico em diferentes doses: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mL.kg⁻¹ de sementes e expostas a três diferentes potenciais osmóticos obtidos com soluções de polietilenoglicol 6000 (0,0; -0,2 e -0,4 MPa). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Avaliou-se primeira contagem e germinação final, crescimento de raiz e parte aérea e massa seca de raiz e parte aérea. Para primeira contagem e germinação houveram interação, no entanto só houve interação e benefício do tratamento de sementes no potencial zero. A massa seca da raiz e da parte aérea não houve interação utilizou-se o material obtido nas avaliações de comprimento. O uso do cobre-polifenólico via sementes não influenciou nas características da semente, quando as mesmas foram expostas à condições de estresse hídrico. Em situações sem estresse hídrico, o tratamento com cobre-polifenólico até 0,5 mL.Kg⁻¹ beneficiou o comprimento de raiz e parte aérea das plantas de soja e não prejudicou a germinação.

Palavra-Chave: Germinação. *Glycine max*. Estresse hídrico. Potencial osmótico.

ABSTRACT

The advance in soybean cultivation in Brazil has been growing in all regions of the country, and one factor limiting the crop is the low rainfall in producing regions. This work evaluated the behavior of soybean seeds, variety DM 75i76 IPRO, treated with copper-polyphenolic in different doses: 0.0; 0,5; 1,0; 1,5, and 2.0 mL.kg⁻¹ of seeds and exposed to three different osmotic potentials obtained with polyethylene glycol 6000 solutions (0.0; -0.2 and -0.4 MPa). The experimental design was completely randomized. The first count and final germination, root and shoot growth, and root and shoot dry mass were evaluated. For the first count and germination, there was interaction. However, there was only interaction and benefit of seed treatment at zero potential. There was no interaction in the dry mass of the root and shoot, and the material obtained in the length evaluations was used. The use of copper-polyphenolic via seeds did not influence the seed's characteristics when exposed to water stress conditions. In situations without water stress, treatment with copper-polyphenolic up to 0.5 mL.Kg⁻¹ benefited soybean plants' root and shoot length and did not impair germination.

Keyword: Glycine max. Germination. Osmotic potential. Water stress.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÕES	17

1. INTRODUÇÃO

As plantas produzem diversos compostos secundários e algumas dessas substâncias são denominadas compostos fenólicos. Quimicamente, esses compostos são heterogêneos e são encontrados mais de 10 mil compostos. Devido a essa heterogeneidade, os compostos fenólicos têm diversos papéis: defesa contra herbívoro e patógenos, atrativos de polinizadores, defesa contra radiação ultravioleta, por exemplo. Os compostos fenólicos são divididos em grupos e um dos principais são os compostos polifenólicos (TAIZ *et al.*, 2017).

O manejo na cultura de soja (*Glycine max*) evoluiu nos últimos anos, devido a constantes pesquisas no setor. Hoje tem-se ferramentas para auxiliar a produção desde a germinação até a maturação completa dos grãos. Essas ferramentas são diversas podendo ser apenas um manejo cultural, químico, biológico, nutricional ou até mesmo buscando uma resposta fisiológica da planta em resposta à algum estresse externo.

Toda essa produção pode ser afetada por diversos fatores, tanto bióticos como abióticos, no qual, dentro dos fatores abióticos, o estresse hídrico pode ser considerado o mais importante e severo em regiões agrícolas (DUARTE *et al.*, 2013). Portanto, a menos que o produtor tenha sistema de irrigação em sua propriedade, o clima sempre vai ser uma preocupação e com isso vem a necessidade de estudos buscando alternativas viáveis e sustentáveis, a fim de minimizar as perdas causadas por esse fator abiótico em específico (BAILLY, 2004).

Durante todo o ciclo, a planta está vulnerável à falta de água. No período de germinação-emergência a semente de soja precisa absorver 50% de seu peso em água e o manejo com bioestimulantes é uma ferramenta existente (ALBRECHT *et al.*, 2012).

Aplicação de cobre via semente na soja não é uma prática comum, mesmo sabendo que no cerrado esse nutriente é deficiente (GALRÃO, 1999). O cobre é importante para desenvolvimento das plantas pois participa de processos da fotossíntese e respiração (KERBAUY, 2004).

Não há relatos de aplicação de compostos polifenólicos isolados na cultura da soja visando amenizar o estresse na planta, como o causado pela falta de água. O que é citado na literatura é que esse composto tem ocorrência natural em algumas espécies de plantas e são classificados como compostos secundários, pois tem relação com proteção de plantas à estresses abióticos e bióticos (DIAS *et al.* 2016).

Neste trabalho, avaliou-se a aplicação de cobre-polifenólico via semente. Esse produto possui tecnologia patenteada que consiste na complexação de um nutriente à compostos polifenólicos. Como foi demonstrado por Hamedeh *et al.* (2022), a aplicação dessa tecnologia

através do magnésio-polifenólico via foliar diminui os efeitos negativos do estresse hídrico em plantas de tomate.

Embora a recomendação de uso desse produto é somente via foliar, esse resultado permite questionar se a aplicação de cobre-polifenólico via sementes traria os mesmos benefícios encontrados quando aplicamos magnésio-polifenólico via foliar. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com cobre-polifenólico em diferentes níveis de estresse hídrico na cultura da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul – MS, utilizando sementes comerciais de soja da cultivar DM 75i76 IPRO. Esse cultivar possui hábito de crescimento indeterminado e alta exigência à fertilidade e foi escolhida pela representatividade na região onde o trabalho foi conduzido. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 3x5, sendo três níveis de potencial osmótico obtidos com solução de polietilenoglicol (PEG) (0; -0,2 e -0,4 MPa) que foram ajustados de acordo com Vilela *et al* (1991) e cinco doses do produto à base de cobre-polifenólico (296 g/L de cobre): 0,0; 0,5 (0,148 g.Cu/Kg); 1,0 (0,296 g.Cu/Kg); 1,5 (0,444 g.Cu/Kg) e 2,0 (0,592 g.Cu/Kg) mL.kg⁻¹ de semente.

As características avaliadas foram teor de água, primeira contagem de germinação, germinação final, comprimento e massa seca da parte aérea e do sistema radicular.

O teor de água das sementes foi determinado após secagem em estufa com circulação de ar forçada à 105 °C ± 1 °C durante 24 horas, de acordo com as recomendações das Regras de Análises para Sementes (BRASIL, 2009).

A germinação foi obtida utilizando-se três repetições de 50 sementes, utilizando o substrato tipo papel “germitest” umedecidas com volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, com solução contendo quantidades pré-estabelecidas de PEG 6000 para proporcionar diferentes níveis de potencial osmótico, além do tratamento com água destilada, representando a testemunha. Posteriormente, os rolos de papel germitest foram colocados dentro de sacos plásticos e levados ao germinador do tipo Mangelsdorf, regulado a 25 °C ± 1°C. As avaliações foram realizadas no quinto (primeira contagem) e oitavo dia (contagem final), computando-se a porcentagem de plântulas normais (plântulas que mostram potencial para

continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas em condições normais) segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A avaliação de comprimento de raiz primária e de hipocótilo foi obtida utilizando-se três repetições de 20 sementes. As sementes foram distribuídas manualmente em sentido longitudinal sobre as folhas de papel germitest e colocadas para germinar na B.O.D. regulada a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, com ausência de luz. Os rolos de papel germitest foram colocados inclinados com ângulo menor que 90° (KRZYZANOWSKI *et al*, 2021). Com o auxílio de uma régua milimetrada, mediu-se raiz e hipocótilo, expressando os valores em centímetros.

Os dados de massa seca das plântulas foram obtidos após a avaliação do comprimento das plântulas normais, descartando-se os cotilédones. As raízes foram separadas da parte aérea com o auxílio de uma lâmina, colocados em sacos de papel devidamente identificados e levados para estufa com circulação de ar regulada à $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 72 horas. Em seguida, as amostras foram pesadas em balança analítica, obtendo-se a massa seca, com precisão de 0,0001g (KRZYZANOWSKI *et al*, 2021).

O efeito dos tratamentos foi verificado pelo teste F com nível de significância de 5% de probabilidade. As variáveis quantitativas foram analisadas pela regressão polinomial. O programa estatístico utilizado foi o RBio (BHERING, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial das sementes foi de 12,07%. Os parâmetros avaliados que tiveram interação significativa foram primeira contagem, germinação e comprimento da parte aérea e da raiz primária. Não houve interação para massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSR), no entanto, houve diferença estatística para a variável estresse para MSPA e MSR. Nota-se na Tabela 1 que para o parâmetro MSPA obteve-se crescimento apenas no controle (0,0 MPa), enquanto a MSR a maior média obtida foi no estresse -0,2 MPa, seguido pelo controle (0,0 MPa) e no estresse -0,4 MPa, não houve crescimento assim como a MSPA.

Tabela 1. Valores médios da primeira contagem (PCG), germinação (G), comprimento parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSR), de sementes de soja, tratadas com cobre-polifenólico e submetidas a diferentes potenciais osmóticos.

	PCG	G	CPA	CR	MSPA	MSR
ESTRESSE (MPa)	%	%	cm plântula ⁻¹	cm plântula ⁻¹	mg plântula ⁻¹	mg plântula ⁻¹

0,0	51,84	73,98	7,48	5,44	19,34 a	3,11 b
-0,2	25,56	62,36	0,0	2,89	0,0 b	4,38 a
-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 b	0,0 c
DOSES (mL.Kg ⁻¹)						
0	51,98	67,10	1,98	2,84	6,08	2,43
0,5	37,93	72,17	2,87	3,21	6,40	2,81
1,0	20,8	42,20	2,46	2,35	5,72	2,27
1,5	10,87	34,43	2,77	2,85	7,06	2,60
2,0	10,00	28,20	2,38	2,63	6,98	2,36
F(ESTRESSE)	808,1*	664,41*	3949,8*	192,368*	541,25*	84,703*
F(DOSES)	255,01*	134,03*	15,7*	1,543 ns	0,86 ns	0,459 ns
F(E*D)	62,2*	16,28*	15,7*	2,34*	0,86 ns	0,834 ns
CV (%)	13,00	10,47	10,67	27,38	28,83	37,98

Analisando o efeito dos diferentes potenciais osmóticos na Tabela 2, observamos que na primeira contagem, o aumento da restrição hídrica causada por PEG prejudicou a germinação das sementes. Já para germinação (Tabela 2), observa-se que até a dose de 1,5 mL.Kg⁻¹ de cobre-polifenólico, não houve diferença entre os potenciais osmóticos 0,0 e -0,2 MPa, tendo médias de germinação maiores que no potencial -0,4 MPa. Já na dose de 2,0 mL.Kg⁻¹ a maior média de germinação foi na testemunha (0,0 MPa), indicando que a restrição hídrica nesse potencial prejudica a germinação. Sabe-se que a absorção de água pelas sementes ocorre em três fases: I – Embebição; II – Ativação metabólica; III – Germinação e crescimento. A redução das médias de germinação pode ser atribuída à absorção mais lenta de água pelas sementes, devido aos aumentos das concentrações de PEG 6000 nas soluções, o que atrasaria ou inviabilizaria a germinação das sementes (PELEGRINI *et al.*, 2013).

Tabela 2. Valores médios de primeira contagem, germinação, comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas de soja em função de diferentes doses de cobre-polifenólico e potenciais osmóticos.

Concentração (MPa)	0,0	-0,2	-0,4
Cobre-polifenólico (mL.kg ⁻¹)			
	Primeira Contagem (%)		
0,0	93,33 a	61,33 b	0,0 c
0,5	74,66 a	32,66 b	0,0 c
1,0	43,33 a	19,33 b	0,0 c
1,5	24,0 a	8,66 b	0,0 c
2,0	24,0 a	6,0 b	0,0 c
	Germinação (%)		
0,0	98,0 a	89,33 a	0,0 b

0,5	91,33 a	88,66 a	0,0 b
1,0	63,33 a	63,33 a	0,0 b
1,5	54,0 a	49,33 a	0,0 b
2,0	63,33 a	21,33 b	0,0 c
Comprimento Parte Aérea (cm)			
0,0	5,94 a	0,0 b	0,0 b
0,5	8,60 a	0,0 b	0,0 b
1,0	7,39 a	0,0 b	0,0 b
1,5	8,31 a	0,0 b	0,0 b
2,0	7,13 a	0,0 b	0,0 b
Comprimento Radicular (cm)			
0,0	4,51 a	4,0 a	0,0 b
0,5	6,62 a	3,0 b	0,0 c
1,0	5,11 a	1,95 b	0,0 c
1,5	5,82 a	2,72 b	0,0 c
2,0	5,13 a	2,75 b	0,0 c

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Para o comprimento da parte aérea, o estresse hídrico foi um fator limitante para avaliação desse fator, visto que nenhum tratamento se desenvolveu (Tabela 2). O comprimento radicular da soja sem cobre-polifenólico, não diferiu quando exposto aos potenciais 0,0 e -0,2 MPa, tendo médias maiores que no potencial -0,4 MPa, o qual não houve crescimento de raiz. Para as demais doses, as maiores médias foram observadas na testemunha (0,0 MPa), seguidas pelo potencial -0,2 MPa. O potencial osmótico -0,4 MPa, restringiu o crescimento das raízes em todos os tratamentos (Tabela 2).

Esses dados vão de encontro com o observado por Soares *et al* (2015) no qual o comprimento tanto da parte aérea como radicular foi afetado negativamente devido a redução do potencial osmótico.

Quando avaliamos as doses dentro de cada estresse hídrico, observamos na Figura 1, que a primeira contagem tanto sem estresse (0,0 MPa), quanto no -0,2 MPa, houve declínio em função do aumento das doses de cobre-polifenólico. Para -0,4 MPa não houve ajuste, o que demonstra que a limitação de água foi um fator extremo para viabilidade da semente. Dutra *et al* (2022) demonstrou que sementes de cereja dos doces (*Physalis peruviana*) de alto vigor, diminuiu os valores na primeira contagem de germinação quando expostos à diferentes potenciais osmóticos.

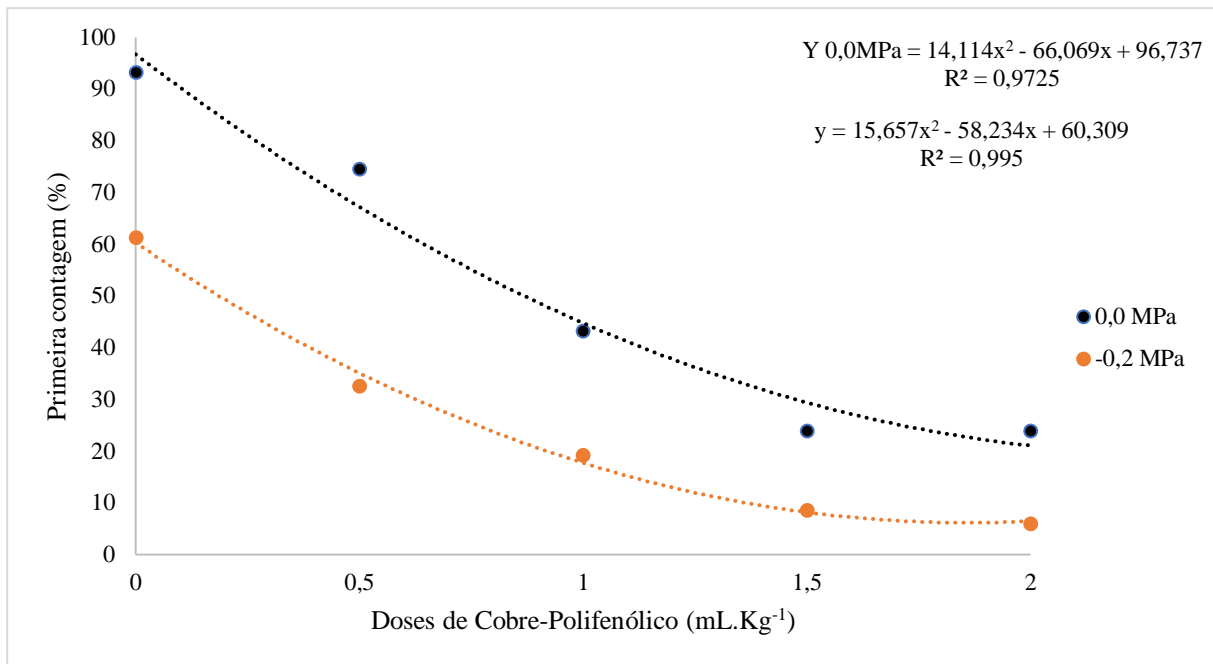


Figura 1. Primeira contagem de germinação em função de doses de cobre-polifenólico e níveis de potenciais osmóticos.

Da mesma forma, observamos na Figura 2 que o uso do cobre-polifenólico afetou negativamente a germinação nos estresses 0,0 e -0,2 MPa. Para -0,4 MPa não houve ajuste, o que demonstra que a limitação de água, foi um fator extremo para viabilidade da semente.

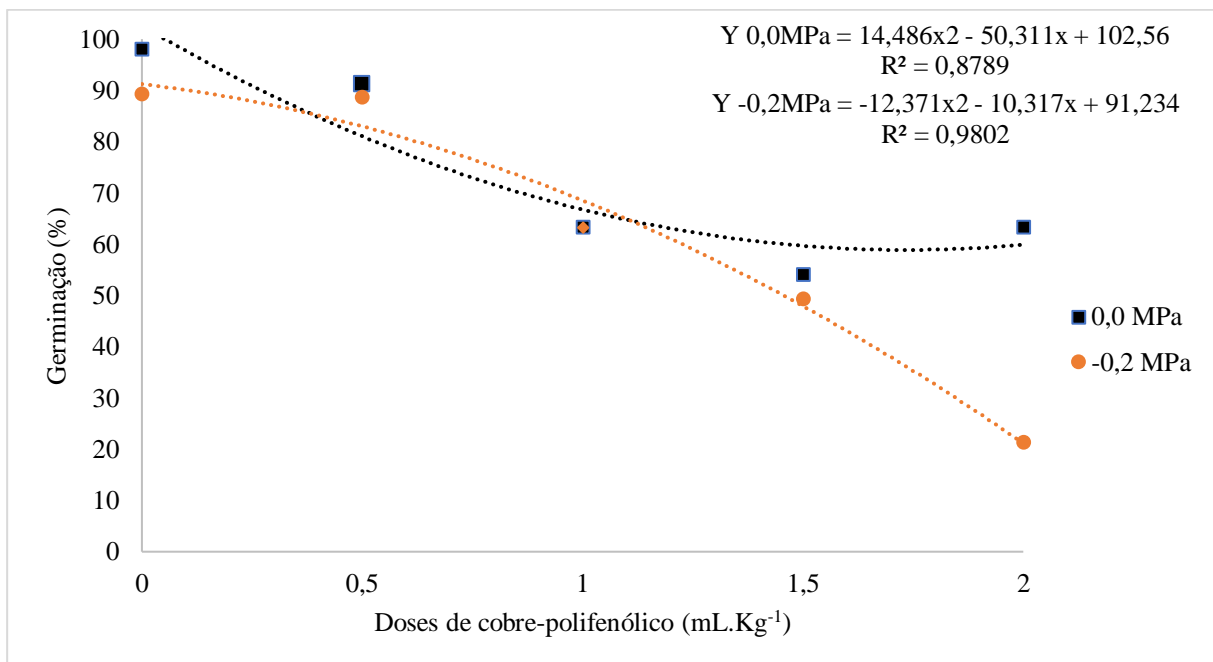


Figura 2. Germinação em função de doses de cobre-polifenólico e níveis de potenciais osmóticos.

Para comprimento de raiz, observou-se na Figura 3 que quando não houve estresse (0,0 MPa), o cobre-polifenólico beneficiou o crescimento, no qual na dose de 1,04 mL.Kg⁻¹ obtivemos a altura 5,93 cm de raiz, maior altura de acordo com o modelo quadrático. Esse benefício não foi notado em -0,2 MPa. Para -0,4 MPa não houve ajuste, o que demonstra que a limitação de água, foi um fator extremo para viabilidade da semente. Tatto (2018) demonstrou que o uso de bioestimulantes beneficiam diversas características fisiológicas da semente e, no comprimento de raiz, observou-se que o uso de destes produtos beneficiam seu crescimento e, com a mudança do potencial osmótico, o comprimento das raízes diminui, demonstrando que o estresse hídrico afeta no desenvolvimento da semente.

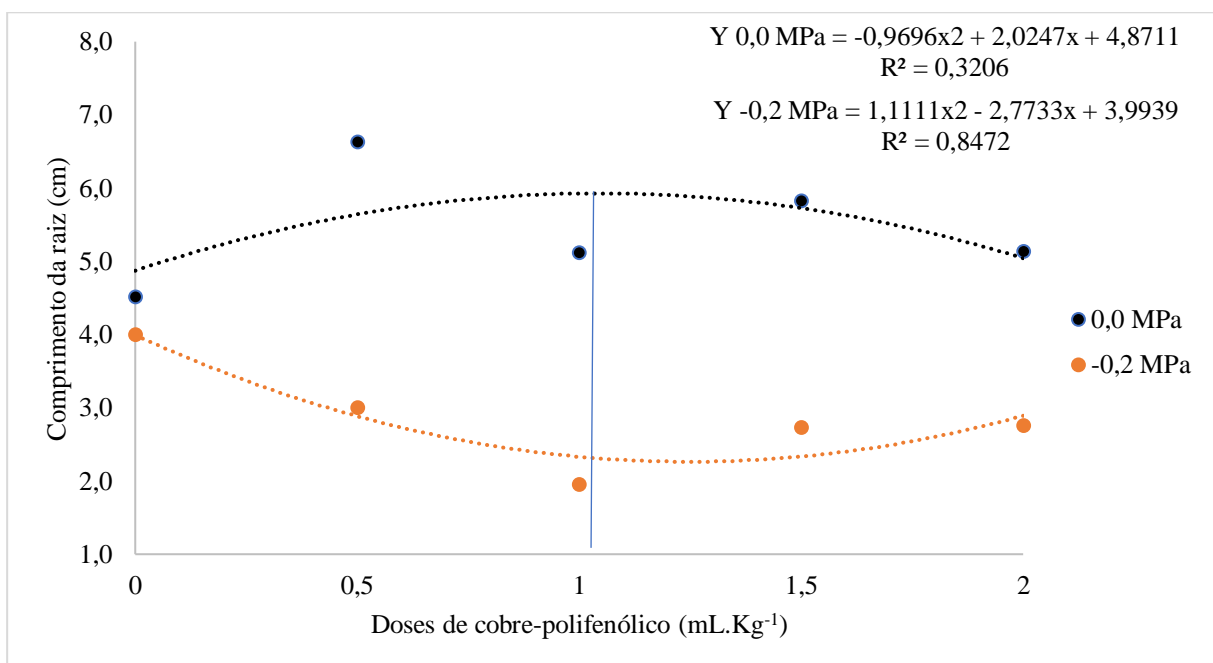


Figura 3. Médias de comprimento de raiz (cm) em função de doses de cobre-polifenólico e níveis de potenciais osmóticos.

Para comprimento da parte aérea (Figura 4), observou-se que sem estresse (0,0 MPa) o cobre-polifenólico beneficiou o crescimento. De acordo com o modelo proposto, a dose 1,13 mL.Kg⁻¹ de cobre-polifenólico proporcionou maior comprimento na parte aérea (8,30 cm). Para -0,2 MPa e -0,4 MPa não houve ajuste, demonstrando que a limitação de água foi um fator extremo para viabilidade da semente. Tatto (2018) também demonstrou que o crescimento da parte aérea foi mais afetado que o crescimento radicular quando o submetido à diferentes potenciais osmóticos.

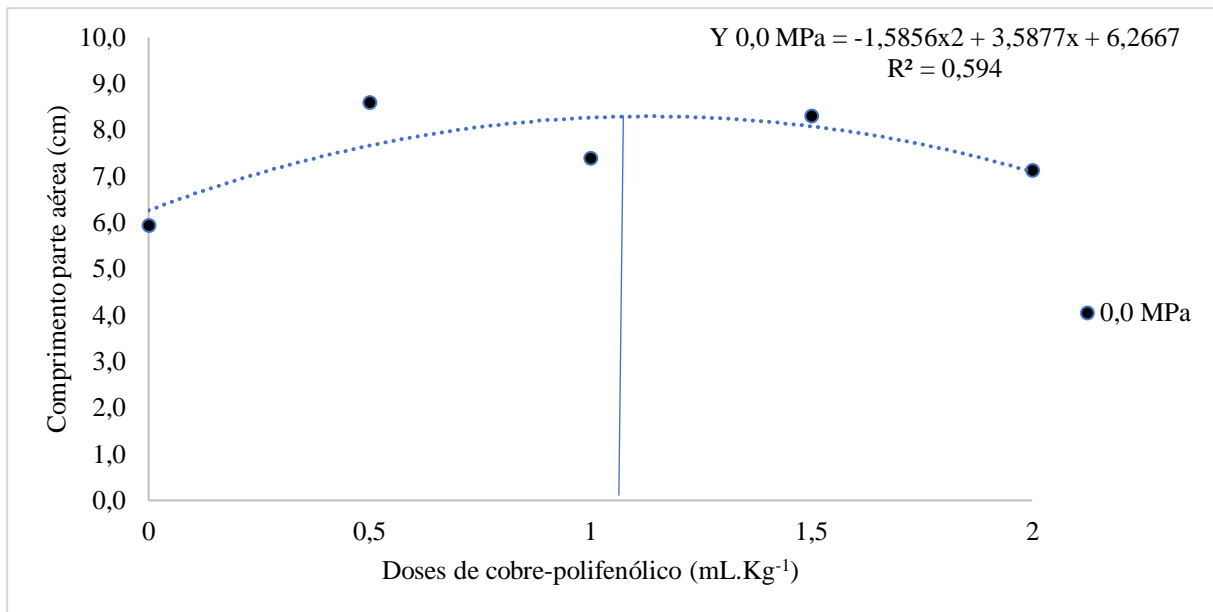


Figura 4. Médias de comprimento de parte aérea (cm) em função de doses de cobre-polifenólico e níveis de potenciais osmóticos.

No geral, com a redução do potencial osmótico, variáveis como germinação e crescimento foram influenciadas negativamente, independente do tratamento de sementes.

4. CONCLUSÕES

A aplicação via sementes de cobre-polifenólico não influencia nas características da semente quando as mesmas são expostas a condições de estresse hídrico.

Em situações sem estresse hídrico, a dose de cobre-polifenólico via tratamento de semente até 0,5 mL.Kg⁻¹ beneficia o comprimento de raiz e parte aérea das plântulas de soja e não prejudica a germinação.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P. *et al.* Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 774-782, 2012.

BAILLY, C. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. **Seed Science Research**, 14. 10.1079/SSR2004159, 2004.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 187-190, 2017.

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

DIAS, M. I. *et al.* Exploring Plant Tissue Culture to Improve the Production of Phenolic Compounds: A Review. **Industrial Crops and Products**, v. 82, p. 9-22, Apr 2016.

DUARTE, D. *et al.* Simulação de déficit hídrico em diferentes genótipos de feijão pela diminuição do potencial osmótico. **Revista Processos Químicos**, Anápolis-GO, v. 13, p. 35-41, 2013.

DUTRA, V. H. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de *Physalis peruviana* sob condições de estresse hídrico. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e44011225997-e44011225997, 2022.

GALRÃO, E. Z. Correcao da deficiencia de cobre em lavouras de soja em solos de cerrado. **Embrapa Cerrados**, Guia Tecnico do Produtor Rural, n. 30, dez. 1999.

HAMEDEH, H. *et al.* Molecular and Physiological Effects of Magnesium–Polyphenolic Compound as Biostimulant in Drought Stress Mitigation in Tomato. **Plants**, v. 11, n. 5, p. 586, 22 fev. 2022.

KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2021.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

PELEGRINI, L. *et al.* Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013.

TAIZ, L. *et al.* A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TATTO, L. *et al.* Desempenho de sementes de soja tratadas com bioestimulante sob diferentes condições de potencial osmótico. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, v. 4, n. 3, p. 397-408, 2018.

SOARES, M. M. *et al.* Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 45, n. 4, p. 370-378, 2015.

VILLELA, F. A. *et al.* Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11/12, p. 1.657-1.968, 1991.