

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E AMBIENTAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Pedro Rockenbach

**INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES SOBRE COMPONENTES DE
RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE NA SOJA**

Frederico Westphalen, RS
2024

Pedro Rockenbach

**INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES SOBRE COMPONENTES DE
RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE NA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Frederico Westphalen/RS, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Claudir Jose Basso

Frederico Westphalen, RS
2024

Pedro Rockenbach

**INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES SOBRE COMPONENTES DE
RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE NA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Frederico Westphalen/RS, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Agrônomo**.

Aprovado em 20 de maio de 2024:

Prof. Dr. Claudir Jose Basso (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Volmir Sergio Marchioro (UFSM)

Mestrando Sidnei Bairros (UFSM)

Frederico Westphalen, RS
2024

Dedicatória

Dedico este estudo a todos os produtores rurais, técnicos e agrônomos. Aqueles que de alguma forma se encontram no meio do agronegócio, em especial aos que buscam sempre melhorar a qualidade de vida das pessoas, produzindo alimentos de forma sustentável, para alimentar o povo brasileiro e o mundo.

Agradecimentos

Acima de tudo agradeço a Deus pelo dom da vida, e por me permitir saúde e força para realizar esta trajetória.

Aos meus pais Mara Irene Frey Rockenbach e Luis Carlos Rockenbach e irmã Laura Rockenbach que nunca mediram esforços para que me dedicasse inteiramente aos estudos, além de sempre me apoiar na realização dos meus sonhos.

Aos meus tios, avós, demais familiares e amigos que sempre estiveram comigo me motivando e incentivando durante esses 5 anos. Em especial a minha tia Ana, que me auxiliou sempre que precisei durante a trajetória acadêmica.

A minha namorada Marcela pelo companheirismo e compreensão, sempre me motivando e apoiando durante toda a graduação.

À Universidade Federal de Santa Maria pelo excelente ensino gratuito, e todo corpo docente da instituição pela partilha de conhecimento técnico e experiências que me concederam o título de engenheiro agrônomo. Em especial ao meu professor orientador Claudir Jose Basso, que me orientou durante todo o curso e que se dedicou inteiramente ao desenvolvimento do presente TCC, o qual me espelho como profissional.

Ao grupo PET - Ciências Agrárias, a AGR Jr., ao Diretório Acadêmico da Agronomia gestão 2023 e 2024 e a todos os membros desses grupos meu agradecimento pelos momentos vividos, que me desenvolveram no âmbito profissional e pessoal.

Ao GPPL - Grupo de Pesquisa em Plantas de Lavoura meu agradecimento pelo auxílio no desenvolvimento a campo e em laboratório do presente TCC, e também aos demais laboratórios da UFSM pelo empréstimo de materiais.

Todos aqueles que de alguma maneira contribuíram nesta etapa da vida, contribuindo com meu crescimento profissional e pessoal, me motivando e dando forças para a realização desse sonho, meu muito obrigado!

RESUMO

INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES SOBRE COMPONENTES DE RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE NA SOJA

AUTOR: Pedro rockenbach
ORIENTADOR: Claudir Jose Basso

Tendo em vista a crescente necessidade e demanda de alimentos no mundo, estudos que tenham como finalidade potencializar a produção de alimentos são de extrema importância. A utilização de bioestimulantes vem sendo cada vez mais empregada na cultura da soja, com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de bioestimulantes sobre alguns componentes de rendimento e produtividade final de grãos da soja. Esse estudo foi conduzido no ano agrícola de 2022/2023 em uma lavoura comercial de grãos no município de Frederico Westphalen - RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 4 repetições. As unidades experimentais foram compostas por 6 linhas de 4 m de comprimento e com espaçamento de 0,45 m entre elas, sendo a cultivar de soja utilizada BMX ZEUS IPRO. Teve-se como tratamentos e respectivos estádios fenológicos aplicados: T1 - Testemunha; T2 - Megafol® (V6); T3 - Megafol® (V6) + YieldOn® (R1) + Opifol® (R.52); T4 - Megafol® (V6) + YieldOn® (R1) + YieldOn® (R3) + Opifol® (R.52); T5 - YieldOn® (R1) + YieldOn® (R3) + Opifol® (R.52). A avaliação procedeu-se em 10 plantas retiradas aleatoriamente na área útil da parcela, sendo os componentes avaliados a altura de planta, número de nós na haste principal e lateral, número de legumes na haste principal e lateral, número de legumes por planta, total de grãos por planta e massa de mil grãos. Para avaliação da produtividade de grãos realizou-se a colheita e a trilha das duas linhas centrais, descartando a bordadura em cada extremidade da parcela. Para todos os tratamentos não se observou diferença estatística quando comparado com a testemunha nas variáveis avaliadas. Portanto, em um ano agrícola de boas condições climáticas com uma boa distribuição espacial de chuvas, aliado com uma fertilidade do solo equilibrada e manejos adequados de pragas, doenças e plantas daninhas, não houve resposta à utilização de bioestimulantes.

Palavras-chave: *Glycine max*, micronutrientes, adubação foliar.

ABSTRACT

INFLUENCE OF BIOSTIMULANTS ON YIELD COMPONENTS AND PRODUCTIVITY IN SOYBEANS

AUTHOR: Pedro Rockenbach
SUPERVISOR: Claudir Jose Basso

Considering the increasing need and demand for food worldwide, studies aimed at enhancing food production are of utmost importance. The use of biostimulants is increasingly being employed in soybean cultivation. Therefore, the objective of this study was to evaluate the influence of biostimulant application on some yield components and final grain productivity of soybeans. This study was conducted during the agricultural year of 2022/2023 in a commercial grain field in the municipality of Frederico Westphalen - RS. The experimental design used was randomized complete blocks, with 4 replications. The experimental units consisted of 6 rows of 4 m in length and spaced 0.45 m apart, with the soybean cultivar BMX ZEUS IPRO used. The treatments and respective phenological stages applied were: T1 - Control; T2 - Megafol® (V6); T3 - Megafol® (V6) + YieldOn® (R1) + Opifol® (R.52); T4 - Megafol® (V6) + YieldOn® (R1) + YieldOn® (R3) + Opifol® (R.52); T5 - YieldOn® (R1) + YieldOn® (R3) + Opifol® (R.52). Evaluation was carried out on 10 randomly selected plants in the useful area of the plot, with the assessed components including plant height, number of nodes on the main and lateral stems, number of pods on the main and lateral stems, number of seeds per pod, total grains per plant, and mass of a thousand grains. Grain productivity was evaluated by harvesting and threshing the two central rows, discarding the border in each plot extremity. For all treatments, no statistical difference was observed when compared to the control in the evaluated variables. Therefore, in an agricultural year with good climatic conditions and a well-distributed rainfall pattern, coupled with balanced soil fertility and adequate management of pests, diseases, and weeds, there was no response to the use of biostimulants.

Keywords: *Glycine max*, micronutrients, foliar fertilization.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Condições meteorológicas durante o desenvolvimento do experimento com a cultura da soja no ano agrícola de 2022/2023.....	23
--	----

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - Nome comercial, ingrediente ativo (i.a.), concentração de i.a. e dose utilizada.....18
- TABELA 2 - Tratamentos com a utilização de bioestimulantes aplicados em seus respectivos estádios fenológicos.....18
- TABELA 3 - Tabela 3: Resultado da análise de variância para as características altura de planta (ALP), número de nós na haste principal (NNP), número de nós na haste lateral (NNL), número de legumes na haste principal (NLP), número de legumes na haste lateral (NLL), número de legumes por planta (LPP), total de grãos por planta (TGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG), avaliadas na cultura da soja sobre diferentes manejos com bioestimulantes.....20
- TABELA 4 - Altura de planta (ALP), número de nós na haste principal (NNP), número de nós na haste lateral (NNL), número de legumes na haste principal (NLP) e número de legumes na haste lateral (NLL) da soja submetida aos tratamentos com bioestimulantes.....21
- TABELA 5 - Número de legumes por planta (LPP), total de grãos por planta (TGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) da soja submetida aos tratamentos com bioestimulantes.....22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA SOJA	13
2.2. IMPORTÂNCIA DA CULTURA	13
2.2. MANEJOS QUE INFLUENCIAM NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA	14
2.3. BIOESTIMULANTES NA CULTURA DA SOJA	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

Dentre as culturas produtoras de grãos mais importantes do mundo se tem a soja (*Glycine max*), uma espécie oleaginosa originária do leste da Ásia, mais precisamente na China. Sua grande expansão deve-se à sua liquidez, determinada pelo alto valor nutritivo de seus grãos (FLOSS, 2022).

A soja foi introduzida no Brasil em 1882, com sementes trazidas dos Estados Unidos da América (FLOSS, 2022) e com o passar do tempo se tornou a principal cultura brasileira produtora de grãos. Para a safra 2023/2024 a área cultivada de soja foi de 45,7 milhões de hectares, 3,8% superior ao semeado na safra passada, com uma produção estimada de 147,68 milhões de toneladas na mesma safra, representando um decréscimo de 4,5% se comparado a safra 2022/2023 (CONAB, 2024).

Entre as novas tecnologias em estudo, a utilização de bioestimulantes é uma das estratégias agrônomicas para o incremento da produtividade, usadas no controle do crescimento (HODGES et al., 1991; MCCONNELL et al., 1992) ou como bioestimulantes (SANTOS; VIEIRA, 2005). Muitos resultados apontam efeitos favoráveis do emprego de bioestimulantes nas plantas, no entanto, alguns estudos mostram que os bioestimulantes podem não favorecer ou até mesmo diminuir a absorção de nutrientes pelas plantas, indicando que as respostas às suas aplicações podem depender de outros fatores, tais como da espécie da planta e da composição das substâncias húmicas presentes nos diferentes bioestimulantes utilizados (CSIZINSZKY, 1990; COOPER et al., 1998; DELFUBE et al., 2005 apud VASCONCELOS, 2006). Por ser uma tecnologia recente, ainda existem questionamentos por parte de técnicos e produtores quanto a eficiência desses produtos e os poucos resultados na literatura são contraditórios.

No Brasil, algumas culturas já atingiram altos níveis tecnológicos alcançando alta produtividade não estando mais condicionadas por limitações de ordem nutricional ou hídrica, por isso, a utilização de biorreguladores tem sido apresentada como estratégia para o aumento da produtividade e conseqüentemente no ganho econômico (CASTRO, 2006). Para Larcher (2006), a ação de hormônios vegetais depende do estágio de desenvolvimento e da atividade da planta, de estímulos externos, da parte da planta que está recebendo o estímulo e do tempo deste impacto.

A produtividade da soja está relacionada com três principais componentes, que são o número de legumes por área, número de grãos por legume e a massa dos grãos. Existem outras características morfofisiológicas que também possuem uma relação com o potencial produtivo, nos quais estão o número de ramos por planta e número de nós produtivos. Por

isso, a hipótese que fundamentou esse trabalho é que a utilização de bioestimulantes impacta positivamente sobre a produtividade final da soja.

Com isso, são necessários mais estudos que tragam informações relevantes e confiáveis para uma melhor tomada de decisão por parte de técnicos e agricultores no campo, sendo assim esta pesquisa buscou entender a necessidade de aplicação dos bioestimulantes na cultura da soja, observando a eficiência destes produtos através de avaliações de aspectos estruturais da planta, componentes de produtividade e a produção final de grãos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de bioestimulantes sobre alguns componentes de rendimento e na produtividade final de grãos da soja.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA SOJA

A soja (*Glycine max*) pertence à família das leguminosas, subfamília Fabaceae, tendo aproximadamente 650 gêneros e 18.000 espécies, segundo (FLOSS, 2022). A cultura da soja é anual, ereta, herbácea e de reprodução autógama, que apresenta certa variabilidade para algumas características morfológicas, que são influenciadas pelo ambiente, como o ciclo que pode ter de 75 (mais precoces) a 200 dias (mais tardias), a altura que varia de 30 a 200 cm e que pode influenciar a quantidade de ramificações, entre outras características (MÜLLER, 1981).

Seu sistema radicular se caracteriza por possuir uma raiz principal pivotante e muitas raízes secundárias e terciárias laterais. O caule da cultura é caracterizado como herbácea, suas flores são completas tendo coloração branca ou púrpura. O fruto da planta é um legume comumente chamado de vagem, como todas as Fabáceas, podendo as mesmas ter de 1 a 5 grãos.

2.2. IMPORTÂNCIA DA CULTURA

Originária da costa leste da Ásia, a soja teve origem de plantas rasteiras que se desenvolveram ao longo do rio Yangtzé, na China. A partir de cruzamento natural entre duas espécies selvagens de soja, cientistas chineses iniciaram o processo de seleção de plantas melhoradas (TAGLIAPIETRA et al., 2022).

No Brasil, há relatos do uso da soja como forrageira no estado da Bahia em meados de 1880 e em São Paulo em 1890. Em 1914, houve o primeiro registro do cultivo da soja como objetivo comercial para produção de grãos, no noroeste do estado do Rio Grande do Sul (TAGLIAPIETRA et al., 2022). A partir do avanço genético que possibilitou o cultivo da soja no Centro-Oeste, ocorreu um incremento significativo da área cultivada com soja no Brasil. Até 1970 estima-se que 2% da produção brasileira era colhida no Centro-Oeste. Em 1980, o percentual passou para 20% e em 1990 já era superior a 40% (IBGE, 2015).

A partir de 1990, houve uma abertura comercial e a sojicultura foi uma das atividades mundiais que obteve os maiores avanços. No Brasil, quando somados o grão, o farelo e o óleo de soja, estes ocupam a primeira posição na pauta das exportações (FERREIRA, 2011). No atual cenário do agronegócio mundial, a oleaginosa tem um relevante peso na balança

comercial, e seu crescimento está inteiramente relacionado às novas práticas agrícolas, aos avanços científicos e à disponibilidade de novas tecnologias (PICCOLI, 2018).

Nos dias atuais o Brasil se destaca na produção desta oleaginosa, sendo atualmente o maior produtor desse grão no mundo, com a produção na safra 2022/2023 de 154.566,3 milhões de toneladas, sendo responsável por 41,88% da produção mundial, ficando à frente dos EUA que teve representação de 31,53% da produção mundial no mesmo ano. Dentre os estados produtores de soja na safra 2022/2023 podemos destacar o Mato Grosso como o maior produtor, sendo sua produção de 45.600,5 milhões de toneladas (29,5% de toda produção brasileira), logo atrás se destaca o estado do Paraná, e ocupando a terceira posição o estado do Goiás, e na quarta colocação o Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2023).

Além do Brasil ser um grande produtor desse grão, a importância do país não para por aí. O país é líder em exportação do grão e alguns dos seus derivados, como o farelo de soja, que no ano de 2023 ultrapassou a Argentina, se tornando o maior exportador do mundo (CONAB, 2023).

Para atender a uma demanda mundial de soja de 600 milhões de toneladas em 2050, a produtividade média da soja no Brasil deverá chegar a 85 sacas/ha/ano, tendo um crescimento anual de aproximadamente $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (FLOSS, 2022).

2.2. MANEJOS QUE INFLUENCIAM NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA

Dos componentes agronômicos da planta para se obter uma ótima produtividade de soja, é conhecido que existe uma interação de genética x ambiente que se deve ter como referência para lavouras lucrativas (TAGLIAPIETRA et al., 2022). Portanto para obtenção de altas produtividades é necessário a utilização de sementes com alta qualidade fisiológica, caracterizado pelo alto poder germinativo e vigor, obtendo assim uma germinação a campo mais uniforme e rápida, originando plântulas vigorosas.

No que se trata de um bom estabelecimento de uma lavoura de soja é notório que o ambiente deve ser o mais favorável possível. O solo é o hospedeiro da semente que contém em sua base genética o mais alto potencial produtivo de determinada cultivar, portanto no momento da semeadura é necessário que os parâmetros físicos, químicos e biológicos estejam em níveis ótimos para que a planta se desenvolva perfeitamente.

Uma boa plantabilidade depende das condições de clima, como a previsão meteorológica para os dias seguintes, da semeadora que deve estar em perfeitas condições

para a sementeira, e do operador que deve considerar as condições do solo para tomar a decisão perante ao ângulo de ataque dos discos de corte, velocidade e entre outros fatores. Dependendo da época de sementeira, é necessário ajustar a densidade de sementeira, tendo em vista a população ideal desejada para cada cultivar, sempre levando em consideração a qualidade fisiológica do lote de sementes (TAGLIAPIETRA et al., 2022).

Após a sementeira e emergência inicia o estágio vegetativo da cultura, durante esta fase inicial, a planta de soja estabelece suas raízes e folhas que serão responsáveis pela absorção de água e nutrientes e também luz solar, sendo assim, quanto maior a eficiência na captura e utilização desses recursos poderá resultar em um crescimento mais vigoroso da planta, aumentando sua biomassa e conseqüentemente uma maior produtividade na colheita dos grãos. Assim, investimentos adequados em fertilização, controle de plantas daninhas, doenças, entre outros fatores que interfiram no seu pleno desenvolvimento são essenciais para otimizar o potencial da produtividade da cultura da soja.

A partir do momento em que as estruturas reprodutivas da soja se desenvolvem e inicia o aparecimento de uma flor na haste principal inicia-se a fase reprodutiva da soja. Nessa fase que se inicia o processo de translocação de fotoassimilados para a produção de flores, legumes e posteriormente os grãos. O florescimento é uma das fases mais suscetíveis à deficiência hídrica, temperaturas abaixo e acima das cardiais, que com a redução da transpiração podem ter conseqüências como à queda prematura das folhas, de flores e legumes, resultando por fim, em redução na produtividade de grãos (BONATO, 2000).

Os componentes que compõem a produtividade de grãos da soja são: número de plantas por área, número de legumes por planta, número de grãos por vagem e a massa de grãos, sendo que dentre esses, o mais influenciado pelo ambiente de produção é o número de legumes por planta (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). Mas de acordo com Floss (2022), o potencial produtivo da soja é resultado da interação de mais de 50 fatores e processos, principalmente relacionados a genética das cultivares, a qualidade de sementes, a qualidade de sementeira, a condições ambientais, a nutrição disponibilizada, o manejo e as práticas culturais, dentre outros fatores.

Para Tagliapietra et al. (2022), o principal componente de produtividade da soja é o número de legumes por m², o segundo componente de produtividade mais importante é a massa de mil grãos.

2.3. BIOESTIMULANTES NA CULTURA DA SOJA

O crescimento e desenvolvimento das plantas são definidos por fatores exógenos e endógenos. Os bioestimulantes são produzidos naturalmente pelas plantas e possuem função de substância transdutora, atuando como "mensageiros químicos" entre células, tecidos e órgãos das plantas superiores (TAGLIAPIETRA et al., 2022). A maioria dos biorreguladores tem efeito nas auxinas, citocininas e ácido giberélico. As auxinas promovem formação de raízes laterais e adventícias, além de estarem envolvidas na permeabilidade das membranas e possuírem ação característica no alongamento celular. As citocininas regulam a divisão e a diferenciação celular. E as giberelinas estão envolvidas na germinação das sementes, tanto na superação da quiescência, como no controle de hidrólise das reservas (TAIZ e ZEIGER, 2012).

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 biosintética, catabólicas que, juntas, controlam a homeostase dos hormônios vegetais (CROZIER et al., 2000). Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, esses produtos, podem estimular o crescimento vegetal através de uma maior divisão, alongação 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).

Portanto o uso de bioestimulantes na soja é posicionada perante a um estresse biológico ou não biológico, pois quando a planta é afetada por esses agentes de estresse, a produção de hormônios promotores de crescimento diminui, sendo portanto utilizado os bioestimulantes para que possam superar, ou então resistir às intempéries climáticas, e posteriormente retornar com seu pleno desenvolvimento. No entanto 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).

No campo técnico, surgem dificuldades de como realizar o monitoramento das lavouras para decidir se devemos aplicar, quando e como aplicar os bioestimulantes. Estresses abióticos e deficiências micro nutricionais são difíceis de serem identificados no campo para tomar a decisão sobre a aplicação de bioestimulantes (TAGLIAPIETRA et al., 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em uma lavoura comercial de grãos, localizada no município de Frederico Westphalen ao lado da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, no ano agrícola de 2022/23. A área está localizada aproximadamente entre 27°23'54" de latitude sul e 53°25'19" de longitude oeste, com altitude de 481 metros acima do nível do mar. O clima, de acordo com Köppen, é classificado como Cfa, ou seja, subtropical úmido, com precipitação média anual de 2.100 mm (ALVARES et al., 2013) o solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (SANTOS et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 4 repetições. As unidades experimentais (parcelas) foram compostas por 6 linhas de 4 m de comprimento e com espaçamento de 0,45 m entre linhas. A cultivar de soja utilizada foi a BMX ZEUS IPRO, semeada no dia 15 de novembro de 2022.

O experimento foi implantado por meio do sistema de semeadura direta, tendo como adubação de base N P₂O₅ K₂O de formulação 03-23-23 mais micronutrientes, na dose de 350 kg ha⁻¹, baseada na análise de solo e na meta de alcançar uma produtividade de 4.800 kg ha⁻¹ para a cultura da soja (CQFS-RS/SC, 2016). A presente área tem uma fertilidade alta, tendo um bom equilíbrio de nutrientes, além de ter um plantio direto verdadeiro consolidado. O controle de plantas daninhas e pragas foi realizado conforme a incidência e seguindo a recomendação para a cultura da soja, as aplicações de fungicidas tiveram início antes do fechamento das entrelinhas da cultura, seguindo os intervalos de aplicação recomendados para alcançar altas produtividades, de acordo com o manejo do produtor.

Os bioestimulantes utilizados são registrados pela Syngenta® e tiveram sua aplicação conforme o recomendado pelo fabricante, sendo utilizado a dose recomendada e aplicados devidamente nos estádios fenológicos recomendados para a cultura (Tabela 1). Os tratamentos foram definidos por diferentes combinações dos bioestimulantes e estádios de aplicação na cultura da soja, além da testemunha que não recebeu aplicação dos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 1: Nome comercial dos bioestimulantes, ingrediente ativo (i.a.) e concentração de i.a.

Nome comercial	Ingredientes Ativos (i.a.)	Concentração de i.a. (g L⁻¹)
Megafol®	N + K ₂ O + C	36,6 + 97,6 + 109,8
YieldOn®	N + K ₂ O + C + Mn + Mo + Zn	72 + 36 + 120 + 12 + 2,4 + 12
Opifol®	N + P + K + Mn + Mg + Mo + S	36 + 120 + 480 + 6 + 12 + 1,2 + 108

As aplicações dos tratamentos foram realizadas por um único aplicador, sendo descrito o conjunto de produtos utilizados na tabela 2, e o estágio fenológico para a aplicação na cultura tomou-se como base a escala de Fehr e Caviness (1977). A dose utilizada foi a recomendada pelo fabricante, estando descrita na bula do produto. Para a aplicação dos mesmos utilizou-se um equipamento de pulverização de dióxido de carbono, com regulação para aplicação de 100 L ha⁻¹, através da utilização de uma barra com 4 pontas de pulverização do tipo leque distanciadas 0,5 m entre pontas.

Tabela 2: Tratamentos com a utilização de bioestimulantes aplicados em seus respectivos estádios fenológicos

Tratamentos	Estádio Fenológico
T1 Testemunha	-
T2 Megafol® (1,0 L ha ⁻¹)	V6
T3 Megafol® (1,0 L ha ⁻¹) + YieldOn® (1,5 L ha ⁻¹) + Opifol® (2,0 kg ha ⁻¹)	V6 + R1 + R5.2
T4 Megafol® (1,0 L ha ⁻¹) + YieldOn® (0,75 L ha ⁻¹) + YieldOn® (0,75 L ha ⁻¹) + Opifol® (2,0 kg ha ⁻¹)	V6 + R1 + R3 + R5.2
T5 YieldOn® (0,75 L ha ⁻¹) + YieldOn® (0,75 L ha ⁻¹) + Opifol® (2,0 kg ha ⁻¹)	R1 + R3 + R5.2

No estágio fenológico R8, foram retiradas ao acaso 10 plantas aleatórias da parte central de cada parcela evitando a retirada das duas linhas centrais utilizadas para a avaliação de produtividade de grãos (PDG) e massa de mil grãos (MMG), além das duas linhas externas descartadas da parcela. Portanto avaliou-se partes estruturais da planta, sendo elas altura de planta (ALP), número de nós viáveis na haste principal (NNP), número de nós viáveis na haste lateral (NNL), número de legumes na haste principal (NLP), número de legumes na haste lateral (NLL) e número de legumes por planta (LPP), além também do

total de grãos por planta (TGP).

A colheita também se procedeu no estágio fenológico R8 da cultura, utilizando as duas linhas centrais da parcela, totalizando uma área colhida de 3,6 m² de cada parcela dos tratamentos. O processo de trilha e separação foi realizado através do sistema de trilhadeira, e por fim realizou-se a separação dos grãos com a impureza por peneiras, separando as frações maiores e menores de impureza dos grãos. Para realizar o teste de massa de mil grãos e produtividade de grãos foi necessário equalizar as umidades dos grãos, deixando os mesmos em um ambiente igualitário no quesito de umidade relativa do ar, até que ficassem com a umidade padrão dos grãos de 13%.

Os procedimentos de análise dos dados obtidos, para as variáveis avaliadas, foram realizados com o auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise de variância pelo teste de F ($p < 0,05$) se observa que não houve diferença significativa em nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 3). O coeficiente de variação variou de 2,44% a 38,76%.

Tabela 3: Resultado da análise de variância para as características altura de planta (ALP), número de nós na haste principal (NNP), número de nós na haste lateral (NNL), número de legumes na haste principal (NLP), número de legumes na haste lateral (NLL), número de legumes por planta (LPP), total de grãos por planta (TGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG), avaliadas na cultura da soja sobre diferentes manejos com bioestimulantes.

Características	Quadrado médio			CV (%)
	Repetição	Tratamento	Erro	
ALP	0,00054	0,0006 ^{ns}	0,0007	2,41
NNP	0,560	0,069 ^{ns}	0,218	3,07
NNL	0,365	2,000 ^{ns}	4,842	34,93
NLP	30,177	3,517 ^{ns}	9,080	5,48
NLL	6,294	3,173 ^{ns}	16,342	38,76
LPP	36,499	7,988 ^{ns}	31,157	8,54
TGP	224,795	46,910 ^{ns}	192,573	8,52
MMG	99,794	520,211 ^{ns}	479,319	10,72
PDG	144803,960	55301,810 ^{ns}	97623,076	5,86
GL	3	4	12	GL Total = 19

CV: coeficiente de variação; ^{ns}: não significativo; GL: graus de liberdade.

Para todas as variáveis avaliadas o quadrado médio dos tratamentos indica que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, ao nível de significância usual, geralmente 5%, demonstrando que os diferentes manejos de bioestimulantes não ocasionaram efeitos significativos na cultura.

Pimentel Gomes (2000), considera os coeficientes de variação como baixos, quando inferiores a 10%; médio, quando de 10 a 20%; alto, quando entre 20 e 30%, e muito alto, quando superiores a 30%. Campos (1984) afirmou que nos ensaios agrícolas, espera-se CV entre 10 e 20%.

Os coeficientes do presente trabalho estão classificados como baixos a médios, exceto para número de nós viáveis na haste lateral e número de legumes na haste lateral, onde o coeficiente de variação é classificado como muito alto, estas duas variáveis são ocasionais, muito dependente de ambiente, cultivar, população de plantas, entre outros diversos fatores que contribuem ou não para a produção em hastes laterais na soja.

Portanto, nas demais variáveis avaliadas os dados apresentados na tabela 3 demonstram uma execução correta do experimento, indicando que os resultados são fidedignos e o experimento foi conduzido de forma adequada.

Tabela 4 - Altura de planta (ALP), número de nós na haste principal (NNP), número de nós na haste lateral (NNL), número de legumes na haste principal (NLP) e número de legumes na haste lateral (NLL) da soja submetida aos tratamentos com bioestimulantes.

Tratamentos	ALP m	NNP n°	NNL n°	NLP n°	NLL n°
T1	1,0 ^{ns}	15,1 ^{ns}	5,5 ^{ns}	56,1 ^{ns}	10,1 ^{ns}
T2	1,1	15,3	7,4	54,9	11,6
T3	1,0	15,0	5,9	53,5	9,5
T4	1,1	15,1	6,2	54,8	11,0
T5	1,0	15,3	6,3	55,2	9,7

^{ns}: Não significativo.

Analisando a Tabela 4, pode-se observar que a característica altura de planta não demonstrou variação entre os tratamentos, observação essa também apontada por Albrecht et al. (2011), onde ao avaliarem a aplicação de bioestimulantes no desempenho agrônomico de plantas de soja em dois anos agrícolas, constataram que não ocorreu efeito significativo em ambos os anos agrícolas para a variável altura de planta, mesmo tendo ocorrido déficit hídrico em um dos anos.

O número de nós na haste principal e lateral tiveram valores parecidos entre os tratamentos, sendo que no T1 é observado os melhores resultados, porém não se diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 4).

As características número de legumes na haste principal e lateral, obtiveram uma relação com a avaliação produtividade de grãos (Tabela 5), sendo que os tratamentos T1 e T2 apresentaram os melhores resultados na variável NLP, e na variável NLL houveram valores parecidos com os demais tratamentos.

Tabela 5 - Número de legumes por planta (LPP), total de grãos por planta (TGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) da soja submetida aos tratamentos com bioestimulantes.

Tratamentos	LPP n°	TGP n°	MMG g	PDG kg ha ⁻¹
T1	66,6 ^{ns}	167,1 ^{ns}	196,6 ^{ns}	5653,5 ^{ns}
T2	66,3	164,4	206,0	5326,6
T3	63,1	158,0	196,5	5123,6
T4	65,9	163,3	198,2	5276,3
T5	64,9	161,3	223,3	5258,0

C.V: Coeficiente de variação; ^{ns}: Não significativo.

O número de legumes por planta e o total de grãos por planta demonstram correlação com a produtividade de grãos, mostrando que os tratamentos com maiores números de legumes totais tiveram respectivamente maior quantidade de grãos e por fim maior produtividade (Tabela 5).

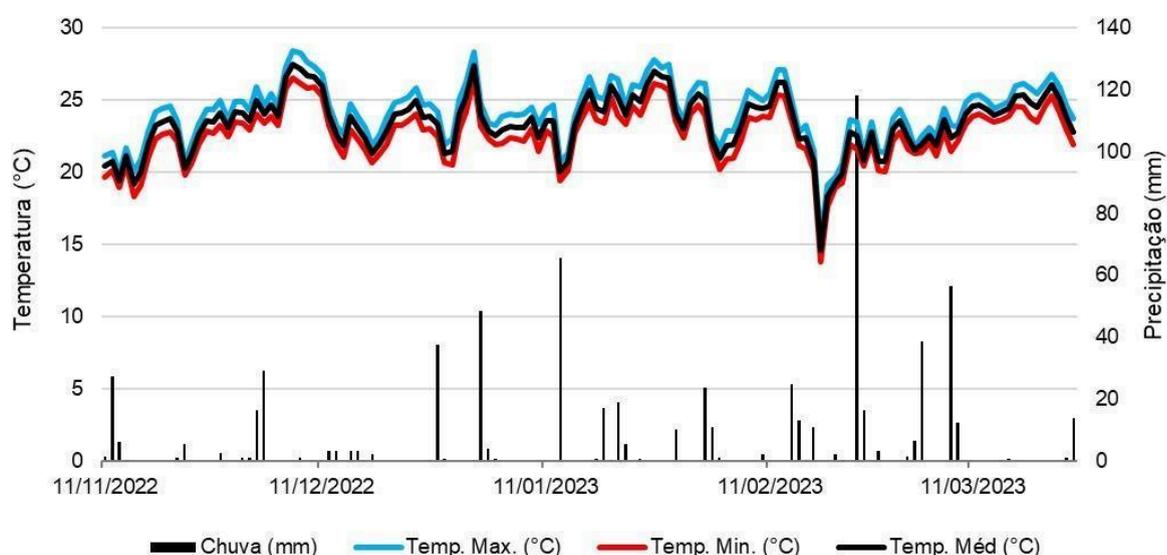
Para a variável MMG não observou-se diferença estatística, mesmo tendo variações entre os tratamentos, no. Observação essa também encontrada por ALBRECHT et al. (2011), que ao estudarem o uso de bioestimulante na soja também encontraram uma maior massa de mil grãos com aplicação no vegetativo quando comparado com a aplicação no reprodutivo da cultura da soja. Dados encontrados neste trabalho corroboram também com o de Hermes (2015), onde não se encontrou diferença estatística entre o tratamento com bioestimulante comparado com a testemunha para a avaliação de massa de mil grãos.

A produtividade de grãos de soja está diretamente ligada aos componentes da produção, ou seja, número de legumes por planta, número de grãos por vagem e massa de grãos. Sendo assim os tratamentos descritos neste trabalho que apresentam os valores maiores dos componentes da produção, têm respectivamente maiores produtividades, porém é válido ressaltar que nenhuma variável avaliada difere estatisticamente. Ao compararmos a média de produtividade dos tratamentos com bioestimulantes, obteve-se o valor de 5.246,1 kg ha⁻¹ sendo este inferior à testemunha (Tabela 5). Para ALBRECHT *et. al.* (2011), em anos agrícolas em que a cultura não enfrenta circunstâncias de deficiência hídrica ou estresse marcante, o efeito dos bioestimulantes pode ter sido mitigado ou atenuado o efeito promotor do regulador utilizado em determinada fase fenológica distintivamente, já que existem trabalhos na literatura que relatam os benefícios do uso de biorreguladores com ação bioestimulante, em condições ambientais desfavoráveis (CASTRO, 2006).

Os produtos comerciais utilizados são compostos por macro e micronutrientes, os quais estão presentes também no solo, alguns com maiores teores e outros com menores, dependendo do tipo de solo e o manejo realizado no mesmo. Portanto, quando a soja se desenvolve em solos equilibrados nutricionalmente e em ambientes normais para seu desenvolvimento, tem suas necessidades supridas pelos nutrientes do solo e da própria adubação de base.

O sucesso de altas produtividades na cultura da soja está diretamente relacionado com a disponibilidade de água durante todo o ciclo da mesma. Portanto a distribuição espacial de chuvas, que consiste na ocorrência de precipitações em um determinado período de tempo, tem papel fundamental para o melhor desenvolvimento do potencial genético da soja, sendo assim, em todo o período de desenvolvimento da cultura da soja no ano agrícola de 2022/2023 pode se observar na figura 1 uma boa distribuição espacial de chuvas.

Figura 1 - Condições meteorológicas durante o desenvolvimento do experimento com a cultura da soja no ano agrícola de 2022/2023.



A faixa de temperatura para o crescimento da soja é ampla, tendo variações ao longo do ciclo de acordo com as fases de desenvolvimento da cultura. De forma geral, a planta cessa seu crescimento com temperaturas abaixo de 5 a 7,6°C, e acima de 40 a 45°C, dependendo da fase de seu desenvolvimento. Já a temperatura considerada ótima para o pleno desenvolvimento da cultura no período inicial de desenvolvimento é de 31,5°C, já na fase reprodutiva é de 25°C (TAGLIAPIETRA et al., 2022).

Durante toda a condução do experimento o estresse hídrico não foi observado, além de que a cultura teve ótimas temperaturas para seu desenvolvimento. Quando os fatores climáticos são favoráveis aliados a um bom manejo de plantas daninhas, pragas e doenças, e uma fertilidade do solo bem equilibrada, a cultura da soja tende a expressar seu potencial genético para atingir altas produções, sem a necessidade de incrementação de elicitores vegetais, afirmativa esta que é representada pelos dados presentes nas tabelas 4 e 5.

Estes resultados observados no presente estudo, corroboram com o que cita BATISTA FILHO et al. (2013), que testando o efeito de outro bioestimulante ressaltou que as condições climáticas para o desenvolvimento da cultura da soja foram favoráveis, juntamente com os devidos tratamentos culturais, sendo assim, os valores de produtividade foram altos em todos os tratamentos analisados, em especial da testemunha. Nessa mesma linha de estudo, VASCONCELOS (2006) estudando o efeito de bioestimulantes na produção de matéria seca e absorção de nutrientes por plantas de milho e de soja submetidas à presença e à ausência de adubação mineral, concluiu que a aplicação de bioestimulantes não se refletiu em aumento na produtividade de milho e de soja, representando apenas mais um custo ao produtor.

5. CONCLUSÃO

Não houve resposta significativa da aplicação de bioestimulante em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura sobre os componentes de rendimento e na produtividade final da soja.

6. REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, A.P.; RICCI, T.T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.6, p.865-876, 2011.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G.; Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Zeitschrift**. 22, 711–728, 2013.
- BATISTA FILHO, C.G.; DE MARCO, K.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; INOUE, H.M.; DA SILVA, S.E. Efeito do Stimulate nas características agronômicas da soja. **Acta Iguazu**, v.2, n.4 p. 76-86, 2013.
- BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A.S.; CARVALHO, F.L.B.M. Aumento da Produtividade de Soja com a Aplicação de Bioestimulantes. **Bragantia**, v.69, n.2, p.339-347, 2010.
- BONATO, E.R. Estresses em soja. Passo Fundo, **Embrapa Trigo**, 2000. 254p.
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.
- CASTRO, P.R C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba, 2006. 46p. (Série Produtor Rural n.32).
- CQFS - RS/SC. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 376 p., 2016.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **BOLETIM LOGÍSTICO: Brasil torna-se maior fornecedor mundial de farelo de soja**. 2023. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 de Abril de 2024.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Ajustes na área de milho e soja resultam em uma produção de 295,45 milhões de toneladas na safra 2023/2024**. 2024 Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 15 de Maio de 2024.
- CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B.B.; GRISSEN, W.; JONES, R.L. (Ed.) **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.850-894.
- EMBRAPA. **Dados Econômicos da Soja. 2023**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 22 de março de 2024.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, (Special Report, 80), 1977. 12p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <http://www.biometria.ufla.br>. Acesso em: 10 fevereiro de 2020.

FERREIRA, F.M. **A importância da soja e seus derivados para a economia brasileira a partir da década de 1970**. Monografia (Curso de Ciências Econômicas) - Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, 2011. 39p.

FLOSS, E.L. **Maximizando o rendimento da soja: “Ecofisiologia, nutrição e manejo”**. 2 ed. Passo Fundo: Aldeia Sul, 2022. 416p.

HERMES, K.C.E.; NUNES, J.; NUNES, D.V.J. Influência do bioestimulante no enraizamento e produtividade da soja. **Revista cultivando o saber** - Edição Especial, p. 35–45, 2015.

HODGES, H.F.; REDDY, V.R.; REDDY, K.R. Mepiquat chloride and temperature effects on photosynthesis and respiration of fruiting cotton. **Crop Science**, v. 31, n. 5, p. 1302-1308, 1991.

IBGE. **Produção agrícola**. 2015. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 11 de dezembro de 2023.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA, 531p, 2006.

McCONNELL, J.S.; BAKER, W.H.; FRIZZELL, B.S.; VARVIL, J.J. Response of cotton to nitrogen fertilization and early multiple applications of mepiquat chloride. **Journal of Plant Nutrition**, v. 15, n. 4, p. 457-468, 1992.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. 1ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.65-104, 1981.

MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. **SOJA: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 31p.

PICCOLI, E. **A importância da soja para o agronegócio: Uma análise sob o enfoque do aumento da produção de agricultores no município de Santa Cecília do Sul**. Monografia (Curso de Administração) - FAT - Faculdade e Escola, 45p. 2018.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: Degaspari, 477p, 2000.

SANTOS, C.M.G.; VIEIRA, E.L. **Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro**. *Magistra*, v. 17, n. 3, p. 124-130, 2005.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.

SILVA, T.T.A.; PINHO, E.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O; COSTA, A.A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.840-846, 2008.

TAGLIAPIETRA, L.E., WINCK, M.E.J.; DA SILVA, R.M.; ALVES, F.A.; MUNARETO, G.G.; POERSCH, H.A.; RIBEIRO, R.M.E.B.; QUINTERO, E.C.; RICHTER, L.G.; BALEST, S.D.; INKLMAN, B.V.; SCHNEIDER, A.R.; BEXARIA, P.K; SAVEGNAGO, C.; DALLA NORA, M.; PAULA, S.L.; AREVALO, S.E.; BÁEZ, A.S.M.; PES, Z.L.; STRECK, A.N.; ZANON, J.A. **Ecofisiologia da soja** - Visando altas produtividades - 2º edição. Santa Maria. 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed 2012. 820p.

VASCONCELOS, A.C.F. **Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e soja**. 2006. 112p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.