

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS IBIRUBÁ**

**EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL
NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DA SOJA**

DANIEL SCHUMANN

Ibirubá, 2023

DANIEL SCHUMANN

**EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL
NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

Orientador (a): Daniela Batista dos Santos

Ibirubá, 2023

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica do experimento no IFRS Campus Ibirubá, no município de Ibirubá/RS (Google Earth, 2023)	16.
Figura 2 – Croqui do experimento (Elaborado pelo autor, 2023)	18.
Figura 3 – Semeadura da área experimental (A); semeadora-adubadora utilizada (B) (MARTINS, 2022)	19.
Figura 4 – Colheita dos tratamentos (A); área colhida (B) (Elaborado pelo autor, 2023)	20.
Figura 5 – Realização das avaliações pós-colheita (Elaborado pelo autor, 2023)	21.
Figura 6 – Trilha das plantas colhidas (Elaborado pelo autor, 2023)	22.
Figura 7 – Limpeza das amostras (Elaborado pelo autor, 2023)	22.
Figura 8 – Avaliação do PMG (pesagem das amostras (A); contagem de 100 grãos (B)) (Elaborado pelo autor, 2023)	23.
Figura 9 – Determinação da umidade (Elaborado pelo autor, 2023)	23.
Figura 10 – Pesagem da massa de grãos de cada repetição (Elaborado pelo autor, 2023)	23.
Figura 11 - Diferença da altura de plantas entre dois tratamentos (Elaborado pelo autor, 2023)	26.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Tratamentos conduzidos no experimento (Elaborado pelo autor, 2023) 17.
- Tabela 2** - Efeito dos tratamentos com reguladores de crescimento vegetal nas características de: altura de plantas (AP), inserção do primeiro legume (IPL), número de nós reprodutivos (NN), legumes por planta (LP), grãos por legumes (GL), grãos por planta (GP) na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Elaborado pelo autor, 2023) 25.
- Tabela 3** - Efeito dos tratamentos com reguladores de crescimento vegetal nas características de: peso de mil grãos (PMG) e produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Elaborado pelo autor, 2023) 28
- Tabela 4** – Avaliação do incremento de produção em relação ao uso de reguladores de crescimento vegetal na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e sua viabilidade econômica (Elaborado pelo autor, 2023)30.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precipitação mensal município de Ibirubá/RS safra 2022/2023 (INMET, 2023)
.....17.

Gráfico 2 – Produção de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) por hectare, em função dos diferentes tratamentos com reguladores de crescimento vegetal (Elaborado pelo autor, 2023)
..... 29.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	Ácido abscísico.
AIA	Ácido 3-indolacético.
ANA	Ácido 1-naftaleno-acético.
Aplic.	Aplicação.
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento.
DBC	Delineamento Blocos Casualizados.
GAs	Giberelinas.
GA3	Ácido giberélico.
GM	Grupo de maturação.
ha	Hectares.
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia.
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul.
NPK	Nitrogênio – Fosforo – Potássio.
RS	Rio Grande do Sul.
s/d	Sem data.
AP	Altura de plantas.
IPL	Inserção do primeiro legume.
NN	Número de nós reprodutivos.
LP	Legumes por planta.
GL	Grãos por legume.
PMG	Peso de mil grãos.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Agronomia

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá

EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DA SOJA

AUTOR: DANIEL SCHUMANN

ORIENTADOR: DANIELA BATISTA DOS SANTOS

Ibirubá/RS, 05 de dezembro de 2023

Manejes que incrementem a produção da cultura da soja vem sendo buscados devido a grande importância socioeconômica da cultura em nível mundial e para o país. A utilização de reguladores de crescimento vegetal vem crescendo nos últimos anos, bem como estudos desses na soja. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito dos reguladores de crescimento vegetal nas características produtivas da cultura da soja. O experimento foi instalado na área experimental do IFRS Campus Ibirubá, município de Ibirubá/RS, sob delineamento de blocos casualizados contendo cinco tratamentos com quatro repetições, totalizando vinte parcelas. A cultivar semeada foi a Nidera NA 5909 RG. Foram usados produtos da classe de reguladores de crescimento, sendo: Stimulate[®] (GA3 + IBA + cinetina) a 500 mL. ha⁻¹; MaxCel[®] (N6 – benziladenina) a 80 mL. ha⁻¹; ProGibb 400[®] (Ácido giberélico) a 6 g. ha⁻¹; MaxCel[®] + ProGibb 400[®]; e testemunha (sem aplicação). As avaliações realizadas foram: altura de plantas (AP), altura de inserção do primeiro legume (IPL), número de nós reprodutivos (NN), número de legumes por planta (LP), número de grãos por legume (GP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos. Além das variáveis analisadas, realizou-se uma análise de viabilidade econômica de cada tratamento. O uso de MaxCel[®] + ProGibb 400[®] obtiveram melhores resultados, quando comparados aos outros tratamentos, para altura de plantas, número de legumes por planta e grãos por planta. O tratamento que proporcionou maior incremento de produtividade de grãos foi Stimulate[®], porém o que melhor teve viabilidade econômica foi a combinação de MaxCel[®] e ProGibb 400[®].

Palavras-chave: Hormônios vegetais. Viabilidade econômica. MaxCel[®]. ProGibb 400[®]. Stimulate[®].

ABSTRACT

Completion of course work

Agronomy Course

Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul - Campus

Ibirubá

EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS ON SOYBEAN PRODUCTION

CHARACTERISTICS

AUTHOR: DANIEL SCHUMANN

COUNSELOR: DANIELA BATISTA DOS SANTOS

Ibirubá/RS, December 5, 2023

Management that increases soybean production has been sought due to the great socioeconomic importance of the crop worldwide and for the country. The use of plant growth regulators has been growing in recent years, as have studies of these in soybeans. The present work aimed to evaluate the effect of plant regulators on the productive characteristics of soybean crops. The experiment was installed in the experimental area of the IFRS Campus Ibirubá, municipality of Ibirubá/RS, under a randomized block design containing five treatments with four replications, totaling twenty plots. The cultivar sown was Nidera NA 5909 RG. Products from the growth regulator class were used, including: Stimulate® (GA3 + AIB + kinetin) in 500 mL. ha⁻¹; MaxCel® (N6 – benzyladenine) in 80 mL. ha⁻¹; ProGibb 400® (gibberellic acid) at 6 g. ha⁻¹; MaxCel® + ProGibb 400®; and witness (no requirement). The evaluations carried out were: plant height (AP), insertion height of the first legume (IPL), number of reproductive nodes (NN), number of legumes per plant (LP), number of grains per legume (GP), weight of thousand grains (PMG) and grain productivity. In addition to the variables analyzed, an economic viability analysis of each treatment was carried out. The use of MaxCel® + ProGibb 400® obtained better results, when compared to other treatments, for plant height, number of vegetables per plant and grains per plant. The treatment that provided the greatest increase in grain productivity was Stimulate®, but the one that had the best economic viability was the combination of MaxCel® and ProGibb 400®.

Keywords: Plant hormones. Economic viability. MaxCel®. ProGibb 400®. Stimulate®.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 A CULTURA DA SOJA	11
2.2 REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL.....	11
2.2.1 Auxinas	12
2.2.2 Giberelinas.....	13
2.2.3 Citocininas	14
2.3 REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NA SOJA	14
3 METODOLOGIA.....	16
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA.....	16
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	17
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	19
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	24
3.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 EFEITO DOS REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NA CULTURA DA SOJA.....	25
4.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	30
5 CONCLUSÃO.....	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

Na safra de 2022/2023 o Brasil semeou 44.075,6 mil hectares de soja (*Glycine max* (L) Merrill), o que corresponde a uma área 6,2% superior à safra passada, com uma produtividade média de 3.508 kg. ha⁻¹, registrando recordes históricos de área de semeadura, produtividade e produção (CONAB, 2023). Tal cultura agrícola é importante para a economia brasileira. De acordo com Dall'Agnol (2021), não é somente em virtude da receita proveniente das exportações do complexo agroindustrial brasileiro de soja, que supera os dez bilhões de dólares (cerca de 8% do total exportado pelo País), mas também pelos benefícios indiretos derivados da sua extensa cadeia produtiva, que superam em mais de cinco vezes esse montante.

Logo, há um intenso trabalho de pesquisa científica acerca de manejos que possam incrementar a produção vegetal da cultura. Estudos buscando alcançar maiores produtividades e redução nos custos de produção vêm encontrando nos reguladores de crescimento vegetais resultados favoráveis em algumas culturas, como citros, feijão, milho, algodão e também para a soja (MOTERLE et al., 2008).

Os reguladores de crescimento vegetal, ou hormônios vegetais, podem ser aplicados diretamente nas plantas para alterar seus processos vitais e estruturais, 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). Portanto, os hormônios vegetais, são substâncias naturais ou artificiais, que possuem efeito no crescimento e desenvolvimento das plantas (MELO, 2002).

Dentre os fitoreguladores mais estudados, pela sua aplicação nas plantas, podem-se citar as auxinas, as citocininas e as giberelinas. As auxinas foram os primeiros hormônios vegetais descobertos pelo homem e estão relacionadas ao crescimento das plantas em relação à expansão celular. As citocininas, por sua vez, foram descobertas em estudos referentes a divisão celular em plantas. Já as giberelinas, foram caracterizadas na década de 50, a partir de um grande grupo de hormônios, com mais de 125 representantes, com funções associadas ao crescimento caulinar (DARIO et al., 2005).

Assim, a utilização de produtos hormonais na cultura da soja pode proporcionar alterações morfológicas nas plantas, promovendo melhor arquitetura das mesmas e por consequência incremento na produtividade. Diante desse contexto, o presente trabalho de conclusão de curso teve por objetivo avaliar o efeito de reguladores de crescimento vegetal nas

características produtivas da cultura da soja na região do Alto Jacuí onde está inserido o município de Ibirubá/RS.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) atualmente cultivada é diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, onde as primeiras citações do grão aparecem no período entre 2883 e 2838 a.C. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, s/d).

A cultura chegou ao Brasil por volta de 1882 na Bahia. Foi introduzida no Rio Grande do Sul, em 1914 a cultura se evoluiu em larga escala. Os estados do Sul e São Paulo são as regiões tradicionais na produção (CÂMARA e HEIFFIG, 2006 *apud* CARVALHO, J.C., et al., 2013).

Os estádios fenológicos da cultura da soja dividem o desenvolvimento da soja em estádios vegetativos, designados pela letra V, e estádios reprodutivos, designados pela letra R. Com exceção dos estádios VE (emergência) e VC (cotilédone), as letras V e R são seguidas de índices numéricos que identificam estádios específicos, nessas duas fases do desenvolvimento da planta. Esse sistema proposto por Fehr & Caviness (1977) permite a descrição da fenologia da soja relacionando-a com suas necessidades específicas, no decorrer do ciclo (NEUMAIER et al., 2021).

A produção da soja é de grande importância para a economia brasileira, pois destaca-se como a principal cultura explorada no mercado interno (PINAZZA, 2007). Dada a importância da soja como fator socioeconômico, pesquisas vêm sendo dirigidas para essa cultura, no sentido de se alcançar maiores produtividades associada à redução nos custos de produção (MOTERLE et al., 2008).

Os reguladores vegetais por sua vez quando aplicados, inibem, promovem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos dos vegetais. Assim essas substâncias naturais ou sintéticas podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos e sementes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, tendo por finalidade incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (VIEIRA e CASTRO (2001); CASTRO e MELOTTO (1989) *apud* MOTERLE et al., (2008)).

2.2 REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL

O crescimento e o desenvolvimento de um organismo pluricelular não seriam possíveis sem que houvesse uma comunicação efetiva entre as suas células, tecidos e órgãos. Tanto nas plantas quanto nos animais, a regulação e a coordenação do metabolismo, do crescimento e da morfogênese dependem de sinais químicos, denominados hormônios. O termo “hormônio” provém do grego *horman*, que significa “estimular” (RAVEN, et al. 2014).

Por definição, o hormônio vegetal ou fitormônio é uma substância química biologicamente ativa, produzida por uma planta que, em baixas concentrações regula determinados processos fisiológicos, sendo em geral produzida em uma certa parte da planta e translocada para promover a ação em outra parte (BIASI, 2002 *apud* MELO, 2002).

O potencial produtivo da cultura da soja é regido pelas características genéticas de suas sementes. No entanto, as condições do ambiente de cultivo, como temperatura, regime hídrico, fotoperíodo, propriedades químicas e físicas do solo, bem como a competição com outras plantas, diminuem sua produtividade para os valores médios observados atualmente (BUZZELLO et al., 2017). O uso de reguladores vegetais na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade (VIEIRA, 2001).

Os efeitos hormonais no desenvolvimento vegetal variam de acordo com o órgão que está recebendo o estímulo, assim como a concentração da substância, interação entre reguladores e com a fase de desenvolvimento da planta (LARCHER, 2000 *apud* CONCEIÇÃO; MORAIS, 2017). Dentre as funções dos biorreguladores se incluem o crescimento e diferenciação celular, além da participação na regulação de processos como a germinação, o crescimento vegetativo e a atividade metabólica. Também atuam no transporte, estoque e mobilização de materiais nutritivos, podendo interferir ainda na fixação de flores e frutos, e na maturação (CATO; CASTRO, 2006).

As principais classes de hormônios vegetais são agrupadas em: auxinas (AIA, AIB, ANA), giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico (ABA), os quais são produzidos em um sítio da planta e translocados para outros, para alterar o crescimento e desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2011 *apud* CONCEIÇÃO; MORAIS, 2017).

2.2.1 Auxinas

De acordo com Taiz, et al. (2017), a auxina é essencial ao crescimento vegetal, e a sua sinalização funciona praticamente em cada aspecto do desenvolvimento. Ela foi o primeiro hormônio do crescimento a ser estudado em plantas. Estudou-se inicialmente a curvatura de bainhas de folhas jovens (coleótilos) de plântulas do alpiste (*Phalaris canariensis*) e os

hipocótilos de plântulas de outras espécies em resposta à luz unidirecional. Concluiu-se que um sinal produzido no ápice era deslocado para baixo, fazendo as células inferiores crescer mais rápido no lado sombreado do que no lado iluminado, isso em decorrência do alongamento diferencial das células.

O sinal químico de auxina é originário da palavra grega *auxein*, que significa “aumentar” ou “crescer”; nessa foi identificado o ácido 3-indolacético (AIA) como a auxina vegetal primária. A estrutura do AIA por ser relativamente simples possibilitou a síntese ampla de uma série de moléculas com atividade auxínica. Alguns desses compostos, como o ácido 1-naftaleno-acético (ANA), o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) e o ácido 2-metóxi-3,6-diclorobenzoico (dicamba), são usados como reguladores do crescimento e herbicidas na horticultura e na agricultura (TAIZ et al., 2017).

Os locais de biossíntese da auxina são principalmente nos meristemas dos ápices caulinares, primórdios foliares, folhas jovens e também nas sementes em desenvolvimento. Em relação ao transporte, a auxina é transportada tanto de modo polar (unidirecional) quanto de modo não polar. Tratando dos efeitos ocasionados por essa, destaca-se a dominância apical, respostas trópicas, diferenciação dos tecidos vasculares, promoção da atividade cambial, indução de raízes adventícias em estacas, inibição da abscisão de folhas e frutos, estimulação da síntese de etileno, inibição ou promoção (no abacaxi) da floração e a estimulação do desenvolvimento dos frutos (RAVEN et al., 2014).

2.2.2 Giberelinas

As giberelinas (GAs) foram reconhecidas pela primeira vez por Eichi Kurosawa em 1926 e isoladas por Teijiro Yabuta e Yusuke Sumuki na década de 1930, como produtos naturais no fungo *Gibberella fujikuroi* (chamado atualmente de *Fusarium fujikuroi*), do qual os hormônios derivam seu nome. *F. fujikuroi* produz várias GAs diferentes, sendo a mais abundante delas a GA3, também denominada de ácido giberélico, o qual pode ser obtido comercialmente para uso horticultural e agrônômico (TAIZ et al., 2017).

As giberelinas têm como locais de biossíntese os tecidos jovens do sistema caulinar e sementes em desenvolvimento. Porém não se sabe ao certo se a sua síntese também ocorre nas raízes. Já o transporte dessas ocorre via xilema e floema. Os efeitos causados nas plantas pelas GAs são hiperalongamento do caule por estimular a divisão e o alongamento das células, resultando em plantas altas, em oposição ao nanismo, a indução da germinação de sementes, a estimulação da floração em plantas de dia longo e bienais e também a regulação da produção

de enzimas das sementes em cereais (RAVEN et al., 2014). Além disso, segundo Taiz et al. (2017), as giberelinas também irão atuar no desenvolvimento do pólen, no crescimento do tubo polínico e no desenvolvimento do fruto.

2.2.3 Citocininas

O descobrimento das citocininas se deu em uma pesquisa sobre fatores que estimulavam a divisão de células vegetais em combinação com a auxina. Nesse fato foi identificada uma pequena molécula que, na presença de auxina, estimulava a proliferação do tecido parenquimático medular do tabaco em cultura. Essa foi denominada *cinetina*, uma citocinina sintética com estrutura similar à das citocininas de ocorrência natural (TAIZ et al., 2017). Segundo Raven, et al. (2014), tratando-se da natureza química, as citocininas são derivados da N⁶ - adenina, compostos de fenil ureia. A zeatina é a citocinina mais comum nas plantas.

As citocininas por sua vez têm o ápice das raízes como local de biossíntese. Dessa maneira essas são transportadas no xilema, das raízes para as brotações. Com a utilização desse hormônio podemos causar efeitos variados nas plantas, dentre esses, a promoção da divisão celular, a promoção da formação de gemas em cultura de tecidos, o atraso da senescência foliar, a liberação de gemas laterais da dominância apical e o aumento do desenvolvimento radicular em condições áridas (RAVEN et al., 2014).

2.3 REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NA SOJA

A utilização de reguladores de crescimento na cultura da soja visa maior crescimento da planta para conseqüentemente maior capacidade produtiva, pois conforme Carvalho, J.C., et al. (2013), a aplicação de hormônios vegetais na cultura promove maior desenvolvimento em alongamento, altura de planta, diâmetro de caule e engalhamento, tendo assim arquitetura suficiente para o aumento do número de vagens por planta e conseqüentemente produção.

Desse modo vêm surgindo cada vez mais estudos relacionados à utilização desses produtos na soja. Albrecht et al. (2012) com objetivo de avaliar a composição química e a produtividade de grãos de soja, sob à aplicação de diferentes doses de biorregulador, realizou em seu estudo aplicações via foliar nos estádios V5 e R3, e concluiu que a aplicação do produto influenciou no aumento da produtividade, e além disso tendeu a favorecer o conteúdo proteico.

Tratando da forma de aplicação dos reguladores de crescimento vegetal na soja, esses além de serem aplicados via foliar também podem ser incluídos no tratamento de semente. Em relação a isso, um trabalho realizado por Bertolin et al. (2010) analisando os efeitos dos mesmo via sementes e via foliar, constatou que o tratamento com produto hormonal proporcionou aumento na produtividade de grãos e também no número de vagens por planta.

Em virtude da tendencia em proporcionar aumento de produtividade, Buzzello et al., (2017) conduziram um trabalho avaliando diferentes doses de Stimulate® na soja. por sua vez esses constataram que a maior dosagem apresentou rendimento de grãos mais elevado, por causa do acréscimo no número de legumes por vagem.

Já de acordo com Silva (2018), em seu experimento onde avaliou reguladores de crescimento no desempenho agrônômico de soja, a partir de 16 tratamentos e três repetições, a utilização de reguladores vegetais na soja influenciou diretamente no desenvolvimento da cultura. Sendo que, na condução desse, os reguladores Ethrel 0,3 L e Dribble 0,5 L P.C./ha-1 obtiveram os melhores incrementos na produção da soja.

Ainda, avaliando a influência do regulador de crescimento vegetal na produtividade da soja, o uso de fitorreguladores mostrou-se significativo para o aumento de parâmetros produtivos da soja. sendo que a utilização desse resultou na maior massa de 1000 grãos e produtividade na soja (CARVALHO, J.C., et al., 2013)

Referente ao registro dessa classe de produto designada de regulador de crescimento vegetal, encontram-se 89 produtos registrados atualmente no Brasil, sendo desses, somente 24 que contém registro para uso na cultura da soja. (AGROFIT, 2023). Fato que demonstra a importância de pesquisas relacionada à temática.

3 METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA

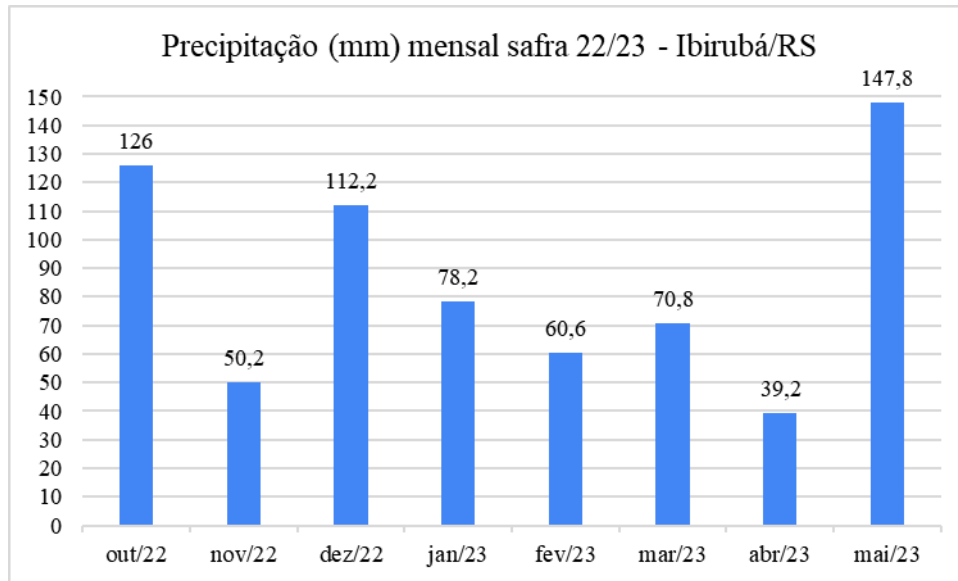
O experimento foi realizado na área didática experimental do IFRS Campus Ibirubá, RS (Figura 1), durante a safra agrícola 2022/2023. A área está situada a 400 metros de altitude, sob as coordenadas geográficas 28° 37' 48" Sul e 53° 5' 25" Oeste.

Figura 1 – Localização geográfica do experimento no IFRS Campus Ibirubá, no município de Ibirubá/RS.



Fonte: Google Earth (2023).

O município de Ibirubá-RS, na safra de soja 2022/2023, durante os meses de outubro (2022) a maio (2023) apresentou precipitações mensais com volumes entre 126 a 147,8 milímetros (mm), conforme demonstra o Gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1 – Precipitação mensal município de Ibirubá/RS safra 2022/2023.

Fonte: INMET, 2023.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando assim vinte parcelas experimentais dispostas na área, conforme pode ser visualizado na Tabela 1. Para os tratamentos foram utilizados três produtos da classe de reguladores de crescimento.

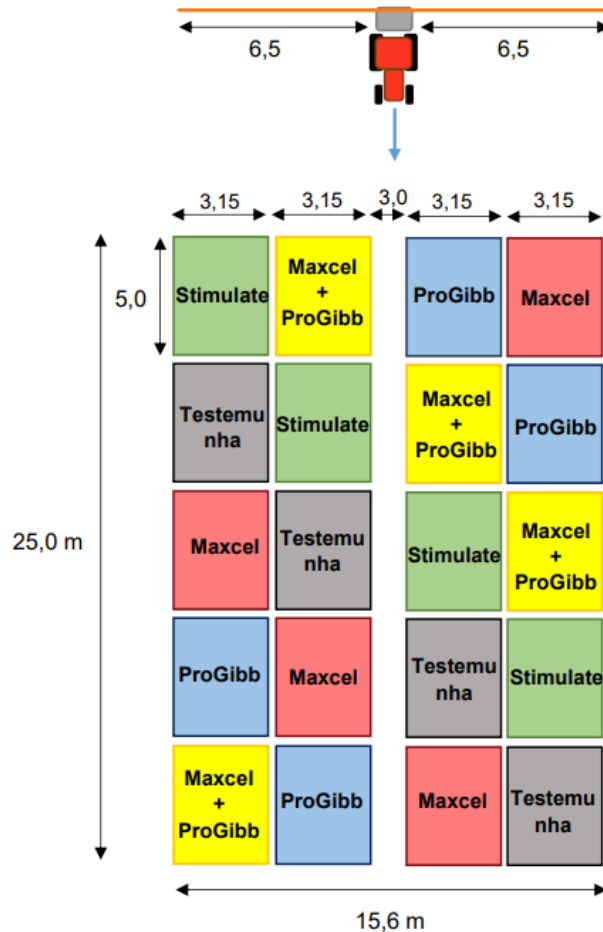
Tabela 1 – Tratamentos conduzidos no experimento.

Tratamento	Ingrediente ativo	Dose.ha ⁻¹	Estádio fenológico de aplicação	1ª aplicação	2ª aplicação
Testemunha	-	-	-	-	-
MaxCel®	N6 - benziladenina	80 mL. ha ⁻¹	1ª aplic. V2, 2ª após 7dias.	02/12/22	09/12/22
ProGibb 400®	Ácido giberélico	6 g. ha ⁻¹	1ª aplic. R1, 2ª após 15 dias.	28/12/22	19/01/23
MaxCel® + ProGibb 400®	N6 - benziladenina + Ácido giberélico	80 mL. ha ⁻¹ + 6 g. ha ⁻¹	1ª aplic. V2, 2ª após 7dias + 1ª aplic. R1, 2ª após 15 dias.	02/12/22 e 28/12/22	09/12/22 e 19/01/23
Stimulate®	Cinetina + Ácido giberélico + Ácido 4-indol-3ilbutírico	500 mL. ha ⁻¹	Aplicação única em R1.	19/01/23	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Cada parcela experimental possuía dimensões de 3,15 metros de largura por 5,0 metros de comprimento, totalizando 15,75 m² de área por parcela. Dessa maneira, como o experimento contou com 20 parcelas, o tamanho total útil correspondente à área experimental foi de 315 m², conforme demonstrado no croqui a seguir na Figura 2.

Figura 2 – Croqui do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

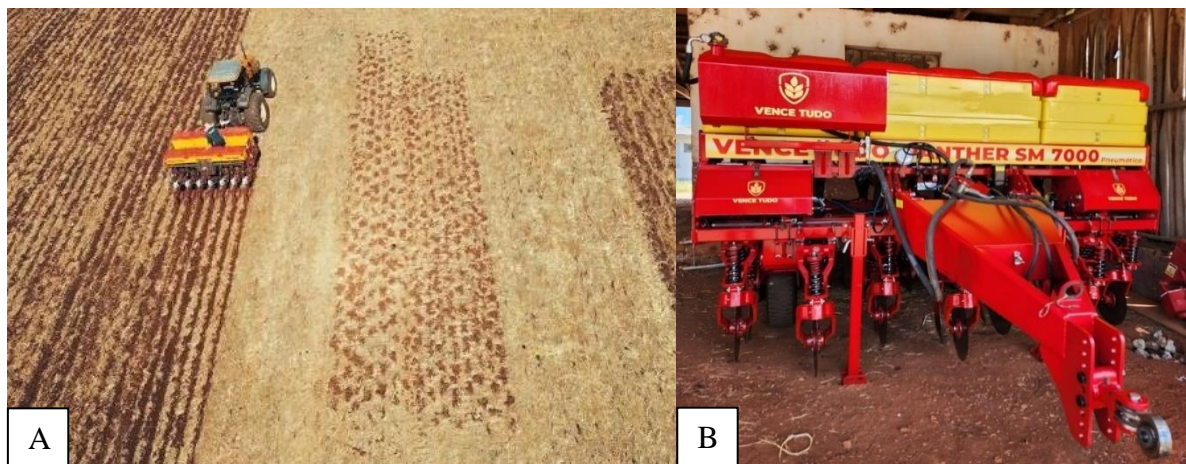
Em relação ao momento de aplicação dos reguladores de crescimento vegetal utilizados no experimento, cada produto tem sua própria recomendação para a cultura. O MaxCel[®] deve ser utilizado realizando duas aplicações durante o ciclo da cultura, iniciando-se no estágio V2 (segundo nó ou 1^a folha trifoliada expandida) e repetindo-se após 7 dias (MAXCEL, 2023). Para o uso ProGibb 400[®] na soja, é necessário serem feitas duas aplicações durante o ciclo da cultura, sendo a primeira aplicação quando a cultura estiver em estágio R1 (início da floração, até 50% das plantas com flor) e a segunda aplicação 7 a 10 dias após a primeira (PROGIBB 400, 2023). Já o Stimulate[®], pode ser utilizado via tratamento de sementes, no sulco de plantio ou por aplicação foliar, que, nesse último caso, é conduzida de forma única entre os estádios

V5 e V6 (4ª e 5ª folha trifoliada expandidas), estágio R1 (início do florescimento) ou então no estágio R3 (início da frutificação) (STIMULATE, 2023).

3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura da cultura da soja na área experimental foi realizada no dia quatro de novembro de dois mil e vinte e dois (04/11/2022) (Figura 3A), através de um trator marca Valtra®, modelo BM125 e uma semeadora-adubadora marca Vence Tudo®, modelo Panther SM 7000 (Figura 3B), depois da dessecação da área. A cultivar de soja semeada para o experimento foi a NA 5909 RG RR, a qual apresenta um ciclo de 94 a 112 dias. O adubo utilizado foi de formulação N-P-K, na concentração 5-20-20, sendo o mesmo dosado em 330 Kg. ha⁻¹. Foram semeadas 16 sementes por metro linear.

Figura 3 – Semeadura da área experimental (A); semeadora-adubadora utilizada (B).



Fonte: MARTINS, 2022.

A semeadura foi executada no sentido leste-oeste, sob resteva de aveia preta. As aplicações culturais referentes ao controle de pragas, doenças e plantas daninhas seguiram as recomendações técnicas da cultura e ficou sob responsabilidade dos responsáveis pela área agrícola, que realizaram essas com um trator da marca Massey Ferguson®, modelo 265 e um pulverizador de engate de 3 pontos. Por esse motivo, foi demarcada uma largura de 3,0 m para as aplicações tratorizadas entre as parcelas do experimento, conforme demonstra o croqui (Figura 2).

Os tratamentos foram conduzidos via aplicação foliar, com a utilização de pulverizador costal marca Guarany®, modelo PCA 10L. A tomada de decisão do dia ideal para a aplicação

dos tratamentos se deu através do monitoramento dos estádios fenológicos da cultura, além de levar em consideração as previsões climáticas.

Para realizar a dosagem dos produtos foi utilizada uma seringa volumétrica graduada para os em concentração solúvel (SL) (MaxCel[®] e Stimulate[®]), enquanto que o ProGibb 400[®] foi dosado por meio de uma balança de precisão por ser em formulação WG (granulado dispersível).

Tratando-se dos produtos reguladores de crescimento utilizados, esses possuem características específicas em sua composição, no entanto todos buscam o acréscimo da produtividade (Tabela 1).

O experimento foi colhido manualmente em estágio fisiológico R8 (maturação plena), com o auxílio de uma tesoura de poda (Figura 4A). Foram colhidos 2 linhas de plantas em 2 m lineares (representativo de 1,8 m²) por parcela (repetição), conforme pode ser visualizado na Figura 4B.

Figura 4 – Colheita dos tratamentos (A); área colhida (B).



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após a colheita dos tratamentos, foram amostradas, ao acaso, 10 plantas por parcela experimental. Essas foram submetidas às avaliações das variáveis agronômicas: a altura de plantas, a altura de inserção do primeiro legume, o número de legumes por planta, o número de nós reprodutivos por planta, o número de grãos por planta e o número de grãos por legume (Figura 5).

Figura 5 – Realização das avaliações pós-colheita.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A altura de plantas foi avaliada através de uma trena métrica em centímetros, medindo a planta desde seu colo (base da planta) até o ápice. A altura de inserção do primeiro legume também foi obtida com auxílio de trena métrica, medindo a distância entre o colo da planta e a inserção do primeiro legume. O número de legumes por planta foi obtido através da contagem dos legumes de cada planta amostrada. O número de nós reprodutivos por planta foi avaliado a partir da contagem dos nós reprodutivos de cada planta amostrada. O número de grãos por planta foi obtido através da contagem dos grãos de cada planta amostrada. O número de grãos por legume foi obtido através da relação entre o número total de grãos por planta e o número total de legumes por planta.

Para a determinação do rendimento de grãos, as plantas colhidas da parcela foram submetidas à trilha por meio de uma trilhadora da marca Maqtron[®], modelo B – 380 (Figura 6), e para a realização dessa foram utilizadas todas as plantas colhidas nos 1,8 m² de cada parcela, incluindo as 10 plantas utilizadas para análise dos parâmetros pós-colheita. Após trilhar o material de cada tratamento de maneira separada, esses foram embalados e identificados em sacos de papel Kraft.

Figura 6 – Trilha das plantas colhidas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

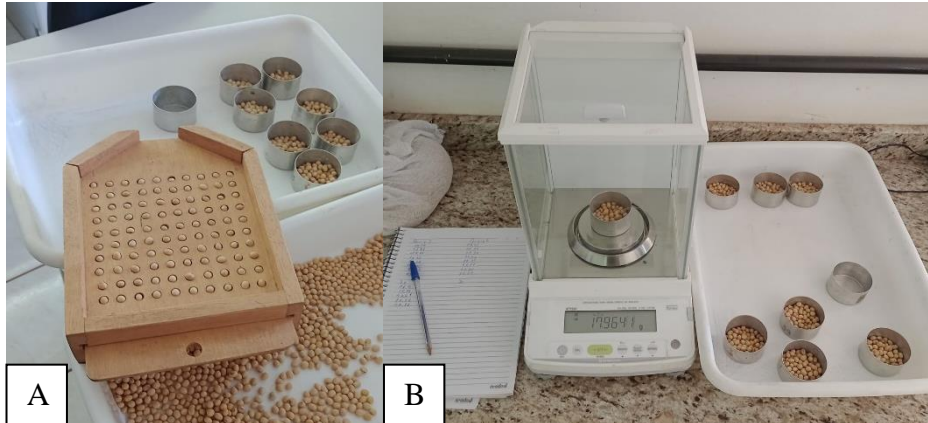
As amostras de cada parcela foram peneiradas para a retirada de materiais inertes (sujeiras), para dar procedimento as demais avaliações (Figura 7). Para avaliar o peso de mil grãos (PMG) foram utilizadas 8 amostras para cada repetição, avaliando a massa de 100 grãos, com o auxílio de uma tábua de contagem (Figura 8A), para posteriormente fazer a pesagem dos mesmos através da balança de precisão (Figura 8B). A determinação da umidade das amostras de cada repetição foi realizada por meio de um analisador de grãos da marca Gehaka[®], modelo G650i, conforme demonstra a Figura 9. O rendimento por hectare dos tratamentos foi obtido através da pesagem da massa de grãos colhida em cada repetição (Figura 10) e, após corrigida a umidade dessas para 13%, calculou-se o rendimento por hectare para cada repetição (usando a proporção da área amostrada), e assim, posteriormente a média das produções de cada parcela, obtendo-se o rendimento por hectare de cada tratamento.

Figura 7 – Limpeza das amostras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 8 – Avaliação do PMG (contagem de 100 grãos) (A); pesagem das amostras (B).



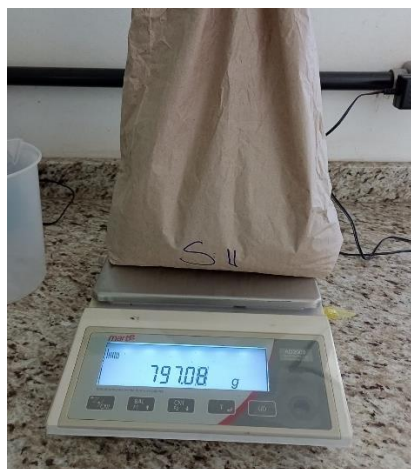
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 9 – Determinação da umidade.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 10 – Pesagem da massa de grãos de cada repetição.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados das variáveis analisadas na soja, condicionadas ao uso dos reguladores de crescimento vegetal, foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e, quando os tratamentos apresentaram-se significativos, procedeu-se a comparação de médias pelo teste T e teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

3.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para a avaliação dos efeitos dos reguladores de crescimento vegetal na soja, quanto à rentabilidade desses, realizou-se uma análise de viabilidade econômica. Para essa, determinou-se o custo por hectare dos produtos comerciais utilizados, visando assim obter o rendimento financeiro líquido por hectare.

Utilizando a rentabilidade média de grãos (Kg. ha^{-1}) de cada tratamento, calculou-se o incremento proporcionado por cada um desses em relação a testemunha. Para se obter o lucro por hectare bruto, fez-se a conversão dos quilos para sacas de soja, dividindo os valores por sessenta (60), e multiplicando esses pelo valor da saca de soja. O valor de comercialização (R\$. saca^{-1}) foi de R\$ 141,00 de acordo com dados fornecidos pela Cooperativa Triticola Taperense Ltda[®] (Cotrisoja) – Filial de Quinze de Novembro/RS, cotação do dia 21 de novembro de 2023. O lucro líquido foi calculado pela multiplicação do incremento de produção pelo valor da saca de soja, posteriormente fazendo a subtração do custo de aplicação do regulador de crescimento vegetal, considerando a cotação dos produtos para a mesma data e mesma cooperativa, em que os produtos MaxCel[®] e ProGibb 400[®], respectivamente eram comercializados por R\$ 490,00 (galão de 2L) e R\$ 1360,00 (frasco de 250g). Já o produto Stimulate[®], nessa mesma data, poderia ser adquirido por R\$ 180,00 na empresa Produza[®], filial de Ibirubá/RS.

Em relação ao custo de aplicação utilizado para o cálculo da viabilidade econômica, foi considerado somente o custo por hectare dos produtos reguladores de crescimento. Dessa forma, não foi adicionado custos em relação à depreciação de implementos, aplicações duplas ou amassamento da cultura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EFEITO DOS REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL NA CULTURA DA SOJA

Ao analisar os dados, a análise de variância indicou que somente as variáveis altura de plantas, número de legumes por plantas e grão por legumes foram influenciadas pelo uso dos reguladores de crescimento vegetal, de acordo com o apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Efeito dos tratamentos com reguladores de crescimento vegetal nas características de: altura de plantas (AP), inserção do primeiro legume (IPL), número de nós reprodutivos (NN), legumes por planta (LP), grãos por legumes (GL), grãos por planta (GP) na soja (*Glycine max* (L.) Merrill).

Tratamentos	AP (cm)	IPL (cm)	NN	LP	GL	GP
Testemunha	97,55b	29,93 ^{ns}	20,93 ^{ns}	42,88b	2,18 ^{ns}	92,95b
Stimulate [®]	97,25b	29,05	22,00	45,73b	2,25	104,05b
MaxCel [®]	104,02b	28,53	26,40	57,08b	2,20	124,98a
ProGibb 400 [®]	130,72a	31,78	24,70	52,13b	2,25	117,65b
MaxCel [®] + ProGibb 400 [®]	135,50a	30,48	27,50	60,25a	2,35	133,78a
C.V. (%)	3,28	5,59	14,98	14,36	6,14	12,22

a = significativo; ns = não significativo. Teste de Tukey 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Referente à altura de plantas, pode-se verificar, que os tratamentos apresentaram efeito sobre a variável (Figura 11). Tal diferença pode ser evidenciada, especialmente nesse ano agrícola, em que um severo déficit hídrico atingiu a região durante a condução do experimento e as plantas, de maneira geral, apresentaram estatura menor. Os tratamentos de MaxCel[®] + ProGibb 400[®] e ProGibb 400[®] se apresentaram superiores aos demais (Tabela 2). Esses respectivamente, atingiram uma altura de 135,50 cm e 130,72 cm, enquanto que a testemunha chegou aos 97,55 cm de altura de planta, conforme apresenta a Tabela 2. Esses dados por sua vez se assemelham aos obtidos por Conceição e Morais (2017), que em seu trabalho concluiu que o tratamento com ProGibb 400[®] foi superior aos demais. Tal resultado deve-se ao fato de que o ácido giberélico (giberelina) é um promotor de crescimento que estimula o alongamento de entrenós na cultura da soja (PROGIBB400, 2023).

Figura 11 – Diferença da altura de plantas entre dois tratamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quando se avaliou a inserção do primeiro legume das plantas não se obteve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Fato que também ocorreu nos estudos de Tumelero (2023), o qual avaliou o uso de reguladores de crescimento na cultivar de soja BMX Fibra, onde o caractere de altura de inserção do primeiro legume não apresentou diferenças estatísticas segundo teste f ($p > 0,05$). Observa-se, porém, que os tratamentos com o uso de ProGibb 400[®] apresentara a altura do primeiro legume, apresentando uma altura de 31,78 cm enquanto que a testemunha obteve 29,93 cm. Fato esse também observado por Leite (1998) (*apud* CAMPOS, M. F. de, 2005), que analisou essa variável em soja tratada com reguladores vegetais e não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos, no entanto constatou que onde houve a aplicação de GA3 (ácido giberélico) a variável analisada tendeu a aumentar. Conforme Rezende e Carvalho (2007), fatores ambientais ou que afetam a altura de planta podem influenciar também a altura da inserção da primeira vagem, sendo que a altura mais satisfatória para a mecanização da colheita está em torno de 15 cm.

Ao avaliar o número de nós reprodutivos, os resultados obtidos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Entretanto, observou-se que com a aplicação de MaxCel[®] + ProGibb 400[®] houve a produção de 6,57 nós reprodutivos a mais que na testemunha (20,93). Resultados semelhantes ocorreram no trabalho conduzido por Kovalski (2020), que avaliou o desempenho de diferentes cultivares de soja com o uso de bioestimulantes e herbicida hormonal. Ao avaliar a variável de número de nós, o referido autor verificou diferença significativa apenas na cultivar M 7110 IPRO, onde com o uso de 2,4D[®] e ProGibb

400[®] alcançou a maior média de 15,6 nós, demonstrando diferença significativa para testemunha, que obteve 4 nós a menos.

Para a variável número de legumes por planta, percebeu-se que o tratamento MaxCel[®] + ProGibb 400[®] foi superior aos demais, conforme Tabela 2. Esses resultados corroboram com os apresentados por Bertolin et al., (2010), os quais concluíram que os bioestimulantes proporcionaram incremento no número de vagens por planta tanto em aplicação via sementes quanto via foliar. Com a aplicação de hormônios vegetais, a planta desenvolve-se melhor, em alongamento, em altura e também aumentando o diâmetro de caule, conseqüentemente promovendo maior ramificação, havendo, portanto, o aumento do número de vagens por planta, tendendo a produzir mais (CARVALHO, J.C., et al., 2013). Além disso, em estudo semelhante conduzido por Klahold (2005), constatou-se que aos 129 dias após a emergência o uso do bioestimulante aplicado via semente, via foliar e a combinação das duas formas de aplicação proporcionaram diferenças significativas no número de legumes por planta, número de grãos por planta, massa de 100 grãos e produção por planta, na cultura da soja. Indicando que a aplicação resultou em alterações fisiológicas nas plantas, provavelmente relacionadas à atividade fotossintética e principalmente na relação fonte/dreno, alterando a distribuição de fotoassimilados nos diferentes órgãos das plantas.

Na avaliação do número de grãos por legumes, os tratamentos não apresentaram diferença significativa (Tabela 2). Esse resultado se assemelha ao encontrado por Carvalho, J.C., et al., (2013), no qual houve ausência de diferença para a variável número de grãos por legume entre os tratamentos com aplicação de Cinetina, Ácido Giberélico e Ácido4-Indol-3-Ibutírico na cultura da soja. Campos (2005) em seu trabalho, no qual testou oito tratamentos visando avaliar a influência de reguladores vegetais sobre as plantas de soja, também concluiu, ao verificar o número de grãos por vagens, que não houve diferença significativa entre os tratamentos conduzidos.

Ao avaliar o número de grãos por planta, percebeu-se que o regulador de crescimento MaxCel[®] + ProGibb 400[®] e MaxCel[®] foram superiores aos demais (Tabela 2), apresentando respectivamente 133,78 e 124,98 grãos por planta em média. Dessa forma, em comparação com a testemunha que produziu 92,95 grãos por planta, obteve-se 40,83 grãos a mais com a aplicação de MaxCel[®] + ProGibb 400[®]. Esses resultados, por sua vez, corroboram com o apresentado por Klahold (2005), onde o uso do bioestimulante promoveu acréscimo nas variáveis de números de vagens, número de grãos e produção por planta, apresentando assim diferença estatística entre os tratamentos. Nesse experimento de blocos casualizados, com quatro blocos, os tratamentos se deram através da combinação da aplicação de diferentes doses do bioestimulante

Stimulate[®], aplicadas via semente e via pulverização foliar, onde o tratamento 10 (5,0 mL 0,5 Kg (Aplicação via semente) + 0,075 mL L⁻¹ (Aplicação via pulverização foliar)), obteve 18,12 vagens por planta e 26,63 grãos por planta a mais que o controle (sem aplicação), demonstrando diferença significativa.

Ainda, conforme apresentado na bula do bioestimulante MaxCel[®], quando aplicado na soja promove o aumento do número de hastes laterais e de legumes por planta, resultando em maior potencial produtivo da cultura (MAXCEL, 2023). Enquanto que o ProGibb 400[®], se utilizado na cultura da soja estimula o alongamento dos entrenós e o desenvolvimento de flores e frutos, proporcionando o aumento de grãos por planta (PROGIBB400, 2023).

A aplicação de reguladores de crescimento nos tratamentos conduzidos no experimento não apresentou diferença estatística quanto ao peso de mil grãos (Tabela 3). Esse resultado pode estar relacionado ao incremento que os produtos hormonais proporcionaram à variável de grãos por planta abordada anteriormente, pois com o acréscimo dessa aumentou-se a relação fonte-dreno na planta, não proporcionando assim o enchimento de grãos esperado para esse acréscimo, podendo isso ter decorrido pela escassez hídrica. Esses resultados se assemelham com o apresentado por Prieto, et al. (2017), o qual descreve em seu trabalho que a massa de mil grãos de soja não resultou em diferenças significativas por influência da aplicação de reguladores de crescimento, biofertilizante ou inoculante e até mesmo a interação entre estes.

Tabela 3 - Efeito dos tratamentos com reguladores de crescimento vegetal nas características de: peso de mil grãos (PMG) e produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).

Tratamentos	PMG (g)	Produtividade
Testemunha	166,28 ^{ns}	3044,58 ^{ns}
Stimulate [®]	178,90	3780,28
MaxCel [®]	173,88	3230,95
ProGibb 400 [®]	173,55	3739,33
MaxCel [®] + ProGibb 400 [®]	173,70	3775,05
C.V. (%)	4,33	13,90

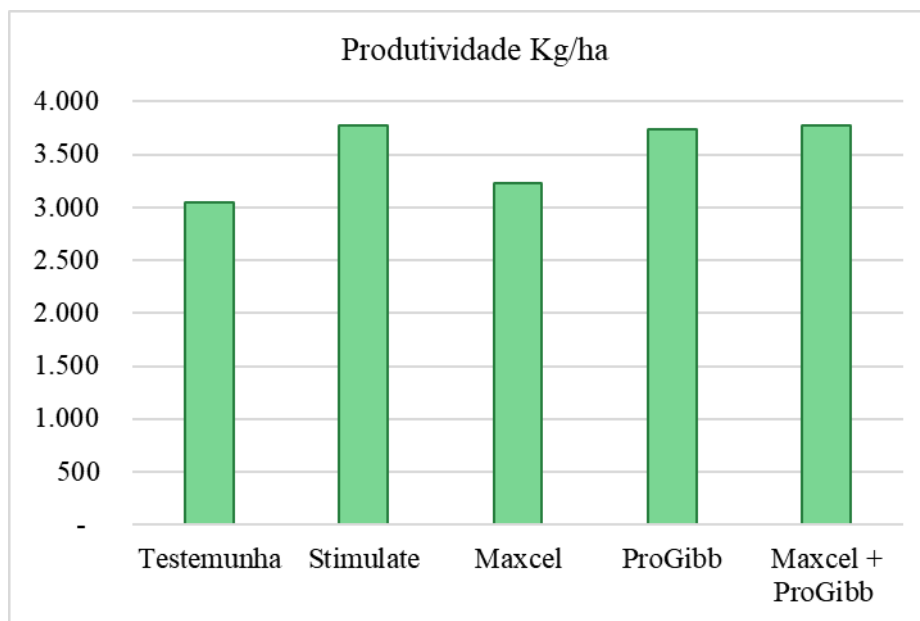
a = significativo; ns = não significativo. Teste de Tukey 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tratando-se do peso de mil grãos (PMG), para Batista et al. (2013) essa avaliação também não resultou em acréscimos com o uso dos reguladores de crescimento vegetal, pelo contrário disso, notou-se que ocorreu efeito de decréscimo no PMG com o aumento da dose do bioestimulante até determinado tratamento. No entanto, isso não interferiu na produtividade final, devido o maior número de grãos por plantas nos tratamentos com bioestimulante.

Quanto ao rendimento de grãos por hectare, a análise de variância determinou que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3). Porém observa-se que com a aplicação de Stimulate® houve a produção de 735,7 Kg a mais que na testemunha (3044,58), assim como para os demais tratamentos também se observou um acréscimo na produtividade, havendo um incremento na produção de 730,48 Kg e 694,75 Kg para o MaxCel® + ProGibb 400® e ProGibb 400®, respectivamente, conforme demonstra o Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 – Produção de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) por hectare, em função dos diferentes tratamentos com reguladores de crescimento vegetal.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os resultados obtidos corroboram com o apresentado por Ribeiro (2019), o qual realizou seu trabalho referente ao uso de bioestimulante na cultura da soja no planalto catarinense, em cinco cultivares de soja. Esse por sua vez observou que o resultado entre cultivares foi significativo para porcentagem de vagens viáveis, massa de grãos por planta, massa de cem grãos e produtividade. Porém, em relação ao uso do bioestimulante, somente a variável de massa de grãos por planta apresentou diferença significativa. Logo, as demais variáveis analisadas não apresentaram diferença estatística, inclusive a de produtividade.

Entretanto, para Conceição e Morais (2017), observou-se que os tratamentos ProGibb 400® e Stimulate® resultaram em incremento da produtividade de grãos, resultando diferença significativa para essa variável. Sendo que com a utilização de ProGibb 400® houve um aumento de 666 Kg e com a aplicação de Stimulate® 275 Kg em relação à testemunha.

4.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Em relação ao lucro líquido obtido nos tratamentos com a aplicação dos reguladores de crescimento vegetal, observou-se que com o uso dos produtos houve o acréscimo na receita, sendo os tratamentos que mais obtiveram ganho financeiro foram o MaxCel[®] + ProGibb 400[®] e Stimulate[®], tendo lucro de R\$ 1.664,38 e R\$ 1.638,90 respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Avaliação do incremento de produção em relação ao uso de reguladores de crescimento vegetal na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e sua viabilidade econômica.

Tratamentos	Produtividade (Kg. ha ⁻¹)	Incremento (Kg. ha ⁻¹)	Lucro bruto. ha ⁻¹ sc. R\$ 141 (R\$. ha ⁻¹)	Custo bioestimulante . ha ⁻¹ (R\$. ha ⁻¹)	Lucro líquido incremento. ha ⁻¹ (R\$. ha ⁻¹)
Testemunha	3044,58	-	7.154,75	-	-
Stimulate [®]	3780,28	735,70	8.883,65	90,00	1.638,90
MaxCel [®]	3230,95	186,38	7.592,73	19,60	418,38
ProGibb 400 [®]	3739,33	694,75	8.787,41	32,64	1.600,02
MaxCel [®] + ProGibb 400 [®]	3775,05	730,48	8.871,37	52,24	1.664,38

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Esses resultados se assemelham com os apresentados por Conceição e Moraes (2017), que ao testar o uso de reguladores de crescimento vegetal na soja obteve ganho financeiro de R\$ 797,05 e R\$ 338,54 para o uso de ProGibb 400[®] e Stimulate[®], respectivamente, na safra de soja 2015/2016 quando o valor da saca comercializada foi de R\$ 75,50.

Para a condução do experimento os produtos não tiveram custo, devido esses terem sido recebidos por meio de doação de empresas do setor. O custo de aplicação dos produtos por hectare foi calculado por meio do valor dos produtos comerciais disponibilizados pelas empresas. Assim, de acordo com a dose administrada por hectare chegou-se nos valores de R\$ 90,00. ha⁻¹, R\$ 19,60. ha⁻¹, R\$ 32,64. ha⁻¹ e R\$ 52,24. ha⁻¹, respectivamente para o uso do Stimulate[®], MaxCel[®], ProGibb 400[®] e a combinação de MaxCel[®] e ProGibb 400[®].

Para se obter maior vantagem, de acordo com as bulas (MAXCEL, 2023; STIMULATE, 2023), os produtos hormonais que podem ser aplicados juntamente com manejos fitossanitários na cultura da soja são o MaxCel[®] e o Stimulate[®]. Por sua vez, o ProGibb 400[®] possui limitação de uso, ou seja, de acordo com a bula do produto não se recomenda a mistura desse com outros produtos (PROGIBB400, 2023).

5 CONCLUSÃO

A aplicação foliar dos reguladores de crescimento vegetal proporcionaram diferenças significativas nas características de altura das plantas, no número de legumes por planta e no número de grãos por planta.

As demais variáveis, referentes à altura de inserção do primeiro legume, o número de nós reprodutivos, o número de grãos por legume, o peso de mil grãos e o rendimento em quilogramas por hectare, não resultaram em diferença estatística.

Os tratamentos que mais produziram foram conduzidos com o uso dos reguladores de crescimento. Portanto, embora não se encontrou diferença significativa, com a aplicação de Stimulate, ProGigg e MaxCell + ProGibb obteve-se um aumento de 12,26 sacas, 11,58 sacas e 12,17 sacas a mais em relação à testemunha, respectivamente.

A combinação dos reguladores de crescimento MaxCel[®] e ProGibb 400[®] do grupo químico das citocininas e giberelinas, respectivamente, apresentaram melhores resposta agrônômicas em relação aos demais tratamentos.

O uso do Stimulate[®], do grupo químico das citocininas e giberelinas, promoveu mais incremento de produção, porém a condução com MaxCel[®] e ProGibb 400[®] teve melhor viabilidade econômica.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Produtos da classe: Reguladores de Crescimento.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 21/11/23.

ALBRECHT, L. P., et al. **Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja.** Revista Ciência Agronômica, 2012. 43(4), 774–782. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rca/a/WvGfNbjWv6hhPfLGd5yKPTv/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 21/11/23.

BATISTA F., C. G., et al. **Efeito do Stimulate® nas características agronômicas da soja.** Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Curso de Agronomia, Tangará da Serra, MT - Acta Iguazu, Cascavel, v.2,n.4,p.76-86, 2013. Disponível em: <<https://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9112/6682>> Acesso em: 20/10/23.

BERTOLIN, D.C. et al. **Aumento da produtividade de soja com bioestimulantes.** Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), Brasil. Bragantia, Campinas, v.69, n.2, p.339-347, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/Pq3LJZyT43zwynhCKy7WrXb/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 10/10/23.

BUZZELLO, G. L. et al. **Desenvolvimento e rendimento de soja em função da aplicação de ácido indol-butírico, ácido giberélico e cinetina.** Revista Agrarian, v. 10, n. 38, p. 225 - 233, 2017. Disponível em: < <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3584/4293>> Acesso em: 29/11/22.

CAMPOS, M. F. de. **Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de soja (Glycine max (L.) Merrill).** 2005. 126 p. Tese (doutorado) - Instituto de Biociências, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/d83a922e-025a-4170-acb6-45092a58efb1/content>> Acesso em: 17/10/23.

CARVALHO, J.C., et al. **Produtividade e desenvolvimento da cultura da soja pelo uso de regulador vegetal**. Acta Iguazu, Cascavel, v.2, n.1, p. 50-60, 2013. Disponível em: <<https://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/8166/6035>> Acesso em: 29/11/22.

CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. Redução da estatura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5 - triiodobenzóico. Ciência Rural, Santa Maria. v. 36, n. 3, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/kNkxQnkrmB5B7hY8kbZyXvQ/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 19/01/23.

CONAB | **acompanhamento da safra brasileira de grãos** | v.9 – safra 2021/22, nº 12 – décimo segundo levantamento. 88p., | setembro 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/44171_1d9f893d78f593b07d41887104acc43f> Acesso em: 29/12/22.

CONAB | **acompanhamento da safra brasileira de grãos** | | v.10 – safra 2022/23, nº 12 – Décimo segundo levantamento. 111p., | setembro 2023 Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/49098_b2d232d2b5fbc4da1a15d9e457cde081> Acesso em: 03/11/23.

CONCEIÇÃO, C. W. de M.; MORAIS, O. de S. **Respostas agronômicas e de viabilidade econômica de dois biorreguladores na cultura da soja no município de Paragominas - Pará** / Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Paragominas - PA, 2017. Disponível em: <<http://www.bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1457/1/Respostas%20agron%c3%b4micas%20e%20de%20viabilidade%20econ%c3%b4mica%20de%20dois%20biorreguladores%20na%20cultura%20da%20soja%2c%20no%20munic%c3%adpio%20de%20Paragominas%20-%20Par%c3%a1.pdf>> Acesso em: 04/01/23.

DALL'AGNOL, A. et al. **Importância socioeconômica da soja**. Embrapa Soja - dez/2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica-da-soja#:~:text=A%20receita%20proveniente%20das%20exporta%C3%A7%C3%B5es,do%20total%20exportado%20pelo%20Pa%C3%ADs>> Acesso em: 04/11/23.

DARIO, G. J. A., et al. **Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja**. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia. Uruguaiana, v.12, n.1, p. 63-70. 2005: 63-70. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Durval-Dourado-Neto/publication/279659266_Influencia_do_uso_de_fitorregulador_no_crescimento_da_soja/links/55a11c1408aec9ca1e63d1dc/Influencia-do-uso-de-fitorregulador-no-crescimento-da-soja.pdf> Acesso em: 04/11/23.

ELEVAGRO. **Escala fenológica da soja**. elevagro.com 30/10/2013. Disponível em: < <https://elevagro.com/foto/escala-fenologica-da-soja/>> Acesso em: 27/01/23.

EMBRAPA. **História da soja**. Rodovia Carlos João Strass, Distrito de Warta – Londrina/ PR. disponível em: < <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>> Acesso em: 03/11/22.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011. Acesso em: 04/10/23.

GOOGLE EARTH. **Ibirubá, Rio Grande do Sul**. Localização via satélite -2023. Disponível em:<https://earth.google.com/web/search/ibirub%c3%a1/@-28.63513545,-53.09687945,440.68253181a,10201.82707117d,35y,0h,45t,0r/data=CnMaSRJDCiUweDk0ZmQ2ODg1OWMwOGNkOTk6MHhmNTAzOTk4Mjc0NzQzNjg1GX9KlSh7oTzAIbHZkeo7jErAKghpYmlydWLDORgCIAEiJgokCecv1yb0YjnAEV6LKMqk70DAGW9ZMW8m1kTAIRsJg7Fyjk_AKAI6AwoBMA> Acesso em: 02/11/23.

INMET. **Tempo**. Mapas de precipitação. 2023. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001>> Acesso em: 21/10/23.

KLHOLD C. A. **Resposta da soja (Glycine max (L.) Merrill) à ação de bioestimulante - XII**, 37 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2005. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1349/1/Celestina_Klahold_2005> Acesso em: 19/10/23.

KOVALSKI, A.R. **Avaliação do Desempenho Agronômico de Diferentes Cultivares de Soja (Glycine max (L.) Merrill) Com Uso de Bioestimulantes e Herbicida Hormonal.** PesquisAgro, v. 3, n. 1, p. 4-23, 2020. Disponível em: <<https://scholar.archive.org/work/d7xwjx4ehbcwnaqoezgo6gvqb4>> Acesso em: 02/11/23.

LIDER AGRONEGOCIOS. **Cultivar NA 5909 RR.** Avenida Ino Rezende Quadra 4 Lote 07 Setor Cruvinel GO CEP 75834-113. – 2016. Disponível em: <<https://www.lideragronegocios.com.br/produtos/na-5909-rr/>> Acesso em: 02/11/23.

MAXCEL: **Benziladenina - Regulador de crescimento vegetal do grupo químico das Citocininas.** Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S.A, 2023. Bula de defensivo agrícola. Disponível em: <<https://www.sumitomochemical.com/asd/wp-content/uploads/2023/09/regulador-crescimento-maxcel-bula.pdf>> Acesso em: 24/10/23.

MELO, N. F. de. Embrapa Semi-Arido/Petrolina-PE - **Introdução aos hormônios e reguladores de crescimento vegetal.** Seminário Coda De Nutrição Vegetal, 1., 2002, Petrolina, 2002. disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/135451>> Acesso em: 29/11/22.

MOTERLE, L. M. et al. **Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agronômico e produtividade da soja.** Acta Sci., Agron., Maringá. v. 30, p. 701-709, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asagr/a/WfyjLtCNZ7qGfBXqZQ4RJJq/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 04/11/23.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Estádios de desenvolvimento - CNPSo: Embrapa Soja.** Dezembro, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/estadios-de-desenvolvimento>> Acesso em: 22/11/23.

PINAZZA, L. A. **Cadeia produtiva da soja / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura;** coordenador Luiz Antonio Pinazza. – Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007.

116 p. disponível em: <

<https://www.agrolink.com.br/downloads/cadeia%20produtiva%20da%20soja.pdf>> Acesso em: 29/11/22.

PRIETO, C. A. et. al. **Bioestimulante, biofertilizante e inoculação de sementes no crescimento e produtividade da soja.** Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 1-8, abr./jun. 2017. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1167/1367>> Acesso em: 19/10/23.

PROGIBB400: **Acido giberélico - Regulador de crescimento vegetal do grupo químico das Giberelinas.** Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S.A, 2023. Bula de defensivo agrícola. Disponível em: <<https://www.sumitomochemical.com/asd/wp-content/uploads/2023/09/regulador-de-crescimento-progibb-bula.pdf>> Acesso em: 10/10/23.

RAVEN et. al. **Biologia vegetal** – 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. Disponível em:<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5335360/mod_folder/content/0/Raven%20et%20al.%202014%20%20Biologia%20Vegetal%208%C2%AAEd..pdf?forcedownload=1> Acesso em: 25/01/23.

REZENDE, P. M. de.; CARVALHO, E. de A. **Avaliação de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais.** 2007 - Ciência E Agrotecnologia,31(6), 1616–1623. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/P3BvZcjYffsqY7DdsHKBS5c/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 21/11/23.

RIBEIRO, C. da S. **Semeadura antecipada e utilização de bioestimulante na cultura da soja no planalto catarinense** / 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/199436/Semeadura%20antecipada%20e%20utiliza%3%a7%c3%a3o%20de%20bioestimulante%20na%20cultura%20da%20soja..pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 26/10/23.

SILVA, M. A. **Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial.** Pesquisa & Tecnologia, v. 7, n. 2, p. 1-4, 2010. Disponível em: <<https://www.paginarural.com.br/artigo/2090/biorreguladores-tecnologia-eleva-produtividade-e-longevidade-do-canavial>> Acesso em: 02/01/23.

SILVA, Y, S, e. **Reguladores de crescimento no desempenho agronômico de soja.** – UFRA, Capanema, 2018. Disponível em:<<https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1235/1/Reguladores%20de%20crescimento.pdf>> Acesso em: 07/12/23.

STIMULATE: **Cinetina; Ácido Giberélico; Ácido 4-Indol-3ilbutírico; - Regulador de crescimento vegetal do grupo químico da Citocinina + Giberelina + Ácido Indolalcanóico.** Stoller do Brasil Ltda, 2023. Bula de defensivo agrícola. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2022-02/stimulate.pdf> Acesso em: 31/10/23.

TAIZ, L. et. al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p. Acesso em: 26/01/23.

TUMELERO, E. **Uso de reguladores de crescimento na cultivar de soja BMX Fibra TCC** de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia do Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco – PR, 2023. Disponível em: <<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/31812/1/reguladorescrescimentosojabmx.pdf>> Acesso em: 17/10/23.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (Glycine max (L.) Merrill), feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) e arroz (Oryza sativa L.).** 2001. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, 2001. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20191220-142850/publico/VieiraElvisLima.pdf>> Acesso em: 04/01/23.