

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS
CAMPUS CHAPECÓ - SC
CURSO DE AGRONOMIA**

DIOGO JOÃO GIACOMOLLI

**EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA COM
PRODUTO À BASE DE EXTRATO DE ALGAS E VINHAÇA**

**CHAPECÓ
2024**

DIOGO JOÃO GIACOMOLLI

EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA COM PRODUTO À BASE DE EXTRATO DE ALGAS E VINHAÇA

Trabalho de conclusão de curso de
graduação apresentado como requisito
para obtenção de grau de Bacharel em
Engenharia Agrônômica da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 29/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **SIUMAR PEDRO TIRONI**
Data: 10/12/2024 23:01:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. Siumar Pedro Tironi
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **PAULO ROGER LOPES ALVES**
Data: 10/12/2024 20:34:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. Paulo Roger Lopes Alves
Avaliador - UFFS

Documento assinado digitalmente
 **SAMUEL MARIANO GISLON DA SILVA**
Data: 10/12/2024 22:42:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. Samuel Mariano Gislou da Silva
Avaliador – UFFS

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Giacomolli, Diogo João

EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA COM PRODUTO
À BASE DE EXTRATO DE ALGAS E VINHAÇA / Diogo João
Giacomolli. -- 2024.

19 f.

Orientador: Doutor Siumar Pedro Tironi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2024.

1. Soja. 2. Taxa de germinação. 3. Wiagro. I. Tironi,
Siumar Pedro, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
MATERIAIS E MÉTODOS	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS	18

EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA COM PRODUTO À BASE DE EXTRATO DE ALGAS E VINHAÇA

Diogo João Giacomolli
Siumar Pedro Tironi

RESUMO

Com o aumento dos preços do grão de soja e sua alta demanda, busca-se novas tecnologias para aumento da produtividade, como o uso de produtos para melhorar a qualidade fisiológica e crescimento inicial plântulas da cultura. Com isso, foi desenvolvido um experimento com o objetivo de testar as contribuições de um produto a base de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) e vinhaça na qualidade fisiológica de sementes e no crescimento inicial de plantulas de três cultivares de soja. O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes e Grãos situado na Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó, utilizando sementes da Brasmax, cultivar BMX Lança, também da Golden Harvest, cultivar GH5933IPRO e por fim Embrapa, cultivar BRS5804RR, da safra 2022/2023. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizada, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por um fatorial 3X3, com o primeiro fator sendo composto pelas cultivares BMX Lança, GH5933IPRO e BRS5804RR; o segundo fator foi composto pelas doses de 0 (testemunha), 1 e 2 mL do produto comercial Wiagro® por kg de semente de soja. No teste de germinação as sementes foram semeadas em um substrato de papel de germinação e mantidas em germinador à temperatura constante de 25°C, cada amostra foi avaliada ao quinto dia e ao oitavo dia após a semeadura, foi avaliada a taxa de germinação, a taxa de plântulas normais e anormais, foram selecionadas dez plântulas de cada rolo para ser feito a avaliação do comprimento de raiz e de parte aérea, posteriormente as mesmas dez plântulas foram utilizadas para quantificar a massa seca. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste de F a 5%) e teste Tukey. O tratamento de sementes com o produto comercial à base de extrato de algas e vinhaça (Wiagro®) contribuiu para melhorar alguns aspectos da qualidade das sementes e do desenvolvimento das plantas, no entanto, sua contribuição foi diferente entre cultivares.

Palavras-chave: Wiagro®; *Ascophyllum nodosum*; BMX Lança; GH5933IPRO; BRS5804RR.

EFFECT OF SOYBEAN SEED TREATMENT WITH A PRODUCT BASED ON SEAWEED EXTRACT AND VINASSE

ABSTRACT

With the increase in soybean grain prices and its high demand, efforts to improve this crop are continually being pursued. As a result, it becomes necessary to perform tests, such as germination tests, in controlled environments like laboratories, using different products. An example is the product Wiagro[®], with tests conducted at different dosages and periods. This experiment was conducted in the seed and grain laboratory located at the Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó Campus, using seeds from Brasmax, cultivar BMX Lança, Golden Harvest, cultivar GH5933IPRO, and Embrapa, cultivar BRS5804RR, from the 2022/2023 harvest. The trial was carried out in a completely randomized design with a factorial experimental setup, comprising three factors and three sub-factors, each with four replicates. The three factors were the cultivars BMX Lança, GH5933IPRO, and BRS5804RR. The first sub-factor was dosage 0 (control), the second sub-factor was dosage 1 (1g/kg⁻¹), and the third sub-factor was dosage 2 (2 g kg⁻¹), with four replicates for each sub-factor. In the germination test, the seeds were sown on Germitex paper substrate and kept in a germinator at a constant temperature of 25 °C. Each sample was evaluated on the fifth and eighth days after sowing, assessing the germination rate, the rate of normal and abnormal seedlings. Ten seedlings were selected from each roll to evaluate root and shoot length. Subsequently, the same ten seedlings were used to quantify dry mass. The data were subjected to analysis of variance (F-test at 5%) and Tukey's test. Seed treatment with the commercial product based on seaweed extract and vinasse (Wiagro[®]) contributed to improving certain aspects of seed quality and plant development; however, its contribution varied among cultivars.

Key words: germination; Wiagro[®]; soybean seedlings; BMX Lança; GH5933IPRO; BRS5804RR.

INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel fundamental na economia e no desenvolvimento do Brasil, sendo um dos pilares que sustentam a balança comercial do país. O setor agrícola responde por aproximadamente 25% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e gera milhões de empregos diretos e indiretos, consolidando o Brasil como um dos maiores exportadores de alimentos do mundo (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2023). A diversidade climática e territorial do país permite a produção de uma ampla gama de culturas, como soja, milho, café, cana-de-açúcar e carne bovina, que posicionam o Brasil entre os líderes globais nesses mercados (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2023).

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais importantes para a economia global, devido à sua versatilidade e múltiplos usos. Além de servir como base para diversos produtos alimentícios, o grão de soja é amplamente utilizado na produção de óleo vegetal, biocombustíveis e ração animal, gerando um impacto significativo nas cadeias produtivas agrícolas e industriais (MASCARENHAS; SILVEIRA, 2003; ZHANG et al., 2016).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil representa cerca de 30% da produção global de soja, evidenciando sua relevância no mercado internacional e sua contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) nacional (FAO, 2020; MATTOS; PEREIRA, 2021).

A posição de destaque do Brasil no cenário agrícola mundial impulsiona a busca por estratégias para potencializar a produtividade da soja, mantendo a qualidade e sustentabilidade do cultivo. Entre essas estratégias, o manejo adequado do solo, a aplicação de insumos biológicos e a adoção de tecnologias mais eficientes vêm ganhando espaço. Nos últimos anos, o uso de bioestimulantes, como os extratos de algas marinhas, tem se destacado pela capacidade de melhorar o crescimento das plantas, aumentar a tolerância ao estresse e otimizar a absorção de nutrientes (FARIAS et al., 2019; PEREIRA et al., 2022; RIBEIRO et al., 2021). Esses bioestimulantes são compostos naturais que fornecem uma ampla gama de nutrientes, hormônios e aminoácidos essenciais para o desenvolvimento das plantas, representando uma alternativa sustentável aos fertilizantes químicos convencionais e promovendo uma agricultura regenerativa (SOUZA; CARVALHO, 2023; GARCIA; OLIVEIRA, 2018).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

(FAO), o Brasil representa cerca de 30% da produção global de soja, evidenciando sua relevância no mercado internacional e sua contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) nacional (FAO, 2020; MATTOS; PEREIRA, 2021).

A posição de destaque do Brasil no cenário agrícola mundial impulsiona a busca por estratégias para potencializar a produtividade da soja, mantendo a qualidade e sustentabilidade do cultivo. Entre essas estratégias, o manejo adequado do solo, a aplicação de insumos biológicos e a adoção de tecnologias mais eficientes vêm ganhando espaço. Nos últimos anos, o uso de bioestimulantes, como os extratos de algas marinhas, tem se destacado pela capacidade de melhorar o crescimento das plantas, aumentar a tolerância ao estresse e otimizar a absorção de nutrientes (FARIAS et al., 2019; PEREIRA et al., 2022; RIBEIRO et al., 2021). Esses bioestimulantes são compostos naturais que fornecem uma ampla gama de nutrientes, hormônios e aminoácidos essenciais para o desenvolvimento das plantas, representando uma alternativa sustentável aos fertilizantes químicos convencionais e promovendo uma agricultura regenerativa (SOUZA; CARVALHO, 2023; GARCIA; OLIVEIRA, 2018).

O extrato de algas é especialmente estudado por suas propriedades únicas, como a promoção do crescimento radicular, a capacidade de absorção de água e nutrientes, e o fortalecimento da resistência das plantas a condições adversas, como seca e salinidade. Estudos sugerem que o extrato de algas beneficia o desenvolvimento das plântulas e o rendimento da cultura, impactando positivamente tanto o crescimento vegetativo quanto o reprodutivo da soja (MORAIS; COSTA, 2017; SILVA et al., 2021). Além disso, esse bioestimulante oferece compostos bioativos que regulam processos fisiológicos essenciais para o desenvolvimento saudável das plantas, promovendo uma germinação inicial mais vigorosa e uniformidade na formação das plântulas (LOURENÇO et al., 2021; DIAS; SOUSA, 2022).

De forma complementar, a vinhaça, um subproduto líquido gerado durante o processo de destilação do etanol a partir da cana-de-açúcar, tem se destacado como outro insumo agrícola promissor. Rica em matéria orgânica e nutrientes como potássio, nitrogênio e fósforo, a vinhaça pode atuar como um biofertilizante, promovendo melhorias na fertilidade do solo e no desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2019; FREITAS et al., 2021). Aplicada de maneira adequada, ela contribui para o aumento da produtividade e estimula a atividade microbiana do solo, essencial para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. No entanto, é imprescindível o manejo consciente e o monitoramento constante, pois doses excessivas podem causar salinização do solo e

impactos ambientais adversos (OLIVEIRA; SOUZA, 2020; MENDES; ALMEIDA, 2022).

O teste de germinação é uma ferramenta crucial para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes e para estimar seu potencial de desempenho sob condições controladas. Esse teste, amplamente utilizado no setor agrícola, é conduzido em laboratório para medir o vigor, a taxa de crescimento e a formação de plântulas viáveis. É utilizado também em pesquisas para comparar o desempenho de sementes submetidas a diferentes tratamentos, como a aplicação de bioestimulantes, o que permite avaliar a eficácia de novas práticas agrícolas e confirmar a qualidade das sementes destinadas ao mercado (OLIVEIRA al., 2020; LOPES et al., 2018). Em estudos recentes, o teste de germinação de sementes tem revelado os benefícios dos extratos de algas no processo de germinação e crescimento inicial das plantas, especialmente em relação à capacidade de resistência a estresses ambientais (SOUZA; CARVALHO, 2023; PEREIRA et al., 2022).

A aplicação de extratos de algas na cultura da soja destaca-se, portanto, como uma prática inovadora e promissora para potencializar a produtividade e a qualidade das sementes, aliada ao uso de manejos adequados e ao monitoramento da qualidade fisiológica das sementes. Essa prática representa uma alternativa viável e ecológica, que contribui para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável e resiliente, capaz de atender à crescente demanda global por alimentos e biocombustíveis sem comprometer os recursos naturais (MATTOS; PEREIRA, 2021; SANTOS et al., 2023).

Com isso, objetivou-se, com este trabalho avaliar as contribuições do tratamento de sementes de produto comercial a base de algas (*Ascophyllum nodosum*) e vinhaça na qualidade fisiológica de sementes de soja das cultivares BMX Lança, GH5933IPRO e BRS5804RR.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes e Grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Chapecó. Utilizaram-se sementes de soja das cultivares BMX Lança (Brasmax), GH5933IPRO (Golden Harvest) e BRS5804RR (Embrapa), provenientes da safra 2022/2023, escolhidas pela representatividade de características agrônômicas importantes para a região de cultivo (MASCARENHAS & SILVEIRA, 2003).

O ensaio foi realizado em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram compostos por um esquema fatorial e subfatorial. O fator foi composto pelas cultivares BMX Lança, GH5933IPRO e BRS5804RR. Os subfatores foram compostos pelas doses do produto comercial Wiagro[®], de 0, 1 e 2 mL kg⁻¹ de sementes. Foram utilizadas quatro repetições para cada combinação de subfatores, buscando garantir a confiabilidade estatística dos resultados (MONTGOMERY, 2017).

O produto utilizado Wiagro[®], possui como matérias-primas: água, carbonato de potássio, vinhaça, conservante e extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*). É um fluido (Solução), possui uma densidade de 1,27 g.L⁻¹.

O tratamento de sementes foi realizado diluindo o produto comercial em água desmineralizada, na proporção de 1:3, em seguida a solução foi adicionada às sementes, em frasco fechado, em seguida o frasco foi agitado, até a solução recobrir todas as sementes de forma uniforme. Posteriormente as sementes foram dispostas sobre papel para secarem a sombra.

As unidades experimentais foram formadas por cinquenta sementes, dispostas sobre duas folhas de papel de germinação, sendo estes um substrato amplamente utilizado para testes de germinação, devido à sua uniformidade e boa retenção de umidade (ISTA, 2021). As folhas foram previamente embebidas em água desmineralizada, em uma proporção de 2,5 vezes o peso do papel, para potencializar a germinação e reduzir o tempo de emergência (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Posteriormente foi depositada outra folha de papel embebida sobre as sementes e as mesmas foram enroladas, formando um rolo de papel, conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os rolos foram mantidos em germinador a 25 °C e elevada umidade, seguindo as metodologias descritas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

As avaliações foram realizadas no quinto e no oitavo dia após a semeadura. No quinto dia, avaliou-se a taxa de germinação inicial de cada unidade experimental (rolo de papel).

No oitavo dia, foram analisadas as proporções de plântulas normais, que

quantificam o potencial de germinação, de plântulas anormais e sementes não germinadas conforme o comunicado técnico da Embrapa (EMBRAPA, 2019). Para as variáveis de crescimento de plântulas, foram avaliadas 10 plântulas, obtidas de forma aleatória, de cada unidade experimental. Sendo quantificado o comprimento da raiz e comprimento da parte aérea, utilizando uma régua milimetrada, garantindo precisão nos resultados de crescimento (FAO, 2020).

Após as avaliações de comprimento, as 10 plântulas foram acondicionadas em sacos de papel, sendo retirado os cotilédones das plântulas e levadas à estufa de secagem e esterilização a uma temperatura de 60°C por 24 horas, com o objetivo de determinar a massa seca das plântulas. Após ser feita a secagem as amostras foram pesadas em balança de precisão.

Os dados coletados foram submetidos à análise variância (teste de F), havendo significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software “R” (R CORE TEAM, 2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância observou-se interação entre os fatores, cultivares e doses de Wiagro[®], para todas as variáveis, exceto para o percentual de sementes não germinadas.

Na variável percentual de germinação aos 5 dias, considerando as cultivares, observou-se menor germinação da BMX lança na dose zero (Tabela 1). Considerando o fator doses do tratamento de sementes, a menor germinação foi observado na dose zero, na BMX lança. Demonstrando que o uso do produto comercial melhorou a germinação nas duas doses com uso do mesmo.

O percentual de germinação aos 5 dias é um procedimento que permite obter uma estimativa inicial do vigor das sementes, fundamental para prever o potencial de estabelecimento uniforme e rápido das plântulas no campo (MARCOS-FILHO, 2015). O aumento dessa variável é importante, pois demonstra que o produto comercial pode contribuir com o vigor das sementes.

Tabela 1. Percentual de vigor, aos 5 dias, de sementes de soja, em função de cultivares e tratamento de sementes com produto à base de extrato de algas (Wiagro[®]).

Dose (g kg ⁻¹)	Cultivar		
	BMX Lança	BRS5804RR	GH5933IPRO
0,00	89,50 bB ¹	99,50 aA	96,00 aA
1,00	94,50 aA	96,50 aA	98,50 aA
2,00	98,50 aA	99,50 aA	98,00 aA
CV (%)	2,79		

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

O potencial de germinação apresentou variação através da interação entre os fatores estudados (Tabela 2). Considerando as cultivares, observou-se diferença somente na dose de 2,00 mL kg⁻¹, em que a cultivar BMX Lança teve um maior percentual de plântulas normais, com 93,5%. Nas demais doses não observou-se diferenças. Analisando o fator dose, o potencial de germinação foi alterado somente na cultivar BMX Lança, com maior potencial com na maior dose do tratamento de sementes (2,00 mL kg⁻¹). As demais cultivares não foram influenciadas pelo aumento da dose. Essa diferença na contribuição do tratamento de sementes, dependendo da cultivar, pode estar relacionado a qualidade das sementes, pois o tratamento pode contribuir muito mais em um lote de sementes que apresenta menor potencial de germinação, já aqueles lotes com alto potencial, esse potencial dificilmente pode ser elevado.

Tabela 2. Potencial de germinação (plântulas normais - %) de sementes de soja, em função de cultivares e tratamento de sementes com produto à base de extrato de algas (Wiagro[®]).

Dose (g kg ⁻¹)	Cultivar		
	BMX Lança	BRS5804RR	GH5933IPRO
0,00	89,50 bA ¹	89,00 aA	92,50 aA
1,00	88,50 bB	88,70 aB	93,50 aA
2,00	95,50 aA	92,00 aA	91,00 aA
CV (%)	3,12		

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

O percentual de plântulas anormais, considerando as cultivares, foi maior na dose de 1,00 mL kg⁻¹, cultivar BMX Lança, nas outras doses não foram observadas diferenças

(Tabela 3). No entanto, considerando as doses do Wiagro[®], observou-se diferença somente na cultivar BMX Lança, com menor valor na maior dose do tratamento de sementes. A redução no percentual de plântulas anormais é um fator importante, se aumentar o percentual de plântulas normais, pois vai aumentar a proporção de plântulas que possuem potencial de formar uma planta, melhorando o estande da cultura no campo. O tratamento de sementes parece contribuir para a melhoria da qualidade das sementes, melhorando a formação de plântulas normais e reduzindo de anormais. No entanto, é um efeito mais presente nas sementes da cultivar cuja qualidade de sementes é inferior.

Tabela 3. Percentual de plântulas anormais (%) de soja, em função de cultivares e tratamento de sementes com produto a base de extrato de algas (Wiagro[®]).

Dose (g kg ⁻¹)	Cultivar		
	BMX Lança	BRS5804RR	GH5933IPRO
0,00	10,50 aA ¹	11,00 aA	7,50 aA
1,00	11,50 aA	12,50 aA	6,50 aB
2,00	4,50 bA	8,00 aA	9,00 aA
CV (%)	31,57		

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05),

De acordo com a análise de variância, possuiu uma diferença, porém não significativa entre as médias dos fatores cultivares e doses do produto à base de extrato de algas (Wiagro[®]) em relação ao percentual de sementes não germinadas (PSNG) (Tabela 4). Isso indica que, para as condições avaliadas, os tratamentos com diferentes doses do produto e as características das cultivares não afetaram significativamente essa variável. Nenhum dos fatores estudados interferiu no PSNG, demonstrando que os lotes das sementes das cultivares apresentam qualidade similar, nessa característica, mandando as médias iguais ou abaixo de 2,5%. O tratamento de sementes não interfere nessa variável, pois, possivelmente essas sementes encontram-se mortas. Situação que é irreversível, não sendo possível melhorar as condições de germinação.

Tabela 4. Percentual de sementes não germinadas – PSNG (%) de soja, em função de cultivares e tratamento de sementes com produto à base de extrato de algas (Wiagro®).

Cultivar	PSNG
BMX Lança	2,17 a ¹
BRS5804RR	1,50 a
GH5933IPRO	2,50 a
Dose (g kg⁻¹)	
0,00	2,27 a
1,00	2,33 a
2,00	1,17 a
CV (%)	113,51

¹ Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada fator, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Considerando as cultivares, a BRS5804RR apresentou plântulas com maior comprimento da parte aérea, diferenciando-se da cultivar GH5933IPRO na dose 1,00 mL kg⁻¹. Demonstrando a diferença entre os lotes de sementes das cultivares. No entanto, quando realizado o tratamento de sementes, não observou-se diferença entre as cultivares. O comprimento da parte aérea das plântulas apresentou diferença entre as doses somente na cultivar GH5933IPRO, com maior valor na dose de 2,00 g kg⁻¹. Isso reforça o potencial do tratamento como estratégia para promover o vigor inicial de plântulas de soja, dependendo do genótipo e da dose aplicada.

Tabela 5. Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de soja, em função de cultivares e tratamento de sementes com produto à base de extrato de algas (Wiagro®).

Dose (g kg⁻¹)	Cultivar		
	BMX Lança	BRS5804RR	GH5933IPRO
0,00	7,78 aAB ¹	7,82 aA	5,86 bB
1,00	8,44 aA	7,47 aA	5,38 bB
2,00	9,24 aA	8,44 aA	10,42 aA
CV (%)	14,16		

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

A variável comprimento do sistema radicular das plântulas de soja foi influenciada pela interação dos fatores estudados (Tabela 6). Comparando as cultivares, na dose 0,00 mL kg⁻¹, a BMX Lança apresentou maior comprimento, seguido da BRS5804RR e o menor comprimento foi observado na cultivar GH5933IPRO. Demonstrando que essas diferenças podem estar relacionados com a genética de cada cultivar. Quando utilizado o tratamento de sementes nas doses 1,00 e 2,00 mL kg⁻¹, as

cultivares BMX Lança e BRS5804RR apresentaram maior comprimento, diferenciando da GH5933IPRO.

Analisando as doses do tratamento de sementes, observou-se diferença somente para a cultivar BRS5804RR, com aumento do comprimento quando utilizado o tratamento de sementes (doses 1,00 e 2,00 mL kg⁻¹). Esses resultados sugerem que, para pelo menos algumas cultivares o tratamento de sementes com o produto comercial, a base de extrato de algas e vinhaça pode contribuir para o melhor desenvolvimento do sistema radicular.

O produto comercial Wiagro[®] possui em sua composição fito hormônios e nutrientes que podem auxiliar no desenvolvimento dos vegetais.

Tabela 6. Comprimento do sistema radicular (cm) de plântulas de soja, em função de cultivares e tratamento de sementes com produto à base de extrato de algas (Wiagro[®]).

Dose (g kg ⁻¹)	Cultivar		
	BMX Lança	BRS5804RR	GH5933IPRO
0,00	8,71 aA ¹	6,05 bB	4,02 aC
1,00	8,77 aA	9,40 aA	4,85 aB
2,00	8,85 aA	9,69 aA	4,60 aB
CV (%)	13,40		

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

De acordo com o teste de Tukey (p≤0,05), houve interação significativa entre os fatores cultivares e doses do produto à base de extrato de algas (Wiagro[®]) em relação à massa seca das plântulas de soja (Tabela 7). Isso demonstra que as respostas ao tratamento variaram conforme a combinação de cultivar e dose aplicada. Na dose de 0,00 g kg⁻¹, a cultivar BRS5804RR apresentou a maior massa seca média (143,87 mg plântula⁻¹), seguida pela cultivar BMX lança (126,95 mg plântula⁻¹), enquanto a GH5933IPRO obteve o menor valor (99,20 mg plântula⁻¹), diferindo significativamente das demais. Na dose de 1,00 g kg⁻¹, a cultivar BMX lança manteve resultados estáveis (128,35 mg plântula⁻¹), enquanto a BRS5804RR apresentou uma redução significativa (117,87 mg plântula⁻¹) e a GH5933IPRO mostrou um incremento considerável (125,02 mg plântula⁻¹). Com o aumento da dose para 2,00 g kg⁻¹, todas as cultivares atingiram valores semelhantes e significativamente superiores, com destaque para a GH5933IPRO,

que apresentou o maior ganho proporcional, alcançando 153,47 mg plântula⁻¹. O coeficiente de variação (CV) de 10,87% indica boa precisão experimental, permitindo a identificação de diferenças significativas entre os tratamentos. Esses resultados sugerem que a aplicação do produto à base de extrato de algas foi eficaz para aumentar a massa seca das plântulas, especialmente na dose de 2,00 g kg⁻¹, com maior impacto na cultivar GH5933IPRO. A resposta diferencial entre as cultivares nas doses mais baixas reforça a necessidade de ajustes específicos no manejo para maximizar os benefícios do tratamento de sementes.

Tabela 7. Massa seca de plântulas (mg plântula⁻¹) de plântulas de soja, em função de cultivares e tratamento de sementes com produto à base de extrato de algas (Wiagro[®]).

Dose (g kg⁻¹)	Cultivar		
	BMX Lança	BRS5804RR	GH5933IPRO
0,00	126,95 aA	143,87 aA	99,20 cB
1,00	128,35 aA	117,87 bA	125,02 bA
2,00	143,97 aA	148,50 aA	153,47 aA
CV (%)	10,87		

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

CONCLUSÃO

A cultivar BMX Lança apresenta a menor qualidade de sementes, com menores valores de potencial de germinação e maior proporção de plântulas anormais. O tratamento de sementes com o produto comercial à base de extrato de algas e vinhaça (Wiagro[®]) contribui para melhorar alguns aspectos da qualidade das sementes e do desenvolvimento das plantas, no entanto, sua contribuição foi diferente entre cultivares. O tratamento de sementes apresentou maior efeito positivo na qualidade fisiológica das sementes da cultivar BMX Lança, cultivar com menor qualidade de sementes.

REFERÊNCIAS

- BARNES, S.; HART, T.; CLARK, G. **Soybean and its role in global food security**. London: SprFger, 2012. 210 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **A relevância do agronegócio na economia brasileira**. Brasília: CNA, 2023. 300 p.
- DIAS, R. P.; SOUSA, R. A. **Desenvolvimento da soja com bioestimulantes**. Rio de Janeiro: Editora EcoTech, 2022. 110 p.
- EMBRAPA. Comunicado técnico: **padrões para testes de vigor de sementes**. Brasília: Embrapa, 2019. 45 p.
- EMBRAPA. **Soja no Brasil: avanços e desafios**. Brasília: EMBRAPA, 2019. 142 p.
- FAO. **Guide for plant growth assessment in seedling stages**. Rome: Food and Agriculture Organization, 2020. 78 p. A.
- FAO. **The state of food and agriculture 2020**. Rome: Food and Agriculture Organization, 2020. 182 p. B.
- FARIAS, D. F.; SILVA, P. R.; RIBEIRO, S. **Bioestimulantes e sua aplicação na soja**. Fortaleza: Editora GreenTech, 2019. 190 p.
- FREITAS, R. A.; et al. **Aplicações da vinhaça na agricultura: vantagens e desafios**. *Ciência e Tecnologia Agropecuária*, v. 15, n. 1, p. 68-74, 2021.
- GARCIA, A. F.; OLIVEIRA, C. M. **A aplicação de bioestimulantes no cultivo de soja**. Porto Alegre: Editora AgroScience, 2018. 175 p.
- ISTA. **Regras Internacionais para Testes de Sementes**. Zurique: Associação Internacional de Testes de Sementes, 2021. 308 p.
- LEITE, M. A.; SILVA, F. J.; CARVALHO, D. R. **A soja no Cerrado: um estudo de caso**. Rio de Janeiro: Editora Científica, 2015. 98 p.
- LOPES, R. S.; OLIVEIRA, C. R.; FARIAS, F. M. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja**. Belo Horizonte: Editora AgroBio, 2018. 115 p.
- LOURENÇO, D. L.; SILVEIRA, M. P.; BARROS, F. J. **Influência de extratos de algas na soja**. São Paulo: Editora BioTech, 2021. 102 p.
- MAPA. Agricultura Brasileira: **Produção e mercado de soja**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2023. 210
- MARCOS-FILHO, J. **Teste de vigor de sementes: procedimentos e aplicações práticas**. Londrina: ABRATES, 2015. 256 p.
- MASCARENHAS, F. A.; SILVEIRA, A. A. **Impacto da soja na agricultura brasileira**. São Paulo: Editora Agropecuária, 2003. 245 p. A.
- MASCARENHAS, F.; SILVEIRA, R. **A importância das características agronômicas da soja**. São Paulo: Editora Agropec, 2003. 180 p. B.

- MATTOS, L. M.; PEREIRA, T. C. **O papel da soja na agricultura brasileira**. São Paulo: Editora Agricultura, 2021. 135 p.
- MENDES, A. C.; ALMEIDA, T. R. **Manejo sustentável da vinhaça em sistemas agrícolas: uma revisão crítica**. *Pesquisa em Ciências Agrárias*, v. 18, n. 4, p. 123-132, 2022.
- MONTGOMERY, D. C. **Planejamento e análise de experimentos**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2017. 752 p.
- MORAIS, F. R.; COSTA, A. L. **O impacto dos bioestimulantes no crescimento da soja**. Fortaleza: Editora Plantae, 2017. 120 p.
- OLIVEIRA, F. R.; LOPES, A. P.; MOURA, R. S. **Teste de germinação e o potencial das sementes**. São Paulo: Editora AgriLab, 2020. 140 p.
- OLIVEIRA, L. M.; SOUZA, G. F. **Avaliação dos impactos ambientais da aplicação de vinhaça em larga escala no cultivo de soja**. *Agricultura em Foco*, v. 22, n. 3, p. 56-62, 2020.
- PEREIRA, A. L.; SOUZA, G. F.; GOMES, R. A. **Algas marinhas e sua contribuição para a agricultura**. Recife: Editora Sustentável, 2022. 160 p.
- PEREIRA, A. L.; SOUZA, G. F.; RIBEIRO, P. F. **Efeitos do extrato de algas na soja**. Recife: Editora BioSustentável, 2022. 145 p.
- R Core Team (2024). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RIBEIRO, C. L.; PEREIRA, J. R.; SOUZA, P. R. **Uso de extratos de algas na agricultura**. Campinas: Editora Agroecológica, 2021. 145 p.
- SANTOS, P. J.; LIMA, G. R.; GOMES, L. F. **A soja no Brasil: impacto e perspectivas**. Rio de Janeiro: Editora ProAgro, 2023. 155 p.
- SILVA, J. P.; et al. **Utilização da vinhaça como biofertilizante: impactos na fertilidade do solo e produtividade agrícola**. *Revista Brasileira de Agricultura Sustentável*, v. 9, n. 2, p. 45-53, 2019.
- SILVA, M. R.; FARIAS, G. T.; ALVES, S. C. **Efeitos do extrato de algas na soja**. Goiânia: Editora Rural, 2021. 135 p.
- SOUZA, J. R.; CARVALHO, D. F. **Bioestimulantes e a sustentabilidade agrícola**. Belo Horizonte: Editora Verde, 2023. 125 p.
- SOUZA, J. R.; CARVALHO, D. F. **O uso de extratos de algas para potencializar o desenvolvimento da soja**. Belo Horizonte: Editora EcoAgro, 2023. 118 p.
- USDA. **Soybean market analysis report 2022**. Washington: United States Department of Agriculture, 2022. 150 p.
- ZHANG, L.; LI, C.; WANG, Y. **Soybean production and its impact on global agriculture**. Beijing: Science Press, 2016. 320 p.
- ZHANG, W.; LIU, S.; WANG, X. **Tratamento com peróxido de hidrogênio no aprimoramento da germinação de sementes**. *Journal of Seed Science*, Pequim: JST, 2016. 234 p.