

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

THIAGO CAMILO

**EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E ESTRUTURADORES DE
PLANTA NA CULTIVAR BMX COLISEU**

PATO BRANCO - PR

2025

THIAGO CAMILO

**EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E ESTRUTURADORES DE
PLANTA NA CULTIVAR BMX COLISEU**

Effect of growth regulators and plant structure on the cultivar BMX Coliseu

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado
como requisito para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin

PATO BRANCO - PR

2025



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

THIAGO CAMILO

**EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E ESTRUTURADORES DE
PLANTA NA CULTIVAR BMX COLISEU**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado
como requisito para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)

Data de aprovação: 12/dezembro/2024

Giovani Benin
Doutor em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Taciane Finatto
Doutora em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fabiana Barrionuevo
Mestra em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO - PR

2025

Dedico este trabalho aos meus pais, Ana Lucia Batelani e Gilmar José Camilo, por serem a base de cada conquista que alcancei.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, por mais uma etapa vencida em minha vida, por sempre me guiar, amparar, proteger e me dar força necessária.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Giovani Benin pela oportunidade, por compartilhar comigo todo seu conhecimento, por toda ajuda, paciência e disposição de sempre.

Agradeço a toda minha família, pai, mãe e irmã pela força e incentivo.

À minha companheira Rafaela por estar comigo desde o começo, me apoiando, ajudando e dando força.

Agradeço à república Granjão e a todos que passaram por lá onde foi meu lar durante a graduação.

Agradeço ainda à todos os meus amigos do grupo UTFGEM em especial à Paulo Henrique Kurylo que desde o princípio sempre esteve ao meu lado.

RESUMO

O uso dos reguladores de crescimento é uma tecnologia que reduz o crescimento em altura da planta, tolerante ao acamamento, e induz mais ramificações laterais, aumentando a formação de nós reprodutivos, que tem como consequência uma maior produção de flores e número de vagens por planta. O presente estudo buscou verificar os efeitos de reguladores de crescimento e estruturadores de planta em uma cultivar (BMX Coliseu). O experimento foi conduzido na safra agrícola 2022/2023 na CTIC – Centro de Tecnologia e Inovação da Coopertradição, em Pato Branco, no estado do Paraná, utilizando delineamento de blocos ao acaso com 20 tratamentos e uma testemunha. Foram avaliados caracteres agronômicos e de produtividade, sendo eles, estatura de plantas, número de nós produtivos, número de ramos produtivos, número de vagens por planta, número de vagens na haste principal, número de vagens nos ramos, peso de mil grãos, distância média entrenós, peso de mil grãos e rendimento de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância. Após verificar pressupostos, foi realizada análise de dados no software estatístico Genes. As médias foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro. A menor estatura de planta (93,44 cm) foi observada no tratamento 10 (Stimulate + Stopping Go) e a maior produtividade de grãos (83,95 sc/ha⁻¹) foi observada com uma aplicação de Booster PRO no estádio V4 (tratamento 7). A utilização de reguladores de crescimento mostrou-se uma estratégia viável para reduzir a estatura de planta e/ou maximizar os componentes do rendimento de grãos.

Palavras-chave: agricultura, produtividade, soja, tecnologia.

ABSTRACT

The use of growth regulators is a technology that reduces plant height growth, is tolerant to lodging, and induces more lateral branches, increasing the formation of reproductive nodes, which results in greater flower production and number of pods per plant. The present study sought to verify the effects of growth regulators and plant structuring agents on a cultivate (BMX Coliseu). The experiment was conducted in the 2022/2023 agricultural harvest at CTIC - Coopertradição Technology and Innovation Center, in Pato Branco, in the state of Paraná, using a randomized block design with 20 treatments and one control. Agronomic and productivity traits were evaluated, namely, plant height, number of productive nodes, number of productive branches, number of pods per plant, number of pods on the main stem, number of pods on the branches, thousand-grain weight, average internode distance, thousand-grain weight, and grain yield. The data were subjected to analysis of variance. After verifying assumptions, data analysis was performed using the Genes statistical software. The means were grouped by the Skott-Knott test at 5% probability of error. The lowest plant height (93.44 cm) was observed in treatment 10 (Stimulate + Stopping Go) and the highest grain yield (83.95 sc/ha-1) was observed with an application of Booster PRO at the V4 stage (treatment 7). The use of growth regulators proved to be a viable strategy to reduce plant height and/or maximize grain yield components.

Keywords: agriculture, productivity, soybeans, technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Local da implantação do experimento.	19
Figura 2 - Temperatura mínima (°C), temperatura média (°C), temperatura máxima (°C) e precipitação (mm) acumuladas na safra 2022/2023.	23
Figura 3 - Valores médios de estatura de plantas (EST) em centímetros do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.	24
Figura 4 - Valores médios de número de nós produtivos (NNP) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.	25
Figura 5 - Médias dos números de ramos produtivos (NRP) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.	26
Figura 6 - Valores médios de número de vagens por planta (NVP) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.	27
Figura 7 - Valores médios de número de vagens na haste principal (NVH) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.	28
Figura 8 - Valores médios de número de vagens nos ramos (NVR) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.	28
Figura 9 - Valores médios de distância média entrenós (DMEN) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.	29
Figura 10 - Valores médios de rendimento de grãos (RG) em kg/ha-1 do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.	30
Figura 11 - Representação dos tratamentos do experimento realizado no CTIC.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas dos solos em campo experimental no CTIC.	20
Tabela 2 - Cultivar de soja, grupo de maturação, tipo de crescimento, peso de mil sementes (PMS) e índice de ramificação do material pertencente ao germoplasma da GDM Genética do Brasil.	20
Tabela 3 - Descrição dos tratamentos na soja safra 2022/2023.	21
Tabela 4 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de variância para as variáveis estatura de plantas (EST), número de nós produtivos (NNP), número de ramos produzidos (NRP), número de vagens produzidas (NVP), número de vagens na haste principal (NVH), número de vagens nos ramos (NVR), peso de mil grãos (PMG), distância média entrenós (DMEN) e rendimento de grãos (RG) em sacas ha-1, de um experimento fatorial com 21 tratamentos com reguladores de crescimento e estruturadores de planta, com a cultivar de soja BMX Coliseu, conduzido no delineamento blocos ao acaso, com três repetições.	24
Tabela 5 - Correlação linear de Pearson entre os parâmetros DMEN, RG, PMG, NVR, NVH, NVP, NRP e NNP de um experimento fatorial com 21 tratamentos com reguladores de crescimento e estruturadores de planta, com a cultivar de soja BMX Coliseu, conduzido no delineamento blocos ao acaso, com três repetições.	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
CTIC	Centro de Tecnologia e Inovação Coopertradição
DBA	Delineamento em blocos ao acaso
DMEN	Distância média entrenós
EST	Estatura de planta
NNP	Número de nós produtivos
NRP	Número de ramos por planta
NVH	Número de vagens na haste principal
NVP	Número de vagens por planta
NVR	Número de vagens nos ramos
PMG	Peso de mil grãos
RG	Rendimento de grãos

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
ha	Hectare
kg	Quilograma
kg/ha	Quilograma por hectare
m	Metro
mm	Milímetro
m ²	Metro quadrado
mL	Mililitro
p	Valor de probabilidade
r	Coefficiente de correlação de Pearson
sc/ha	Sacos por hectare
°C	Grau Celsius
>	Maior que

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Importância econômica da cultura da soja	14
2.2	Fatores ambientais que afetam o desenvolvimento da cultura da soja	14
2.3	Características agrônômicas e componentes de rendimentos de grãos	15
2.4	Fatores que geram acamamento em soja	16
2.5	Conceito de reguladores de crescimento e estruturadores de plantas	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A soja desempenha um papel vital na agricultura mundial e é uma das culturas mais cultivadas no mundo. Além de ser uma importante fonte de proteína vegetal, a soja também é amplamente utilizada na produção de óleo vegetal, biodiesel, ração animal e diversos produtos industriais (Hirakuri; Lazzarotto, 2014; Rocha *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2017). A sua importância econômica é significativa e o mercado global continua a crescer.

Além disso, a soja é uma opção interessante para atividades agrícolas sustentáveis devido à sua capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico nas raízes, reduzindo assim a necessidade de fertilizantes nitrogenados (Hungria; Campo; Nogueira, 2014). A soja também tem a capacidade de se adaptar em diferentes condições climáticas e de solo, sendo cultivada em todo o mundo sendo uma cultura importante para segurança alimentar global (Monteiro; Angelotti; Santos, 2017; Hirakuri; Lazzarotto, 2014). Desse modo, está se tornando cada vez mais importante encontrar métodos de cultivo mais eficientes para maximizar sua produtividade, com sustentabilidade econômica e ambiental.

Um dos fenômenos que pode ocorrer em cultivos de soja é o acamamento, que causa prejuízos na produção e qualidade dos grãos. Fatores como ação do vento, excesso de chuvas, fertilização inadequada, densidade excessiva de plantio e deficiências nutricionais acarretam na queda ou no arqueamento das plantas, ou, até mesmo, à má fixação ao solo proporcionada pelas raízes (Balbinot Junior, 2012; Marques, 2022).

De modo geral, quando as plantas de soja são submetidas ao acamamento, elas normalmente apresentam eficiência fotossintética reduzida, menor rendimento de biomassa e ficam mais suscetíveis a doenças, reduzindo a produtividade. Visto isso, é muito importante compreender os fatores que causam o acamamento na soja e implementar medidas de manejo para evitar o acamamento, a fim de garantir a qualidade e a eficiência da produção da soja (Foloni *et al.*, 2018).

Os reguladores de crescimento vegetal atuam em diferentes estágios do desenvolvimento das plantas e afetam a divisão celular, o alongamento e a diferenciação dos tecidos vegetais. Assim, esses compostos podem afetar o crescimento, o desenvolvimento e a estrutura das plantas, o que afeta diretamente a sua capacidade de produção e resistência a condições adversas (Hawerrot *et al.*, 2016).

Além disso, os reguladores de crescimento também podem afetar a absorção e a translocação de nutrientes, bem como a atividade de enzimas envolvidas na síntese de proteínas e outros compostos importantes para o metabolismo das plantas (Taiz *et al.*, 2017). Portanto,

compreende-se que o uso desses compostos pode ter impacto significativo na produtividade e qualidade das culturas, incluindo a soja.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso de reguladores de crescimento na cultivar BMX Coliseu I2X, buscando identificar os melhores tratamentos para obter uma produção mais eficiente e de qualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica da cultura da soja

Nos anos recentes, a produção de soja tem se consolidado como uma das atividades econômicas com crescimento mais acelerado. Esse progresso é resultado de diversos fatores que têm impulsionado o setor. Primeiramente, o estabelecimento e o desenvolvimento de um mercado internacional estável para o comércio dos produtos derivados da soja têm sido cruciais. Essa dinâmica permitiu a ampliação das oportunidades de exportação e a conquista de novos mercados para o produto (Hirakuri; Lazzarotto, 2014).

A cultura da soja tem se destacado na agricultura brasileira principalmente devido ao seu elevado retorno econômico (MAPA, 2024) e à versatilidade do grão. A soja encontra diversas aplicações na indústria, servindo como fonte de proteína na criação animal, componente fundamental na produção de óleo vegetal e insumo para a fabricação de biocombustíveis. Essa ampla gama de usos reforça a importância da soja no setor agrícola do Brasil (FPA, 2021).

Na safra 2023/24 foi estimado que a produção de grãos no Brasil alcançasse um volume de 298,41 milhões de toneladas. Dentre essa quantidade, aproximadamente metade é proveniente das plantações de soja, resultando em uma colheita de 147,38 milhões de toneladas (CONAB, 2024).

A cadeia produtiva da soja tem um papel social crucial no Brasil, gerando empregos para milhares de pessoas que atuam direta ou indiretamente no cultivo. Esses trabalhadores ajudam a fortalecer a economia local e regional, impulsionando o desenvolvimento contínuo do país. Estima-se que a rede produtiva da soja inclua mais de 243 mil produtores no Brasil, criando um mercado de trabalho que abrange cerca de 7,5 milhões de empregos (FPA, 2021).

2.2 Fatores ambientais que afetam o desenvolvimento da cultura da soja

Os elementos que influenciam a produtividade e qualidade da soja podem ser categorizados em dois grupos principais: fatores genéticos e fatores ambientais.

Os fatores genéticos desempenham um papel essencial na produtividade da soja, influenciando características como adaptação ao ambiente e resistência a pragas, doenças e herbicidas. Esses aspectos moldam a capacidade da planta de prosperar em diferentes condições. Por outro lado, os fatores ambientais, como as condições climáticas e as

características do solo, também impactam diretamente o desenvolvimento da cultura. A interação entre esses fatores é fundamental para a performance da planta. Além disso, práticas de manejo adequadas, como a escolha de variedades adaptadas às condições específicas da região e o cuidado no momento da colheita, são essenciais para garantir que o potencial genético da soja seja expresso. Assim, é possível otimizar tanto a produtividade quanto a qualidade da cultura (Santos *et al.*, 2017; Farias, 2011).

A quantidade de radiação solar recebida pelas plantas de soja é fundamental para vários processos fisiológicos, incluindo fotossíntese, alongamento da haste principal, ramificações, expansão foliar e fixação biológica do nitrogênio. A produção total de biomassa seca da soja depende amplamente da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e da eficiência com que essa energia é utilizada no processo fotossintético (Santos *et al.*, 2017).

A soja possui características específicas, especialmente em relação ao fotoperíodo e à temperatura do ar da região, que regulam o período de floração. Esse aspecto define quanto tempo a planta leva para se desenvolver no período vegetativo, influenciando diretamente o rendimento de grãos. Quando a floração ocorre poucos dias após a emergência, a planta não desenvolve ramos e folhas suficientes para gerar um grande número de flores e vagens. Por outro lado, se a floração for mais lenta, o crescimento vegetativo pode ser excessivo, resultando em uma grande quantidade de massa verde, mas poucos grãos. O equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodutivo é crucial para a produção da soja, e qualquer alteração nesse equilíbrio pode impactar significativamente a produção máxima de grãos (Mundstock; Thomas, 2005).

A necessidade de precipitação é incontestável pois a água desempenha um papel fundamental na planta de soja. Ela está envolvida em praticamente todos os processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem na planta. Além de ser essencial para a sobrevivência da soja, a água desempenha várias funções vitais (Villela; Novembre; Filho, 2007).

2.3 Características agrônômicas e componentes de rendimentos de grãos

O rendimento de grãos da cultura da soja é determinado pelos componentes do rendimento, que incluem o número de vagens por área, o número de grãos por vagem e o peso do grão. Dentre esses componentes, pesquisas indicam que o número de vagens por planta é mais suscetível a alterações na disponibilidade de recursos (ambiente e manejo), em comparação com os outros dois componentes. Isso ocorre porque o número de grãos por vagem

e o peso do grão são influenciados principalmente por fatores genéticos, o que resulta em uma menor variação nesses aspectos (Fontoura; Costa; Daros, 2006).

Estudos também demonstram que a redução no rendimento da soja causada pela diminuição da área foliar está relacionada a uma menor quantidade de legumes por planta. Em resumo, o número de legumes por planta é um componente-chave do rendimento de grãos da soja e é mais suscetível a mudanças nas condições de crescimento e disponibilidade de recursos (Ferreira *et al.*, 2024).

Apesar da soja ser uma cultura conhecida por sua notável plasticidade, uma redução drástica em variáveis como o número de plantas por área (densidade populacional) pode levar a uma diminuição significativa na produtividade. De acordo com Navarro Júnior e Costa (2002), os componentes de produtividade, como o número de grãos por legume e o peso médio dos grãos, são características selecionadas e geneticamente determinadas, mas também podem ser influenciadas pelo ambiente. Isso significa que, embora essas características sejam principalmente determinadas geneticamente, fatores ambientais podem desempenhar um papel fundamental na sua expressão e, conseqüentemente, afetar a produtividade da planta.

2.4 Fatores que geram acamamento em soja

A ocorrência de acamamento é uma característica agronômica indesejável que tem um impacto direto na qualidade das sementes e dos grãos. Esse fenômeno resulta na inclinação ou tombamento das plantas, reduzindo a produtividade em cerca de 24 a 34% durante a fase de maturação e enchimento de grãos, como mencionado por Kitabatake e colaboradores (2019), afetando a qualidade de culturas agrícolas como trigo, milho, arroz e soja.

Em cultivares suscetíveis, o acamamento é causado pelo crescimento excessivo das plantas em certas condições ambientais e práticas de manejo, como temperaturas baixas, alta disponibilidade hídrica, épocas de semeadura inadequadas, fertilização desequilibrada e compactação de solo (Balbinot Junior, 2012).

A soja acamada pode ter uma capacidade fotossintética reduzida, ser mais suscetível a doenças específicas, ter dificuldade em absorver pulverizações líquidas e enfrentar outros desafios que geralmente resultam em perdas de produtividade e qualidade dos grãos (Foloni *et al.*, 2018).

O manejo desproporcional no número de plantas frequentemente resulta no aumento do acamamento. Plantas cultivadas em alta densidade populacional apresentam maior altura, com entrenós mais alongados e estreitos. Além disso, o cultivo em solos altamente férteis, com

uma adequada disponibilidade de água ao longo do ciclo da cultura, pode levar ao acamamento em várias variedades. A capacidade de resposta às variações frequentes de excesso de água durante anos com precipitação pluvial intensa reflete no crescimento vegetativo excessivo. (Mundstock; Thomas, 2005).

Grande parte das cultivares de soja, quando semeadas em regiões de altitude elevada, no Sul do Brasil, apresentam alongamento do ciclo vegetativo, excessivo crescimento em estatura, alongamento dos entrenós (Spader, 2014), ficando mais predispostas a ocorrência de acamamento.

2.5 Conceito de reguladores de crescimento e estruturadores de plantas

Ao longo do último século, estudos têm identificado cinco principais classes de hormônios vegetais: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico. Essa interação hormonal desempenha um papel fundamental na regulação do desenvolvimento das plantas, permitindo que elas se adaptem e respondam a estímulos ambientais e internos, garantindo seu crescimento e sobrevivência (Taiz *et al.*, 2017).

Almeida e colaboradores (2022) destacam em seu estudo que as auxinas desempenham um papel crucial no desenvolvimento das gemas laterais, na regulação dos tropismos e no crescimento dos frutos. No entanto, em altas concentrações, esses fitormônios inibem o alongamento celular. As citocininas, por sua vez, são reconhecidas por retardar o processo de senescência das plantas, contribuindo para prolongação de seu período vegetativo. As giberelinas desempenham um papel regulador em diversos processos relacionados ao desenvolvimento das plantas, como o crescimento do caule, a divisão celular, a germinação de sementes, a quebra da dormência, o florescimento, o desenvolvimento floral e a senescência de folhas e frutos (Taiz *et al.*, 2017).

O etileno se destaca por sua capacidade de reduzir o alongamento do caule, promover um crescimento lateral mais acentuado e induzir um desenvolvimento horizontal. Além disso, desempenha um papel importante na regulação da dormência de sementes, estimula a formação de flores e contribui para o desenvolvimento de raízes (Macedo; Castro, 2015).

De acordo com Hawerth e colaboradores (2016), reguladores de crescimento são compostos naturais ou sintéticos que, em pequenas concentrações, podem promover, inibir ou desencadear uma série de processos fisiológicos no crescimento e desenvolvimento vegetal, com significativos reflexos na expressão do potencial produtivo das plantas. Essas substâncias, sejam de origem natural ou sintética, podem ser aplicadas de forma direta nas plantas ou em

partes específicas, como folhas, frutos e sementes. Seu objetivo é promover alterações nos processos vitais e estruturais, visando aumentar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (Silva, 2018).

A utilização de reguladores de crescimento durante os estágios iniciais do desenvolvimento das plantas tem o efeito de estimular o crescimento das raízes, o que resulta em uma recuperação mais rápida após períodos de estresse hídrico. Além disso, a aplicação desses reguladores proporciona uma maior resistência a insetos, pragas, doenças e nematoides, contribuindo para a proteção da planta. Outro benefício é o estabelecimento mais rápido e uniforme das plantas, o que aumenta a capacidade de absorção de nutrientes e, conseqüentemente, favorece a produção de forma geral (Abrantes *et al.*, 2011; Botelho; Perez, 2001).

Borges e colaboradores (2023) relatam também que a utilização de reguladores de crescimento e estruturadores de planta pode ser uma opção para melhorar o crescimento inicial de plântulas provenientes de sementes de baixa qualidade. Esses reguladores, quando aplicados nos estágios iniciais de desenvolvimento das plântulas ou no tratamento das sementes, têm o efeito de aumentar o metabolismo hormonal das plantas. Isso pode estimular a germinação das sementes e o crescimento inicial das plantas, promovendo o alongamento e a divisão celular, além de melhorar a capacidade de absorção de água e nutrientes (Barbosa *et al.*, 2023).

Para alcançar altas produtividades na cultura da soja, é crucial garantir a adequada formação dos componentes de produtividade. Uma abordagem importante para maximizar a formação desses componentes é o manejo da arquitetura da planta (Zanon *et al.*, 2018). Avaliar características de arquitetura de plantas de soja é essencial para se obter o conhecimento de que forma elas podem influenciar na capacidade produtiva da cultura, tal como, qual características os programas de melhoramento possam cobrir (Muller, 2017).

A estimulação fisiológica de plantas de soja por meio de estruturadores de planta é uma das estratégias adotadas para explorar aumento de rendimento na cultura. Isso ocorre porque além dos estruturadores agirem na função da divisão celular, estão ligados a outras atribuições fisiológicas das plantas, mobilização de nutrientes, retardo na senescência foliar, síntese de clorofilas, desenvolvimento floral, expansão de folhas e cotilédones, germinação de sementes, dominância apical, formação e atividade dos meristemas apicais e superação de dormência de gemas (Ventura; Costa, 2020; Izidório, 2022).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Tecnologia e Inovação Coopertradição (CTIC), situado no município de Pato Branco-PR, nas coordenadas 26°10'24'' S e 52°41'55'' W, altitude de 748 m (Figura 1).

O clima é classificado como Cfb segundo Koppen, e 18.5°C é a temperatura média em Pato Branco. A média anual de pluviosidade é de 1931 mm, com chuva moderada e distribuída o ano todo.

Figura 1 – Local da implantação do experimento.



Fonte: Google Earth (2025).

Para avaliar as condições do local de implementação do presente trabalho, foi realizada uma análise de solo na área de estudo. A análise incluiu a coleta de amostras de solo em pontos estratégicos do terreno. As amostras foram enviadas para laboratório de química do solo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, onde se procedeu a determinação dos teores de nutrientes, pH, matéria orgânica, entre outros parâmetros relevantes para o estudo (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas dos solos em campo experimental no CTIC.

Profundidad e (cm)	M.O g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K cmol c dm ⁻³	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	Al cmol _c dm ⁻³	H+Al cmol _c dm ⁻³	V (%)	pH CaCl 2	CTC Cmol c dm ⁻³
Pato Branco - PR										
0 a 20	50,48	22,16	0,34	7,60	1,73	0,00	4,65	67,57	5,43	14,32
20 a 40	33,51	7,46	0,14	3,97	0,97	0,06	5,39	48,58	5,00	10,47

M.O.- Matéria orgânica; P-Fósforo; K- Potássio; Ca- Cálcio; Mg- Magnésio; Al- Alumínio; H+Al- Hidrogênio + Alumínio; V (%) - Saturação de Bases; pHCaCl₂ - pH em cloreto de cálcio; CTC- Capacidade de Troca de Cátions.

Fonte: A autoria própria (2025).

O experimento foi implementado no dia 5 de dezembro no ano de 2022, utilizando a cultivar BMX Coliseu I2X (63IX65RSF I2X), que apresenta grupo de maturação 6.3, com adaptação à macrorregião sojícola 2 (Tabela 2). Cada parcela foi composta por quatro linhas com 5 m de comprimento por 0,45 m entrelinhas, totalizando uma área de 9 m². A densidade de semeadura utilizada foi de 280.000 sementes ha⁻¹.

Tabela 2 - Cultivar de soja, grupo de maturação, tipo de crescimento, peso de mil sementes (PMS) e índice de ramificação do material pertencente ao germoplasma da GDM Genética do Brasil.

Cultivar	Grupo maturação	Tipo de crescimento	PMS (g)	Índice de ramificação
BMX Coliseu I2X	6.3	Indeterminado	154	Alta

Fonte: Brasmax (2025).

Foram avaliados sete reguladores de crescimento/estruturadores de planta (Ethrel, Coach, Stimulate, Stopping Go, Arquitech, Booster PRO e Stayup), aplicados de forma isolada (V4) e quando combinados, a primeira formulação foi aplicada em V4 e a segunda em V8, totalizando 21 tratamentos. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso (DBA), em três repetições (Tabela 3).

A aplicação dos tratamentos foi realizada com pulverizador pressurizado por CO₂, caldas preparadas em garrafa pet e pontas de pulverização 110 02. O momento de aplicação seguiu a orientação aproximada de bula, sendo aplicado nos estádios V4 e V8. A adubação e os tratos culturais (controle de plantas daninhas, pragas e doenças), foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura da soja.

Tabela 3 - Descrição dos tratamentos na soja safra 2022/2023.

Tratamentos	Descrição	Ingrediente ativo	Dose (mL ha ⁻¹)
T1	Testemunha		
	Aplicação V4	Aplicação V8	
T2	Ethrel		Etefon 150
T3	Coach		Cinetina; Ácido 4-indol-3-ibutírico 300
T4	Stimulate		Cinetina; Ácido giberélico; Ácido 4-indol-3-ibutírico 400
T5	Stopping Go		Nitrogênio 400
T6	Arquitec		P; Mg; S; B; Mn; Mo; Zn 650
T7	Booster Pro		Zn; Mo 300
T8	Ethrel	+ Stopping Go	
T9	Coach	+ Stopping Go	
T10	Stimulate	+ Stopping Go	
T11	Ethrel	+ Booster Pro	
T12	Coach	+ Booster Pro	
T13	Stimulate	+ Booster Pro	
T14	Ethrel	+ Arquitec	
T15	Coach	+ Arquitec	
T16	Stimulate	+ Arquitec	
T17	Stopping Go	+ Stopping Go	
T18	Booster Pro	+ Booster Pro	
T19	Arquitec	+ Arquitec	
T20	Stimulate	+ Stimulate	
T21	Stayup	+ Stayup	Nitrogênio

Fonte: Autorial própria (2025).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

a) Estatura de planta (EST): medida da base da planta, no solo, até a inserção do racimo no ápice da haste principal no estágio R8 em plantas distribuídas aleatoriamente nas parcelas, utilizando-se fita métrica graduada em cm;

b) Número de nós produtivos (NNP): foi contando todos os nós produtivos de 8 plantas amostradas por tratamento/repetição na haste principal, contados a partir do nó cotiledonar do caule principal;

c) Número de ramos por planta (NRP): foi considerando estruturas vegetativas inseridas no caule contendo mais de um nó em 8 plantas amostradas por tratamento/repetição;

d) Número de vagens por planta (NVP): foi contando número total de vagens por planta de 8 plantas amostradas por tratamento/repetição; a. Número de vagens na haste principal; b. Número de vagens nos ramos;

e) Número de vagens na haste principal (NVH): realizado por contagem das vagens totais na haste principal de 8 plantas amostradas por unidade experimental;

f) Número de vagens nos ramos (NVR): realizado por contagem das vagens totais nos ramos de 8 plantas amostradas por unidade experimental;

g) Peso de mil grãos (PMG): realizado por contagem de 4 repetições de 100 sementes com posterior extrapolação para 1000;

h) Distância média entrenós (DMEN): realizou-se com fita métrica graduada em cm, a distância total, dividido pelo número de nós;

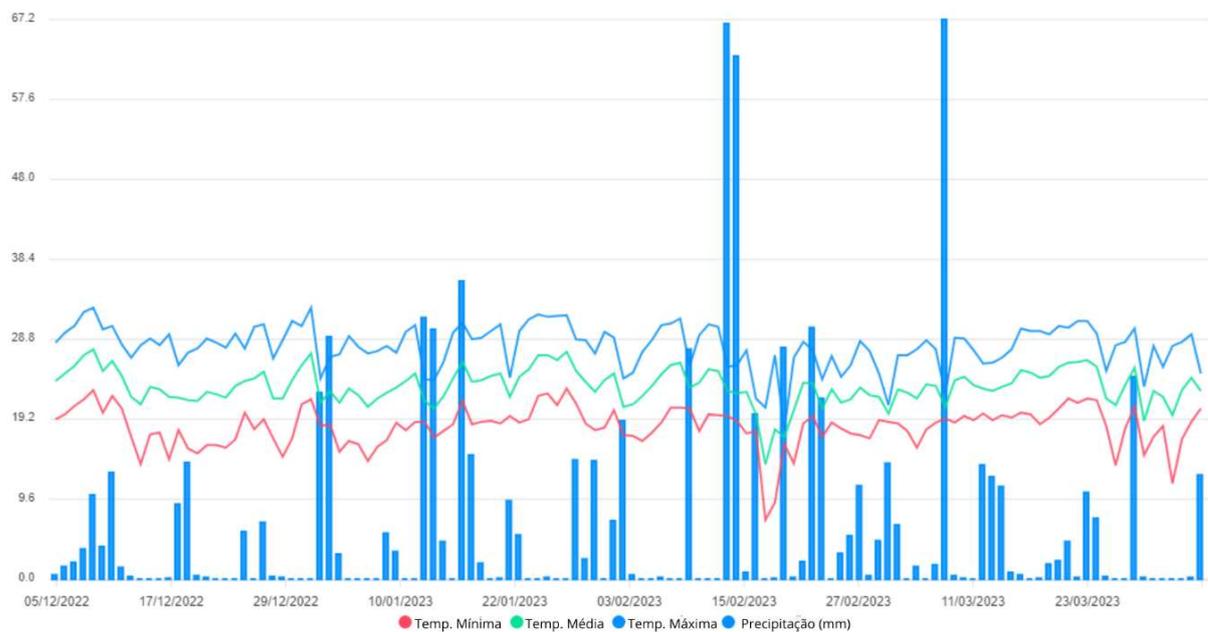
i) Rendimento de grãos (RG): foi obtido na colheita das plantas de duas linhas centrais em cada parcela. As plantas foram trilhadas em trilhadeira mecânica estacionária, sendo os grãos resultantes limpos e pesados. Os dados foram transformados em kg ha^{-1} , com umidade corrigida para 13%.

As representações gráficas dos dados foram elaboradas por meio do software Microsoft Excel e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 resume os dados coletados, incluindo temperatura mínima (°C), temperatura média (°C), temperatura máxima (°C) e precipitação (mm) ao longo do período de execução do trabalho. O experimento foi semeado no dia 5 de dezembro de 2022. Após o plantio, a precipitação variou entre 35 e 158 mm a cada 12 dias, totalizando aproximadamente 800 mm até a colheita em 5 de abril de 2023. Foram registradas ocorrências de temperaturas elevadas (acima de 30 °C). Ao longo do ciclo, a temperatura permaneceu entre 20 e 27,5 °C, em intervalos de 12 dias.

Figura 2 - Temperatura mínima (°C), temperatura média (°C), temperatura máxima (°C) e precipitação (mm) acumuladas na safra 2022/2023.



Fonte: AGRITEMPO (2025).

A análise de variância (ANOVA) revelou significância para todas as variáveis avaliadas (Tabela 4), com exceção para estatura de planta (EST) e peso de mil grãos (PMG) possivelmente pela falta de repetição entre os tratamentos. Os coeficientes de variação para as variáveis analisadas variaram de 5,36% (EST) a 14,55% (NVR), indicando a precisão das medições e a confiabilidade dos resultados obtidos no experimento.

Tabela 4 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de variância para as variáveis estatura de plantas (EST), número de nós produtivos (NNP), número de ramos produzidos (NRP), número de vagens produzidas (NVP), número de vagens na haste principal (NVH), número de vagens nos ramos (NVR), peso de mil grãos (PMG), distância média entrenós (DMEN) e rendimento de grãos (RG) em sacas ha-1, de um experimento fatorial com 21 tratamentos com reguladores de crescimento e estruturadores de planta, com a cultivar de soja BMX Coliseu, conduzido no delineamento blocos ao acaso, com três repetições.

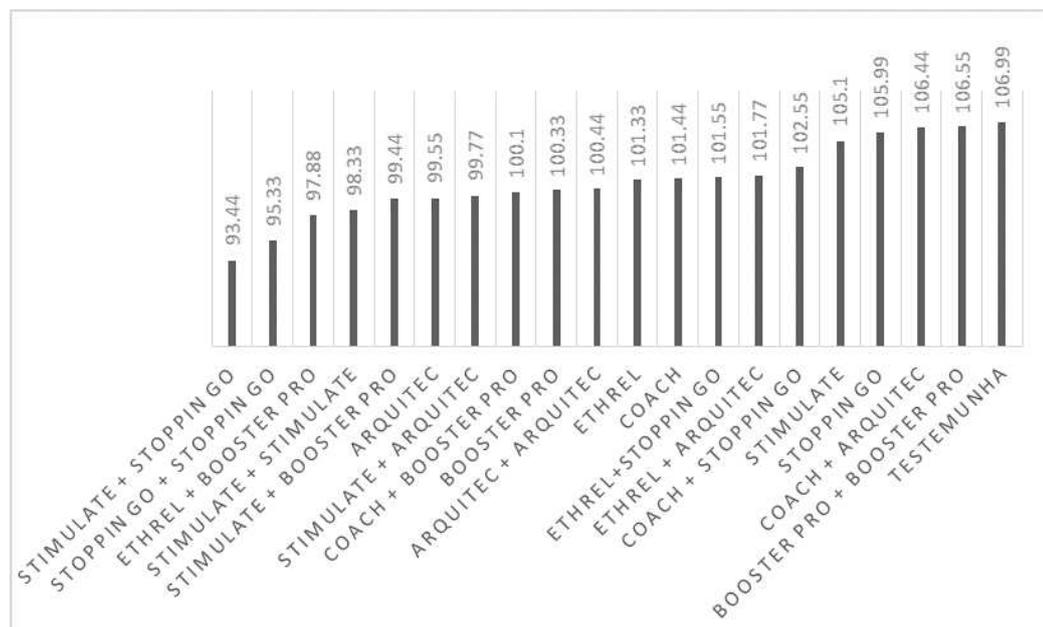
Causas de variação	GL	Quadrados médios								
		EST	NNP	NRP	NVP	NVH	NVR	PMG	DMEN	RG
Bloco	2	53,17	0,58	0,73	257,52	17,21	72,77	3,41	0,33	39,23
Tratamento	20	38,59 ^{ns}	5,72 ^{**}	4,49 ^{**}	1652,59 ^{**}	23,90 ^{**}	1102,78 ^{**}	0,53 ^{ns}	0,32 ^{**}	19,92 ^{**}
Resíduo	40	29,44	0,46	0,45	91,44	2,97	94,56	0,57	0,06	15,80
Média Geral	-	101,14	8,24	9,49	101,52	29,44	66,80	13,23	2,67	59,93
CV (%)	-	5,36	8,19	6,63	9,41	5,85	14,55	5,73	9,22	6,63

*Significativo e ^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. CV (%) Coeficiente de Variação.

Fonte: A autoria própria (2025).

Na análise de variância para a estatura das plantas, embora existam diferenças observáveis nas médias das estaturas entre os tratamentos, estas não são estatisticamente significativas (38,59^{ns}). Na Figura 3, observa-se as médias de estatura das plantas de soja avaliadas aos 119 dias após a semeadura. O tratamento testemunha (T1) apresentou uma média de 106,99 cm, enquanto a menor estatura foi observada no tratamento com Stimulate + Stopping Go, com uma média de 93,44 cm.

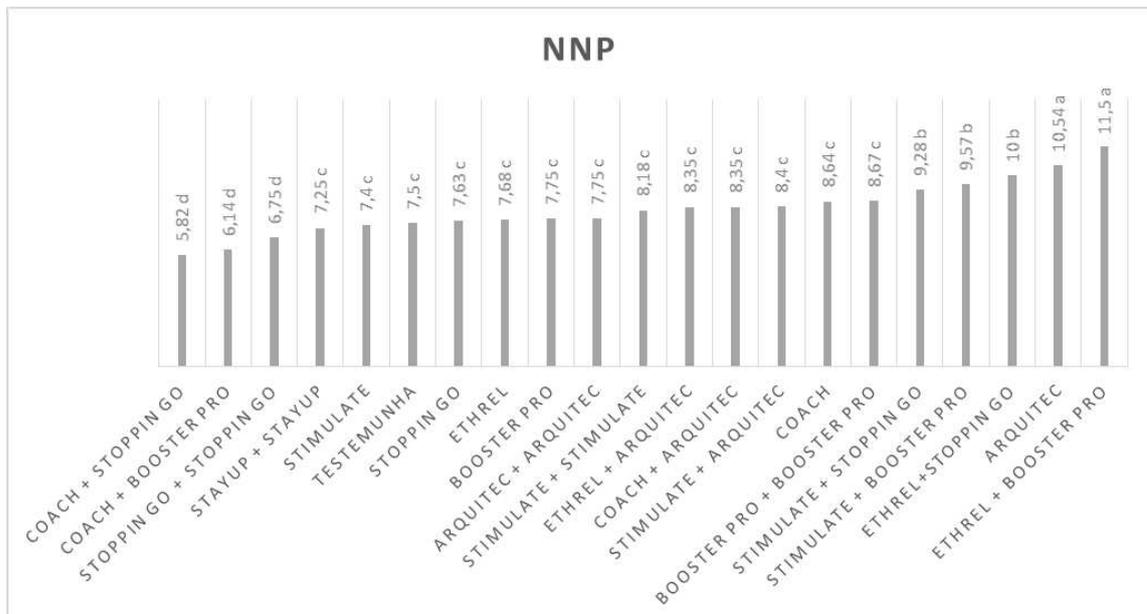
Figura 3 - Valores médios de estatura de plantas (EST) em centímetros do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.



Fonte: A autoria própria (2025).

Na Figura 4, observa-se que o tratamento Ethrel + Booster PRO e Arquitec destacaram-se com os maiores valores de número de nós produtivos (NNP), sendo 10,54 e 11,50, respectivamente, diferenciando-se significativamente dos demais tratamentos. Isso indica uma maior capacidade de ramificação e desenvolvimento vegetativo vigoroso. Neste estudo, os reguladores de crescimento hormonais/sintéticos Ethrel, Coach e Stimulate não apresentaram diferença estatística à testemunha para NNP. Já em um estudo realizado por Almeida Júnior e colaboradores (2019), foi relatado que com a utilização de reguladores de crescimento (Etefon e Lactofem) em diferentes doses e estádios ocorreu uma redução da estatura das plantas e menor número de nós por planta.

Figura 4 - Valores médios de número de nós produtivos (NNP) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.



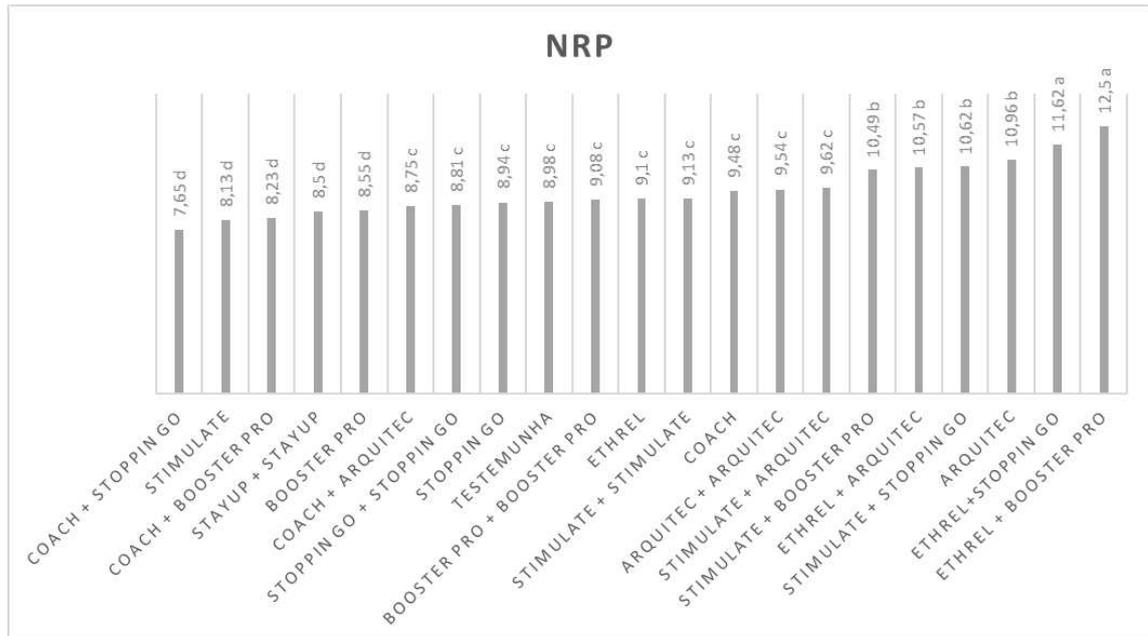
Fonte: Autoria própria (2025).

Na Figura 5 observa-se que o tratamento Ethrel + Booster PRO apresentou o maior número de ramos produtivos (NRP) (12,5), seguido por Ethrel + Stopping Go (11,62). Esses resultados sugerem que a combinação desse regulador de crescimento (Ethrel) e os estruturadores de planta Booster PRO e Stopping Go, favorece a produção de ramos, aumentando o potencial de produtividade da planta. Na literatura, Foloni e colaboradores (2016) sugerem que o uso de tecnologias, como produtos hormonais, aliado ao efeito nutricional dos estruturadores de plantas, interrompe o crescimento em altura e induz a ramificação lateral.

Esse processo pode, conseqüentemente, levar a uma maior formação de nós reprodutivos, possibilitando um aumento no número de flores e de vagens por planta. Taiz e

colaboradores (2017) descrevem esse fenômeno como decapitação, que ocorre em plantas com forte dominância apical, a qual inibe o desenvolvimento das brotações laterais do caule. No entanto, quando a planta perde a gema terminal, as gemas laterais começam a crescer, resultando em uma arquitetura mais arbustiva e menor em altura.

Figura 5 - Médias dos números de ramos produtivos (NRP) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.

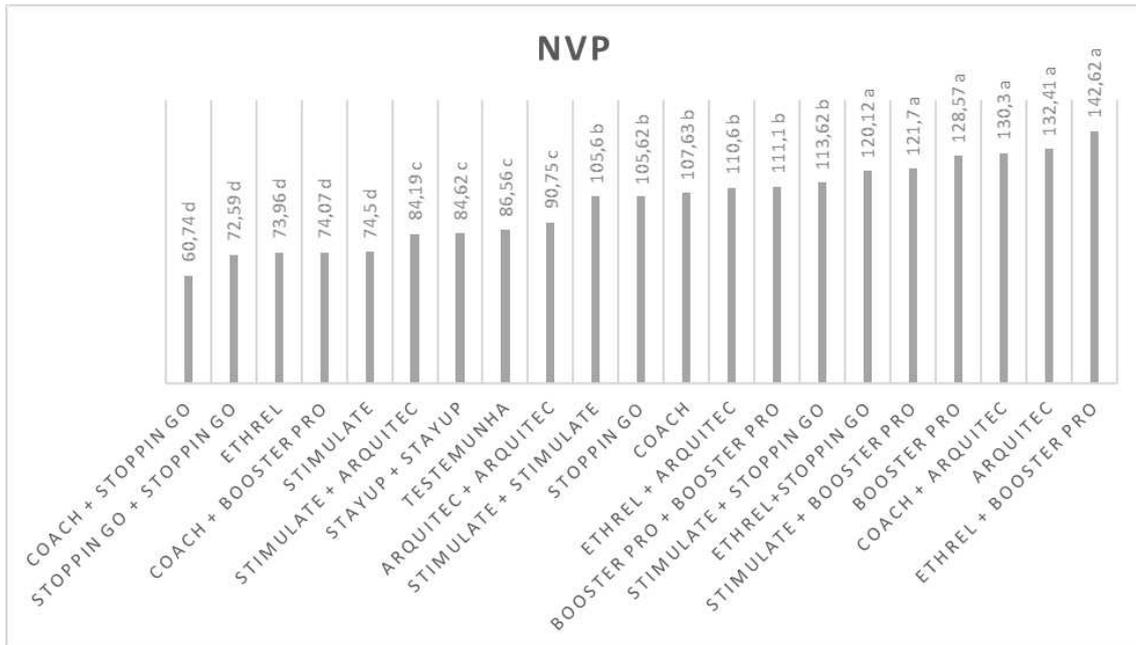


Fonte: Autoria própria (2025).

Para número de vagens por planta (NVP) (Figura 6), os tratamentos Ethrel + Booster PRO e Booster PRO destacaram-se significativamente, com 142,62 e 128,57 vagens por planta, respectivamente. A utilização de Booster PRO, isolado ou em associação, apresentou efeito positivo na produção de vagens, corroborando a eficiência desses tratamentos na maximização do potencial reprodutivo. Estudos anteriores realizados por Almeida Júnior e colaboradores (2019) e também por Carvalho, Viecelli e Almeida (2013), que utilizaram apenas substâncias reguladoras de crescimento, não observaram uma diferença significativa no número de vagens por planta. No presente estudo, a aplicação do regulador de crescimento Coach, na dosagem de 300 mL no estádio V4, contendo cinetina e ácido 4-indol-3-butírico, resultou em um incremento de 19,58% na produção de vagens em comparação ao tratamento testemunha.

Segundo Cabral (2019), a aplicação de cinetina promove a produção de mais folhas pela planta e retarda o início do processo de senescência, permitindo um maior acúmulo de massa ao longo do tempo.

Figura 6 - Valores médios de número de vagens por planta (NVP) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.

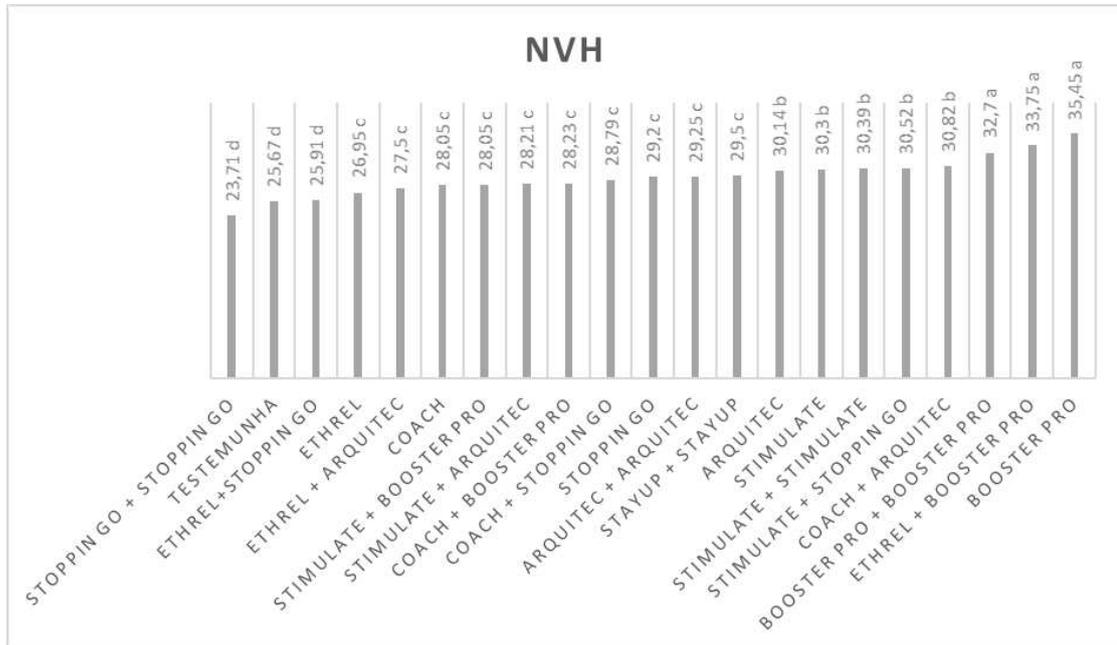


Fonte: Autoria própria (2025).

Para número de vagens na haste principal, o tratamento Booster PRO mostrou-se superior com 35,45 vagens, seguido por Ethrel + Booster PRO (33,75) (Figura 7). Esses tratamentos favorecem a concentração de vagens na haste principal, aumentando a eficiência da planta em utilizar recursos. Booster PRO apresenta em sua formulação micronutrientes sendo zinco e molibdênio. O zinco atua como ativador ou componente estrutural de enzimas sendo solicitado para a síntese do triptofano, um precursor da biossíntese do ácido indol acético (AIA), responsável pelo crescimento dos tecidos das plantas, já o molibdênio é essencial para enzimas nitrogenase e nitrato redutase, importante no desenvolvimento de nódulos de fixação de nitrogênio, e, conseqüentemente, melhor desenvolvimento radicular (Haach; Primieri, 2012).

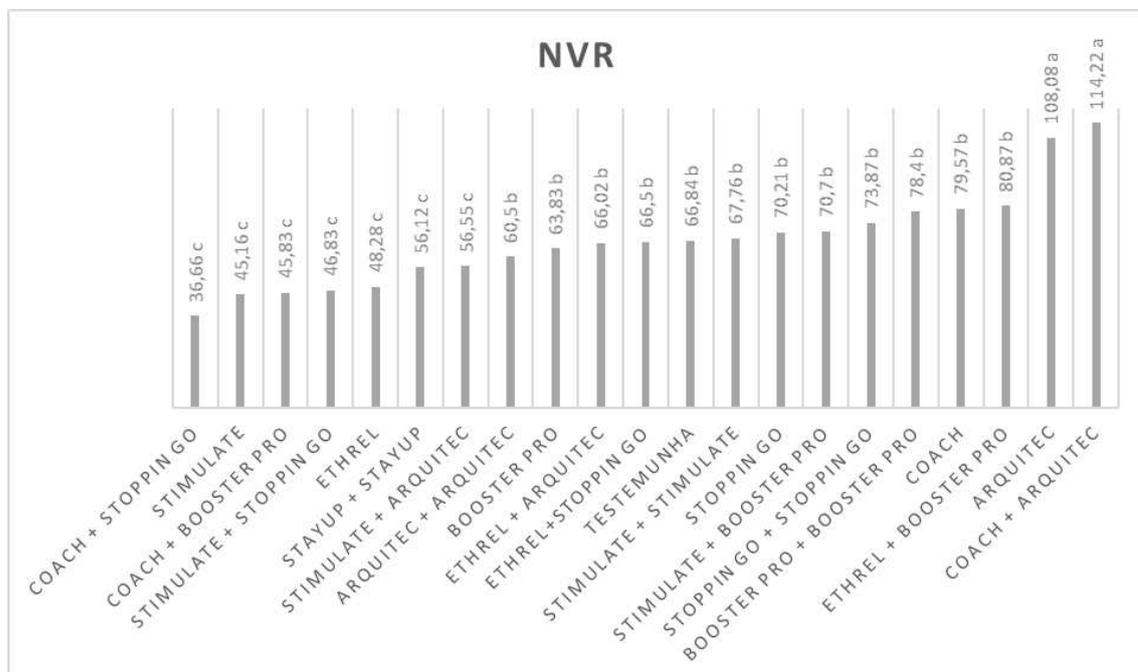
Analisando o número de vagens nos ramos (Figura 8), o tratamento Coach + Arquitec obteve a maior média (114,22), indicando um incremento de 41,49% em relação à testemunha, enquanto Ethrel + Booster PRO também apresentou um valor elevado (80,87). Isso demonstra que a combinação de reguladores de crescimento e estruturadores de planta pode aumentar significativamente a produção de vagens nos ramos laterais.

Figura 7 - Valores médios de número de vagens na haste principal (NVH) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 8 - Valores médios de número de vagens nos ramos (NVR) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.

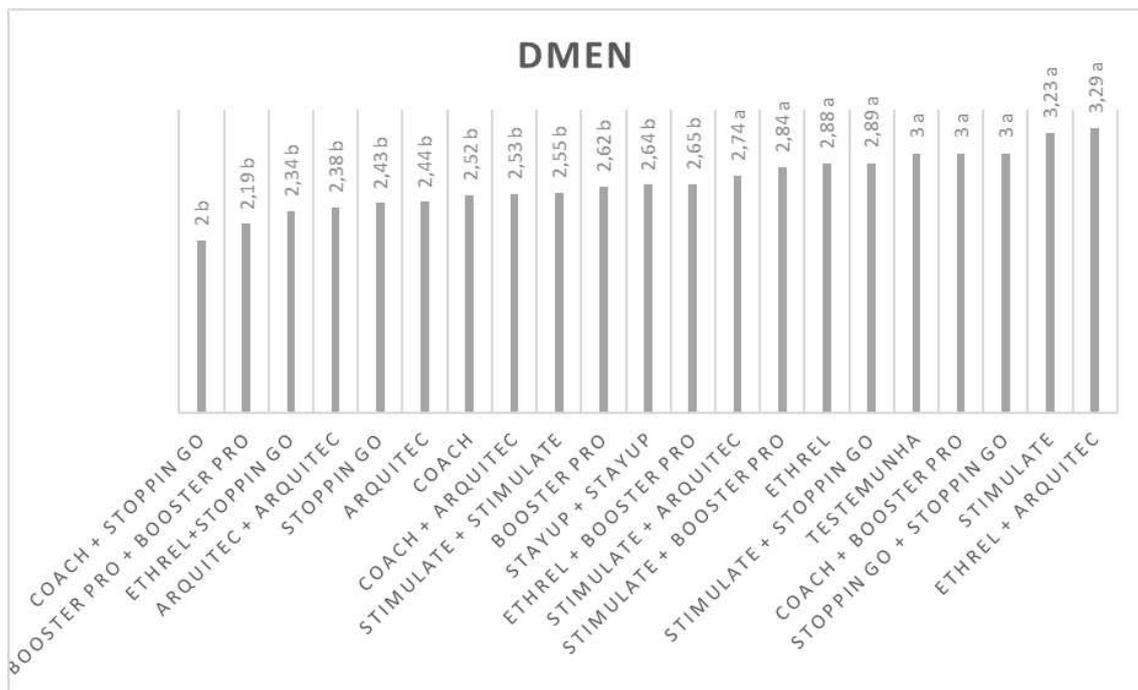


Fonte: Autoria própria (2025).

A menor distância média entrenós foi observada no tratamento Coach + Stopping Go (2,00 cm) (Figura 9), indicando uma diminuição do crescimento vegetativo, o que pode ser benéfico em situações onde a densidade de plantio é alta. Assim como observado no estudo

realizado por Almeida Júnior e colaboradores (2019), foi possível observar que com a utilização de reguladores de crescimento resultou na redução na estatura das plantas, o que consequentemente diminuiu a distância média entrenós. A menor distância entrenós é desejável, pois torna a planta mais compacta e oportuniza um maior número de nós produtivos por planta, contribuindo para aumentar o número de vagens/grãos por planta.

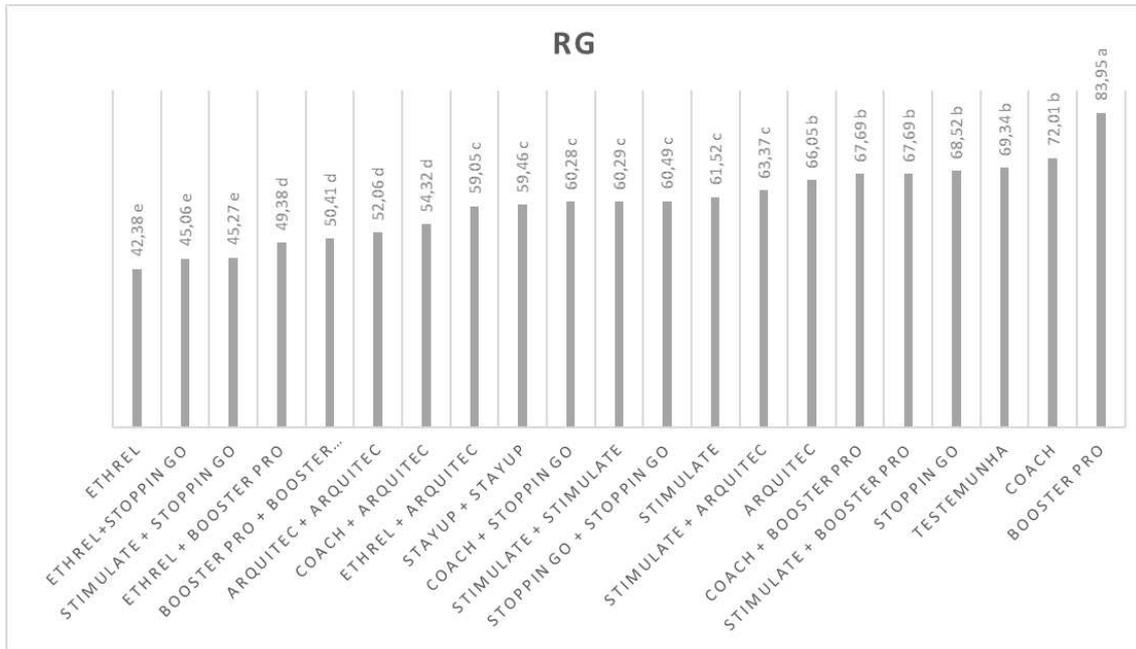
Figura 9 - Valores médios de distância média entrenós (DMEN) do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.



Fonte: A autoria própria (2025).

Conforme a Figura 10, é possível observar que, apesar do alto número de vagens e nós, o tratamento Ethrel + Booster PRO não apresentou o melhor rendimento de grãos (49,38 sc/ha). O tratamento Booster PRO teve o maior rendimento de grãos (83,95 sc/ha), destacando-se como o mais eficiente em termos de produtividade final, o que pode ser explicada pelo alto número de vagens por planta (NVP) e número de vagens na haste principal (NVH), sendo 128,57 e 35,45, respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Haach e Primieri (2012) onde, com aplicação de Booster PRO via tratamento de sementes mais uma aplicação foliar em estágio V4 obteve melhor rendimento de grãos (5128 kg/ha⁻¹) na cultivar BMX Apolo RR.

Figura 10 - Valores médios de rendimento de grãos (RG) em kg/ha-1 do experimento realizado no CTIC safra 2022/2023.



Fonte: Autoria própria (2025).

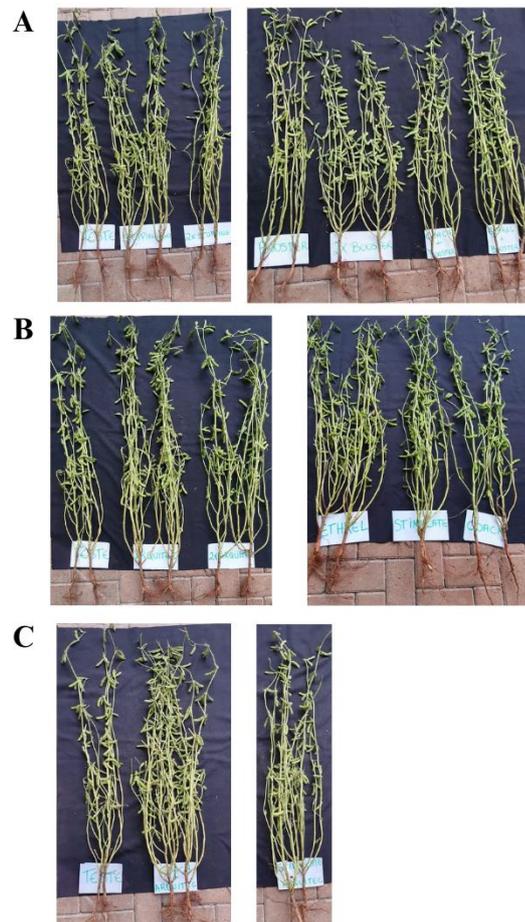
Na literatura, é relatado que os caracteres número de vagens por planta, número de vagens na haste principal e número de vagens nos ramos apresentam uma relação direta com o potencial produtivo das plantas de soja, uma vez que estão associados a uma maior superfície fotossintetizante potencialmente produtiva. Portanto, ao iniciar a competição por recursos, as plantas tendem a crescer para interceptar mais radiação como um atributo, o que pode resultar em uma menor produção de vagens por planta (Navarro Júnior; Costa, 2002). Esse efeito é evidente nos tratamentos que mostram menores valores para essas variáveis no terço inferior, conforme observado na Figura 11.

A análise de correlação permite identificar o grau de associação entre os caracteres de interesse. Assim, realizou-se análise de correlação de Pearson (Tabela 5), buscando identificar quais caracteres agrônômicos apresentam associação com o rendimento de grãos.

A correlação do rendimento de grãos (RG) com todos os outros parâmetros, incluindo DMEN, PMG, NVR, NVH, NVP, NRP e NNP não foi significativa ($p > 0,05$). Isso sugere que, no contexto deste experimento, o rendimento de grãos não teve uma relação linear forte com nenhum dos parâmetros avaliados. Da mesma forma, a distância média entrenós (DMEN) não apresentou associação significativa com todos os outros parâmetros, indicando que a diminuição dos entrenós não afetou diretamente as outras variáveis. Por outro lado, o PMG teve uma correlação significativa apenas com o número de nós produtivos (NNP) ($r = 0,24^*$), sugerindo que plantas com mais nós produtivos tendem a ter um peso maior de mil grãos. O

NVR teve correlações significativas com NVP ($r = 0,61^{**}$), NRP ($r = 0,36^{**}$) e NNP ($r = 0,51^{**}$). Isso indica que o número de vagens nos ramos está fortemente associado ao número total de vagens na planta e ao número de ramos e nós produtivos. O NVH foi positivamente associado com NVP ($r = 0,52^{**}$) e NNP ($r = 0,35^{**}$), mostrando que um maior número de vagens na haste principal está associado a um maior número total de vagens e nós produtivos. O NVP apresentou correlações significativas com NRP ($r = 0,58^{**}$) e NNP ($r = 0,76^{**}$), sugerindo que plantas com mais ramos e nós produtivos tendem a ter um maior número total de vagens. Por fim, NRP e NNP tiveram a correlação mais forte ($r = 0,86^{**}$) entre si, indicando que um maior número de ramos produtivos está ligado a um maior número de nós produtivos.

Figura 11 - Representação dos tratamentos do experimento realizado no CTIC.



Em sequência: A= Testemunha, Stopping Go, 2X Stopping Go, Booster, 2X Booster, Coach + Booster, Ethrel + Booster; B= Testemunha, Arquitec, 2x Arquitec, Ethrel, Stimulate, Coach; C= Testemunha, Coach+ Arquitec, Stimulate + Arquitec.

Fonte: Autorial própria (2025).

Tabela 5 - Correlação linear de Pearson entre os parâmetros DMEN, RG, PMG, NVR, NVH, NVP, NRP e NNP de um experimento fatorial com 21 tratamentos com reguladores de crescimento e estruturadores de planta, com a cultivar de soja BMX Coliseu, conduzido no delineamento blocos ao acaso, com três repetições.

Parâmetros	Coeficiente de Correlação						
	DMEN	PMG	NVR	NVH	NVP	NRP	NNP
RG	0,02 ns	0,21 ns	0,11 ns	0,14 ns	0,03 ns	0,19ns	0,13ns
DMEN		0,07 ns	0,14 ns	0,18 ns	0,18ns	0,05ns	0,11 ns
PMG			0,01 ns	0,00 ns	0,05ns	0,23ns	0,24*
NVR				0,15 ns	0,61**	0,36**	0,51**
NVH					0,52**	0,11ns	0,35**
NVP						0,58**	0,76**
NRP							0,86**

**** Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste T *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste T
Fonte: Autoria própria (2025).**

Os resultados deste estudo poderão contribuir para aprimorar as práticas de cultivo e, conseqüentemente, melhorar a rentabilidade e a sustentabilidade da produção agrícola. Além disso, a pesquisa poderá fornecer subsídios para futuros estudos relacionados ao uso de reguladores de crescimento e estruturadores de planta em outras cultivares de soja/ambientes de cultivo, ampliando o conhecimento científico nessa área.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de reguladores de crescimento e estruturadores de planta na cultura da soja, utilizando a cultivar BMX Coliseu I2X, sob as condições edafoclimáticas do município de Pato Branco-PR. A pesquisa demonstrou que a utilização de determinados reguladores de crescimento teve impacto significativo em diversas características agrônômicas da soja, como o número de nós produtivos, número de ramos produtivos, número total de vagens por planta e rendimento de grãos.

No entanto, mesmo os tratamentos que apresentaram maiores números de vagens e ramos, nem sempre refletiram em um aumento proporcional no rendimento de grãos, demonstrando que fatores como eficiência fotossintética, translocação de assimilados e condições climáticas ao longo do ciclo da cultura também exercem influência determinante sobre a produtividade final. Entre os tratamentos avaliados, Booster PRO destacou-se ao proporcionar o maior rendimento de grãos (83,95 sc/ha), evidenciando sua eficiência na produtividade final. Esse resultado pode ser atribuído ao incremento no número de vagens por planta e vagens na haste principal, demonstrando uma resposta positiva do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Por outro lado, tratamentos como Ethrel + Booster PRO, apesar de promoverem um aumento no número de vagens e nós produtivos, não resultaram em um incremento significativo no rendimento final.

A análise de variância indicou que características como número de ramos produtivos (NRP), número de vagens por planta (NVP) e número de vagens nos ramos (NVR) foram influenciadas positivamente por determinados tratamentos. Contudo, o peso de mil grãos (PMG) e a estatura de planta (EST) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, reforçando que o uso desses produtos pode modular o crescimento vegetativo sem impactar diretamente o peso dos grãos.

Esses resultados podem servir como base para futuras pesquisas e auxiliar na definição de estratégias de manejo mais eficientes para a cultura da soja.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F.L.; *et al.* Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.
- AGRITEMPO, Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. 2024. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/br/estado/PR/graficos/>.
- ALMEIDA, A.; *et al.* **Interferência dos hormônios auxinas, citocinas, cinetina, etileno, giberelinas, ácido abscísico e ácido naftaleno-acético no desenvolvimento vegetal**. 2022. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Faculdades Integradas de Taguaí, Taguaí, 2022.
- ALMEIDA JÚNIOR, J.J.; *et al.* Uso de reguladores de crescimento em dois estádios, no controle do dossel na cultura da soja RR, no sudoeste goiano. **Nucleus**, v. 16, n. 2, p. 487-499, 2019.
- BALBINOT JUNIOR, A.A. Acamamento de plantas na cultura da soja. **Revista Agropecuária Catarinense**, Londrina, v. 25, n.1, p. 40-42, 2012.
- BARBOSA, A.S.; *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, 2023.
- BORGES, G.K.S.; *et al.* Desenvolvimento inicial de plantas de soja com a aplicação de regulador de crescimento em sementes de baixo e alto vigor. **Cultivando o Saber**, v. 16, p. 56-69, 2023.
- BOTELHO, B.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, São Carlos, v. 58, n. 1, p. 43-49, 2001.
- BRASMAX. **Região Sul, Cultivar Coliseu I2X**. 2024. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-sul/?produto=20716>.
- CABRAL, E.M.A. **Uso de reguladores de crescimento na cultura de soja**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.
- CARVALHO, J.C.; VIECELLI, C.A.; ALMEIDA, D. K. Produtividade e desenvolvimento da cultura da soja pelo uso de regulador vegetal. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 50-60, 2013.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas**. 2024. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas#:~:text=e%20Promo%C3%A7%C3%A3o%20Institucional,%C3%9Altimo%20levantamento%20da%20safra%202023%2F2024%20estima%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os,298%2C41%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas&text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os%20na,volume%20obtido%20no%20ciclo%20anterior](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas#:~:text=e%20Promo%C3%A7%C3%A3o%20Institucional,%C3%9Altimo%20levantamento%20da%20safra%202023%2F2024%20estima%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os,298%2C41%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas&text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os%20na,volume%20obtido%20no%20ciclo%20anterior.). Acesso em: 15 out 2024.

FARIAS, J.R.B. Limitações climáticas à obtenção de rendimentos máximos de soja. *In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR, 5; FORO DE LA SOJA ASIA-MERCOSUR, 1, 2011, Rosario. Anais [...] Rosario: Mercosoja, 2011.*

FERRÃO, R.G.; *et al.* Genética e melhoramento: desenvolvimento e recomendação de cultivares com tolerância à seca para o Espírito Santo. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 6, n. 4, p. 51-71, 2015.

FERREIRA, A.S.; *et al.* Relações entre índice de área foliar, interceptação de luz e a produtividade de grãos de cultivares de soja sob a redução da densidade de semeadura. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 45, n. 5, p. 1639-1664, 2024.

FOLONI, J.S.S.; *et al.* **Lactofem e etefom como reguladores de crescimento de cultivares de soja.** *In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 25, 2016, Londrina. Anais [...] Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 42-45.*

FOLONI, J.S.S., *et al.* Manejo de acamamento de cultivares de soja com lactofem em diferentes ambientes de produção. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 8, 2018, Goiânia. Anais [...] Goiânia: Embrapa Soja, 2018. p. 420-422.*

FONTOURA, T.B.; COSTA, J.A.; DAROS, E. Efeitos de níveis e épocas de desfolhamento sobre o rendimento e os componentes do rendimento de grãos da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n.1-2, p. 49-54, 2006.

FPA (Frente Parlamentar da Agropecuária). **Assuntos temáticos, resumos executivos.** Importância da soja para o Brasil. 2021. Disponível em: <https://fpagropecuaria.org.br/2021/10/18/importancia-da-soja-para-o-brasil/#:~:text=A%20lideran%C3%A7a%20da%20soja%20na,mesmo%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biocombust%C3%ADveis.> Acesso em: 5 jun. 2024.

HAACH, R.; PRIMIERI, C. Aplicação de zinco e molibdênio em tratamento de sementes e via foliar na cultura da soja. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 5, n. 1, p. 21-29, 2012.

HAWERROTH, F.J.; *et al.* Reguladores de crescimento, importância, perspectivas e utilização. **Agropecuária Catarinense**, São Joaquim, v. 29, n. 2, p. 50, 2016.

HIRAKURI, M.H.; LAZZAROTTO, J.J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2014.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; NOGUEIRA, M.A. A pesquisa em Fixação Biológica do Nitrogênio na Embrapa Soja: passado, presente e perspectivas futuras. *In: REUNIÃO DA REDE DE LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO, PADRONIZAÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE INOCULANTES MICROBIANOS DE INTERESSE AGRÍCOLA, 16, 2014, Londrina. Anais [...] Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 54-59.*

IZIDÓRIO, T.H.C. **Regulador de crescimento modificando a arquitetura de plantas de soja.** 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2022.

KITABATAKE, T.; *et al.* Morphological traits associated with the quantitative trait locus for lodging tolerance in soybean. **Crop Science Society of America**, v. 59, n. 2, p. 565-572, 2019.

MACEDO, W.R.; CASTRO, P.R.C. Biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores na agricultura tropical. *In: Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal.* Viçosa: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2015.

- MARQUES, L. Como minimizar os problemas com acamamento em soja? Materiais técnicos, Elevagro. 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/blog/como-minimizar-os-problemas-com-acamamento-em-soja/#:~:text=Talvez%20a%20forma%20mais%20simples,adequar%20a%20popula%C3%A7%C3%A3o%20de%20plantas>. Acesso em: 16 jan. 2025.
- MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. **Exportações brasileiras, soja em grão**. Brasília, 2024.
- MONTEIRO, J.M.G.; ANGELOTTI, F.; SANTOS, M.M.O. Adaptação e mitigação às mudanças climáticas: contribuição dos serviços ecossistêmicos dos solos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, n. 2, p. 32-36, 2017.
- MULLER, M. **Arquitetura de plantas de soja: interceptação de radiação solar, deposição de produtos fitossanitários e produtividade**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.
- MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Evangraf, 2005.
- NAVARRO JÚNIOR, H.M.; COSTA, J.A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.
- ROCHA, B.G.R.; *et al.* Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 376–384, 2018.
- SANTOS, A.C.; *et al.* Fatores e técnicas de produção e sua influência na produtividade e qualidade da soja. *In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL*, 11, 2017, Campo Mourão. **Anais [...]** Campo Mourão: UNESPAR, 2017.
- SILVA, B.F.; *et al.* Avaliação do efeito do regulador de crescimento PRO-GIBB GIBERELINA GA3 em diferentes dosagens na fixação da florada da soja (*Glycine max*). *In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA*, 6, 2017, Botucatu. **Anais [...]** Botucatu: FATEC, 2017.
- SILVA, Y.S. **Reguladores de crescimento no desempenho agrônomo de soja**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2018.
- SPADER, V. **Características de plantas de soja associadas com alta produtividade em condição de elevada altitude**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) – Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- TAIZ, L.; *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- VENTURA, M.V.A; COSTA, E.M. Reguladores vegetais na cultura da soja. *In: DIAS, J.P.T. Usos e aplicações de reguladores vegetais*. 1. ed. Belo Horizonte: UEMG, 2020. p. 118-138.
- VILLELA, F.A.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; FILHO, J.M. Estado energético da água na germinação de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 27-34, 2007.

ZANON, A.J.; *et al.* **Ecofisiologia da soja – visando altas produtividades.** 1. ed. Santa Maria, 2018.