

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO

Vinícius Augusto Steffler

**EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NO CRESCIMENTO
E COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTIVAR DE SOJA NEO 610 IPRO**

Santa Maria, RS
2023

Vinícius Augusto Steffler

**EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NO CRESCIMENTO
E COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTIVAR DE SOJA NEO 610 IPRO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado profissional em Agricultura de Precisão, do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Orientador: Prof^o Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado

Santa Maria, RS
2023

Steffler, Vinícius Augusto
EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NO
CRESCIMENTO E COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTIVAR DE
SOJA NEO 610 IPRO / Vinícius Augusto Steffler.- 2023.
43 p.; 30 cm

Orientador: Telmo Jorge Carneiro Amado
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura de Precisão, RS, 2023

1. Produtividade da soja 2. Arquitetura de plantas 3.
Biorreguladores I. Carneiro Amado, Telmo Jorge II.
Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, VINÍCIUS AUGUSTO STEFFLER, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Vinícius Augusto Steffler

**EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NO CRESCIMENTO
E COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTIVAR DE SOJA NEO 610 IPRO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado profissional em Agricultura de Precisão, do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Aprovado em 26 de julho de 2023:

Telmo Jorge Carneiro Amado, Dr. (UFSM) - Videoconferência
(Presidente/Orientador)

Lúcio de Paula Amaral, Dr. (UFSM) - Videoconferência

Mateus Possebon Bortoluzzi, Dr. (UPF) - Videoconferência

Santa Maria, RS
2023

Dedico esta dissertação à minha família que me auxiliou nos momentos cruciais de desenvolvimento deste trabalho e a todas as pessoas que poderão fazer uso do conhecimento gerado.

AGRADECIMENTOS

Gratidão à Deus pela vida e pelas oportunidades diárias de crescimento e desenvolvimento.

A minha família em especial meus Pais Naura e Renato que sempre me incentivaram e apoiaram muito nos meus estudos.

A minha esposa Taila, meu filho Liam e minha filha Amábile que está na barriga de sua mãe e que chegará ao mundo em breve, mas que já participa em cada momento de conquista da nossa família, pessoas queridas que sempre estiveram ao meu lado durante todo o período do mestrado, me ajudando e apoiando nos objetivos.

Ao meu orientador, professor Dr. Telmo Jorge Amado que não mediu esforços em me proporcionar todos dos meios possíveis para atingir o objetivo proposto.

A todos os professores do curso por compartilharem brilhantemente seu conhecimento. À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de cursar o Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão.

À empresa Produza Insumos em especial a unidade de Não Me Toque RS por me proporcionar o espaço e estrutura de pesquisa e os colegas de empresa por todo auxílio nas tarefas de condução deste trabalho.

Para todos aqueles que de alguma forma ou outra contribuíram para realização deste trabalho.

Gratidão!

*A rentabilidade é proporcional a
quantidade de conhecimento por hectare.*

(Dirceu Gassen)

*O segredo de todos aqueles que fazem
descobertas é que eles não consideram
nada tão impossível.*

(Justus von Liebig)

RESUMO

EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NO CRESCIMENTO E COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CULTIVAR DE SOJA NEO 610 IPRO

AUTOR: Vinícius Augusto Steffler

ORIENTADOR: Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado

Diferentes tipos de manejos estão sendo pesquisados nas lavouras agrícolas e no qual é necessária alguma prática diferente para que facilite na colheita da cultura no campo sem termos prejuízos, sendo o uso de reguladores de crescimento um destes que servem para ajustar a arquitetura de plantas. O trabalho teve como objetivo testar a eficiência de diferentes reguladores de crescimento na cultura da soja. Implantou-se o experimento no município de Não-Me-Toque - RS, o experimento foi constituído por distintos produtos que são utilizados como reguladores de crescimento e roçada mecânica na cultura da soja, com 9 tratamentos e 4 repetições. A cultivar de soja utilizada foi a NEO 610 IPRO da empresa *Neogen*® do grupo *DonMario*® sementes. A aplicação dos produtos foi realizada no estádio V5 e V6 das plantas e a roçada nos estádios V6 e V8. Foram avaliados estatura de plantas, a altura da inserção do primeiro nó, número de nós na haste principal, número de ramificações laterais, número de nós nas ramificações, número de vagens (haste principal, ramificação lateral e total), número de grão por planta de todas as vagens das plantas, peso de grãos, índice de área foliar e produtividade de grãos. As variáveis foram analisadas pelo programa estatístico *SISVAR*®, com o teste de médias *Tukey* a nível de 5% de probabilidade de erro. Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido pode-se concluir que: as variáveis rendimento de grãos, peso de mil grãos, altura de plantas, altura de inserção do primeiro nó, número de vagens na haste principal e índice de área foliar (IAF) apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Destaca-se que o tratamento com *Imazethapyr* houve valores maiores nas ramificações. O tratamento que recebeu aplicação de 2,4 D o que ficou com as menores plantas, e como consequência acabou perdendo produtividade devido a uma injúria às plantas por conta de uma distrofia caulinar observada nas avaliações. Para fatores relacionados a componentes de rendimento como peso de mil grãos e índice de área foliar o tratamento com *Cinetina+GA3+AIB* (*Stimulate*®) apresentou os maiores valores. São necessários mais estudos em diferentes anos agrícolas para melhor entendimento da ação dos produtos e manejo de roçada mecânica relacionados a fatores climáticos.

Palavras-chave: Produtividade da soja, Arquitetura de plantas, Biorreguladores.

ABSTRACT

EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS ON THE GROWTH AND YIELD COMPONENTS OF SOYBEAN CULTIVAR NEO 610 IPRO

AUTHOR: Vinícius Augusto Steffler

ADVISOR: Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado

Different types of management are being researched on crops. Some different practice is needed to make it easier to harvest the crop in the field without having to suffer any damage, and the use of growth regulators is one of these. This study aimed to test the efficiency of different growth regulators in soybean cultivation. The experiment was set up in the municipality of Não-Me-Toque and consisted of different products used as growth regulators and mechanical mowing in the soybean crop, with 9 treatments and 4 replications. The soybean cultivar used was NEO 610 IPRO from the Neogen® company of the DonMario® seeds group. The products were applied at the V5 and V6 stages of the plants and mowed at the V6 and V8 stages. Plant height, the height of first node insertion, number of nodes on the main stem, number of lateral branches, number of nodes on the branches, number of pods (main stem, lateral branch, and total), number of grains per plant from all the pods on the plants, grain weight, leaf area index, and grain yield were evaluated. The variables were analyzed using the SISVAR® statistical program, with the Tukey test of means at a 5% probability of error level. Under the conditions in which the work was carried out, it can be concluded that: the variables grain yield, thousand-grain weight, plant height, first node insertion height, number of pods on the main stem, and leaf area index (LAI) showed statistical differences between the treatments. It is worth noting that the treatment with Imazethapyr had higher values in the branches. The treatment that received an application of 2.4 D having the smallest plants, and as a consequence ended up losing productivity due to damage to the plants as a result of stem dystrophy observed in the evaluations. For factors related to yield components such as thousand-grain weight, the treatment with Cinetin+GA3+AIB (Stimulate®) obtained the highest value. More studies are needed in different agricultural years to understand better the action of the products and mechanical mowing management about climatic factors.

Keywords: Soybean productivity, Plant architecture, Bioregulators

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Aplicação com pulverizador costal co2 (a), e roçada mecânica manual (b)	25
FIGURA 2 - Coleta das plantas para avaliações (a), número de ramificações (b), peso de mil grãos (c), medida da altura de plantas (d), contagem do número de grão por planta (e), determinação do índice de área foliar, colheita com colhedora de parcelas.....	26
FIGURA 3 - Registro da precipitação pluviométrica mensal (mm), de outubro de 2020 a abril de 2021, na área da pesquisa durante o ciclo da cultura. não-me-toque, safra 2020/2021.....	32
FIGURA 4 - Produtividade de grão da cultura de soja e índice da área foliar (IAF) nos distintos tratamentos em não-me-toque, safra 2020/2021.	33
FIGURA 5 - Peso de mil grãos (PMG) de soja e índice da área foliar (IAF) nos distintos tratamentos em não-me-toque, safra 2020/2021.	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tratamentos, produtos utilizados e época de aplicação.	23
TABELA 2 - Princípio ativo dos produtos aplicados na área experimental com dosagem e data de aplicação.	24
TABELA 3 - Número de nós na haste principal (NNHP), número de ramificações (NR), número de nós nas ramificações (NNR), número total de vagens (NTV), número de vagens nas ramificações (NVR), número total de grãos por planta (NTG), peso total de grãos por planta (PTGP).....	28
TABELA 4 - Produtividade de grãos (PG), peso de mil grãos (PMG), altura de plantas (AP), altura de inserção do primeiro nó (AIPN), número de vagens na haste principal (NVHP) e índice de área foliar (IAF) nos distintos tratamentos em Não-Me-Toque-RS na safra 2020.....	30

LISTA DE SIGLAS

ACC	Ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano
AIPN	Altura De Inserção do Primeiro Nó
AP	Altura de Plantas
EROs	Espécies Reativas de Oxigênio
IAF	Índice de Área Foliar
NNHP	Número de Nós na Haste Principal
NNR	Número de Nós nas Ramificações
NR	Número de Ramificações
NTG	Número Total de Grãos por Planta
NTV	Número Total de Vagens
NVHP	Número de Vagens na Haste Principal
NVR	Número de Vagens nas Ramificações
PG	Produtividade de Grãos
PMG	Peso de Mil Grãos
PROTOX	Protoporfirinogênio Oxidase
PTGP	Peso Total de Grãos por Planta
SAM	S-adenosil metionina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral.....	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE E IMPLICAÇÕES NO CRESCIMENTO DA SOJA.....	16
2.2	REGULADORES DE CRESCIMENTO.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	23
3.2	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	23
3.3	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	25
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS	37
	APÊNDICE A – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)	42
	ANEXO A - ANÁLISE DE SOLO REALIZADA NO EXPERIMENTO	43

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas produtoras de grãos cultivadas em todo mundo, é uma das principais sendo uma *commodity* com bastante expressividade para o mercado nacional. O Rio Grande do Sul, se destaca dentre os estados do sul do Brasil em produção, com crescimento na área de produção e na produtividade. Com o intuito de aumentar os tetos produtivos da soja, tecnologias inovadoras vêm sendo estudadas. Pesquisas com reguladores de crescimento, hormônios vegetais e também manejos de poda mecânica de plantas vêm sendo utilizadas, o que resultaria em acréscimo de rendimento. Condições adversas podem ocasionar diminuição da capacidade de rendimento de grãos, uma dessas condições que pode gerar perdas é o acamamento das plantas. Alguns fatores podem levar as plantas ao acamamento como a alta densidade de plantas, alto fornecimento de água, excesso de nitrogênio e também locais de cultivo que apresentam maior altitude sendo mais evidente acima dos 700 m.

Dentre os manejos nas lavouras para alcançar alta produtividade na soja, estão sendo utilizados reguladores de crescimento. O produto tende a cessar o crescimento em altura da planta e induzir a formação das ramificações laterais. Isso proporciona maior formação de nós reprodutivos, possibilitando maior número de flores e vagens por planta e com isso aumento na produtividade.

Alguns compostos considerados reguladores vegetais compostos por giberelinas, auxinas, etileno, inibidores da protoporfirinogênio oxidase (Protox) e bioestimulante (citocinina + giberelina + auxina) são produtos citados como reguladores que podem influenciar no desenvolvimento vegetativo das plantas, levando a mudanças nas características dos componentes de rendimento. As auxinas (2,4 D) exercem função indispensável no alongamento e expansão celular, possibilitando o crescimento de raízes e caules. Com emprego em altas concentrações, as auxinas são capazes de modificar o desenvolvimento da parte aérea das plantas (BARBOSA *et al.*, 2023).

Em relação ao uso de reguladores de crescimento pode-se inferir também que as cultivares modernas de soja com elevado potencial produtivo são amplamente testadas e difundidas nas diversas regiões, porém alguns problemas como o crescimento excessivo, o acamamento e o auto sombreamento da cultura, podem atrapalhar seu potencial de rendimento. Características como cultivares de hábito de crescimento indeterminado, solos com altos níveis de fertilidade e elevadas populações de plantas podem favorecer a alta taxa de crescimento das plantas. A situação descrita pode ser amenizada ou solucionada com o plantio de outra variedade de soja, reduzindo a adubação nitrogenada principalmente ou diminuindo a

população de plantas por hectare, podendo ser utilizadas técnicas de agricultura de precisão através da taxa variável de sementes. Outra alternativa, está no uso de herbicidas em baixas doses se tornando reguladores de crescimento para reduzir o porte do dossel, o acamamento e o auto sombreamento nessas cultivares.

Mesmo observando os benefícios que os reguladores de crescimento podem proporcionar à agricultura, é prudente ter cautela ao usar esses métodos, pois se utilizados de maneira empírica, podem levar prejuízos à produção. Os reguladores podem levar a injúria ou fitotoxicidade às plantas, de acordo com a dose utilizada ou as características de cada cultivar aos produtos (BARBOSA *et al.*, 2023).

O presente trabalho se justifica pela importância econômica que a produção de grãos e sementes de soja representa na região de estudo, também pela busca de manejos das lavouras onde se busca fazer com que a cultura expresse todo seu potencial produtivo. A utilização de manejos destinados a regulação de porte de plantas como usos de produtos hormonais biorreguladores, herbicidas em sub doses e poda mecânica, quais seus efeitos e os seus reais benefícios para a cultura.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo avaliar efeitos da aplicação de diferentes produtos e manejo de roçada mecânica utilizados por agricultores produtores de grãos e sementes para reduzir a estatura de plantas de soja.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Estudar o efeito da aplicação de subdoses de herbicida sobre a arquitetura de plantas, componentes de rendimento e produção de grãos de soja.
- Estudar o efeito da poda mecânica sobre a arquitetura de plantas, componentes de rendimento e produção de grãos de soja.
- Estudar o efeito da aplicação de hormônios vegetais sintéticos sobre a arquitetura de plantas, componentes de rendimento e produção de grãos de soja.
- Determinar a relação do uso de manejos de regulação de porte de plantas com o índice de área foliar da cultivar de soja Neo 610 Ipro.
- Verificar se os métodos de redução de porte estimulam o aumento das ramificações laterais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE E IMPLICAÇÕES NO CRESCIMENTO DA SOJA

Um dos principais produtos da agricultura é a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), sendo responsável por colocar o Brasil no posto de maior produtor do grão mundialmente com uma produção brasileira estimada de 125,6 milhões de toneladas para a safra 2022/23. Com uma produtividade média a nível brasileiro de 3.272 kg. ha⁻¹, onde a produção da cultura se espalha por quase todo seu território, destacando os estados do Mato Grosso do Sul, Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul (CONAB, 2023).

Em relação ao melhoramento genético da soja no Brasil, houve grande avanço a partir dos anos 70, o que impulsionou o acentuado crescimento da produção e qualidade dos grãos colhidos. O melhoramento genético além de desenvolver o potencial genético produtivo das plantas, trouxe duas outras grandes contribuições a primeira foi a adaptação da soja às baixas latitudes, por meio da introdução de genes para o período juvenil longo, ponto de partida para que a cultura pudesse se difundir nos cerrados e a segunda foi o incremento da resistência às doenças (CALVO; KIIHL 2006).

Segundo Fontana et al. (2001), a soja exige temperaturas entre 20°C a 30°C, considerando como ideal 30 °C para seu crescimento e desenvolvimento, no entanto seu desenvolvimento vegetativo se torna nulo abaixo dos 10°C, já em temperaturas acima de 40°C ocorre disfunções metabólicas ocasionando a redução no crescimento da planta. A soja só é induzida a floração a temperaturas superiores a 13°C, no entanto, as temperaturas elevadas ocasionam uma precocidade na floração, conseqüentemente uma redução na altura da planta.

A exigência hídrica da cultura da soja para obter o máximo rendimento, varia de 450 a 800 mm/ciclo, sendo que nas fases vegetativas as plantas necessitam de 3 a 6 mm/dia, ao decorrer do ciclo essa necessidade aumenta e atingindo o máximo no período de floração-enchimento de grãos, com cerca de 7 a 8 mm/dia, dependendo das condições climáticas do ambiente que ela está implantada. (FARIAS *et al.*, 2007). O rendimento de grãos da soja está relacionado com o consumo relativo de água para diversas localidades do RS, sendo assim num estudo conduzido por Berlato (1987) concluiu-se que o consumo relativo de água explicou 89, 86 e 85% da variação do rendimento de grãos de soja dos grupos de maturação precoce, médio e tardio, respectivamente, durante o período crítico da cultura

A produtividade das culturas de interesse agrícolas, é definida pela interação entre a planta, o ambiente de produção e o manejo, e dentre as práticas de manejo a época de

semeadura, a escolha da cultivar, os espaçamentos e a densidades de semeadura são fatores que influenciam o rendimento da soja e seus componentes da produção (MAUAD *et al.*, 2009; TEJO *et al.*, 2019).

A interação genótipo ambiente (GxA) ao se lançar uma nova cultivar se faz necessário visto que as condições edafoclimáticas, interligadas com as práticas culturais, são coletivamente denominadas ambiente, onde em outra forma dizendo que, o ambiente é constituído de inúmeros fatores que podem afetar o desenvolvimento da cultura, estes que não são de origem genética. Ainda continuam relatando que a interação GxA é uma questão muito desafiante para melhoristas e agrônomos que conduzem testes comparativos e na recomendação de cultivares para as determinadas regiões. Quanto maior a variabilidade genética entre os genótipos da planta e entre os diferentes ambientes, com maior relevância será a interação GxA.

Muitos fatores ambientais podem afetar o desenvolvimento fenológico das plantas, dentre os mais comuns causadores da interação GxA destacam-se os fatores previsíveis como o fotoperíodo, classificação e fertilidade do solo, toxicidade pelo excesso de alumínio, época de semeadura e manejo realizado na cultura, e também fatores indispensáveis como a distribuição pluviométrica, temperatura atmosférica e do solo, umidade relativa do ar e patógenos e insetos (BORÉM; MIRANDA 2005).

Desse modo a interação genótipos x ambientes se torna um dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou de recomendação de cultivares, visto que em ambientes distintos a resposta diferentes do mesmo conjunto gênico, assim se torna trabalhoso avaliar o comportamento de cada cultivar lançada no mercado (MARQUES *et al.*, 2011).

O gerenciamento eficiente do agronegócio da soja, por meio da adoção de tecnologias que visam reduzir riscos e custos e aumentar a produtividade de forma sustentável, com preservação do meio ambiente, tem importância fundamental, pois possibilita que a oleaginosa participe eficientemente de mercados cada vez mais globalizados e competitivos. A soja necessita de um contínuo estudo e conhecimento da espécie, bem como de suas relações com o ambiente em que é cultivada, tornando, dessa forma, a pesquisa cada vez mais eficiente e suas características para formação de novas cultivares (EMBRAPA, 2013).

Dentro do sistema de produção de soja um dos fatores que influenciam decisivamente na obtenção de altas produtividades é a escolha correta da cultivar, fator que muitas vezes tem sido esquecido ou deixado em segundo plano pelo produtor. Como a semente representa um dos insumos que mais influenciam na rentabilidade final, reunindo a genética e a qualidade como principais componentes, a escolha deve sempre ser feita levando-se em consideração

sementes comercializadas por empresas sérias e parceiras do produtor safra após safra. Onde o controle total do processo de pesquisa e desenvolvimento, produção, análise e comercialização das sementes, garante maior qualidade e conhecimento da cultivar pela empresa. Independentemente da cultivar de soja ser convencional ou geneticamente modificada, a decisão deve se basear em fatores técnicos e econômicos (PIONNER, 2020).

A soja alcança altas produtividades quando os fatores ambientais são favoráveis durante todo o seu período de desenvolvimento, assim é preciso utilizar técnicas culturais para maximizar o acúmulo de biomassa nos tecidos vegetais e sobretudo no produto a ser colhido, o grão. Sendo que as principais práticas culturais que podem ser adotadas para alcançar a produtividade desejada para a soja são: uso de genótipos adaptados à região, escolha da época e da população de plantas corretamente no momento da semeadura, além de manejo em relação a nutrição e controle de pragas, doenças e invasoras (TEJO *et al.*, 2019).

Na implantação de lavouras de soja, alguns produtores, têm optado pelo plantio adensado utilizando, por exemplo, o plantio cruzado nas áreas de cultivo e espaçamento entre linhas inferior a 45 cm, que é o espaçamento normalmente utilizado, ou o maior número de plantas na linha de cultivo em espaçamentos de 40 cm na entrelinha, utilizam tal manejo visando ao aumento de produtividade. Entretanto o arranjo com altas densidades de semeadura pode proporcionar boa interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelas plantas, porém com baixa qualidade na distribuição ao longo do dossel. Por outro lado, baixas densidades comprometem a capacidade de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, o aproveitamento no uso da mesma, dessa forma fica evidente a importância de densidades adequadas para cada cultivar em cada local (PETTER *et al.*, 2016).

A soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento (FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2010). A forma com que tais modificações ocorrem pode estar relacionada com fatores como altitude, latitude, textura do solo, fertilidade do solo, época de semeadura, população de plantas e espaçamento entre linhas, sendo importante o conhecimento das interações entre estes, para definição do conjunto de práticas que traria respostas mais favoráveis à produtividade agrícola da lavoura (HEIFFIG, 2006). Esta plasticidade é verificada na densidade de semeadura, quando as plantas não respondem a variação na quantidade de plantas na linha de semeadura em relação à produtividade (PIRES *et al.*, 2000).

Na região Sul do Brasil, nos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina é comum encontrar locais de produção de soja acima de 700 m de altitude, tais áreas se

caracterizam por produtividades médias elevadas. Condições de umidade elevada, e nebulosidade durante o período vegetativo nessas regiões e de manejo, como excesso de nutrientes no solo, ou alta densidade de plantas, podem proporcionar crescimento vegetativo considerável, que pode tornar os entrenós frágeis, podendo não resistir à força exercida sobre eles, cedendo ao peso das estruturas acima, resultando o acamamento (BASILIO *et al.*, 2020).

Quanto mais favoráveis são as condições ambientais à cultura, maior é a capacidade de compensação da baixa população pelo aumento do número de ramos, do número de vagens por planta e, conseqüentemente, de grãos por planta. As principais conseqüências do uso de densidades de semeadura abaixo do indicado pelos obtentores das cultivares são: maior risco de falhas de estande, menor fechamento do dossel, aumento da incidência de plantas daninhas, redução de inserção da primeira vagem (o que pode aumentar as perdas na colheita) e redução de produtividade (BALBINOT JUNIOR, 2019).

As principais conseqüências do uso de densidades excessivamente altas, acima do indicado pelos obtentores, são: aumento do risco de acamamento e da incidência de doenças, incremento dos custos com sementes e seu tratamento e redução da produtividade. Salienta-se que é frequente a observação de lavouras com populações de plantas muito altas, o que tem causado redução de produtividade e aumento do custo de produção, sendo que nesse contexto, fica claro a importância do uso de sementes com alta qualidade fisiológica, física e sanitária e da adequada regulagem das semeadoras no sentido de garantir o estabelecimento da população ideal de plantas recomendada pelo obtentor da cultivar a ser utilizada (BALBINOT JUNIOR, 2019).

Cruz *et al.* (2016), em seu trabalho que teve como o objetivo avaliar o efeito da associação do arranjo espacial e população de plantas no desenvolvimento vegetativo e produtividade de grãos de soja, relatam que a associação de arranjos espaciais e população de plantas, tem se destacado como ferramentas potenciais para o aumento da produtividade. Os autores encontraram como resultado que houve aumento linear para, altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem, conforme o aumento da densidade de semeadura e esclarecem que isso se explica pelo fato de que com o aumento da densidade de semeadura, aumenta também a competição intraespecífica por água, nutrientes e principalmente por luz, resultando no estiolamento das plantas; para o número de vagens por planta, houve um efeito linear negativo em função do aumento da densidade de semeadura.

2.2 REGULADORES DE CRESCIMENTO

Uma das práticas culturais que pode ser utilizada para melhorar o desempenho da cultura

da soja é a aplicação de reguladores de crescimento para minimizar a ocorrência do acamamento de plantas. Uma das formas de fazer isso se dá com o uso de herbicidas para cessar o crescimento em altura da planta e induzir a formação das ramificações laterais. Além disso, proporciona maior formação de nós reprodutivos, podendo levar a maior fixação de flores e vagens por planta. Os reguladores de crescimento atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Normalmente ligam-se a receptores na planta e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (KERBAUY, 2004).

Os reguladores são substâncias sintéticas exógenas, similares aos grupos de hormônios vegetais existentes, que quando aplicadas diretamente nas plantas pode alterar os processos vitais e estruturais da planta, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita. Essas substâncias também agem modificando a morfologia e a fisiologia da planta, podendo-se levar a alterações qualitativas e quantitativas na produção (SILVA, 2010).

A maioria dos reguladores atua como retardantes vegetais, atuando na síntese de giberelina e outros hormônios vegetais que promovem o alongamento celular. Inibidores da síntese de giberelinas são divididos em três classes, e cada classe específica interrompe uma das três etapas da síntese de giberelina (ESPINDULA *et al.*, 2010).

Segundo Rademacher (2000), os reguladores de crescimento são aplicados com o objetivo de reduzir o desenvolvimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem ocasionar diminuição na produtividade. De acordo com Linzmeyer Junior *et al.* (2008) os reguladores vegetais têm mostrado grande potencial no aumento da produtividade. Os diferentes tipos de reguladores vegetais existentes agem inibindo a rota comum de síntese de todos os ácidos giberélicos, por exemplo, e sabe-se que o ácido giberélico atua como regulador da divisão e alongamento das células das plantas, estimulando o crescimento do vegetal pelo aumento da extensibilidade da parede celular, deste modo participa no crescimento do caule da mesma.

Os reguladores influenciam a resposta de muitos órgãos da planta, a depender do genótipo, da parte da planta, do estágio de desenvolvimento, da concentração, da interação entre os outros reguladores e também de vários fatores ambientais ligados às condições da região de cultivo. Desse modo, a utilização dos reguladores vegetais passa a ser interessante nos casos em que se deseja ampliar os rendimentos, em função do aumento do potencial produtivo, sem a necessidade de incrementos em adubações ou novos materiais genéticos, o que aumentariam os custos da produção (DOURADO NETO *et al.*, 2014).

Com relação ao herbicida lactofen, Ferreira *et al.* (2011) observaram que em todas as doses, houve interrupção no crescimento da altura de planta, mas também decréscimo nas médias de número de vagens por planta, número de grãos por planta e peso de grãos, em relação ao controle. O herbicida lactofen é um químico do grupo dos difenil éteres, tendo como mecanismo de ação a inibição da protoporfirinogênio - IX oxidase (Protox), atuando na biossíntese de clorofilas, produzindo um pigmento fotodinâmico que acumula no cloroplasto e dispondo da presença de luz e oxigênio molecular, produz oxigênio “singlet” (O⁻), o que pode resultar em efeitos fitotóxicos às plantas.

Segundo Foloni *et al.* (2016), cultivares de soja expostas à aplicação de lactofen em estádios vegetativos, viram que o herbicida reduz a estatura das plantas e diminuem o acamamento, mas acarreta em queda no rendimento de grãos.

Em estudo com o herbicida composto por 2,4-D, onde houve aumento de suas concentrações nas plantas, foi observado incremento do peso de mil grãos. Podemos considerar que o herbicida 2,4-D é uma auxina sintética proveniente do ácido fenoxiacético, com característica de translocação na planta. O produto químico 2,4-D promove a síntese do etileno, aumentando a conversão do SAM (S-adenosil metionina) em ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano). Esse processo de mudanças metabólicas ativa a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), moléculas envolvidas no estímulo à produção de etileno, hormônio responsável pela promoção da senescência e, conseqüentemente, em efeitos prejudiciais às plantas (MATTE *et al.*, 2021).

Colaço e Borsoi (2019), avaliaram o efeito do herbicida 2,4-D, em baixa dosagem aplicado na fase inicial de floração sobre o desenvolvimento e componentes de rendimento na cultura da soja. Para os autores a grande maioria das cultivares de soja, quando plantadas em regiões mais frias e com maiores altitudes sofrem mudanças em sua arquitetura, aumentando seu tamanho, e conseqüentemente, ocorrendo o acamamento. Conclui-se que plantas acamadas só trazem prejuízo ao produtor, por estarem mais próximas ao solo e ter uma deterioração de grãos mais acelerada, além de dificultar o processo de colheita. Seus resultados mostraram que nas variáveis altura de planta e peso de mil grãos houve diferença estatística. Porém, número de grãos por vagem, vagem por planta e produtividade não apresentaram diferenças em relação aos diferentes tratamentos utilizados.

O acamamento é um dos fatores que pode limitar a produção da cultura da soja dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorrer. Também pode prejudicar a qualidade dos grãos e a eficiência da colheita mecanizada (SILVA *et al.*, 2008). De acordo com Souza *et al.* (2013), o acamamento de plantas é um fator que reflete em

diminuição do potencial de rendimento de grãos, um destes fatores que gera perdas qualitativas e quantitativas é o acamamento das plantas. O acamamento pode ocorrer devido a fatores como a alta densidade de plantas por área, excesso de fornecimento hídrico, ventos fortes e emprego de cultivares de porte alto entre outros.

Para Moreira *et al.* (2020), o acamamento pode provocar auto sombreamento, reduzindo a fotossíntese líquida e o período de duração de vida da folha, acarretando redução de fotoassimilados disponíveis ao enchimento de grãos, além de proporcionar um microclima de maior umidade, que é favorável à depreciação dos grãos de soja e incidência de doenças. O prejuízo no rendimento de grãos ocasionado pelo acamamento de plantas é função direta do estágio de desenvolvimento em que ocorre o problema e de sua intensidade, especialmente quando o acamamento se dá no início do enchimento de grãos.

Bertolin *et al.* (2008) ressalta que a utilização de reguladores vegetais proporciona incremento no número de vagens por planta e produtividade de grãos, tanto em aplicação via sementes quanto via foliar, na cultura da soja. Porém, a maior produtividade não está relacionada ao maior crescimento da parte aérea, considerando-se a altura das plantas, ramos por planta, altura de inserção da primeira vagem.

Basilio *et al.* (2020), estudou o efeito do produto cloreto de cloromequate nas características das plantas e nos componentes de rendimento em função das doses e estádios de aplicação do cloreto de cloromequate em duas cultivares de soja. Suas conclusões foram que com o uso de cloreto de cloromequate no estágio V9 foi mais eficaz na redução de altura de plantas, especialmente nas doses 75 e 100 g i.a. ha⁻¹, sem afetar o número de nós, de vagens por planta e o peso de grãos, além de incrementar no diâmetro da haste principal, importante característica de tolerância ao acamamento. Aplicações mais tardias como no estágio R3 se mostram pouco efetivas.

Para Cato e Castro (2006) maior parte das plantas que tem crescimento apical pronunciado, tem a ramificação lateral inibida, esse processo é conhecido como dominância apical. Na tentativa de eliminar a dominância apical e estimular a ramificação lateral, melhorando a eficiência de produção da soja: uso de reguladores de crescimento, muito utilizado em gramíneas no início do desenvolvimento da soja para reduzir a área foliar, a exemplo do que ocorre em trigo (RODRIGUES *et al.*, 2003); herbicidas que inibem o crescimento da planta através da quebra da dominância apical e indução de ramos laterais (GALLON *et al.*, 2016); utilização de equipamentos mecânicos para reduzir a área foliar e induzir a quebra da dominância apical e estimular a brotação lateral (THE RESPONSE, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido no município de Não-Me-Toque, no norte do estado do Rio Grande do Sul, na área experimental da empresa Produza Insumos que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 28° 27' 28" Sul, Longitude: 52° 49' 19" Oeste, situado a 495 metros de altitude.

O experimento foi constituído por distintas ferramentas utilizadas como regulador de crescimento na cultura da soja (Tabela 1). O delineamento experimental adotado foi o de Blocos Casualizados (DBC), sendo empregados 9 tratamentos, com 4 repetições.

Tabela 1 - Tratamentos, produtos utilizados e época de aplicação.

Tratamentos	Produtos	Doses	Época aplicação
T1	Testemunha	-	-
T2	Roçada mecânica	-	Estádio V5 - V6
T3	Roçada mecânica	-	Estádio V8
T4	Citocinina (MaxCel®)	40 ml/ha	V5 – V6
T5	Cinetina+GA3+AIB (Stimulate®)	500 ml/ha	V5 – V6
T6	Imazethapyr	300 ml/ha	V5 – V6
T7	Lactofen	400 ml/ha	V5 – V6
T8	2,4 D	45 ml/ha	V5 – V6
T9	Chlorimuron	50 ml/ha	V5 – V6

Fonte: Autor (2023)

3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

A soja foi semeada no dia 25 de novembro de 2020, na safra 2020/21. A cultivar utilizada foi a NEO 610 IPRO da empresa NEOGEN® do grupo DONMARIO® sementes. As parcelas foram de 4 x 2 metros (comprimento e largura), totalizando 8 metros quadrados, as quais foram semeadas com uma semeadora modelo Panter® da marca Vence Tudo® possuindo 7 linhas com sulcador. A cultivar apresenta as seguintes características: grupo de maturidade relativa (GMR) 6.1, hábito de crescimento indeterminado, exigência alta a fertilidade, alto potencial de ramificação. Importante ressaltar que havia sido visualizado em outros campos o acamamento dessa cultivar e por este motivo o uso dela no presente estudo. O espaçamento entre linhas foi de 50 cm, densidade de sementes de 320.000 sementes/ha. Foi utilizada adubação de base na linha de semeadura com MAP (11.52.00) 300 kg ha⁻¹ e KCL (00.00.60) 200 kg ha⁻¹ em cobertura a lanço antecedendo a semeadura. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2018).

Para a determinação das características químicas do solo onde o estudo foi implantado

realizou-se a amostragem através da coleta com o método de pá de corte em uma profundidade de 0-10 cm, realizando a limpeza prévia da palha da superfície do local amostrado, fazendo uma trincheira homogênea para que o perfil de amostragem saia intacto, na pá de corte com o auxílio de uma faca descartou-se os excessos laterais, realizou-se 10 sub amostras que foram armazenadas em um balde limpo e seco, posteriormente foi realizada a mistura homogênea do solo para então armazenar em saco identificado, para enviar ao laboratório de solos para análises.

As aplicações dos produtos foram utilizadas subdoses de acordo com a indicação de sementeiras exceto pelo Stimulate® que a dose utilizada foi de acordo com descrição da empresa fabricante. Como visualizado na Tabela 1 a aplicação foi realizada nos estádios V5 (quinto nó) e V6 (sexto nó) das plantas, com auxílio de um pulverizador costal pressurizada com CO₂, que possui barra com 4 pontas cone vazio TXA 8002VK da marca Tejeet® e volume de calda de 100 L/ha e foi realizada uma única aplicação (Figura 1).

De forma geral na área que possui 5 hectares foram realizados manejos de tratos culturais necessários para manutenção de uma lavoura sadia e em plenas condições produtivas estão descritos na Tabela 2, todas as aplicações foram realizadas com drone da marca DJI modelo T10, para as dessecações utilizou-se 15 L/ha de calda e nas demais aplicações de manejos fitossanitários utilizou-se 10 L/ha.

Tabela 2 - Princípio ativo dos produtos aplicados na área experimental com dosagem e data de aplicação.

Data de aplicação	Princípio ativo	Dosagem
10/10/2020 (dessecação)	Glifosato (phosphonomethyl glycine)	2 L/ha
	2,4D	1,5 L/ha
	Oleo Mineral	0,5 L/ha
20/11/20	Glufosinato 200 SL	3 L/ha
	Sulfentrazone+diuron	1 L/ha
	Oleo Mineral	0,5 L/ha
10/01/21	Trifloxistrobina+tebuconazole	0,5 L/ha
	Clorantraniliprole	0,05 L/ha
	Glifosato (phosphonomethyl glycine)	2,0 L/ha
	Oleo Mineral	0,5 L/ha
10/02/2021 (primeira aplicação)	Oleo Mineral	0,5 L/ha
	Abamectina 18%	0,2 L/ha
	Trifloxistrobina+protioconazole+Bixafen	0,5 L/ha
	Mancozeb	2 kg/ha
25/02/2021 (segunda aplicação)	Bifentrina+Carbosulfano	0,6 L/ha
	Trifloxistrobina+protioconazole+Bixafen	0,5 L/ha
18/03/2021 (dessecação)	Picoxistrobina+ciproconazole	0,6 L/ha
	Fenpropimorfe	0,3 L/ha
	Óleo metilado de soja	0,2 L/ha

Fonte: Autor (2023)

A roçada mecânica foi realizada manualmente com o auxílio de uma roçadeira costal a combustão da marca Still®, equipada com uma lâmina de aço, nos estádios de desenvolvimento V6 (sexto nó) e V8 (oitavo nó). O corte foi realizado a aproximadamente 10 cm do solo, deixando com que as plantas pudessem ter capacidade de rebrote. (Figura 1 B)

Figura 1 - Aplicação com pulverizador costal CO₂ (A), e roçada mecânica manual (B)



Fonte: Autor (2023)

Em área total seguiu-se os manejos necessários de fungicidas, herbicidas e inseticidas padrão da lavoura do produtor, proprietário da área.

3.3 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Para as avaliações dos componentes de rendimento e de variáveis de crescimento foram coletadas 3 plantas inteiras, aleatoriamente de cada repetição com auxílio de uma tesoura de poda, cortando as plantas no caule rente ao solo, as amostras foram identificadas com escrita com caneta preta em uma fita adesiva crepe branca, agrupadas por tratamentos, para posteriormente serem levadas para o escritório, onde foram realizadas todas as medições previstas (Figura 2 e Figura 2 B). Foram avaliados a altura de plantas, com medida da base da planta até a ponta (Figura 2 D). Para a altura da inserção do primeiro nó da haste principal foram realizadas medidas da base da planta até os referidos pontos.

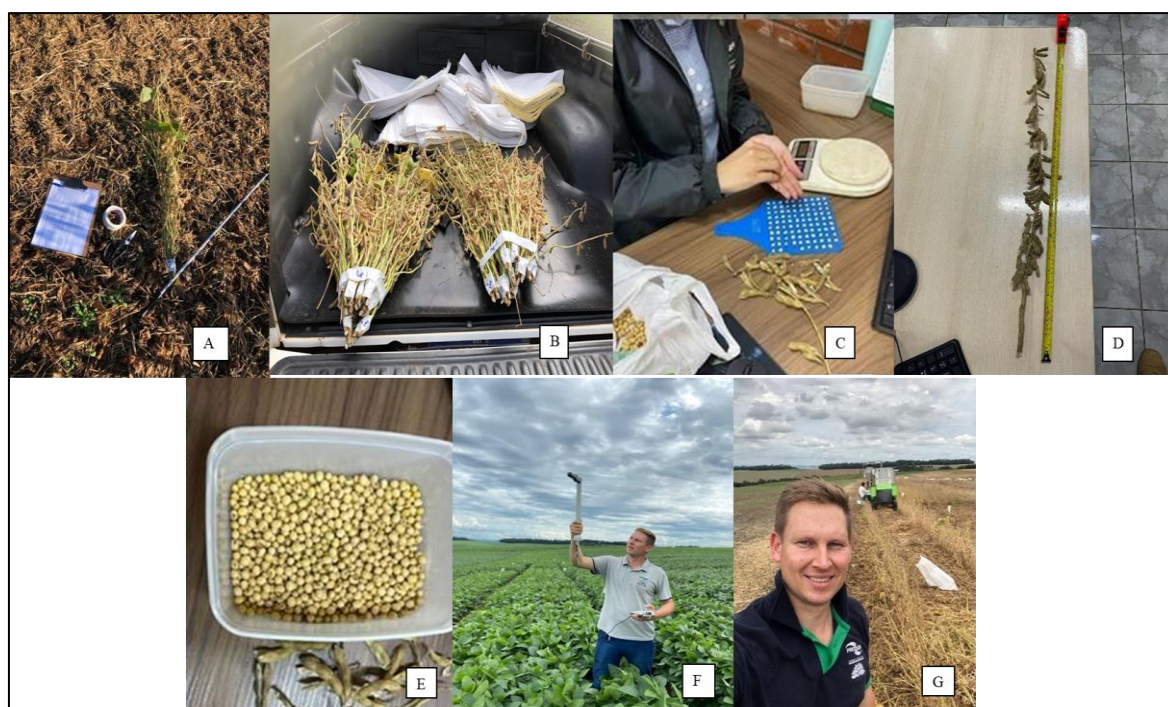
A determinação do número de ramificações laterais foi realizada através da contagem de todos os ramos das plantas, assim como o número de nós nas ramificações através de contagem (Figura 2 B). Para o número de legumes (haste principal, ramificação lateral e total), foi realizada a contagem manual; o número de grãos por planta foi através da abertura de todos

os legumes das plantas manualmente e sua contagem (Figura 2 E). O peso de mil grãos foi realizado através da amostragem em uma tabuleta com 100 furos como apresentado na Figura 2 C, coletou se 5 tabuletas que somam 500 sementes, determinou se o peso desse volume de grãos e multiplicou se por 2 para obtermos o peso de 1000 grãos. A balança utilizada para a pesagem foi de precisão com escala em gramas, auxiliando na precisão das amostras.

O índice de área foliar foi medido por meio do equipamento LI-COR®, modelo LAI-2200®, sendo feita no estágio R1 (florescimento) das plantas, sendo realizada a coleta em 3 pontos dentro da parcela, no dia 02 de fevereiro de 2021. Este equipamento é considerado um analisador de dossel de plantas, ele possui um sensor de modelo olho de peixe para recepção da luz, que utiliza de um método não destrutivo para determinar com facilidade e precisão o IAF.

A produção final de grãos foi determinada com auxílio de uma colhedora de parcelas, sendo a colheita realizada no dia 16/04/2021. Para essa tarefa descartou-se as linhas externas e colhemos somente as linhas centrais da parcela. (Figura 2 G), as amostras foram levadas para a empresa e pesadas uma a uma em balança de precisão com escala em gramas determinado umidade e impureza. Para os cálculos de produtividade foram determinados a área colhida e transformado para hectare, a uniformização da umidade dos grãos considerando 12% e foi descontado o percentual de impureza das amostras.

Figura 2 - Coleta das plantas para avaliações (A), número de ramificações (B), peso de mil grãos (C),) medida da altura de plantas (D), contagem do número de grão por planta (E), determinação do índice de área foliar, colheita com colhedora de parcelas.



3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os valores obtidos na avaliação dos componentes de rendimento compuseram o banco de dados utilizados nas análises estatísticas subsequentes. Os dados foram testados com relação a sua normalidade pelos testes *Shapiro-Wilk* (resíduos) e *Anscombe e Tukey* (variâncias) e transformados quando necessário por meio do programa estatístico PAST (HAMMER, 2001). Posteriormente a normalização, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo na Tabela 3 segue os resultados obtidos, e que no qual fica evidente ao visualizar os valores que não houve diferença significativa entre os tratamentos estatisticamente. Entretanto, destaca-se o tratamento Imazethapyr que se obteve maiores valores exceto no número de nós na haste principal (NNHP). Sendo assim, uso de herbicidas para cessar o crescimento em altura da planta e induzir a formação das ramificações laterais. Isso proporciona maior formação de nós reprodutivos, possibilitando maior número de flores e vagens por planta (FOLONI *et al.*, 2016).

Tabela 3 - Número de nós na haste principal (NNHP), número de ramificações (NR), número de nós nas ramificações (NNR), número total de vagens (NTV), número de vagens nas ramificações (NVR), número total de grãos por planta (NTG), peso total de grãos por planta (PTGP).

Tratamento	NNHP	NR	NNR	NTV	NVR	NTG	PTGP
Controle	15,4 ^{ns}	3,8 ^{ns}	4,9 ^{ns}	74,8 ^{ns}	34,7 ^{ns}	182,8 ^{ns}	35,3 ^{ns}
Roçada V6	15	3,8	5,8	67,9	40,2	161,8	33,9
Roçada V8	17	4,8	4,4	74,4	37,2	182,8	35,4
Citocinina	14,8	3,3	3,2	55,3	18,4	136	27,1
Cinetina+GA3+AIB	15,8	3,8	3,7	68,4	26,3	162,3	31,3
Imazethapyr	15,8	5,1	4,8	83,7	49,5	197,2	38,2
Lactofen	15,8	4,1	4,1	68,6	32	160,8	32
2,4D	14,8	4	4,6	76,7	42,3	180,5	31,6
Chlorimuron	14,9	4,6	4,6	70,3	36,9	172,1	32,9
Média	15,5	4,1	4,5	71,1	35,3	170,7	33,1
CV%	7	20,2	23,9	17	37,3	17,2	18,1

*Médias seguidas por mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Autor (2023).

Já para Moterle *et al.* (2008), estudando duas safras agrícolas (2005/06 e 2006/07) observaram que, o número de vagens por planta não diferiu significativamente entre os tratamentos e a testemunha para o primeiro ano estudado isso se deu em virtude do estresse hídrico sofrido pela cultura no segundo decêndio de janeiro de 2006, período este que correspondeu à fase de enchimento dos grãos. O déficit hídrico tem influência direta na taxa fotossintética, a qual está diretamente associada com a produção de fotoassimilados e, consequentemente, com a produtividade de sementes, e sua importância varia com o estágio fenológico em que se encontra a planta.

De acordo com Espindola *et al.* (2010), os reguladores ligam-se a receptores na planta e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou

modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos. Também destacam a importância da aplicação na fase vegetativa, sendo que nessa fase os produtos promovem maior redução dos entrenós basais do colmo.

Em relação ao número de vagens nas ramificações (Tabela 3), o tratamento com aplicação de Imazethapyr teve as maiores médias ficando com 49,5 vagens e o tratamento com Citocinina (MaxCel®) a menor média com 18,4 vagens nos galhos. Os resultados corroboram com os encontrados por Souza *et al.* (2013), que avaliou o desenvolvimento da parte aérea e a produtividade de grãos de soja transgênica decorrentes da aplicação de reguladores de crescimento. Para os autores, plantas mais compactas e mais equilibradas podem ser mais eficientes na fotossíntese. Onde o fornecimento de maior quantidade de luz para plantas de soja que se encontrem no início do florescimento (estádio R1) possibilitaram maior quantidade de vagens efetivas no final do ciclo (incremento em mais de 100%) e consequente aumento da produtividade. Tal resposta foi proporcionada principalmente pela manutenção da fotossíntese em folhas da parte inferior do dossel da planta.

As plantas que mais apresentaram ramificações foram a do tratamento Imazethapyr uma média de 5.1 ramificações, seguindo de roçada em V8 com 4.8 ramificações e o menor número ficou no tratamento com Citocinina (MaxCel®) em média 3.3 ramificações. A característica de engalhamento em uma planta de soja pode ser considerada favorável podendo apresentar maiores números de vagens por planta, corroborando com este trabalho onde o tratamento Imazethapyr apresentou maior número de vagens total por planta de soja, comprovando tal característica.

As variáveis produtividade de grãos (PG), peso de mil grãos (PMG), altura de plantas (AP), altura de inserção do primeiro nó (AIPN), número de vagens na haste principal (NVHP) e índice de área foliar (IAF) na Tabela 4 apresentaram diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 4 - Produtividade de grãos (PG), peso de mil grãos (PMG), altura de plantas (AP), altura de inserção do primeiro nó (AIPN), número de vagens na haste principal (NVHP) e índice de área foliar (IAF) nos distintos tratamentos em Não-Me-Toque-RS na safra 2020

Tratamento	PG (kg ha ⁻¹)	PMG (g)	IAF	AP (cm)	AIPN (cm)	NVHP
Controle	5817 a	180,0 abc	7,8 a	106,0 a	3,8 abc	40,1 ab
Roçada V6	5324 ab	177,5 bcd	6,0 bc	91,6 b	3,5 abc	36,9 ab
Roçada V8	5015 ab	173,8 d	5,7 c	98,0 ab	5,0 ab	35,2 ab
Citocinina	5556 a	181,1 ab	7,3 ab	103,5 a	5,0 ab	36,8 ab
Cinetina+GA3+AIB	5573 a	184,4 a	8,1 a	100,7 ab	5,5 a	42,0 a
Imazethapyr	5586 a	181,7 ab	7,6 a	98,6 ab	2,9 bc	34,1 b
Lactofen	5484 a	177,2 bcd	7,2 abc	99,6 ab	4,8 ab	39,8 ab
2,4D	4549 b	174,8 cd	7,1 abc	77,8 c	2,3 b	34,3 ab
Chlorimuron	5046 ab	179,3 abc	6,6 abc	99,3 ab	3,0 abc	33,3 b
Média	5328	178,8	7	97,2	4	36,9
CV%	7,2	1,2	9,3	1,1	26,4	8,7

*Médias seguidas por mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV – Coeficiente de variação. Fonte: Autor (2023).

O tratamento controle teve plantas com maior altura de 106 cm e o tratamento Roçado V6 apresentou altura de 91,58 cm, até o final do ciclo da cultura. Segundo Motta *et al.* (2002), plantas que foram submetidas a poda mecânica, tiveram redução na estatura e são menos propensas a problemas de acamamento, no entanto podem resultar no decréscimo da produtividade e qualidade dos grãos, aumentando a taxa de infecção a doenças de final de ciclo.

O menor valor de altura ficou com o tratamento que recebeu aplicação de 2,4D com média de 77,74 cm, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Porém as plantas que receberam o tratamento com o produto 2,4D apresentaram uma distrofia caulinar na base da planta, logo acima do solo, podendo prejudicar a arquitetura das plantas e também e também sua produtividade. Devido a isso, Taiz *et al.* (2017), relatam que o uso de herbicidas mimetizadores de hormônios vegetais (2,4D) durante o desenvolvimento das culturas causa benefícios quando usados em doses adequadas. A utilização de doses elevadas de 2,4D pode causar decorrências negativas, afetando o desenvolvimento e crescimento das plantas (PAN *et al.*, 2018). Nesse sentido, estudos com variações de doses são importantes para melhor entendimento de um parâmetro de eficiência, garantindo que o tratamento promova efeitos positivos.

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

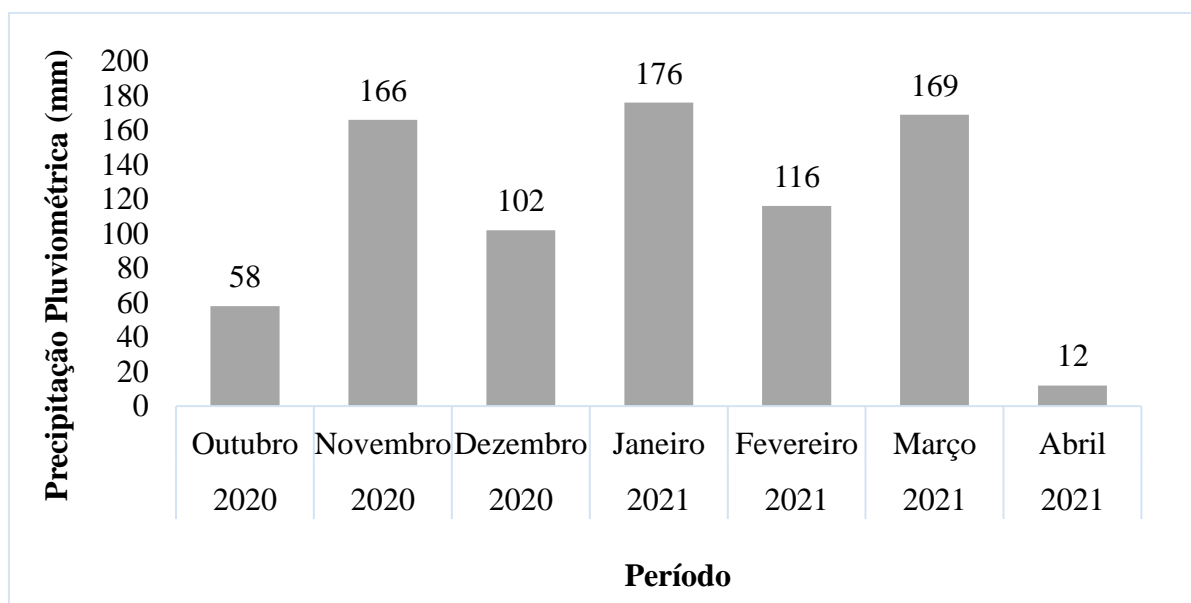
permeabilidade das membranas e possuem ação característica no alongamento celular. As citocininas regulam a divisão e a diferenciação celular. E as giberelinas estão envolvidas na germinação das sementes, tanto na superação da quiescência, como no controle de hidrólise das reservas (TAIZ e ZEIGER, 2012).

Para Zagonel et al. (2002), o maior benefício da redução da altura das plantas, e consequentemente maior diâmetro do colmo, além de melhorar a capacidade de interceptação de radiação, reduz as perdas em função do acamamento, em comparação com a testemunha sem utilização do regulador de crescimento.

A altura de inserção do primeiro nó, teve diferença entre os tratamentos, a maior altura de inserção foi no tratamento com Cinetina+GA3+AIB (Stimulate®) com 5,5 cm, seguido de Citocinina (MaxCel®) e roçada em V8 que apresentaram a mesma medida 5,0 cm, no tratamento com Imazethapyr 2,9 cm e a menor altura de inserção de primeiro nó foi do tratamento com 2,4D com 2,3 cm. Consequentemente a altura de inserção do primeiro nó e da primeira vagem é uma característica de extrema importância, visto que uma menor altura de inserção poderá ser a causa de perdas de grãos na colheita mecanizada ou podem interferir no processo de colheita mecanizada. (AGUILA *et al.*, 2011; PACENTCHUK *et al.*, 2018),

As informações pluviométricas apresentaram um volume de chuvas relativamente bom durante todo ciclo da cultura, com uma excelente distribuição semanalmente somando 799 mm acumulados da semeadura a colheita (Figura 3), proporcionando produtividade acima da média histórica para a região e o estado. Segundo Carvalho *et al.* (2013) o volume ideal para a cultura da soja seria entre 450 e 800 mm de água durante o ciclo da cultura, contribuindo para o crescimento vegetativo da soja.

Figura 3 - Registro da precipitação pluviométrica mensal (mm), de outubro de 2020 a abril de 2021, na área da pesquisa durante o ciclo da cultura. Não-Me-Toque, safra 2020/2021.



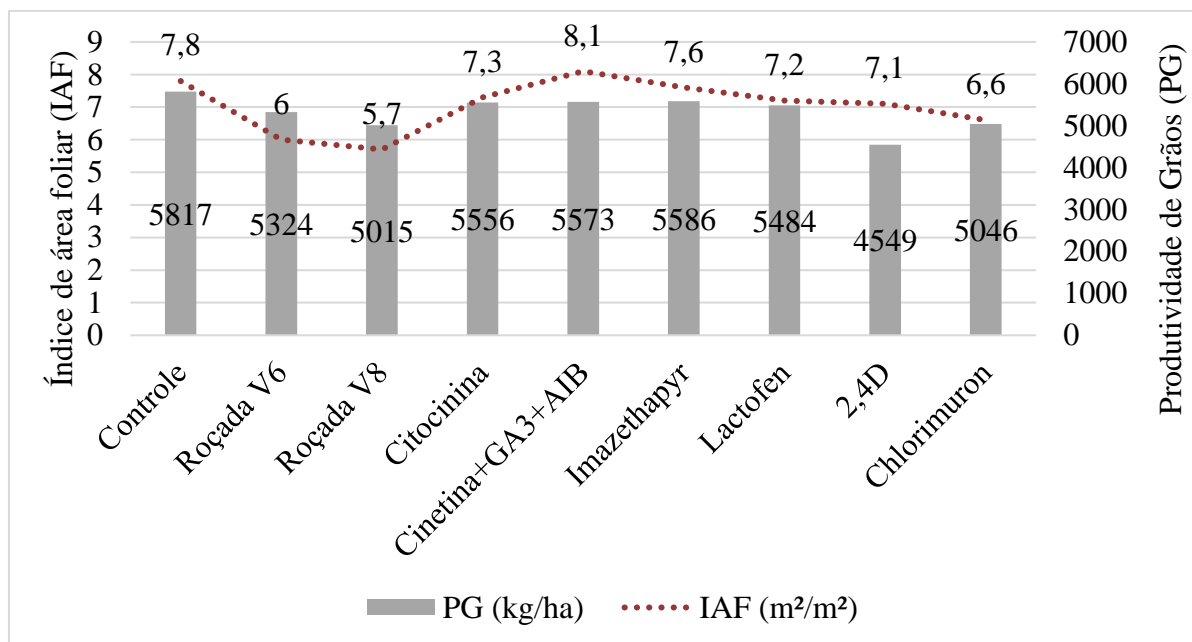
Fonte: Autor (2023).

Conforme Souza *et al.* (2013), os redutores podem tornar a arquitetura das plantas mais adaptadas e eficientes no uso dos recursos ambientais e de insumos para suportar um rendimento agronômico elevado.

A pesquisa tem buscado, em soja, plantas de porte menor, com arquitetura mais equilibrada e que sejam capazes de suportar grande número de vagens e de grãos até o momento da colheita, que integram as características desejáveis. O emprego de redutores de crescimento pode conferir este benefício por tornar as plantas mais compactas e eretas devido à redução de sua estatura (SINGH, 2001).

A utilização de redutores de crescimento inibidores da síntese de giberelina permite aumentos de produtividade de grãos de soja por proporcionar crescimento radicular mais vigoroso e também devido a redução da estatura de plantas. Conforme o estudo, os incrementos na produtividade pelos reguladores de crescimento podem estar relacionados com a modificação estrutural da planta (LINZMEYER JUNIOR *et al.*, 2008)

Figura 4 - Produtividade de grão da cultura de soja e Índice da Área Foliar (IAF) nos distintos tratamentos em Não-Me-Toque, safra 2020/2021.



Fonte: Autor (2023).

A produtividade de grãos da soja é altamente correlacionada com os componentes da produção, ou seja, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de grãos. Tendo em vista que as condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento da soja associada aos tratos culturais adequados, como adubação e controle fitossanitário, obtiveram-se altos valores de produtividade nos tratamentos analisados (BATISTA FILHO *et al.*, 2013). Importante salientar que o tratamento Roçada V8 se obteve-se uma produtividade inferior comparado com o tratamento Roçada V6, mostrando que quanto mais tarde no ciclo da cultura realizar-se alguma forma deste tipo de manejo, poderá ocasionar em perdas de produtividade e menor peso de grãos.

Bertolin *et al.* (2008) trabalhando com reguladores de crescimento no tratamento de semente e via foliar concluíram que a aplicação dos produtos não influencia a altura das plantas, ramos por planta, altura de inserção da primeira vagem e maturação das vagens. Porém, proporciona incremento no número de vagens por planta e produtividade de grãos tanto em aplicação via sementes, quanto via foliar.

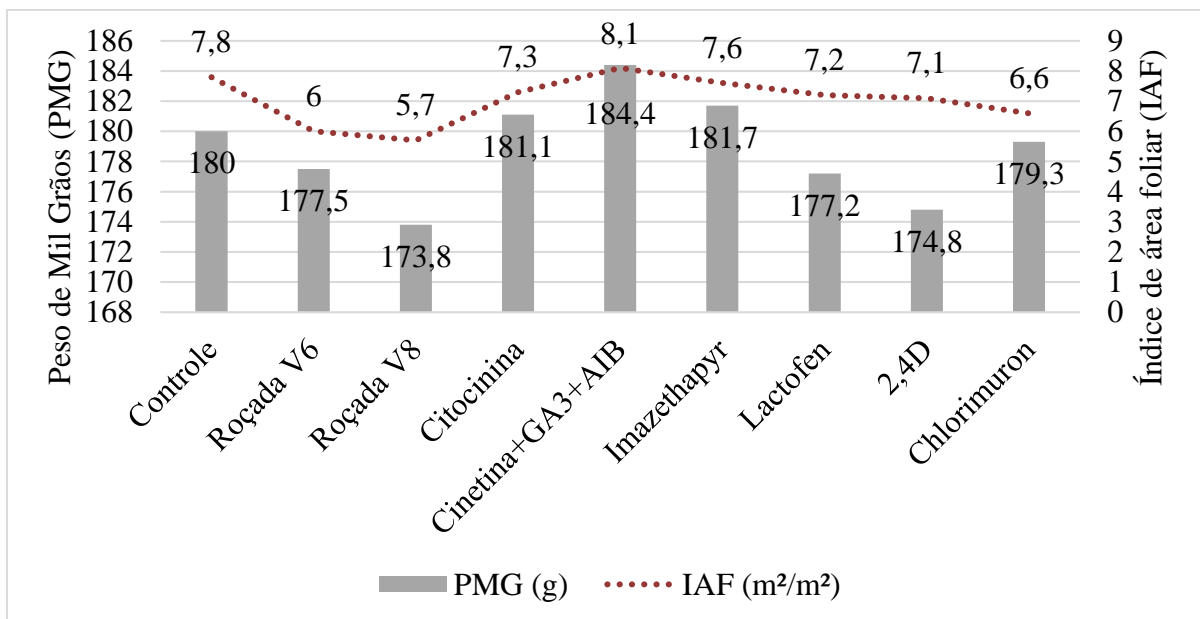
Klahold *et al.* (2006), a aplicação de reguladores de crescimento via semente, via foliar e na combinação das duas formas na cultura da soja, resultou em efeitos sobre massa seca de flores, massa seca de raízes, razão raiz/parte aérea e número de flores. No entanto, para alguns tratamentos utilizados, verificaram-se reduções na área foliar, na massa seca de caule mais pecíolo, na massa seca de vagens e na massa seca total das plantas, fato evidenciado neste

estudo.

Podemos observar na Figura 4 que o fator produtividade de grãos sendo que o controle teve o maior rendimento com 5817 kg ha⁻¹ seguido de Imazethapyr com 5589 kg ha⁻¹, o menor rendimento de grãos obtido foi no tratamento 2,4D com 4549 kg ha⁻¹ prejudicando a produtividade da cultura.

O peso de mil grãos (PMG) é uma medida importante se tratando sementes, pois de acordo com Schuch *et al.* (2009), o peso de grãos é um dos caracteres de grande importância para determinar a cultivar ou grupo de cultivares ideal, o mesmo proporciona a escolha de uma cultivar de soja pensando no potencial de rendimento de grãos. Sendo que a habilidade da planta e das sementes em acumular matéria seca e conseqüentemente seu peso está inicialmente no vigor de sementes, que tem efeito direto no potencial da planta a campo. Neste estudo o tratamento Cinetina+GA3+AIB (Stimulate®) apresentou o maior PMG chegando a 184,4 gramas, já o tratamento roçada em V8 apresentou o menor PMG com 173,8 gramas, seguindo de 2,4D com 174,8 gramas, prejudicando o enchimento dos grãos de soja (Figura 5).

Figura 5 - Peso de mil grãos (PMG) de soja e Índice da Área Foliar (IAF) nos distintos tratamentos em Não-Me-Toque, safra 2020/2021.



Fonte: Autor (2023).

Com aplicações de reguladores de crescimento vegetal, o resultado esperado para a cultura da soja é o maior desenvolvimento de raízes, em massa e comprimento, com isso ocorrerá maior produtividade, devido aos hormônios encontrados no produto (BATISTA-FILHO, 2013). Entretanto, neste trabalho podemos observar que no tratamento com Imazethapyr mesmo apresentando maior número de vagens (Tabela 3), não foi o que apresentou

maior peso de mil grãos.

O fator índice de área foliar (IAF), no tratamento com Cinetina+GA3+AIB (Stimulate®) apresentou o maior índice chegando a 8,1 m²/m², já o manejo de roçada em V8 obteve se o menor índice no valor de 5,7 m²/m², seguindo de roçada em V6 no valor de 6,0 m²/m², correlacionando com decréscimos de rendimento de grãos de soja observado na figura 12.

Por outro lado, um elevado IAF (acima de 4,0) produz autos sombreamento das folhas do terço inferior da planta, dificultando a transmissão de radiação dentro do dossel, com reflexo negativo na produção. Nessa condição, as folhas não recebem radiação suficiente para se manterem ativas e senescentes, produzindo nós incapazes de produzir vagens, grãos e ramificação lateral (LIU *et al.*, 2010)

O IAF é considerado um parâmetro importante para avaliação de condições de estrutura de plantas, pois interfere na interceptação da radiação solar e no sombreamento do terço inferior das plantas ocasionado pelo excesso de folhas no terço superior (BOARD e HARVILLE 1992). Conforme Zanon *et al.* 2015 o maior IAF na soja acontece no estágio fenológico de início de enchimento de grão (R5), sendo que se torna gradualmente maior com o adensamento populacional (HEIFFIG *et al.* 2006). Já Linzmeyer Junior *et al.* (2008) viram que as diferenças na densidade populacional não modificam o IAF após o florescimento. Há poucas informações sobre a evolução do IAF da soja durante o ciclo de desenvolvimento em diferentes densidades de plantas, especialmente em cultivares modernas, com tipo de crescimento indeterminado, ciclo precoce e arquitetura compacta de plantas (RICHTER *et al.* 2014).

Para Batista Filho *et al.* (2013), a utilização de reguladores de crescimento nas culturas tem sido uma prática agrônômica nova e com resultados contraditórios em várias culturas agrícolas. Dessa forma, é necessárias pesquisas com distintas cultivares e produtos e em anos agrícolas com condições climáticas diferentes.

5 CONCLUSÕES

Algumas tecnologias contribuem para o aumento da produtividade, uma das formas de manipular a arquitetura das plantas é através da utilização de reguladores crescimento vegetais. No entanto neste estudo verificamos que apesar dos reguladores serem uma ótima ferramenta para controlar estatura de plantas, podem ocasionar a diminuição da produtividade de grãos da cultura soja.

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido pode-se concluir que: a altura de plantas, sendo o tratamento que recebeu aplicação de 2,4 D o que ficou com as menores plantas, porém este tratamento apresentou injúria às plantas ocasionando perdas de produtividade se

comparado a testemunha, devido a uma distrofia caulinar observada nas avaliações.

Para fatores relacionados ao peso de mil grãos e índice de área foliar o tratamento com Cinetina+GA3+AIB (Stimulate®), apresentou maiores valores comparado com os demais, por sua vez no manejo de roçada mecânica em estágio V6 e V8 tivemos uma menor área foliar e devido a isso um menor peso de mil grãos.

São necessários mais estudos em diferentes anos agrícolas para melhor entendimento da ação dos produtos e manejo de roçada mecânica relacionados a fatores climáticos.

REFERÊNCIAS

AGUILA, LSHD; AGUILA, JSD; THEISEN, G. **Perdas na colheita na cultura da soja**. 2011. Comunicado Técnico 271. Pelotas – RS. p. 1-12, 2011.

BALBINOT JUNIOR, A. A. **Entenda a importância da densidade de semeadura na produtividade da soja**. Disponível em:<<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2019/07/30/importancia-da-densidade-de-semeadura-na-cultura-da-soja/>>. Acesso em 10 ago. 2020.

BARBOSA, Adriano Silveira et al. Efeitos de reguladores vegetais nas características agronômicas de soja cultivada em baixa latitude. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 1, p. 1-19, 2023.

BASILIO, Fernando Alex et al. Efeito do regulador de crescimento cloreto de clormequate nos atributos morfométricos e produtivos de plantas de soja. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 3, 2022.

BATISTA FILHO, Carlos Gilberto et al. Efeito do Stimulate® nas características agronômicas da soja. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 4, p. 76-86, 2013.

BERLATO, M.A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos de soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul**. 1987. 93f. Tese (Doutorado em Meteorologia). Curso de Pós-graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.

BERTOLIN, Danila Comelis et al. Efeito de bioestimulante no teor e no rendimento de proteína de grãos de soja. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 23-34, 2008.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. Explanations for greater light interception in narrow-vs. wide-row. **Crop science**, v. 32, n. 1, p. 198-202, 1992.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2005. 4ed.

BURKART, A. **Flora ilustrada de Entre Rios, Argentina: parte VI, dicotiledôneas metaclamídeas**. Buenos Aires: INTA, 1974. v. 6, 554 p.

CALVO, E. S.; KIIHL, R. A. S. Melhoramento Genético: de onde partimos e para onde vamos. **Visão Agrícola**. v. 3, n. 5, 2006.

CARVALHO, Jeferson Carlos; VIECELLI, Clair Aparecida; DE ALMEIDA, Diones Kotta. Produtividade e desenvolvimento da cultura da soja pelo uso de regulador vegetal. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 1, p. 50-60, 2013.

CATO, Stella Consorte; CASTRO, Paulo Roberto de Camargo. Redução da altura de plantas de soja causada pelo ácido 2, 3, 5-triidobenzóico. **Ciência Rural**, v. 36, p. 981-984, 2006.

COLAÇO, William Roberto Vidal; BORSOI, Augustinho. Aplicação de 2, 4-D como regulador de crescimento na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, p. 42-53, 2019.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** | v. 7 - Safra 2021/22 n.11 - Décimo primeiro levantamento. Fevereiro. 2023. Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: mar. 2023.

CRUZ, Simério Carlos Silva et al. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante do desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia. v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa -SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 5ª ed. 355p

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja** - Região Central do Brasil 2014. Sistemas de Produção 16, 2013.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A. de; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. de. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciências agrotécnicas**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, nov./dez., 2010.

ESPINDULA, Marcelo Curitiba et al. Efeitos de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, p. 109-116, 2010.

FARIAS. J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa CNPSO, 2007. 9p. (Circular Técnica, 48).

FERREIRA JUNIOR, J. A.; ESPINDOLA, S. M. C. G.; GONÇALVES, D. A. R.; LOPES, E. W. Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba – MG. **FAZU em Revista**, n.7, p. 13- 21, 2010.

FERREIRA, L.C.; CATANEO, A.C.; REMAEH, L. M. R.; BÚFALO, J.; CAVRONI, J.; ANDRÉO - SOUZA, Y.; CECHIN, I.; SOARES, B.J.A. Morphological and physiological alterations induced by lactofen in soybean leaves are reduced with nitric oxide. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 837- 847, 2011.

FOLONI, J.S.S.; HENNING, F.A.; MERTZ-HENNING, L.M.; PIPOLO, A.E.; MELO, C.L.P. **Lactofen e etefon como reguladores de crescimento de cultivares de soja**. XXXV Reunião de Pesquisa de Soja, Londrina, p.42-45. 2016.

GALLON, M.; BUZELLO, G. L.; TREZZI, M. M.; DIESEL, F.; DA SILVA, H. L. Ação de herbicidas inibidores da protox sobre o desenvolvimento acamamento e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 1, p. 232-240, 2016.

HAMMER, Øyvind; HARPER, David AT. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 1, 2001.

HEIFFIG, Lília Sichmann et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v. 65, p. 285-295, 2006.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 1 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

KLAHOLD, C. A. **Resposta da soja (*Glicine max* (L) Merrill) a ação de bioestimulante**. 2006. 37f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do

Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2006.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D.; BENCKE, M. H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

LIU, B.; LIU, X. B.; WANG, C.; JIN, J.; HERBERT, S. J.; HASHEMID, M. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. **International Journal of Plant Production**, v. 4, n. 1, p. 1735-8043, 2010.

MARQUES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, 2011.

MATTE, W.D.; SILVA, V.F.V.; MACHADO, F.G.; OLIVEIRA JR, R.S. 2,4-D: Polêmico desde sempre, imprescindível como nunca. **Revista cultivar**. 2021. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/2-4-d-polemico-desde-sempre-imprescindivel-como-nunca>. Acesso em: 06 de setembro de 2023.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 9, 2010.

MOREIRA, D. G.; SOUZA, C. A.; BASILIO, A. F.; STEFEN, D. L. V. Desempenho produtivo de soja submetida a aplicação de fitoreguladores em diferentes estádios fenológicos. **Acta Iguazu**, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2020.

MOTERLE, Lia Mara et al. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 701-709, 2008.

MOTTA, L.S.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. et al. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. I. Efeito nas características agronômicas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1275-1280, 2002.

PACENTCHUK, F.; SANDINI, I. E.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Produtos à base de triazol como redutores de crescimento da cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, 2018.

PACENTCHUK, F.; SANDINI, I. E.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Produtos à base de triazol como redutores de crescimento da cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.41, n.2, 2018.

PAN, R.; BRITO, T.; DE CARVALHO, J.; et. al. Incidence of anthracnose in auxin-treated soybean plants and seedlings in laboratory and greenhouse conditions. **Communications in Plant Sciences**, v. 8, n. 1, p.15–21, 2018.

PETTER, F. A.; DA SILVA, J. A.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PACHECO, L. P.; DE ALMEIDA, F. A. Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. **Bragantia**, v. 75, n. 2, 2016.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado

pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.4, n. 2, p.183–188, 1998.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

RICHTER, Gean Leonardo et al. Estimativa da área de folhas de cultivares antigas e modernas de soja por método não destrutivo. **Bragantia**, v. 73, p. 416-425, 2014.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; TEIXEIRA, M. C. C.; ROMAN, E. S. **Redutores de crescimento. Passo Fundo: Embrapa Trigo**, 2003. 18 p. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 14). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40353/1/p-ci14.pdf>>. Acesso em: 06 de setembro de 2023.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 1, p.144-149, 2009.

SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; FERREIRA, F. A.; ASPIAZU, I.; GALON, L.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Plantas Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.

SILVA, M. A. Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 1-4, 2010.

SINGH, S. P. Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. **Crop Science**, v.41, n.6, p.1659-1675, 2001.

SOUZA, C. A.; FIGUEIREDO, B. P.; COELHO, C. M. M.; CASA, R. T.; SANGOI, L.; Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 634-643, May/June 2013

SOUZA, C. A.; FIGUEIREDO, B. P.; COELHO, C. M. M.; CASA, R. T.; SANGOI, L. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 634-643, May/June 2013.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MAX, I.; ANGUS, M. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 th ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. dos S.; BURATTO, J. S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista científica eletrônica de Agronomia da FAEF**, v.35, n.1, 2019.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R. P. Efeito de regulador de crescimento na cultura de trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta Daninha**, n.3, p.471-476, 2002.

ZANON, Alencar Junior et al. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área

foliar em cultivares modernas de soja. **Bragantia**, v. 74, p. 279-290, 2015.

APÊNDICE A – RESULTADO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)

S1: Quadro da análise de variância para produtividade de grãos

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	4907358	613420	4,1582	0,0031
Bloco	3	1391453	463818	3,1441	0,043722
Residuo	24	3540508	147521		
Total	35	9839320			

CV=7,21%

S2: Quadro da análise de variância para peso de mil grãos

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	369,19	46,149	9,4430	0,0000
Bloco	3	666,77	222,255	45,478	5E-10
Residuo	24	117,29	4,887		
Total	35	1153,25			

CV=1,24%

S3: Quadro da análise de variância para altura de plantas (devido a não normalidade dos resíduos, os dados foram submetidos a transformação logarítmica).

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	0,050455	0,002849	13,0150	0,0000
Bloco	3	0,008548	0,002849	5,8801	0,003701
Residuo	24	0,01163	0,000485		
Total	35	0,070633			

CV=1,11%

S4: Quadro da análise de variância para altura de inserção do primeiro nó.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	40,875	5,1094	4,6411	0,0016
Bloco	3	1,398	0,466	0,4233	0,73799
Residuo	24	26,421	1,1009		
Total	35	68,694			

CV=26,41%

S5: Quadro da análise de variância para número de legumes na haste principal.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	8	298,12	37,264	3,5868	0,0071
Bloco	3	30,52	10,172	0,9791	0,41906
Residuo	24	249,34	10,389		
Total	35	577,97			

CV=8,73%

ANEXO A - ANÁLISE DE SOLO REALIZADA NO EXPERIMENTO

Descrição Amostra	pH		mmolc . dm ⁻³						mg . dm ⁻³ (ppm)		
	CaCl ₂	H ₂ O	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H + Al	K	K	P(mel)	P(res)
01 0-10	4,7	5,0	46,40	32,60	13,80	1,60	75,0	4,00	158	ns	38,5
01 10-20	4,8	5,2	43,70	31,30	12,40	1,30	61,0	1,90	73	ns	17,5
01 20-40	4,8	5,3	39,80	29,10	10,70	1,40	68,0	1,20	47	ns	6,8
01 40-60	5,1	5,3	39,00	27,80	11,20	1,50	60,0	0,90	37	ns	4,5
01 60-80	4,6	5,3	36,00	24,90	11,10	2,10	71,0	0,70	28	ns	5,5
01 80-100	4,7	5,1	30,40	21,10	9,30	3,10	53,0	0,80	30	ns	3,9

	mg . dm ⁻³ (ppm)		micronutrientes mg . dm ⁻³					Textura (g . dm ⁻³)			
	S	B	Cu (DTPA)	Fe (DTPA)	Mn (DTPA)	Zn (DTPA)	Na	Tipo	Argila	Silte	Areia
01 0-10	17,3	0,43	4,0	17	38,2	2,3	ns	3	524	141	335
01 10-20	19,0	0,23	3,5	12	28,1	1,0	ns	3	549	116	335
01 20-40	28,2	0,30	2,5	7	11,8	0,7	ns	3	599	116	285
01 40-60	36,7	0,27	1,6	5	5,8	0,6	ns	3	649	91	260
01 60-80	42,7	0,24	1,0	5	3,2	0,6	ns	3	699	91	210
01 80-100	55,8	0,29	0,5	3	1,9	0,5	ns	3	699	116	185

	g . dm ⁻³		mmolc.dm	%						Relação entre bases:		
	M.O.	C.O.		CTC	Sat. Bases	Sat. Al	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC	Ca/Mg	Ca/K
01 0-10	24,0	14,0	125,0	40,3	3,1	26,1	11,0	3,2	60,0	2,4	8,1	3,5
01 10-20	23,0	13,0	107,0	42,6	2,8	29,3	11,6	1,8	57,0	2,5	16,5	6,5
01 20-40	18,0	10,0	109,0	37,6	3,3	26,7	9,8	1,1	62,4	2,7	24,3	8,9
01 40-60	15,0	9,0	100,0	39,9	3,6	27,8	11,2	0,9	60,0	2,5	30,9	12,4
01 60-80	11,0	6,0	108,0	34,0	5,4	23,1	10,3	0,6	65,7	2,2	35,6	15,9
01 80-100	7,0	4,0	84,0	37,1	9,0	25,1	11,1	1,0	63,1	2,3	26,4	11,6