

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dissertação



**CRESCIMENTO INICIAL E RESPOSTAS PRODUTIVAS DA SOJA AO REGIME
HÍDRICO E AO USO DE BIOESTIMULANTES**

Bruno Balbino Altmann

Pelotas-RS, 2024

Bruno Balbino Altmann

**CRESCIMENTO INICIAL E RESPOSTAS PRODUTIVAS DA SOJA AO REGIME
HÍDRICO E AO USO DE BIOESTIMULANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pedó

Coorientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde

Pelotas-RS, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

A463c Altmann, Bruno Balbino

Crescimento inicial e respostas produtivas da soja ao regime hídrico e ao uso de bioestimulantes [recurso eletrônico] / Bruno Balbino Altmann; Tiago Pedó, orientador; Tiago Zanatta Aumonde, coorientador. — Pelotas, 2024.

45 f.: il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Epívio. 2. Megafol. 3. Produção de sementes. 4. Produtividade. 5. Radifarm. I. Pedó, Tiago, orient. II. Aumonde, Tiago Zanatta, coorient. III. Título.

CDD 633.3421

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Bruno Balbino Altmann

**CRESCIMENTO INICIAL E RESPOSTAS PRODUTIVAS DA SOJA AO REGIME
HÍDRICO E AO USO DE BIOESTIMULANTES**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 16/08/2024

Banca examinadora:

Prof. Dr. Tiago Pedó (Orientador)
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dra. Angelita Celente Martins
Doutora em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pedroso
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Lista de Figuras

Figura 1 Resultados médios do tratamento com bioestimulantes da variável massa seca de raiz (MSR) de plantas de soja submetidas a dois regimes hídricos.....	25
Figura 2 Dados meteorológicos durante a condução do experimento (01/12/22 a 16/04/23). Sendo: (a) temperaturas máximas e mínimas ($^{\circ}\text{C}$), (b) precipitação (mm), (c) umidade relativa do ar (%) e (d) radiação solar ($\text{cal.cm}^2.\text{dia}^{-1}$). Fonte: Estação Agroclimatológica de Pelotas (INMET).....	29
Figura 3 Dados meteorológicos durante a condução do experimento (01/12/22 a 16/04/23). Sendo: (a) temperaturas máximas e mínimas ($^{\circ}\text{C}$), (b) precipitação (mm), (c) umidade relativa do ar (%) e (d) radiação solar ($\text{cal.cm}^2.\text{dia}^{-1}$). Fonte: IDR-Paraná	31
Figura 4 Médias do rendimento a campo no município de Cambé-PR.....	37

Lista de Tabelas

Tabela 1 Tratamentos utilizados no experimento de casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2024.....	22
Tabela 2 Resumo da análise de variância para as variáveis Massa Seca de Raízes (MSR) e MSPA (MSPA) em diferentes regimes hídricos, casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2024.....	24
Tabela 3 Média da massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de soja submetidas a dois regimes hídricos. Capão do Leão, 2024.....	25
Tabela 4 Tratamentos utilizados no experimento de campo. Capão do Leão-RS, 2023.....	28
Tabela 5 Tratamentos utilizados nos experimentos de campo. Cambé-PR, 2024.....	31
Tabela 6 Resumo da análise de variância para as variáveis Número de Plantas por metro (NPM), Número de vagens por ramificação (NVR), Número de vagens da Haste principal (NVHP), Número de Legumes com 1 semente (Leg1), Número de Legumes com 2 sementes (Leg2), Número de Legumes com 3 Sementes (Leg3), Número de Legumes com 4 Sementes (Leg4), Número de Nós da Haste Principal (NNHP) e Rendimento de Colheita (REND). Capão do Leão-RS, 2023.	34
Tabela 7 Média dos resultados para as variáveis Número de Plantas por metro (NPM), Número de Vagens por Ramificação (NVR), Número de Vagens da Haste Principal (NVHP), Número de Legumes com 1 Semente (Leg1), Número de Legumes com 2 Sementes (Leg2), Número de Legumes com 3 Sementes (Leg3), Número de Legumes com 4 Sementes (Leg4), Número de Nós da Haste Principal (NNHP) e Rendimento de Colheita (REND) (Kg/ha). Capão do Leão-RS, 2023.....	34
Tabela 8 Resumo da análise de variância para as variáveis Fechamento da Entrelinha aos 31 DAE (FECH1) e 46 DAE (FECH2), Índice SPAD, Altura de Plantas (ALT) e Diâmetro da Haste Principal (DIAM), Número de Ramificações (RAM), Massa Seca de Raízes (MSR), Número de Legumes (LEG), Peso de Mil Sementes (PMS) e Rendimento de Colheita (REND). Cambé-PR, 2024.	35
Tabela 9 Média dos resultados para as variáveis % de Fechamento da Entrelinha aos 31 DAE (FECH1), % de Fechamento da Entrelinha aos 46 DAE (FECH2), Índice SPAD, Altura de Plantas em cm (ALT) e Diâmetro da Haste Principal em mm (DIAM). Cambé-PR, 2024.	36
Tabela 10 Média dos resultados para as variáveis Número de Ramificações (RAM), Massa Seca de Raízes em g (MSR), Número de Legumes em 25 plantas (LEG), Peso de Mil Sementes em g (PMS) e Rendimento de Colheita em kg/ha (REND). Cambé-PR, 2024.	36

**Dedico este trabalho aos meus pais,
pilares da minha formação como ser
humano, e que muito me apoiaram e
incentivaram a realizá-lo.**

Agradecimentos

Agradeço a DEUS por ter me dado saúde e forças para superar todas as dificuldades.

Agradeço à minha mãe, Ana Cristina, e minha irmã, Laura, por todo amor, incentivo e apoio incondicional, e especialmente ao meu pai, Thomas Altmann, por ser um exemplo de vida e profissão.

Agradeço à UFPEL e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, que através dos seus ensinamentos, permitiram que eu pudesse hoje terminar este trabalho.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Tiago Pedó, por acreditar em mim desde o início e pelo suporte em todas as fases deste trabalho, tendo sido sempre um facilitador e incentivador.

Agradeço aos meus colegas do PPGCTS pelo companheirismo, apoio mútuo e amizades verdadeiras formadas nessa jornada.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 CULTURA DA SOJA.....	14
2.2 BIOESTIMULANTES.....	15
2.3 ESTRESSE HÍDRICO	17
3 CAPITULO I.....	20
3.1 INTRODUÇÃO.....	20
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.4 CONCLUSÃO	25
4 . CAPITULO II.....	26
4.1 INTRODUÇÃO.....	26
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.2.1 Caracterização dos experimentos de campo: FASE I.....	28
4.2.2 Variáveis resposta: FASE I.....	29
4.2.3 Procedimentos estatísticos: FASE I.....	30
4.2.4 Caracterização dos experimentos de campo: FASE II.....	30
4.2.5 Variáveis resposta: FASE II.....	32
4.2.6 Procedimentos estatísticos: FASE II.....	33
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.4 CONCLUSÕES	37
FASE I	37
FASE II	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

Resumo

ALTMANN, Bruno Balbino. **Crescimento inicial e respostas produtivas da soja ao regime hídrico e ao uso de bioestimulantes.** Orientador: Prof. Dr. Tiago Pedó. 2024. 45p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

Bioestimulantes podem aumentar a capacidade de absorção de nutrientes e a atividade fisiológica das plantas, refletindo diretamente no desenvolvimento e na produtividade, sendo uma opção viável para mitigar os efeitos fisiológicos negativos de estresses abióticos e contribuindo para a produção de sementes. Este trabalho foi dividido em: Experimento I - Efeito de bioestimulantes em tratamento de sementes no desenvolvimento inicial da soja em condição de estresse hídrico; Experimento II Efeito de bioestimulantes aplicados pela via foliar no desenvolvimento da soja. Em todos os estudos foram utilizadas sementes de soja da cultivar BMX 64I61RSF IPRO. O Experimento I foi conduzido em casa de vegetação na safra 2023/24. Foram adotados dois regimes hídricos, capacidade de campo e restrição hídrica de 50%, sendo realizados tratamentos de sementes com os bioestimulantes Radifarm® e Epívio®, e avaliadas a massa seca de raiz e de parte aérea. Conclui-se que as plantas de soja submetidas à restrição hídrica apresentam índice de massa seca de raízes inferior àquelas mantidas em condição de capacidade de campo, bem como ambos bioestimulantes proporcionaram maior crescimento de raízes quando em condição de restrição hídrica. Para o Experimento II, a Fase 1 foi conduzida na safra 2022/23 no Centro Agropecuário da Palma/UFPEL e a Fase 2 conduzido em propriedade rural de Cambé-PR na safra 2023/24, ambos a campo. Foram realizados tratamentos com dois tipos de bioestimulantes (Megafol® e Quantis®) em aplicação foliar, quando a cultura estava no estádio V4. Na Fase 1 foram avaliados o número de plantas por metro, número de vagens por ramificação, número de vagens da haste principal, número de vagens com 1, 2, 3 e 4 sementes, número de nós da haste principal e rendimento de colheita. Foi possível concluir que houve uma tendência positiva para o uso de bioestimulantes para todas as variáveis avaliadas, sendo que o número de vagens com 3 sementes foi maior para Quantis, embora a mistura de Megafol e Quantis tenha apresentado menor número de vagens por ramificação do que a aplicação isolada. Na Fase 2 avaliou-se o fechamento de entrelinhas, altura das plantas, índice SPAD, diâmetro da haste principal, número de ramificações, massa seca das raízes, número de legumes, peso de mil sementes e rendimento de colheita. Foi possível concluir que Megafol® e Quantis®, aplicados isolados ou em associação, proporcionam aumento na porcentagem de fechamento da entrelinha, índice SPAD, altura das plantas, diâmetro da haste, número de legumes e rendimento de colheita na cultura da soja.

Palavras-chave: *Epívio; Megafol; produção de sementes; produtividade; Quantis; Radifarm.*

Abstract

ALTMANN, Bruno Balbino. **Initial growth and productive responses of soybean to water regime and use of biostimulants.** Advisor: Prof. Dr. Tiago Pedó. 2024. 45p. Dissertation. (Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

Biostimulants can help to increase nutrient uptake and physiological activity of plants, with direct effect on plant development and yield, being a viable alternative to mitigate negative physiological effects from abiotic stress factors and contributing to the production of seeds. This work was divided into: Experiment I - Effect of biostimulants in seed treatment on the initial development of soybeans under conditions of drought stress; Experiment II - Effect of foliar-applied biostimulants on soybean development. Soybean seeds variety BMX 64I61RSF IPRO were used in all studies. The Experiment I was carried out in greenhouse in the season of 2023/24. Two water regimes were adopted, field capacity and water restriction of 50%, being the seeds treated with the biostimulants Radifarm® and Epívio®. Dry root and aerial part mass were assessed, and it is concluded that soya plants subjected to water restriction have a lower dry root mass index than those kept at field capacity, as well as both biostimulants provide greater root growth when under water restriction. For the Experiment II, the Phase 1 was conducted in the season 2022/23 at the Centro Agropecuário da Palma/UFPEL and the Phase 2 in a private farm located in Cambé-PR, in the season 2023/24, both at open field conditions. Two types of biostimulants (Megafol® and Quantis®) were applied via foliar spray when the crop was at growth stage V4. At Phase 1 it was assessed the number of plants per meter, number of pods per branch, number of pods on the main stem, number of pods with 1, 2, 3 and 4 seeds, number of nodes on the main stem and harvest yield. It was possible to conclude that there was a tendency for a positive response to the use of biostimulants for all the variables evaluated, being the number of pods with 3 seeds greater for Quantis, although the tank mixture of Megafol and Quantis has shown a lower number of pods on the main stem, compared to the isolated application. At Phase 2 there were assessed inter-row closure, plant height, SPAD index, main stem diameter, number of branches, root dry mass, number of pods, thousand seed weight and harvest yield. It was possible to conclude that the biostimulants Megafol® and Quantis®, applied both in combination or isolated, provide increase in the percentage of inter-row closure, SPAD index, plant height, stem diameter, number of pods and yield of soybean.

Keywords: *Epívio; Megafol; productivity; Quantis; Radifarm; seed production.*

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a cultura que possui maior área cultivada no Brasil alcançando 44 milhões de hectares na safra 2022/23 (CONAB 2024), o que torna o Brasil o maior produtor e exportador dessa oleaginosa, superando o Estados Unidos que deverão semear 37 milhões de hectares em 2024 (USDA, 2024). O Estado do Rio Grande do Sul, teve uma área semeada de 6,5 milhões de hectares de soja na safra 2022/23, representando 15% do total brasileiro.

Além da importância em termos de área plantada e produção, o produto da soja representa ainda fonte de proteína, utilizada em larga escala para a alimentação animal e para produção de óleo (NUNES, 2016). Considerando a importância da cultura da soja para a agricultura nacional, seu impacto econômico e seu valor nutricional, surge a necessidade de testar novas tecnologias que possam reduzir os impactos negativos causados pelos efeitos climáticos. Nos últimos 10 anos, segundo dados registrados pela Confederação Nacional dos Municípios (CONAB, 2024), os municípios brasileiros registraram 14.635 decretos municipais de anormalidade resultando em prejuízos totais de R\$ 287 bilhões na agricultura e pecuária devido a eventos climáticos extremos, como excesso ou falta de chuvas. O déficit hídrico corresponde a 87% dos prejuízos na agropecuária, com a agricultura absorvendo 65% do total de perdas (CONAB, 2024).

A agricultura teve prejuízo entre 2013 e 2022 de R\$ 217 bilhões. Somente em 2022, o déficit hídrico ocasionou perdas de R\$ 62 bilhões na agricultura, representando 22% das perdas totais no setor agropecuário ao longo de uma década. Os danos causados pelo déficit hídrico concentram-se principalmente nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, com o estado do Rio Grande do Sul sendo o mais afetado em 2022, registrando perdas de R\$ 39 bilhões (CONAB, 2023).

O desenvolvimento de novas técnicas e métodos de produção com o objetivo do aumento da produtividade e qualidade é uma preocupação da cadeia produtiva da soja. Os componentes de produtividade são influenciados diretamente pela germinação, crescimento vegetativo, florescimento, maturação, e produtos que melhorem esses fatores levando ao aumento da produtividade. Para evitar danos às sementes e garantir uma população de plantas adequada, o tratamento de sementes com inseticidas e fungicidas é a prática mais adotada (BRZEZINSKI et al., 2017). O

tratamento de sementes tem um custo relativamente baixo e reduzido impacto ambiental, devido à menor quantidade de ingredientes ativos por área aplicada em relação à área total de aplicação (VENTURA et al., 2020).

Por outro lado, técnicas que promovem um maior enraizamento da soja, fazem com que as plantas possam absorver maior quantidade de água e nutrientes, além disso, a liberação de exsudados radiculares ocorre em maior quantidade ao liberar ácidos orgânicos que auxiliam na solubilização do fósforo não lábil. Quando as plantas com maior desenvolvimento radicular passam por estresses hídricos, eles superam da melhor forma e com menores impactos na produtividade (SEIXAS et al., 2020).

Os bioestimulantes melhoram a capacidade das plantas de enfrentar condições ambientais adversas, atuando no metabolismo primário ou secundário (FRANZONI et al., 2019). As plantas submetidas ao estresse hídrico têm suas células danificadas por radicais livres, entretanto, o uso de bioestimulantes pode auxiliar o seu sistema de defesa (VASCONCELOS, 2019), sendo particularmente interessante na produção de sementes de soja, quando a restrição hídrica pode reduzir a seletividade das membranas celulares, prejudicando a sua qualidade (HENNING et al., 2010).

Partindo da hipótese de que bioestimulantes promovem efeito no crescimento, desenvolvimento e produtividade, objetivou-se com o presente estudo avaliar o crescimento inicial e a produtividade da soja submetida ao tratamento com diferentes bioestimulantes a base de aminoácidos, extratos vegetais e outras substâncias e complexos naturais, aplicados de forma isolada e em associação.

Ainda existem algumas divergências quanto aos resultados obtidos por alguns autores, o que demanda maior número de pesquisas que proporcionem orientação às empresas produtoras e comercializadoras de sementes. Neste sentido, o presente trabalho foi realizado buscando abranger um número mais amplo de condições, tendo sido realizado em safras e condições de estresse hídrico diferentes, e em duas regiões de características edafoclimáticas distintas, como o Sul do Rio Grande do Sul e o Norte do Paraná.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, sendo amplamente cultivada devido ao seu valor nutricional, versatilidade e importância econômica. No entanto, a produção de soja enfrenta vários desafios, incluindo pragas, doenças, estresses abióticos e a demanda crescente por alimentos. A biotecnologia tem desempenhado um papel crucial no avanço da cultura da soja, oferecendo soluções inovadoras para enfrentar esses desafios (BRITO et al, 2023).

As cultivares tornaram-se muito diferentes dos ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, ao longo do Rio Amarelo, na China. Sua evolução começou por meio do aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. A soja apresentava importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa, juntamente com o trigo, o arroz, o centeio e o milheto, sendo considerados grãos sagrados, com direito a ceremoniais ritualísticos na época da semeadura e da colheita (EMBRAPA, 2016).

A cultura da soja está entre as principais commodities mundiais, apresentando grande importância para o agronegócio brasileiro, sendo base para produção de inúmeros produtos alimentícios e não alimentícios (EMBRAPA, 2016). Segundo Zhang et al. (2021), sua demanda tende a aumentar com o crescimento da população e, por esse motivo, é essencial que sejam criadas estratégias para ampliar sua produtividade, levando em conta a sustentabilidade, os custos e o impacto ambiental.

No Brasil, a expansão das áreas agricultáveis foi uma consequência dessa crescente demanda, fomentando a migração de agricultores da região sul e sudeste para o centro-oeste e posteriormente para as regiões norte e nordeste do país, dando ênfase para o complexo MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) considerado como a nova fronteira agrícola brasileira (ZANIN et al., 2017). Essa diversidade cultivo em regiões e ambientes diferentes é o que cultivo da soja no Brasil ser único em relação a outras partes do mundo.

2.2 Bioestimulantes

Os bioestimulantes são misturas de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas). Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, esses produtos podem estimular o crescimento vegetal através de uma maior divisão, elongação e diferenciação celular, e, dessa forma, aumentar a capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo diretamente no desenvolvimento (germinação de sementes, crescimento e desenvolvimento, floração, frutificação, senescência) e na produtividade das mesmas (SILVA et al., 2008).

Os bioestimulantes podem ser sintéticos ou naturais e são compostos por substâncias como hormônios vegetais, macro e micronutrientes, aminoácidos, proteínas e microrganismos que afetam a fisiologia das plantas quando aplicados em determinadas quantidades (CALVO et al., 2014). Segundo Du Jardin (2015), os bioestimulantes podem ser classificados em três grupos principais, conforme sua composição: extratos de algas, proteínas hidrolisadas (peptídeos e aminoácidos livres) e substâncias húmicas (ácidos húmicos e fúlvicos).

Pelo fato de conterem substâncias naturais ou sintéticas com diferentes composições, concentrações e proporções, os bioestimulantes podem ser aplicadas diretamente nas folhas das plantas, nas sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção, estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta (ALBRECHT et al., 2009, SILVA et al., 2008).

Existem diversos trabalhos com o uso de bioestimulantes em plantas, porém ainda são necessários estudos que verifiquem a real eficiência destes produtos. São poucas as pesquisas, que abordam os aspectos fisiológicos da planta da soja, relacionados à aplicação de reguladores vegetais (BERTOLIN et al., 2010). Os hormônios vegetais são moléculas presentes em quantidades vestigiais, e mudanças na concentração hormonal e na sensibilidade dos tecidos podem mediar uma ampla gama de processos de desenvolvimento nas plantas, muitos dos quais envolvem interações biossintéticas e catabólicas que, juntas, controlam a homeostase dos hormônios vegetais (CROZIER et al., 2000).

São considerados uma opção viável para mitigar os efeitos fisiológicos negativos do estresse hídrico em plantas, além de ajudar a planta a manter os processos fisiológicos (AROCA, 2012; CHOJNACKA et al., 2015), com uma rápida recuperação após a superação do estresse hídrico (PALLARDY, 2008). A utilização dos bioestimulantes, antes e durante o estresse, pode ajudar a mitigar efeitos nocivos das adversidades climáticas (SANCHES, 2000).

A aplicação de produtos derivados de biotecnologia no mercado global da soja requer uma análise cuidadosa e integrada dos aspectos regulatórios, sociais, econômicos e ambientais, bem como uma comunicação efetiva e transparente entre os diferentes atores envolvidos, como os produtores, os consumidores, os governos, as empresas, as organizações e as instituições de pesquisa (VIEIRA FILHO et al., 2016).

Os bioestimulantes inserem-se também no contexto de promover o estabelecimento do estande de plantas desejado, conforme a recomendação de cada cultivar, fazendo parte de práticas de manejo adequadas. (XAVIER et al., 2015). Plântulas vigorosas conseguem captar mais luminosidade realizando uma taxa fotossintética maior e aumento do índice de área foliar. Logo, o maior sombreamento da superfície do solo promove redução da evaporação, tornando o ambiente mais favorável para o desenvolvimento vegetal (OLIVEIRA et al., 2019).

Neste trabalho foram utilizados bioestimulantes à base de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*), cujos efeitos em plantas têm sido atribuídos ao seu conteúdo hormonal, aos micronutrientes e/ou à presença de polissacarídeos específicos de algas, betaínas, poliaminas e compostos fenólicos que, sozinhos ou em conjunto, são capazes de provocar efeitos fenotípicos positivos (DE SAEGER, et al., 2020).

Também foram utilizados bioestimulantes à base de hormônios naturais, como brassinosteroides e triacantol. Os brassinosteroides são componentes lipídicos da família dos esteróis, encontrados em algas, gimnospermas e angiospermas, e que servem como hormônios de plantas assim como o estrogênio e a testosterona fazem em animais (TAIZ et al., 2016) e fazem parte dos nove hormônios principais das plantas, junto com as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, jasmonatos,

ácido salicílico e estrigolactonas, que regulam o desenvolvimento vegetal atuando na divisão, alongamento e diferenciação celular, além da fotomorfogênese, germinação, desenvolvimento reprodutivo, senescência foliar e resposta a estresses abióticos (TAIZ et al., 2016). O triacantol, por sua vez, possui atividades regulatórias no crescimento e desenvolvimento das plantas (KHRIPACH et al., 1998), melhora a absorção de Nitrogênio (BOROWSKA, 2011) e aumenta a concentração de pigmentos fotossintéticos e assimilação de CO₂ (KUMARAVELU, 2000).

Outro grupo de bioestimulantes utilizado nesse trabalho foram os aminoácidos. Os produtos comerciais contendo aminoácidos são usados como um método moderno e sustentável para melhorar o crescimento e desenvolvimento de plantas, a produtividade e a eficiência de uso de nutrientes (CARUSO et al., 2019; ROUPHAEL & COLLA, 2020), bem como na resistência a diversos tipos de estresses abióticos (DESOKY et al., 2021).

2.3 Estresse hídrico

A água é um recurso de extrema importância para o desenvolvimento das plantas, pois atua em vários processos fisiológicos, dentre eles o processo fotoquímico da fotossíntese, no transporte e absorção de nutrientes, sendo, portanto, um recurso indispensável para o desenvolvimento dos vegetais e está presente desde os primórdios da agricultura. É considerada como fundamental constituinte vegetal, pois compreende cerca de 90 a 95% da biomassa verde das plantas, e se faz significativa para a manutenção funcional dos tecidos, células e organismo (TAIZ & ZEIGER, 2016; CHAVARRIA & SANTOS, 2012).

Dentre os métodos em que plantas necessitam para crescer, a água é o mais predominante e o mais restritivo, pois ela é o principal meio de vida e sem ela as plantas não conseguem completar seus processos fisiológicos para se manter no ambiente. Há muitos fatores que podem interferir no desenvolvimento natural das plantas, dentre eles a estiagem e a má disponibilidade de água, condições que acarretam o estresse hídrico. Segundo Jones e Jones (1989), o estresse, em visão geral, pode ser definido como uma pressão excessiva de algum meio adverso que tende a dificultar o funcionamento normal do sistema. Para a botânica, o estresse é

concebido como um desvio significativo dos padrões normais para a vida da planta resultando então em mudanças (BLUM et al., 1991).

O estresse hídrico ou déficit hídrico se conceitua na falta de água no solo para a demanda, o que leva a absorção de água e alguns nutrientes pelo sistema radicular da planta a ser reduzido, causando prejuízos. Todas as plantas precisam de água para germinar, se desenvolver e produzir normalmente, e sua falta possui vários efeitos diante ao crescimento vegetal, atrapalhando etapas como a inibição da fotossíntese, expansão radicular e outros, em casos extremos a falta de água no solo para a demanda pode levar ocorrer a morte da planta, já que a escassez causa o fechamento dos estômatos como forma de defesa, para que haja redução da transpiração, mudanças anatômicas, alteração fotossintética e murchamento da folha (MARENCO; LOPES, 2005).

O período em que o déficit hídrico pode ser observado de forma mais comum é no período da seca o qual a água presente no solo não é suficiente e as raízes das plantas não conseguem absorvê-la, causando uma redução das atividades fisiológicas resultando em plantas menores e mais fracas, sendo que se o grau de falta de água se manter por longos períodos pode acarretar a morte da planta (CAVALCANTE et al., 2009).

O estresse hídrico interfere na germinação das sementes, sendo que a quantidade de água para a germinação não é exata, ou fácil de se determinar, podendo variar de acordo com a espécie (SOUZA et al., 2017). O processo pelo qual a semente retoma sua atividade metabólica através da absorção de água é chamado de embebição e esta etapa é fundamental para a germinação, pois através dela se inicia a retomada da atividade metabólica, colaborando com processos de mobilização e assimilação das reservas para o crescimento do embrião. A velocidade de embebição, depende de cada espécie, devido as diferenças na composição química, e a permeabilidade do tegumento (TORRES et al., 2020).

Os efeitos causados pelo estresse hídrico ocasionam mudanças na anatomia, fisiologia e bioquímica das plantas, com grau e intensidade, dependendo do tipo de planta e do período de duração as quais foram submetidas ao estresse (ARAÚJO et al., 2010), afetando assim todas as fases do desenvolvimento vegetal. Mas há plantas que são adaptadas para suportar o período de estiagem, tendo desenvolvido estratégias fisiológicas e morfológicas para sobreviver, sendo resistentes à seca (DOSS et al., 2009).

Com base na importância das plantas, em especial para produção agrícola, torna-se indispensável informações que visem analisar o desempenho de grupos de plantas em condições de disponibilidade hídrica, para que haja um entendimento pleno do efeito da seca na produção e as adaptações que as plantas adquirem quando submetidas ao estresse. Portanto, compreender as respostas fisiológicas de diferentes grupos diante de fatores ambientais, como a falta de água no solo, proporciona um fator essencial para avaliar e minimizar os problemas no cultivo e entender sobre o desenvolvimento das plantas e como cada grupo se adapta mediante ao estresse (CAMPOS et al., 2021).

Desta forma, folhas menores em tamanho, enroladas, murchas, com raízes mais longas e alterações no número de perfis são efeitos visíveis da disponibilidade hídrica nas forragens. Fisiologicamente há os fechamentos estômatos, diminuição foliar e aceleração do processo de senescência, que é o processo natural de envelhecimento das folhas, sendo que isto acontece pois o solo seco não fornece nitrogênio suficiente para as necessidades do crescimento da cultura e o nitrogênio presente na planta é realocado das folhas mais velhas para os pontos de crescimento e folhas novas (CAMPOS et al., 2021).

3 CAPITULO I

Bioestimulantes no desenvolvimento inicial da soja em condição de estresse hídrico

3.1 Introdução

O estabelecimento inicial da cultura da soja no campo é um dos principais fatores que irá interferir no posterior desenvolvimento e produtividade. Uma emergência rápida e homogênea vai proporcionar um estabelecimento uniforme das plântulas no campo. A utilização de sementes de baixa qualidade fisiológica ou submetidas a condições adversas no campo, terão maior dificuldades em se desenvolver nessas condições estressantes (AUMONDE et al., 2017).

Dentre os fatores que influenciam na produtividade podemos citar a instabilidade climática, a qual interfere de forma sistemática no sucesso do cultivo da soja, incluindo também a fase de estabelecimento do estande inicial dessa cultura. Dentre esses estresses limitantes, se destaca o déficit hídrico, de maneira mais contundente durante a fase de germinação. A indisponibilidade de água nessa fase pode implicar que a semente não complete o processo de germinação, ou que o faça de forma mais lenta e desuniforme entre as plântulas, comprometendo as fases posteriores do desenvolvimento (KHAN et al., 2016).

Alguns produtos aplicados através do tratamento de sementes podem trazer, além do efeito protetor, certos tipos de efeitos na fisiologia da planta, podendo auxiliar no crescimento inicial como também no desenvolvimento das plantas, sendo denominados bioativadores (DAN et al., 2012). Estas são substâncias complexas modificadoras do crescimento e podem atuar em fatores de transcrição, além da expressão gênica, em proteínas da membrana e em enzimas metabólicas, sendo capazes de afetar o metabolismo secundário, de modo que possa melhorar a nutrição e a síntese hormonal (CASTRO & PEREIRA, 2008).

Diversos estudos vêm demonstrando os efeitos positivos de bioestimulantes aplicados via semente, via foliar e nas duas formas combinadas, resultando em efeitos positivos para a massa seca de flores e raízes, e na razão entre raiz e parte aérea da soja (KLAHOLD et al., 2005). Da mesma maneira, a massa seca de raiz e da parte aérea das plântulas de soja tiveram incremento pela aplicação de

bioestimulante hormonal utilizado em tratamento de sementes (MUNIZ & SILVA, 2020). Esse experimento, portanto, objetiva avaliar o efeito do uso de bioestimulantes em tratamento de sementes no desenvolvimento inicial da soja na condição de estresse hídrico.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do campus da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, no município de Capão do Leão-RS. Foram utilizados vasos de 4,6 L de volume, contendo substrato composto por solo do tipo Planossolo, proveniente do horizonte A1 peneirado. A semeadura foi realizada com 7 sementes por vaso na profundidade de 15 mm e raleio após a emergência, deixando 3 plântulas viáveis por vaso.

Foram adotados dois regimes hídricos, sendo o primeiro com 100% de capacidade máxima de retenção de água no vaso (CMRAV) e o segundo com uma restrição hídrica (RH) de 50% da CMRAV durante 4 dias, iniciados aos 25 dias após a emergência (DAE). O volume de água para alcançar a CMRAV foi determinado pela diferença de massa entre o vaso contendo solo totalmente seco e o vaso com solo úmido, após o encharcamento e drenagem do excesso de água. O volume de água determinado para alcançar a CMRAV e 50% da CMRAV (RH) em cada vaso foi respectivamente de 600 mL e 300 mL de irrigação por vaso, ou 18% e 9% de relação m/v. As irrigações foram realizadas diariamente, ao longo de toda duração do experimento, independentemente da evapotranspiração.

A semeadura foi realizada no dia 01/03/2024 com sementes de soja da variedade BMX 64I61RSF IPRO. Todos os vasos receberam irrigação abundante para garantir o completo estabelecimento das plantas em todos os vasos. O início das irrigações para alcançar a CMRAV aconteceu após a plena emergência das plântulas, aos 7 dias após a semeadura (DAS), no dia 08/03/2024, sendo que o raleio das plantas nos vasos ocorreu no dia 18/03/2024 (10 DAE).

A restrição hídrica (RH) foi imposta entre os dias 02 e 05/04/2024 (25 a 28 DAE), quando as plantas se encontravam entre os estádios V4 e V5. O experimento foi encerrado no dia 19/04/2024 (42 DAE).

O tratamento de sementes foi realizado com os bioestimulantes Radifarm® e Epívio®, de acordo com a ordem e doses da Tabela 1. Radifarm® é um composto à

base de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*), enquanto o Epívio® é um produto que tem em sua composição hormônios naturais brassinosteroides e triacantol, vitaminas B1, B2 e B6, glicosídeos e nutrientes (N, Fe e Zn). As características e modo de ação desses bioestimulantes estão descritas no item 2.2 do referencial teórico deste trabalho (p.16 e 17).

Tabela 1 Tratamentos utilizados no experimento de casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2024.

	Tratamento	Dose (mL)*	Regime Hídrico**
1	Testemunha		CMRAV
2	TS Radifarm	150	CMRAV
3	TS Epívio	200	CMRAV
4	TS Radifarm + Epívio	150 + 200	CMRAV
5	Testemunha		RH (50% CMRAV)
6	TS Radifarm	150	RH (50% CMRAV)
7	TS Epívio	200	RH (50% CMRAV)
8	TS Radifarm + Epívio	150 + 200	RH (50% CMRAV)

*Tratamento de sementes. Doses determinadas por 100 kg de sementes.

**CMRAV = Capacidade máxima de retenção de água no vaso / RH = restrição hídrica.

Aos 42 DAE foram avaliados os parâmetros de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR), em gramas, das 3 plantas de cada vaso. As plantas de soja foram retiradas dos vasos, mantendo a integridade da parte aérea e raízes com auxílio água corrente, e deixadas secar à sombra por 21 dias, até que estivessem totalmente desidratadas. A parte aérea foi separada das raízes na altura do colo com uma tesoura e as massas determinadas com uso de balança digital.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos inteiramente casualizados (DIC) com 8 tratamentos e 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e, havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Resultados e discussão

A análise de variância apresentada na Tabela 2, mostrou que houve interação entre o regime hídrico e o tratamento de sementes. Portanto, foi necessário desdobrar a interação com análises complementares de comparação das médias para cada um dos fatores separadamente, uma vez que as variáveis (regime hídrico e tratamento de sementes) são qualitativas.

Observando a Tabela 3, verificou-se que não houve diferença para os dois regimes hídricos (CMRAV e RH), tampouco entre os tratamentos de sementes, para a produção de massa seca da parte aérea (MSPA).

Estudos realizados por Castro et al. (2008) e Melo et al. (2021), utilizando bioestimulantes no tratamento de sementes de soja, concluíram que os produtos não proporcionaram maior crescimento da parte aérea da soja. No entanto, em ambos os casos observaram que as condições mais controladas de temperatura e umidade presentes na casa de vegetação podem ter contribuído para que as plantas apresentassem desenvolvimento semelhantes quando avaliadas nestas condições, igualmente ao que pode ter acontecido neste experimento.

Por outro lado, na variável massa seca raiz (MSR), o regime hídrico foi um fator de variação que mostrou diferença significativa, sendo que a soja conduzida em CMRAV foi superior em relação às plantas com RH, uma vez que o regime de CMRAV mostrou maior desenvolvimento de raízes (Figura 1). Isto demonstra que a disponibilidade de água é fator decisivo para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas.

Em condição de restrição hídrica (RH), a testemunha não submetida ao tratamento de semente com bioestimulantes, produziu menor valor de massa seca de raízes (MSR), quando comparado aos tratamentos com Radifarm, Epívio ou a mistura de ambos, mostrando que os bioestimulantes foram capazes de melhorar a performance das plantas para produção de raízes na condição de restrição hídrica do experimento (Figura 1).

O resultado parcialmente corrobora aquele obtido por Colman et al. (2012), que não encontrou diferenças significativas para a MSPA e MSR após tratamento de sementes com bioestimulantes. Em outro experimento, também não foi observada diferença significativa para essas duas variáveis aos 14 e 58 DAE após tratamento de sementes com bioestimulante (KLAHOLD, 2005). Por outro lado, experimento

conduzido a campo em Rio Verde-GO demonstrou efeito positivo na MSPA da soja com o uso de bioestimulantes no tratamento de sementes (SANTINI et al., 2015).

É possível observar que existe uma variabilidade de resultados para MSPA e MSR após o uso de bioestimulantes em tratamento de sementes entre diferentes autores. Como o presente experimento foi instalado em casa de vegetação, é importante ressaltar que, em condições de campo, a variabilidade das condições climáticas, associadas ao comportamento do solo, pode resultar em efeito do bioestimulante sobre a fisiologia das plantas (MARTINS et al., 2016).

Conforme é conhecido, plantas oriundas de sementes tratadas com bioestimulantes podem evidenciar redução da taxa transpiratória e aumento na eficiência no uso da água (VAN OOSTEN et al., 2017). As médias que apresentaram maior desempenho nos dois regimes hídricos, foi com o uso do bioestimulante Radifarm®, isolado ou em associação com Epívio®. Isto é atribuído à eficiência do controle estomático proporcionado pelo potássio presente na formulação desse bioestimulante, e pelo aumento no volume de raízes resultante da presença de precursores de fitormônios presentes no produto (BHUPENCHANDRA et al., 2022).

Tabela 2 Resumo da análise de variância para as variáveis Massa Seca de Raízes (MSR) e MSPA (MSPA) em diferentes regimes hídricos, casa de vegetação. Capão do Leão-RS, 2024.

F.V.	GL	Quadrado da Média	
		MSR	MSPA
Regime Hídrico	1	0,938*	0,018 ^{ns}
TS	3	0,169*	0,168 ^{ns}
Interação	3	0,097*	0,045 ^{ns}
Blocos	3	0,026	0,005
Resíduo	21	0,031	0,058
Total	31		
C.V. (%)		22,42	17,93

*Significativo em nível de 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo.

Tabela 3 Média da massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de soja submetidas a dois regimes hídricos. Capão do Leão, 2024.

Tratamentos	CMRAV	RH
Testemunha	1,550 Aa	1,268 Aa
Radifarm	1,320 Aa	1,365 Aa
Epívio	1,430 Aa	1,185 Aa
Radifarm + Epívio	1,355 Aa	1,258 Aa

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo Teste de Duncan ($\leq 5\%$).

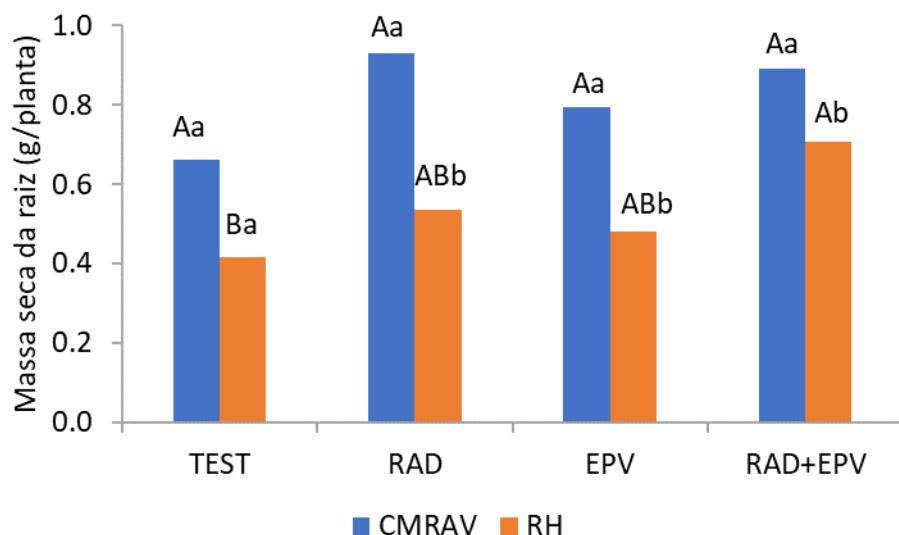


Figura 1 Resultados médios do tratamento com bioestimulantes da variável massa seca de raiz (MSR) de plantas de soja submetidas a dois regimes hídricos.

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas para o regime hídrico e minúsculas para os tratamentos, não diferem entre si pelo Teste de Duncan ($\leq 5\%$).

3.4 Conclusão

Neste trabalho, as plantas de soja submetidas à restrição hídrica (RH) apresentam índice de massa seca de raízes inferior àquelas mantidas em condição de disponibilidade adequada de água (CMRAV), sendo observado efeito dos bioestimulantes no crescimento de raízes em condição de restrição hídrica.

4 . CAPITULO II

Bioestimulantes no desenvolvimento da soja a campo

4.1 Introdução

A soja (*Glycine max (L.) Merrill*) é uma das principais culturas oleaginosas produzidas e consumidas em todo o mundo (MENGISTU et al., 2018). Os bioestimulantes, podem estimular o crescimento vegetal na cultura mediante uma maior divisão celular, aumentando a capacidade de absorção de nutrientes minerais, essenciais para a produtividade das culturas (BERTOLIN et al., 2008).

Assim sendo, vale ressaltar a importância de pesquisas acerca da tecnologia de sementes. Pois, a garantia de sucesso da implantação de uma lavoura está intimamente ligada à semente, visto que a condição fisiológica desta infunde no estande inicial, na adaptação as condições do ambiente e na supressão de plantas invasoras (KRZYZANOWSKI et al., 2018). Ainda se tratando da indústria de sementes, uma técnica que tem sido utilizada é o tratamento químico com fungicidas e inseticidas. Esse método visa proteção da semente contra pragas iniciais da cultura (RICHETTI; GOULART, 2018).

Atrelada ao uso de químicos, ocorre também a utilização de micronutrientes e bioestimulantes no tratamento *on farm*, visando potencializar o arranque inicial das plantas, melhorando índices de velocidade de emergência, uniformidade no estande, tamanho médio de raízes e de parte aérea. No tocante aos bioestimulantes, sua importância tem sido crescente na agricultura nas últimas décadas, embora a participação da América Latina nesse mercado represente apenas 13% (STADNIK et al., 2017).

Apesar do seu uso crescente, não se tem uma definição específica para os bioestimulantes, a legislação que mais se aproxima da definição diz que são substâncias que estimulam os processos nutricionais das plantas (CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2019). Na literatura são definidos como substâncias, advindas de algas e microrganismos, sintéticas ou naturais que incitam a absorção e eficiência dos nutrientes, sendo sua aplicação viável via semente, solo ou ainda foliar (FRASCA et al., 2020).

Entretanto, o uso desses produtos ainda se mostra incoerente, tendo resultados divergentes, dependendo do produto aplicado, da dose, das avaliações estudadas, do genótipo, da cultura e do momento da aplicação. Além disso, estresses abióticos também exercem influência na ação de tais insumos (SHUKLA et al., 2019).

A utilização de extrato de algas como bioestimulante em plantas cultivadas pode gerar múltiplos benefícios, que foram relatados como aumento do enraizamento e do rendimento de colheita, tolerância a geadas, seca e salinidade, atividade fotossintética aprimorada e resistência a doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. Portanto, podem ser utilizados com uma alternativa ou utilizados em conjunto com produtos sintéticos para manutenção dos níveis de produção agrícola no futuro (SHARMA et al., 2014). Em trabalho realizado com o bioestimulante Megafol®, composto de macroalgas da espécie *Ascophyllum nodosum*, os resultados demonstraram a sua eficiência em reduzir os danos relacionados ao estresse hídrico em plantas de tomateiro (PETROZZA et al., 2014).

Da mesma maneira, em recente revisão bibliográfica, Castillo Sánchez (2022) destaca que a aplicação de aminoácidos livres em plantas cultivadas acelera a resposta de tolerância a estresses abióticos dos cultivos, reduzindo as perdas de rendimento causadas por esses eventos, bem como bem como a aplicação de aminoácidos produz respostas rapidamente visíveis, observando-se plantas mais vigorosas. Os principais aminoácidos utilizados na agricultura são o L-glutâmico, a L-glicina, o ácido L-aspártico, a L-alanina e a L-arginina.

Em soja, Bertolin et al. (2010), verificaram que os bioestimulantes proporcionaram incremento no número de legumes por planta e na produtividade de grãos, tanto em aplicação via sementes, quanto via foliar. Todavia, a maior produtividade não está relacionada ao maior crescimento da parte aérea, como altura das plantas, ramos laterais, altura de inserção do primeiro legume, dentro outros. Também verificaram que as maiores produtividades de grãos foram observadas com a aplicação de bioestimulantes na fase reprodutiva. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de bioestimulantes aplicados pela via foliar no desenvolvimento da soja.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Caracterização dos experimentos de campo: FASE I

Foi conduzido um experimento de campo no ano agrícola 2022/23 no Centro Agropecuário da Palma/UFPEL, município de Capão do Leão-RS, coordenadas 31° 45' 46" S e 52° 29' 02" O, clima subtropical (Cfa), altitude de 48 metros. O solo do local foi caracterizado como um Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008), que possui como característica um horizonte A com elevado teor de areia e logo abaixo um horizonte B textural com elevado teor de argila, acarretando taxas de infiltração de água reduzida com tendência ao encharcamento e condições de anaerobiose e hipoxia.

Foram utilizadas sementes de soja da cultivar BMX 64I61RSF IPRO com a semeadura realizada em sistema de plantio direto no dia 01/12/2022, após dessecação da cobertura com herbicida Glifosato (2,0 L/ha). A colheita foi realizada em 16/04/2023.

Foram utilizados dois tipos de bioestimulantes em aplicação foliar, Megafol® e Quantis®, cujas características e modo de ação estão descritas no item 2.2 do referencial teórico deste trabalho (p.16 e 17). Os tratamentos, doses, composição dos produtos e estádio da aplicação estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 Tratamentos utilizados no experimento de campo. Capão do Leão-RS, 2023.

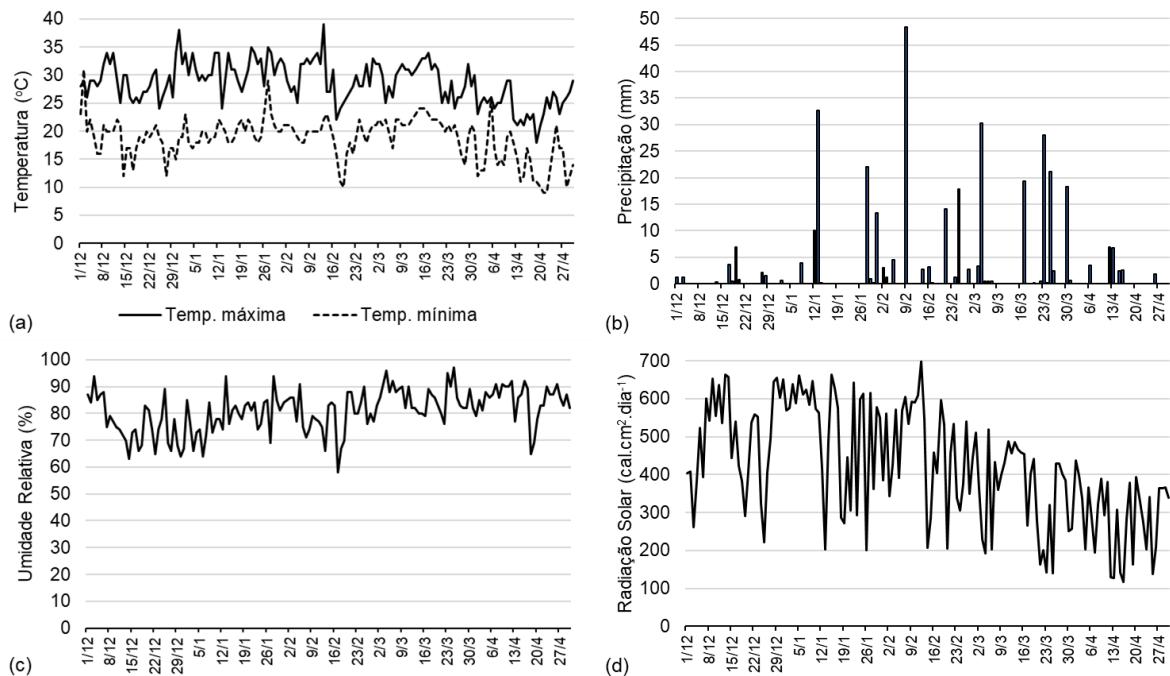
Tratamentos	Composição	Dose (L/ha)	Estádio de Aplicação*
1 Testemunha	Sem aplicação	xxx	xxx
2 Megafol	Extrato de algas (<i>Ascophyllum nodosum</i>); Betaína; Vitaminas; K ₂ O 8%; C 9%; N 3%	1,0	V4
3 Quantis	Aminoácidos (asparagina, glutamina, alanina, treonina, valina e serina); Extrato de levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>); K ₂ O 9%; C 15%; N 1%	2,0	V4
4 Megafol + Quantis	Vide composição correspondente acima	1,0 + 2,0	V4

*Aplicações foliares

A pulverização dos tratamentos foi realizada no dia 04/01/2023, aos 27 dias após a emergência (DAE) da cultura, quando a soja estava em estádio V4, utilizando-se um equipamento costal manual marca Jacto XP 12L, de pressão variável, dotado de lança com uma ponta tipo leque plano. O equipamento e a velocidade de aplicação foram regulados para um volume de calda médio de 200 L/ha.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com 4 tratamentos e 5 repetições, com unidades experimentais compostas por parcelas de 10 m² (5 m de comprimento X 2 m de largura), contendo 4 linhas de semeadura com espaçamento de 50 cm entre linhas.

As condições climáticas durante o período de condução do experimento estão descritas na Figura 2.



4.2.2 Variáveis resposta: FASE I

Foram coletadas aleatoriamente 25 plantas por parcela no momento da maturação (R8), em 16/04/2023, para determinar o número de plantas por metro (NPM), número de vagens por ramificação (NVR), número de vagens da haste

principal (NVHP), número de legumes com 1 semente (Leg1), número de legumes com 2 sementes (Leg2), número de legumes com 3 sementes (Leg3), número de legumes com 4 sementes (Leg4) e número de nós da haste principal (NNHP).

4.2.3 Procedimentos estatísticos: FASE I

Os dados avaliados foram submetidos à análise de variância e, havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.4 Caracterização dos experimentos de campo: FASE II

Foi conduzido um estudo no município de Cambé-PR, coordenadas 23º 14' 32" S e 51º 15' 1" O, clima subtropical (Cfa), altitude de 600 metros. O solo do local foi caracterizado como um Latossolo Vermelho-Escuro, distrófico e de elevada acidez, argilas de baixa atividade química e presença de óxidos de ferro e alumínio. Possui como característica um horizonte A com alto teor de argila e matéria orgânica, e um horizonte B profundo e poroso.

Foram utilizadas sementes de soja da cultivar BMX 64I61RSF IPRO, sendo a semeadura realizada em sistema de plantio direto, após a dessecação da cobertura anterior com herbicida Glifosato (1,5 L/ha), no dia 23/10/2023. A colheita foi realizada em 24/02/2024.

Os tratamentos utilizados foram os mesmos citados na FASE I (no município de Capão do Leão-RS), um bioestimulante à base de extrato de algas (Megafol®) e um outro bioestimulante à base de aminoácidos (Quantis®), conforme a Tabela 5.

A pulverização dos tratamentos em Cambé-PR foi realizada quando a cultura estava em V4, aos 18 DAE no dia 28/11/2023. Para as aplicações, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, dotado de uma barra com 4 pontas tipo leque plano modelo XR Teejet 110.02VS, numa pressão constante de 4 bar e um volume de calda equivalente a 200 L/ha.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com 4 tratamentos e 5 repetições, com unidades experimentais compostas por parcela de 12 m² (6 m de comprimento X 2 m de largura), contendo 4 linhas de semeadura com espaçamento de 50 cm entre linhas.

As condições climáticas durante o período de condução do experimento em Cambé-PR estão descritas na Figura 3.

Tabela 5 Tratamentos utilizados nos experimentos de campo. Cambé-PR, 2024.

Tratamentos		Composição	Dose (L/ha)	Estádio de Aplicação*
1	Testemunha	Sem aplicação	xxx	xxx
2	Megafol	Extrato de algas (<i>Ascophyllum nodosum</i>); Betaína; Vitaminas; K ₂ O 8%; C 9%; N 3%	1,0	V4
3	Quantis	Aminoácidos (asparagina, glutamina, alanina, treonina, valina e serina); Extrato de levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>); K ₂ O 9%; C 15%; N 1%	2,0	V4
4	Megafol + Quantis	Vide composição correspondentes acima	1,0 + 2,0	V4

*Aplicações foliares

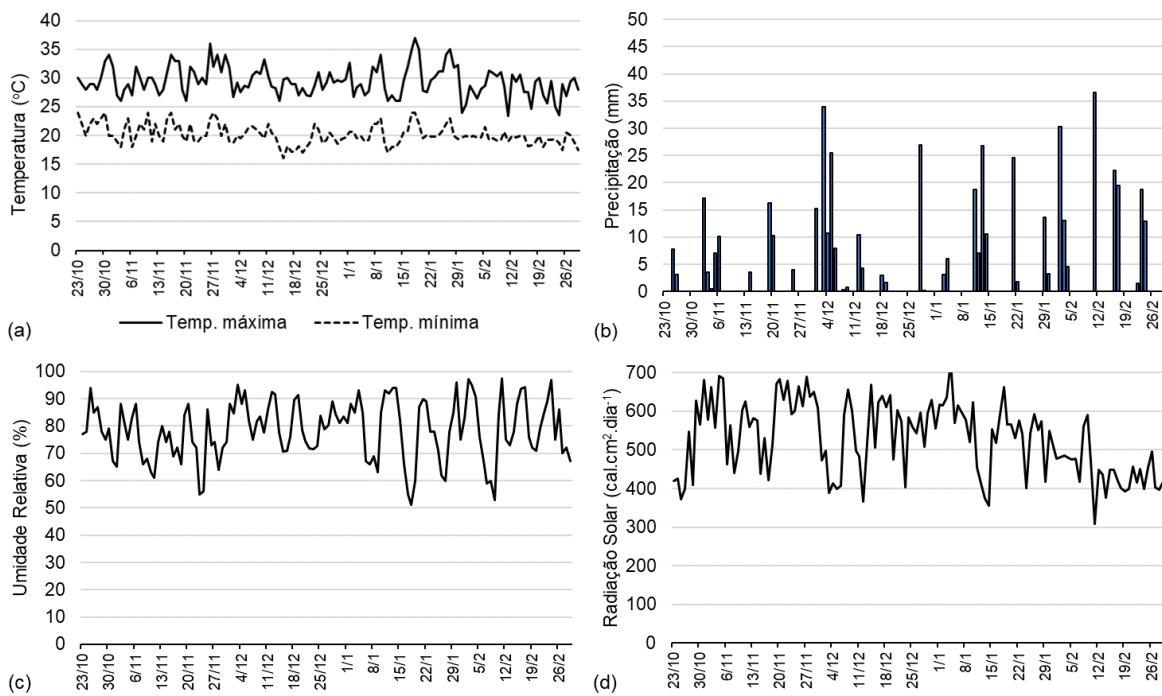


Figura 3 Dados meteorológicos durante a condução do experimento (01/12/22 a 16/04/23). Sendo: (a) temperaturas máximas e mínimas (°C), (b) precipitação (mm), (c) umidade relativa do ar (%) e (d) radiação solar (cal.cm².dia⁻¹). Fonte: IDR-Paraná

4.2.5 Variáveis resposta: FASE II

No experimento de Cambé-PR, foram avaliadas as variáveis porcentagem de fechamento da entrelinha aos 31 e 46 DAE (FECH1 e FECH2), analisando-se as duas linhas centrais de cada parcela e conferindo nota visual de zero a 100% de fechamento da entrelinha.

Aos 47 DAE foi avaliado o parâmetro Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development), através da média de 25 folhas completamente expandidas do terço superior da planta, amostradas aleatoriamente por parcela. Para determinar o índice SPAD, considerado uma medida indireta e não destrutiva do teor de clorofila na folha, que permite leituras instantâneas, práticas, de baixo custo e realizada à campo (JESUS & MARENCO, 2008; VEIGA et al., 2009), foi utilizado um medidor portátil de clorofila marca Minolta, modelo SPAD-502 PLUS.

Aos 117 DAE foi realizada a coleta das plantas inteiras (parte aérea e raiz) de duas linhas centrais de cada parcela e avaliados os seguintes parâmetros:

- a) Altura das plantas (ALT), em centímetros, através da média de 25 plantas amostradas aleatoriamente, por parcela. As medidas foram realizadas com auxílio de uma fita métrica, disposta na altura do colo da planta e estendida até o ápice da haste principal;
- b) Diâmetro da haste principal (DIAM), em milímetros, através da média de 25 plantas amostradas aleatoriamente, por parcela. Utilizou-se um paquímetro digital, tomando-se as medidas logo abaixo do primeiro nó do caule;
- c) Número de ramificações (RAM), através da média de 25 plantas amostradas aleatoriamente, por parcela;
- e) Massa seca das raízes (MSR), em gramas, de 25 plantas amostradas aleatoriamente, por parcela. As raízes foram limpas em água corrente e separadas da parte aérea na altura do colo das plantas, com auxílio de uma tesoura de poda, e deixadas secar à sombra por 28 dias, em barracão com boa circulação de ar, até que estivessem totalmente desidratadas. A massa seca determinada com uso de balança digital;
- f) Número de legumes (LEG) em 25 plantas, amostradas aleatoriamente, por parcela;

g) Peso de mil sementes (PMS), em gramas; e
 h) Rendimento de colheita, através da coleta de plantas das duas linhas centrais de cada parcela, descartando-se 50 cm de cada bordadura, representando uma área amostral de 5 m² (5 m lineares X 2 linhas X 50 cm de espaçamento). Foi utilizada uma trilhadeira mecânica estacionária para debulha das vagens e a umidade das sementes de cada amostra foi determinada utilizando-se um medidor portátil por indução elétrica marca Farmex MT-Pro. A massa de sementes foi pesada e a umidade corrigida para 13%, para então ser transformada em kg/ha.

4.2.6 Procedimentos estatísticos: FASE II

Os dados avaliados foram submetidos à análise de variância e, havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

4.3 Resultados e discussão

FASE I

A análise de variância do experimento de campo de Capão do Leão-RS (Tabela 6) não mostrou diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis NVHP, Leg1, Leg2, NNHP e REND. Estes resultados diferem parcialmente dos encontrados por Marques et al. (2014), onde foram obtidos resultados significativos com uso de bioestimulantes via foliar em diferentes doses nas variáveis número de vagens e número de grãos por plantas.

Estudos realizados em trigo por Rossetto e Simonetti (2012) não encontraram diferenças significativas no uso de extratos de algas e musgos na cultura do trigo, para nenhum dos três tratamentos utilizados. Bontempo et al. (2016), também observaram que o uso de bioestimulantes na cultura da soja não apresentou diferenças em relação ao seu desenvolvimento.

A natureza variável e complexa das substâncias bioestimulantes muitas vezes tornam difícil determinar exatamente quais componentes estão desempenhando um

papel fundamental. Estas observações demonstram que a interação dos princípios ativos e o ambiente devem ser mensurados.

Por outro lado, observa-se que o número de vagens por ramificação (NVR) foi significativamente menor quando não se utilizou nenhum tratamento ou quando os produtos comerciais foram utilizados em mistura de tanque, sugerindo a possibilidade de haver um antagonismo entre os produtos utilizados, quando avaliado o NVR (Tabela 7).

O número de vagens com três sementes (Leg3) foi significativamente maior quando utilizado o bioestimulante Quantis, à base de aminoácidos. Essa diferença, no entanto, não foi refletida no rendimento de colheita de maneira significativa.

Tabela 6 Resumo da análise de variância para as variáveis Número de Plantas por metro (NPM), Número de vagens por ramificação (NVR), Número de vagens da Haste principal (NVHP), Número de Legumes com 1 semente (Leg1), Número de Legumes com 2 sementes (Leg2), Número de Legumes com 3 Sementes (Leg3), Número de Legumes com 4 Sementes (Leg4), Número de Nós da Haste Principal (NNHP) e Rendimento de Colheita (REND). Capão do Leão-RS, 2023.

FV	GL	Quadrado da Média								
		NVR	NVHP	Leg1	Leg2	Leg3	Leg4	NNHP	REND	
Tratamentos	3	235,681*	32,163 ^{ns}	1,723 ^{ns}	32,241 ^{ns}	155,056*	0,020*	1,283 ^{ns}	108532557,7 ^{ns}	
Blocos	4	251,566	9,490	3,658	35,869	36,839	0,002	0,433	83,281,254,4	
Resíduo	12	279,095	12,252	1,091	19,049	17,488	0,002	0,575	32,818,630,3	
Total	19									
C.V. (%)		20,90	14,00	19,09	22,61	19,01	65,05	7,48	8,89	

*Significativo em nível de 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo.

Tabela 7 Média dos resultados para as variáveis Número de Plantas por metro (NPM), Número de Vagens por Ramificação (NVR), Número de Vagens da Haste Principal (NVHP), Número de Legumes com 1 Semente (Leg1), Número de Legumes com 2 Sementes (Leg2), Número de Legumes com 3 Sementes (Leg3), Número de Legumes com 4 Sementes (Leg4), Número de Nós da Haste Principal (NNHP) e Rendimento de Colheita (REND) (Kg/ha). Capão do Leão-RS, 2023.

Tratamentos	NVR	NVHP	Leg1	Leg2	Leg3	Leg4	NNHP	REND
Testemunha	17B	22A	5A	17A	17B	0B	10A	5890A
Megafol	27A	26A	6A	23A	24AB	2A	10A	6833A
Quantis	31A	28A	5A	19A	29A	0B	11A	6858A
Megafol+ Quantis	17B	25A	5A	19A	19B	1AB	10A	6236A

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Duncan ($\leq 5\%$).

FASE II

Nas condições desse experimento, analisando-se o efeito dos bioestimulantes Megafol e Quantis na cultura da soja, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade em relação aos parâmetros número de ramificações (RAM), massa seca das raízes (MSR) e peso de mil sementes (PMS) (Tabela 8).

Por outro lado, os tratamentos foram significativamente diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis porcentagem de fechamento da entrelinha aos 31 e 46 DAE (FECH1 e FECH2), índice SPAD, altura de plantas (ALT), diâmetro da haste principal (DIAM), número de legumes em 25 plantas (LEG) e rendimento de colheita (REND) (Tabela 8).

Nas avaliações de porcentagem de fechamento da entrelinha, observa-se que na primeira avaliação, aos 31 DAE (FECH1), apenas o tratamento com os produtos Megafol e Quantis, aplicados em associação, diferiu estatisticamente do tratamento testemunha, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 9). Na avaliação seguinte (FECH2), aos 46 DAE, todos os tratamentos foram similares entre si e superiores à testemunha (Tabela 9).

Em relação ao Índice SPAD, os tratamentos com os produtos Quantis e a mistura de Megafol + Quantis apresentaram médias superiores que a testemunha (Tabela 9). Ao analisarmos o parâmetro para altura das plantas (ALT), todos os tratamentos foram superiores ao tratamento testemunha, sendo a mistura Megafol + Quantis, em associação, superior aos demais (Tabela 9).

Tabela 8 Resumo da análise de variância para as variáveis Fechamento da Entrelinha aos 31 DAE (FECH1) e 46 DAE (FECH2), Índice SPAD, Altura de Plantas (ALT) e Diâmetro da Haste Principal (DIAM), Número de Ramificações (RAM), Massa Seca de Raízes (MSR), Número de Legumes (LEG), Peso de Mil Sementes (PMS) e Rendimento de Colheita (REND). Cambé-PR, 2024.

FV	GL	Quadrado da Média										
		FECH1	FECH2	SPAD	ALT	DIAM	RAM	MSR	LEG	PMS	REND	
Tratamentos	3	71,3*	47,9*	1,1*	23,9*	0,8*	0,1 ^{ns}	64,3 ^{ns}	17975,1*	35,9 ^{ns}	561539*	
Blocos	4	104,4	23,1	0,6	1,5	0,2	0,5	46,1	20630,3	94,4	24465,7	
Resíduo	12	41,0	11,5	0,5	0,8	0,1	0,1	58,4	9783,5	52,9	30413,3	
Total	19											
C.V. (%)		3,95	1,79	0,78	0,76	1,97	5,1	3,79	4,06	2,72	4,53	

*Significativo em nível de 5% de probabilidade.

ns Não significativo.

Em relação ao diâmetro da haste principal (DIAM), os tratamentos com o produto Quantis isolado e este em associação com o Megafol apresentaram os maiores resultados (Tabela 9). Já no parâmetro número de legumes em 25 plantas (LEG), observa-se que o tratamento com os produtos Megafol e Quantis, aplicados em mistura, foi superior que o tratamento testemunha (Tabela 10).

Para a variável rendimento (REND), e observando-se as médias dos tratamentos (Tabela 10 e Figura 5), quando utilizados de forma isolada os produtos não diferiram entre si e mostraram-se superiores à testemunha. A aplicação foliar em estádio V4 da mistura dos dois bioestimulantes, revelou diferença dos demais tratamentos. Estes resultados indicam que houve um efeito sinérgico entre os produtos utilizados para o tratamento via foliar naquela fase da cultura da soja.

Tabela 9 Média dos resultados para as variáveis % de Fechamento da Entrelinha aos 31 DAE (FECH1), % de Fechamento da Entrelinha aos 46 DAE (FECH2), Índice SPAD, Altura de Plantas em cm (ALT) e Diâmetro da Haste Principal em mm (DIAM). Cambé-PR, 2024.

Tratamentos	FECH1	FECH2	SPAD	ALT	DIAM
Testemunha	78.0 b	91.0 b	42.5 b	57.2 c	7.7 b
Megafol	84.0 ab	97.0 a	43.0 ab	60.3 b	7.8 b
Quantis	82.0 ab	95.0 a	43.3 a	59.4 b	8.4 a
Megafol + Quantis	87.0 a	98.0 a	43.5 a	62.5 a	8.5 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (≤ 5%).

Tabela 10 Média dos resultados para as variáveis Número de Ramificações (RAM), Massa Seca de Raízes em g (MSR), Número de Legumes em 25 plantas (LEG), Peso de Mil Sementes em g (PMS) e Rendimento de Colheita em kg/ha (REND). Cambé-PR, 2024.

Tratamentos	RAM	MSR	LEG	PMS	REND
Testemunha	2.6 a	96.4 a	1180.6 b	129.9 a	3456 c
Megafol	2.8 a	104.2 a	1231.6 ab	133.8 a	3889 b
Quantis	2.8 a	103.6 a	1171.2 b	136.3 a	3860 b
Megafol + Quantis	2.8 a	100.4 a	1302.0 a	132.6 a	4202 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (≤ 5%).

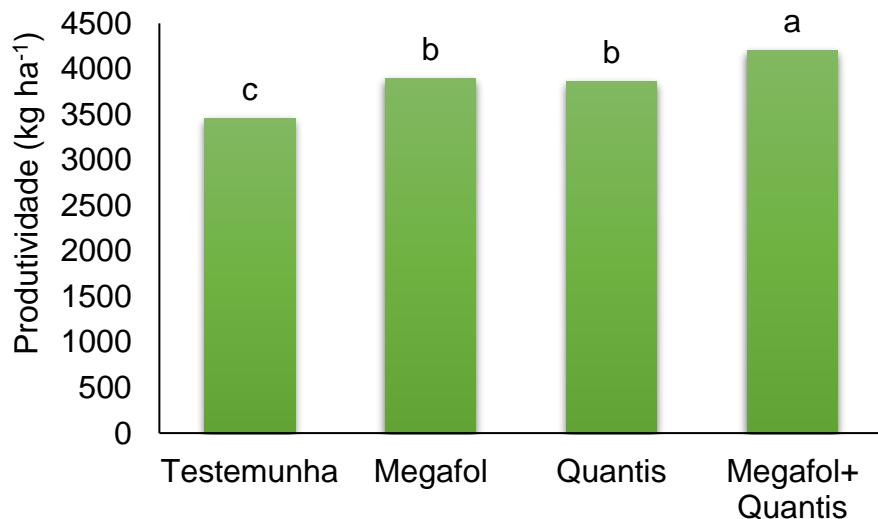


Figura 4 Médias do rendimento a campo no município de Cambé-PR.

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\leq 5\%$).

4.4 Conclusões

FASE I

Neste trabalho, a mistura de bioestimulantes à base de extrato de algas (Megafol) e aminoácidos (Quantis) entrega número de vagens por ramificação menor do que quando os produtos foram aplicados de forma isolada, sugerindo possível antagonismo para a mistura.

O bioestimulante Quantis apresenta resultados positivos para o número de vagens com 3 sementes. No entanto, o uso de bioestimulantes, não proporcionam rendimentos de colheita superiores à testemunha sem tratamento.

Observa-se, portanto, uma tendência de resposta positiva para o uso de bioestimulantes aplicados pela via foliar, porém conclui-se, também, que são necessários mais estudos para avaliar a correlação do comportamento dos bioestimulantes nos componentes de produção com o rendimento de colheita.

FASE II

Neste trabalho, os bioestimulantes Megafol e Quantis, aplicados em associação, proporcionam significativo aumento na porcentagem de fechamento da entrelinha, índice SPAD, altura das plantas, diâmetro da haste, número total de legumes e rendimento de colheita na cultura da soja.

O bioestimulante Megafol, aplicado isoladamente, proporciona significativo aumento na porcentagem de fechamento da entrelinha, altura das plantas e rendimento na cultura da soja.

O bioestimulante Quantis, aplicado isoladamente, proporciona significativo aumento na porcentagem de fechamento da entrelinha, índice SPAD, altura das plantas, diâmetro da haste e produção na cultura da soja.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em condições de restrição hídrica, soja tratada com os bioestimulantes Radifarm e Epívio promove melhor desenvolvimento de raízes.

A combinação de Megafol e Quantis pode reduzir o número de legumes por ramificação, sugerindo antagonismo. Os bioestimulantes mostram resposta positiva em condições de campo e vegetação.

Os bioestimulantes Megafol e Quantis, aplicados juntos ou separadamente via foliar, aumentam significativamente o fechamento da entrelinha, índice SPAD, altura de plantas, diâmetro da haste, número de legumes e produção da soja. Megafol aplicado sozinho melhora o fechamento da entrelinha, altura das plantas e rendimento, enquanto Quantis sozinho também melhora esses aspectos e o índice SPAD.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, L. P.; BRACMRAVINI, A. L.; ÁVILA, M. R.; BARBOSA, M. C.; RICMRAVI, T. T.; ALBRECHT, A. J. P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 10, p. 191-198, 2009.
- ARAÚJO NETO, J. C.; TEIXEIRA, J. D.; NEVES, M. I. R. S.; MELO, L. D. F. A.; FERREIRA, V. M. Caracterização morfométrica, germinação e conservação de sementes de *Triplaris brasiliiana* cham. (polygonaceae). *Ciência Florestal*, v. 28, n. 3, p. 949-959, 2018.
- ARAUJO, A. V. et al. Germinação, vigor e sanidade de sementes de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) obtidas de frutos coletados no solo e na planta. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v.11, n.2, p.170-175, 2010.
- AROCA, R. Plant responses to drought stress. From morphological to molecular features. Berlin: Springer-Verlag, p. 1-5, 2012
- AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; VILLELA, F. A. *ESTRESSES AMBIENTAIS E A PRODUÇÃO DE SEMENTES: Ciência e Aplicação*. 1. ed. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2017. v. 1. 313p.
- BERTOLIN, D. C.; ESTÁQUIO DE SÁ, M.; ARF, O.; JUNIOR, E. F.; COLOMBO, A. de S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. *Bragantia*, v. 69, p. 339-347, 2010.
- BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E. DE; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. DE. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. *Bragantia*, Campinas, v.69, n.2, p.339-347, 2010.
- BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; HAGA, K. Y.; ABRANTES, F. L.; NOGUEIRA, D. C. Efeito de bioestimulantes no teor e no rendimento de proteínas de grãos de soja. *Agrarian*, v.1, n.2, p.23-34, 2008.
- BESSA, M. M.; VENTURA, M. V. A.; ALVES, L. S. Sementes crioulas: construção da autonomia camponesa. *Cadernos de Agroecologia*, Porto Alegre, v.11, n.2, 2017.
- BHUPENCHANDRA, I. et al. Role of biostimulants in mitigating the effects of climate change on crop performance. [S. I.]: Frontiers Media S.A., 2022.
- BLUM, L. E. B. et al. Fitopatologia o estudo das doenças de plantas. Brasília: Otimismo, 170p., 2006.
- BONTEMPO, A. F. et al. Influência de bioestimulantes e nutrientes na emergência e no crescimento inicial de feijão, soja e milho. *Revista brasileira de milho e sorgo*, [s. I.], v. 15, n. 1, p. 86–93, 2016.
- BOROWSKA, N. et al, Effect of trilacontanol on the productivity of yellow lupin, *Journal of Central European Agriculture*, 12(4), 680-690. 2011.

- BRACMRAVINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SCAPIM, C. A.; BRACMRAVINI, M. C. L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, 1999.
- BRITO, D., DA SILVA, G. N.; DA SILVA LEÃO, A. P. Estratégias de logísticas para o setor exportador de soja no brasil. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar*-ISSN 2675-6218, 4(7), e473595-e473595, 2023.
- BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Volumes de pulverização no tratamento industrial sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja com diferentes níveis de vigor. *Journal of Seed Science*, v. 39, n. 2, p. 174-181, 2017
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. v. 1-2, n. 383, p. 3-41, 2014.
- CAMPOS, A. J. M. et al. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. *Investigação, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. I.], v. 10, n. 15, 2021. DOI: 10.33448/rsdv10i15.23155.
- CAMPOS, A. J. M.; SANTOS, M.; NACARATH, I. R. F. F. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, e311101523155, 2021.
- CARUSO, G. et al. Yield and nutritional quality of Vesuvian Piennolo tomato PDO as affected by farming system and biostimulant application. *Agronomy*, v. 9, n. 9, p. 505, 2019.
- CASTILLO SÁNCHEZ, E. J. Importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. BABAHOYO: UTB, 2021.
- CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [s. I.], v. 43, n. 10, p. 1311–1318, 2008.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. In: MONTANARO, G.; DICHIO, B. (Org.). *Advances in selected plant physiology aspects*. Rijeka: Intech, v.1, p.105-132, 2002.
- CHOJNACKA K., SAEID, A., WITKOWSKA, Z., TUHY, L. Biologically active compounds in seaweed extracts—the prospects for the application. *The Open Conference Proceedings Journal*, vol.3, n.1, p.20–28, 2012.
- COLMAN, B. A. et al. Efeito da adição de inseticidas no tratamento de sementes de soja com bioestimulante. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 5, p. 40, 2012.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 3 -Safra 2023/24-n. 6 -Terceiro levantamento, 2024.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Estabelece regras relativas à disponibilização no mercado de produtos fertilizantes UE e que altera os Regulamentos (CE) nº. 1069/2009 e (CE) nº. 1107/2009 e revoga o Regulamento (CE) nº 2003/2003. Jornal Oficial da União Europeia, 2019. 114 p. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PT/LSU/?uri=CELEX%3A32019R1009>. Acesso em: 10 de jul. 2023.

DAN, L. G. D. M.; DAN, H. D. A.; PICMRAVININ, G. G.; RICMRAVI, T. T. & ORTIZ, A. H. T. (2012). Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Caatinga*, v.25, n.1, p.45-51, 2012.

DE SAEGER, J. et al. Toward the molecular understanding of the action mechanism of *Ascophyllum nodosum* extracts on plants. *Journal of Applied Phycology*, v. 32, n. 1, p. 573-597, 2020.

DESOKY, E. S. M. et al. Application of biostimulants promotes growth and productivity by fortifying the antioxidant machinery and suppressing oxidative stress in faba bean under various abiotic stresses. *Scientia Horticulturae*, v. 288, p. 110340, 2021.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, v. 196, n. 1, p. 3-14, 2015.

EMBRAPA. A Embrapa soja no contexto de desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições. Embrapa, 2016.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. USDA.gov - United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. 2024.

FRASCA, L. L. de M. Et al. Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agronômico do feijão-comum de ciclo superprecoce. *Agrarian*, v.13, n.47, p.27-41, 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/8571>. Acesso em: 28 de abr. 2022.

JESUS, S. V. & MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. *Acta Amazonica*, Manaus, v.38, n.4, p.815-818, 2008.

KHAN, M. S. A.; CHOWDHURY, J. A.; RAZZAQUE, M. A.; ALI, M. Z.; PAUL, S. K., & AZIZ, M. A. Dry matter production and seed yield of soybean as affected by post-flowering salinity and water stress. *Bangladesh Agronomy Journal*, v.9, n.2, p.21-27, 2016.

KHRIPACH, V. A.; ZHABINSKII, V. N.; DE GROOT, A. E. *Brassinosteroids: a new class of plant hormones*. Academic Press, 1998.

KLAHOLD, C. A. et al. Resposta da soja (Resposta da soja (*Glycine max* *Glycine max* (*L.*) Merrill) à ação de bioestimulante à ação de bioestimulante à ação de bioestimulante. 2005.

KRZYZANOWSKI, F. C. et al. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Embrapa. Londrina, 2018. 24 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1091765/a-alta-qualidade-dasemente-de-soja-fator-importante-para-a-producao-da-cultura>. Acesso em: 10 de jul. 2023.

KUMARAVELU, G. et al, Triacontanol induced changes in the growth, photosynthetic pigments, cell metabolites, flowering and yield of green gram. *Biologia Plant.* 43 (2): 287 - 290. 2000.

MARQUES, M. E. R.; SIMONETTI, A. P. M. M.; ROSA, H. A. Aspectos produtivos do uso de bioestimulantes na cultura da soja. *Acta Iguazu*, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 155–163, 2014.

MARTINS, A. P. et al. Soil moisture and soybean physiology affected by drought in an integrated crop-livestock system. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [s. l.], v. 51, n. 8, p. 978–989, 2016.

MELO, G. B. et al. Tratamento de sementes com doses do bioestimulante à base de algas/ Seed treatment with doses of algae-based biostimulant. *Brazilian Journal of Development*, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1418–1431, 2021.

MENGISTU, A.; RAY, J. D.; SMITH, J. R.; ARELLI, P. R.; BELLALOUI, N.; CHEN, P.; SHANNON, G. & BOYKIN, D. Effect of charcoal rot on selected putative drought tolerant soybean genotypes and yield. *Crop Protection*, v. 105, p. 90-101, 2018.

MOHAMMADI, H.; SOLTANI, A.; SADEGHIPOUR, H. R. & ZEYNALI, E. Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. *International Journal of Plant Production*. p. 65-70, 2011.

MUNIZ, V. R. D. S. & SILVA, M. D. S. Ação de bioestimulantes na germinação e crescimento inicial da soja. <faef.revista.inf.br>. 2020.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes na indústria. *Seed News*, ano 20, n. 1, p. 26-32, Jan / Fev, 2016.

NUNES, J. L. S. Características da soja. Agrolink. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509. Acesso em, 20 julho de 2024

OLIVEIRA, I. C.; REGO, C. H. Q.; CARDOSO, F. B.; ZUFFO, A. M.; CÂNDIDO, A. C. S.; ALVES, C. Z. Root protrusion in quality evaluation of chia seeds. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 1, p. 282 – 287, 2019.

PALLARDY, S. G. *Physiology of Woody Plants*. 3ed. Amsterdam: Elsevier, 2008. 454 p.

PETROZZA, A. et al. Physiological responses to Megafol® treatments in tomato plants under drought stress: A phenomic and molecular approach. *Scientia Horticulturae*, v. 174, p. 185-192, 2014.

RICHETTI, A.; GOULART, A. C. P. Adoção e custo do tratamento de sementes na cultura da soja. Embrapa. Dourados, 2018. 9 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-depublicacoes/-/publicacao/1101435/adocao-e-custo-do-tratamento-de-sementes-na-cultura-dasoja>. Acesso em: 10 de jul. 2023.

ROCHA, R. R. Produtividade da soja x aplicação de bioestimulantes. Campo e negócio online. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/produtividade-da-soja-xaplicacao-de-bioestimulantes/>. Acesso em, 20 de julho de 2024.

ROSSETTO, L. A.; SIMONETTI, A. P. M. M. Aplicação de produtos à base de algas e musgos na cultura do trigo. Revista Cultivando o Saber, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 149–156, 2012.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G. Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: From experimental data to practical applications. *Agronomy*, v. 10, n. 10, p. 1461, 2020.

SANTINI, J. K. et al. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja. 2015.

SEIXAS, C.D.S., NEUMAIER N., BALBINOT JUNIOR, A. A., KRZYZANOVSKI, F. C., LEITE, R. M. V. B. (editores técnicos). *Tecnologias de Produção de Soja*. Embrapa Soja, Londrina, 347 p., 2020.

SHARMA, H. S. S. et al. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of applied phycology*, v. 26, p. 465-490, 2014.

SHUKLA, P. S. et al. *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in Plant Science*, v. 10, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00655/full>. Acesso em: 10 de ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>.

SOUZA, E. M.; ALVES, E. U.; SILVA, M. L. M.; ARAÚJO, L. R.; NETA, M. M. S. S. Substrate moisture and temperature in *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh germination. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, suplemento 1, p. 2375-2386, 2017.

STADNIK, M. J. et al. Bioestimulantes: uma perspectiva global e desafios para a América Latina. In: I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO SOBRE USO DE BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA - SLABA, 1, 2017, Florianópolis. Anais bioestimulantes na agricultura. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 18-23. Disponível em: <http://www.bioestimulantes.ufsc.br/anais/.pdf>. Acesso em: 10 de jul. 2023.

STRECK, E. V. et al. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. ed. Porto Alegre; EMATER/RS, 2008. 222p.

TAIZ, L.; ZEIGLER, E. (2016). *Fisiologia Vegetal*. (6. ed.) Artmed, 819 p.

TORRES, S. B. Qualidade de sementes de melancia armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. *Revista Ciência Agronômica*, v. 36, n. 2, p. 163 -168, 2005.

VAN OOSTEN, M. J. et al. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 1–12, 2017.

VASCONCELOS, M. C. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Moringa oleifera por diferentes metodologias. *Agropecuária científica no semiárido*, v.14, n.4, p.311-317, 2019.

VEIGA, F. L. et al. Avaliação dos teores foliares de clorofila, com o uso do SPAD-502, em função de cultivares e de regulador de crescimento em algodoeiro. In: Congresso brasileiro do algodão. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados. 2009. p. 1186-1190.

VENTURA, M. V. A. et al. Comparison of conventional and transgenic soybean production costs in different regions in Brazil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e154973977-e154973977, 2020.

VIEIRA FILHO, J. E. R. *Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade*. 391p., 2016.

ZHANG, K.; WU, Q.; CHEN, Y. Detecting soybean leaf disease from synthetic imageusing multi-feature fusion faster r-cnn. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 183, e106064, 2021. DOI: 10.1016/j.compag. 2021.