

## Desenvolvimento e produção de plantas de soja tratadas com ácido 2,4 diclorofenoxiacético em subsodagem

Rafael Fröhlich<sup>1</sup>; Vandeir Francisco Guimarães<sup>1\*</sup>; Roberto Cecatto Junior<sup>1</sup>; Tauane Santos Brito<sup>1</sup>; André Silas Lima Silva<sup>1</sup>; Deise Cadorin Vitto<sup>1</sup>; Michele Aline Anklan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro, Marechal Candido Rondon, Paraná, Brasil

\*vandeirfg@yahoo.com.br

**Resumo:** A soja exige grandes investimentos em tecnologia visando o aumento da produtividade e redução dos fatores adversos ao desenvolvimento pleno da cultura. Objetivou-se avaliar as alterações na arquitetura da planta de soja e seus componentes de produção, em resposta à aplicação de ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) em subsodagem. Em cultivo protegido, seguiu-se o delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos e cinco blocos. Os tratamentos consistiram em doses de produto comercial a base de ácido 2,4 diclorofenoxiacético: controle, dose 20 mL ha<sup>-1</sup> de produto comercial (P.C.), dose 40 mL ha<sup>-1</sup> de P.C., dose 60 mL ha<sup>-1</sup> de P.C., dose 80 mL ha<sup>-1</sup> de P.C., dose 100 mL ha<sup>-1</sup> de P.C. Os tratamentos foram impostos no estágio vegetativo V<sub>5</sub>, onde foi realizada as aplicações dos tratamentos via pulverização foliar. Foram realizadas as análises de altura de plantas, diâmetro basal de caule, massa seca da parte aérea, área foliar, 30 dias após a aplicação dos tratamentos e avaliações dos componentes de produção ao final do ciclo de desenvolvimento da cultura. A aplicação de 2,4-D provocou alterações na arquitetura de planta, e favoreceu a produção de matéria seca, contribuindo também no acréscimo dos componentes produtivos. A produção por planta aumentou em 61% quando a dose calculada foi de 48,84 mL de produto comercial por hectare. Assim, determinou-se a viabilidade técnica no uso de subsodagens de ácido diclorofenoxiacético para aumento de produção vegetal em plantas de soja.

**Palavras chaves:** *Glycine max* L.; Arquitetura vegetal; Retardantes vegetais; Manejo hormonal.

## Development and production of soybean plants treated with 2.4 dichlorophenoxyacetic acid in subsodagem

**Abstract:** The soy requires large investments in technology to increase productivity and reduce factors adverse to the full development of the crop. The objective was to evaluate the changes in the architecture of the soybean plant and its production components, in response to the application of 2.4 dichlorophenoxyacetic acid (2.4-D) in underdosage. In protected cultivation, a randomized block design was followed, with six treatments and five blocks. The treatments consisted of doses of commercial product based on 2.4 dichlorophenoxyacetic acid: control, dose 20 mL ha<sup>-1</sup> of commercial product (CP), dose 40 mL ha<sup>-1</sup> of CP, dose 60 mL ha<sup>-1</sup> of CP, dose 80 mL ha<sup>-1</sup> of CP, dose 100 mL ha<sup>-1</sup> of CP. The treatments were imposed in the vegetative stage V<sub>5</sub>, where the treatments were applied via leaf spraying. Analyzes of plant height, basal stem diameter, dry mass of the aerial part, leaf area were performed 30 days after application of treatments and evaluations of production components at the end of the crop development cycle. The application of 2.4-D caused changes in the plant architecture, and favored the production of dry matter, also contributing to the increase of the productive components. The production per plant increased by 61% when the calculated dose was 48.84 mL of commercial product per hectare. Thus, it was determined the technical viability in the use of dichlorophenoxyacetic acid underdoses to increase plant production in soybean plants.

**Keywords:** *Glycine max* L.; Vegetable architecture; Vegetable retardants; Hormonal management.

## Introdução

Como cultura de maior importância econômica no Brasil, a soja tem elevada rentabilidade e tem ocupado lugar de outras culturas, em especial pastagens. Devido a importância para a alimentação humana e animal, é fundamental a evolução de tecnologias e pesquisa, visando a obtenção de variedades mais produtivas, que forneçam grãos de qualidade, com redução do custo de produção e melhor aproveitamento das áreas destinadas ao cultivo (BOARD 2013; SANTOS *et al.*, 2017).

Diversos fatores afetam a produção da soja, dentre eles o acamamento devido ao porte elevado, a intensa área foliar na região apical das plantas, impedindo a penetração dos produtos fitossanitários na área abaixo da cobertura foliar, a superpopulação de plantas que desfavorece a captação de a luz solar, via sombreamento, também prejudicando a sanidade e desenvolvimento da cultura (EL-SHEMY, 2012).

Aumentos de produtividade tem relação direta com avanços tecnológicos, manejo adequado, melhoramento genético e eficiência dos produtos disponíveis (MARCON *et al.*, 2017). A variedade de produtos no mercado é grande, mas, dentre elas, destaca-se os bioestimulantes. Esses produtos, contendo substâncias sintéticas e/ou naturais, apresentam fácil aplicação, podendo ser direcionadas as plantas (via semente e foliar) e até mesmo ao solo (DOURADO-NETO *et al.*, 2014). Os bioestimulantes atuam no crescimento vegetal influenciando em fatores como a divisão celular, a capacidade de absorção de nutrientes minerais e água e tolerância a situações adversas, fatores que refletem diretamente na produtividade (SANTOS *et al.*, 2017).

Muitos processos bioquímicos e fisiológicos são controlados por hormônios, bioestimulantes naturalmente presentes nas plantas, mas que podem ser suplementados de maneira artificial (DAVIES, 2010). Durante o crescimento, as plantas podem alterar seus órgãos em função da regulação hormonal, influenciando seu porte final, afetando a produção de matéria seca e, conseqüentemente, a produtividade (BOARD, 2013; CABRAL, 2016).

Assim, o uso de reguladores de crescimento vegetal destaca-se como uma alternativa para estimular o rendimento das plantas (DAVIES, 2010). Dentre estes reguladores, produtos à base de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), comumente empregado no controle de plantas daninhas, se destacam como alternativa de baixo custo para suplementação de auxinas sintéticas na lavoura, quando usados em subdosagens (FRAGOSO, 2018; SILVA *et al.*, 2018).

Estudos indicam que subdosagens de 2,4-D podem influenciar na altura de plantas (COLAÇO e BORSOI; 2019; KOVALSKI, 2020), número de nós (KOVALSKI, 2020),

número total de vagens (BARZOTTO e RICHART, 2020; COLAÇO e BORSOI, 2019; KOVALSKI, 2020), número de grãos por planta (BARZOTTO e RICHART, 2020; KOVALSKI, 2020), massa de mil grãos (BARZOTTO e RICHART, 2020; COLAÇO e BORSOI, 2019; KOVALSKI, 2020) e produtividade (BARZOTTO e RICHART, 2020).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as alterações na arquitetura das plantas de soja e seus componentes de produção, em resposta à aplicação de ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) em subdosagem.

## Material e Métodos

### *Caracterização do experimento*

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Cultivo Protegido e Controle Biológico “Prof. Dr. Mário César Lopes”, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, situado no município de Marechal Cândido Rondon.

A classificação climática da região, segundo Köppen, é do tipo Cfa, mesotérmico subtropical úmido com temperatura média anual entre 22 a 23°C, precipitação média anual entre 1600 e 1800 mm e umidade relativa entre 70 e 75% (PEEL *et al.*, 2007).

### *Caracterização das unidades experimentais*

As unidades experimentais consistiram em vasos de 20 litros, preenchidos com substrato. O substrato utilizado por um LATOSSOLO Vermelho Eutroférico (SANTOS *et al.* 2013), proveniente da área experimental da universidade. Antes da implantação do experimento, amostras de solo foram coletadas e encaminhadas para análise química, apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1** – Análise química do solo utilizado para a condução do experimento, Marechal Cândido Rondon – PR, 2018.

pHCaCl <sub>2</sub>	<sup>1</sup> P	MO	<sup>1</sup> K	<sup>2</sup> Ca <sup>2+</sup>	<sup>2</sup> Mg <sup>2+</sup>	<sup>2</sup> Al <sup>3+</sup>	<sup>3</sup> H+Al	SB	CTC	V	Al
0,01 mol L <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	----- cmol <sup>c</sup> dm <sup>-3</sup> -----								
5,67	2,07	5,47	0,11	3,92	1,03	0,00	3,01	5,05	8,06	62,68	0,00

<sup>1</sup> Extrator Mehlich; <sup>2</sup> KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; <sup>3</sup> pH SMP (7,5).

Utilizando as informações da análise do solo e de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (PAVINATO *et al.*, 2017), foi realizada uma adubação de cobertura para a correção nutricional, com a formulação 02-20-18 em dose de 300 Kg ha<sup>-1</sup>, sendo recalculado para o volume de substrato presente no vaso, obtendo uma dose de 3,22 g vaso<sup>-1</sup>.

### ***Delineamento experimental e descrição dos tratamentos***

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram divididos em doses de 2,4-D (considerando o produto comercial) em comparação a um controle (Tabela 2).

**Tabela 2** – Descrição dos tratamentos com produto comercial a base de ácido diclorofenoxiacético, Marechal Cândido Rondon – PR, 2018.

Tratamentos	Doses
1	Controle
2	20 mL do P.C. * (16,12 g L <sup>-1</sup> de I.A. **)
3	40 mL do P.C. (32,24 g L <sup>-1</sup> de I.A.)
4	60 mL do P.C. (48,36 g L <sup>-1</sup> de I.A.)
5	80 mL do P.C. (64,48 g L <sup>-1</sup> de I.A.)
6	100 mL do P.C. (80,6 g L <sup>-1</sup> de I.A.)

\*P.C. (Produto Comercial). \*\*I.A. (Ingrediente Ativo).

O produto comercial utilizado contém 806 g L<sup>-1</sup> de Sal de dimetilamina do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), sendo 670 g L<sup>-1</sup> de equivalente ácido. As aplicações de 2,4-D foram realizadas no estágio V<sub>5</sub> de desenvolvimento da cultura, quando a planta já apresentava 5 nós.

### ***Implantação, aplicação dos tratamentos e tratamentos culturais***

No dia 10 de novembro de 2018, foi realizada a semeadura, utilizando variedade NA 5909 RG<sup>®</sup>, com grupo de maturação 5.9, hábito de crescimento indeterminado e tratamento industrial com inseticida e nematicida a base de Imidaclopride e Tiodicarbe. Para realizar a implantação foram semeadas 6 sementes por vaso a uma profundidade de 6 cm, em seguida o solo foi coberto com feno seco, a fim de proteger o solo e diminuir perda de água para a atmosfera. No estágio V<sub>1</sub> do desenvolvimento, foi realizado o desbaste de plantas, deixando apenas 2 plantas por vaso.

Para as aplicações dos tratamentos, utilizou-se pulverizador pressurizado por CO<sub>2</sub> a 1,8 kgf cm<sup>-2</sup> munido de barra com quatro bicos (modelo Magno Jet 110-02 AD) distanciados de 0,5 m entre si, proporcionando vazão da calda de 200L ha<sup>-1</sup>. A aplicação foi realizada no dia 18 de dezembro de 2018, as 17 horas, com temperatura média do ar de 33 °C, umidade relativa do ar de 56 % e velocidade do vento de 8 km h<sup>-1</sup>.

### *Avaliações*

Após 30 dias da aplicação do 2,4-D, foram avaliadas características morfométricas das plantas. Para avaliação da altura de planta, foi utilizado uma trena em cm, já para a o diâmetro basal de caule foi utilizado um paquímetro em mm. Em sequência, para a avaliação da área foliar, as folhas de cada tratamento foram destacadas e colocadas em sacos de papel separadamente e devidamente identificadas. Com o auxílio do medidor de área foliar “área meter”, modelo Li-3100C da Licor foi determinada a área foliar.

Para a avaliação da massa seca, as plantas foram seccionadas e levadas para secagem em estufa uma estufa com circulação forçada de ar, em temperatura de 65 °C, por 72h, até atingirem massa constante. Após a secagem, os materiais foram pesados utilizando uma balança analítica.

As avaliações de componentes de produção ocorreram no final de ciclo, onde a colheita foi realizada manualmente, no dia 15 de abril de 2019. Todas as vagens foram colhidas, realizando a contagem do número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número de grãos por planta. Após a contagem os grãos foram pesados em balança analítica e determinando a produção por planta e a massa de mil grãos com 13 % de umidade.

### *Tabulação e análise dos dados*

Após tabulação, os médias dos tratamentos foram submetidos à análise de variância e quando significativas de 5 % foi realizado a análise de regressão, utilizando para análise estatística o software livre Sisvar (FERREIRA, 2014).

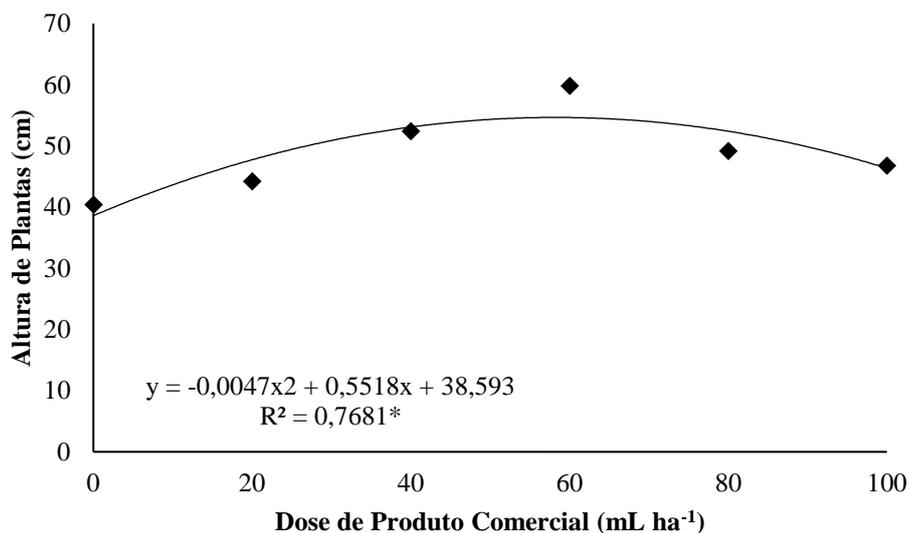
## **Resultados e Discussão**

### *Avaliações não destrutivas aos 30 dias após aplicação dos tratamentos*

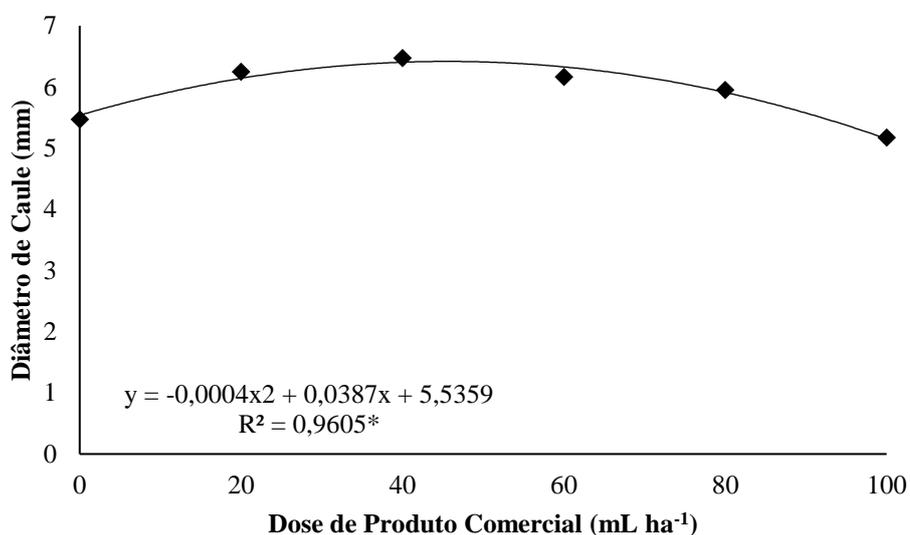
A altura de plantas máxima é de 54,78 cm (Figura 1) para a dose calculada de 58,70 mL ha<sup>-1</sup> de produto comercial, proporcionando aumento de 29% em comparação com plantas sem aplicação de 2,4-D (38,59 cm). Além disso, observa-se que há redução da altura de plantas de soja de 14% na dose de 100 mL ha<sup>-1</sup> (46,77 cm). Com isso, verifica-se um acréscimo gradativo da altura de plantas conforme a dosagem do produto comercial é elevada, até um limite de 58,70 mL ha<sup>-1</sup>, quando ultrapassado este limite, as plantas apresentam redução de altura. O diâmetro de caule máximo foi obtido na dose calcula de 48,37 mL ha<sup>-1</sup> (Figura 2), indicando aumento de

14 % e 16 % em relação ao tratamento controle e a dose de 100 mL ha<sup>-1</sup> de produto comercial a base de ácido 2,4-diclorofenxiacético, respectivamente.

**Figura 1** - Altura de plantas de soja, no estágio R5, em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



**Figura 2** - Diâmetro de caule de plantas soja, no estágio R<sub>5</sub>, em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



O emprego de mimetizadores de hormônios vegetais no desenvolvimento das culturas causa benefícios quando usados adequadamente (TAIZ *et al.*, 2017). O emprego de doses elevadas pode causar efeitos negativos, prejudicando o desenvolvimento e crescimento das plantas (PAN *et al.*, 2018). Nesse sentido, testes com doses são essenciais para a obtenção de um limiar de eficiência, garantindo que o tratamento promove crescimento ao invés de retardá-

lo, ou mesmo, causar morte da planta (BARZOTTO e RICHART, 2020; BUZZELLO *et al.*, 2013; KOVALSKI, 2020; PAN *et al.*, 2018).

Dentre as características buscadas no tratamento de plantas com produtos contendo auxina (sintética ou natural), redução da altura de plantas e o aumento do diâmetro de caule destacam-se, visando aproveitamento da luz incidente, a redução de problemas como acamamento, resistência ao ataque de pragas e patógenos, refletindo diretamente em produtividade (COODETEC, 2009; EL-SHEMY, 2012; SOUZA *et al.*, 2013). Pesquisa utilizando hormônio auxínico sintético com doses acima de 25 mL ha<sup>-1</sup> resultaram redução do porte de plantas de soja (COLAÇO e BORSOI, 2019). Essa característica, aliada a tendência a acamamento de plantas de soja quando cultivadas em altitudes acima de 500 m e ricas em matéria orgânica (COODETEC, 2009), indicam que a aplicação pode trazer vantagens tanto na promoção do crescimento, quanto na redução do mesmo.

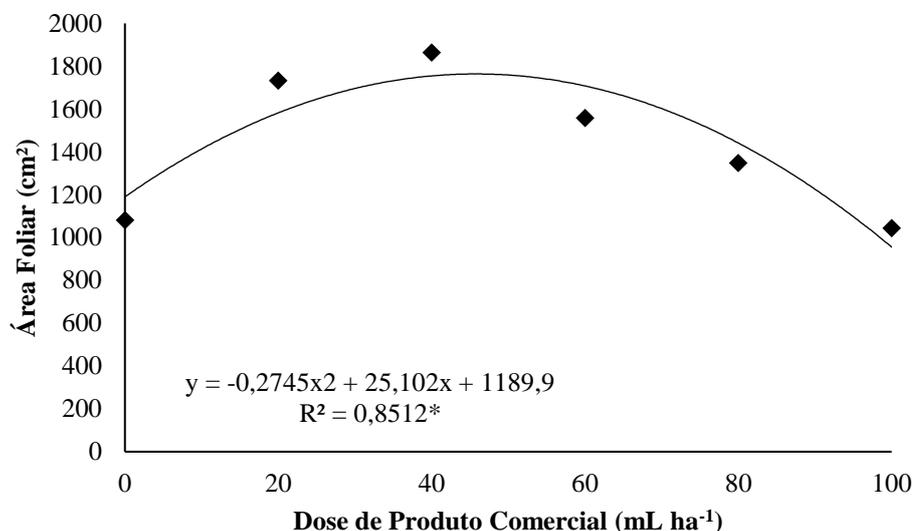
Souza *et al.* (2013), assim como no presente estudo em doses inferiores a 50 mL ha<sup>-1</sup>, identificaram aumento do diâmetro de caule com a aplicação de redutores de crescimento no estágio R<sub>1</sub> de desenvolvimento da soja, indicando que provavelmente houve desvio de fotoassimilados, inicialmente destinados ao aumento de estatura, para o desenvolvimento do caule.

### ***Avaliações destrutivas aos 30 dias após aplicação dos tratamentos***

Na Figura 3 está apresentado o comportamento da área foliar das plantas de soja onde observa-se maior índice na dose calculada de 45,72 mL ha<sup>-1</sup>, onde o valor observado foi de 1763,80 cm<sup>2</sup>, 32% maior ao valor obtido no controle. A dose 100 mL ha<sup>-1</sup>, reduziu a área foliar em 45% com relação a dose onde o índice de área foliar foi máximo, e uma redução de 19% quando comparado com o tratamento de controle.

A taxa fotossintética das plantas varia em função da fase de desenvolvimento, na soja, a fase cotiledonar apresenta baixa taxa fotossintética, aumentando gradativamente com o desenvolvimento e expansão das folhas que compõem o dossel (CABRAL, 2016). A produção de fotoassimilados oriunda do aumento da área foliar proporciona energia para a formação e desenvolvimento dos drenos (CABRAL, 2016; GRANDIS, 2010; TAIZ *et al.*, 2017).

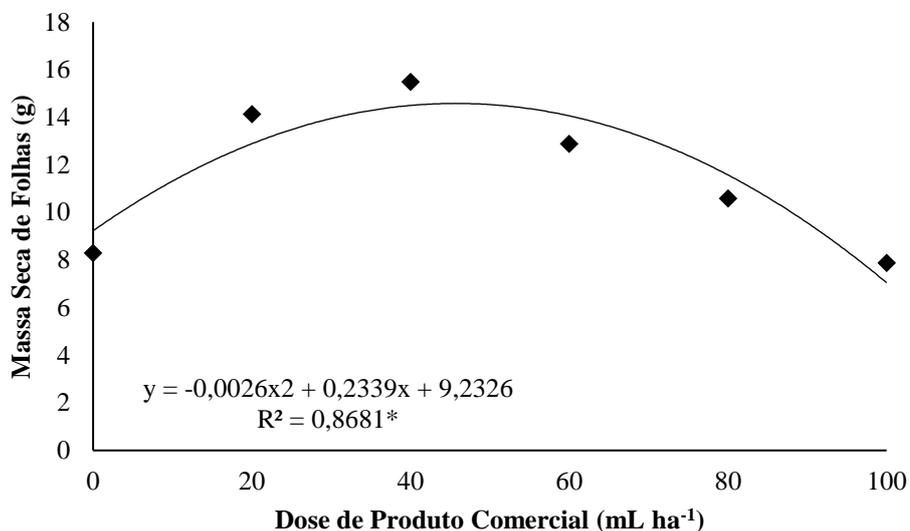
**Figura 3** - Área foliar de plantas soja, no estágio R<sub>5</sub>, em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



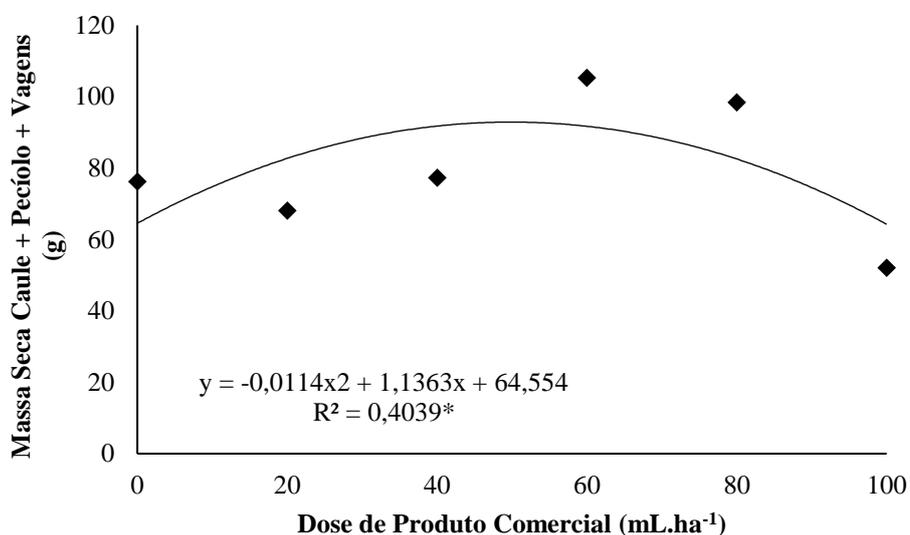
O uso de herbicidas com o objetivo de alterar a arquitetura da planta, visa reduzir a altura da haste principal e incentivar a ramificação, modificando a relação auxina-citocinina, induzindo o desenvolvimento das ramificações (BOARD, 2013). Como o efeito é temporário, logo a relação auxina-citocinina é retomada, retornando o crescimento da planta e estimulando o desenvolvimento das brotações laterais, em especial as folhas, além de influenciar diretamente no número de vagens (BOARD, 2013; CABRAL, 2016).

Nas figuras 4, 5 e 6 estão apresentados os dados de acúmulo de massa em função das doses do produto comercial a base de 2,4-D. O valor máximo de massa seca de folhas foi obtido na dose calculada de 44,98 mL ha<sup>-1</sup>, pesando 14,49 g, representando um aumento de 36% sobre a testemunha, que apresenta 9,23 g de massa seca de folhas (Figura 4). O valor máximo de acúmulo de massa seca de caule + pecíolo + vagens foi de 92,86 g quando a dose de produto comercial calculada foi de 49,83 mL ha<sup>-1</sup>, representando aumento de 30% sobre a testemunha (Figura 5). A massa seca de parte aérea das plantas de soja submetidas a uma dose calculada de 48,95 mL ha<sup>-1</sup>, atingiu a produção máxima, com um valor de 107,34 g, caracterizando um aumento de 31% em relação a testemunha (Figura 6).

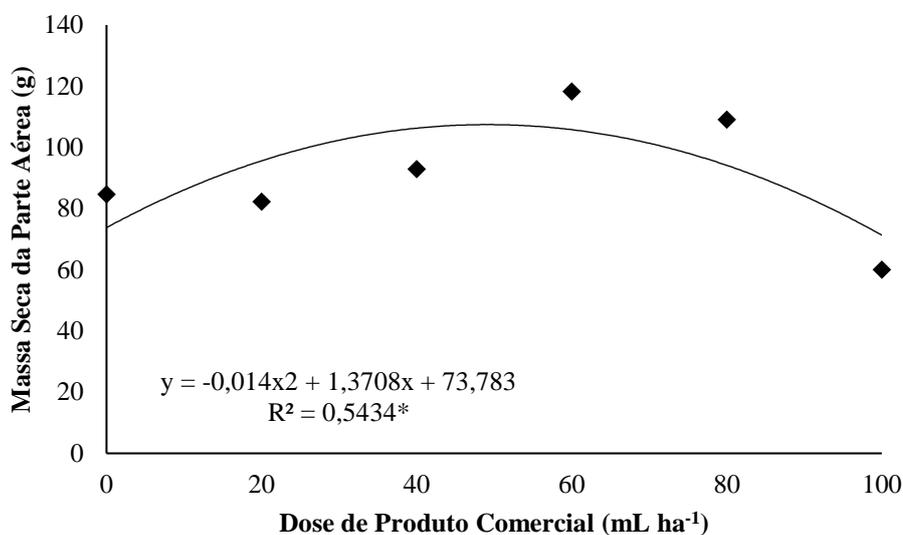
**Figura 4** - Massa seca de folhas de plantas soja, no estágio R<sub>5</sub>, em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



**Figura 5** - Massa seca de caule + pecíolo + vagens de plantas soja, no estágio R<sub>5</sub>, em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



**Figura 6** - Massa seca de parte aérea de plantas soja, no estágio R<sub>5</sub>, em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



Avaliando o efeito de bioestimulantes de crescimento em características morfológicas de soja, Santos *et al.* (2017) relatam maior acúmulo de massa seca de plantas que receberam bioestimulante com presença de auxina via foliar. Cabral (2016) estudando a aplicação de 35 mL ha<sup>-1</sup> de 2,4-D em plantas de soja a campo durante dois anos, constataram aumento da massa seca de foliar em comparação a testemunha. Os autores também relatam que outro tratamento, utilizando citocinina, induziu a produção de folhas e atrasou o processo de senescência foliar (CABRAL, 2016; TAIZ *et al.* (2017), indicando que o uso do hormônio correto e em doses adequadas, pode agregar no acúmulo de massa de plantas de soja.

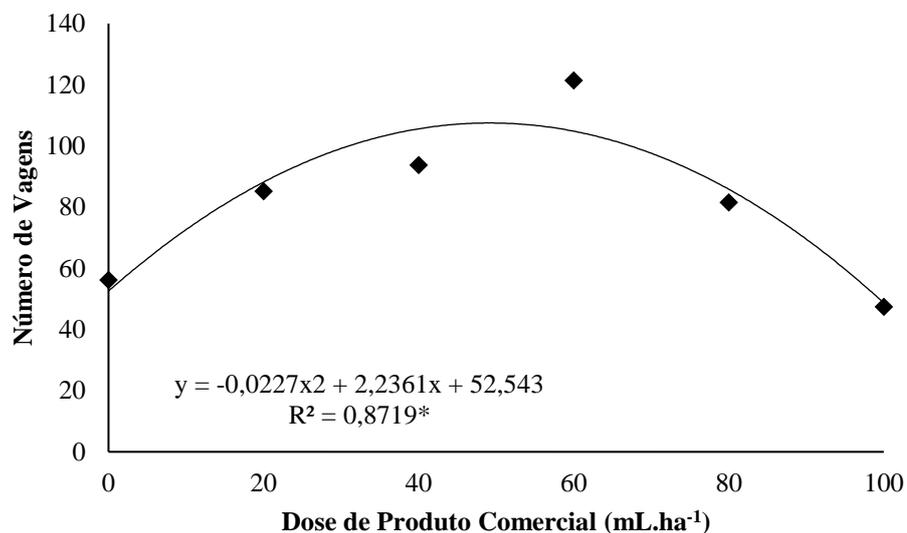
Assim como citado para a variável área foliar (Figura 3), o uso de citocinina induz a formação de brotações laterais e conseqüentemente proporciona incremento da massa de folhas e reduzi o porte das plantas, para posteriormente retomar o crescimento, induzido pela auxina (BOARD, 2013; CABRAL, 2016; TAIZ *et al.*, 2017).

#### ***Avaliação dos componentes de produção ao final do ciclo***

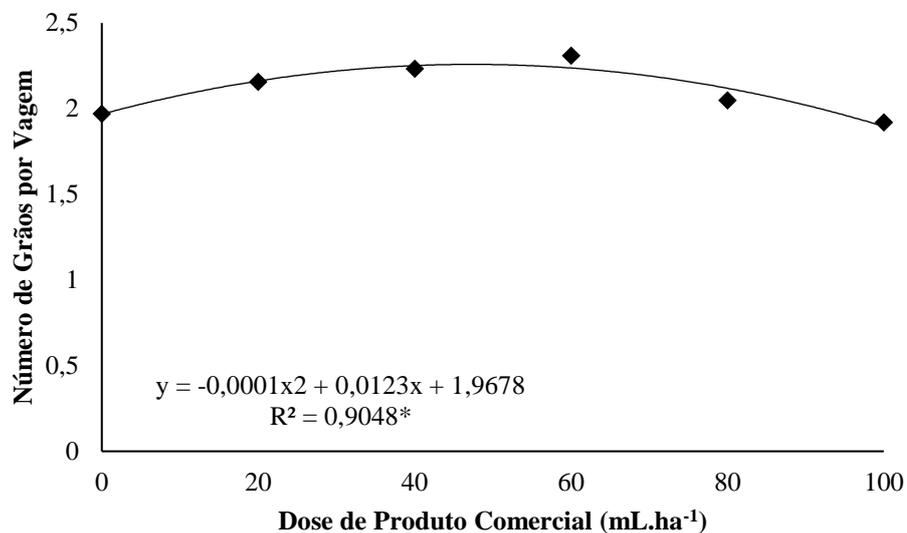
O número máximo de vagens foi de 107,61 para a dose calculada de 49,25 ml ha<sup>-1</sup> do produto comercial a base de 2,4-D (Figura 7), aumento de 51% em relação ao tratamento controle. O número de grãos por vagem (Figura 8) apresentou valor máximo de 2,34 grãos por vagem, quando a dose calculada foi de 61,5 ml ha<sup>-1</sup>, representando um aumento de 16% sobre o tratamento de controle. E o número de grãos por planta (Figura 9) máximo foi de 241,89 grãos

quando a dose de produto comercial calculada foi de 49,11 ml ha<sup>-1</sup>, 57% superior ao tratamento controle, que apresentou 101,74 grãos por planta.

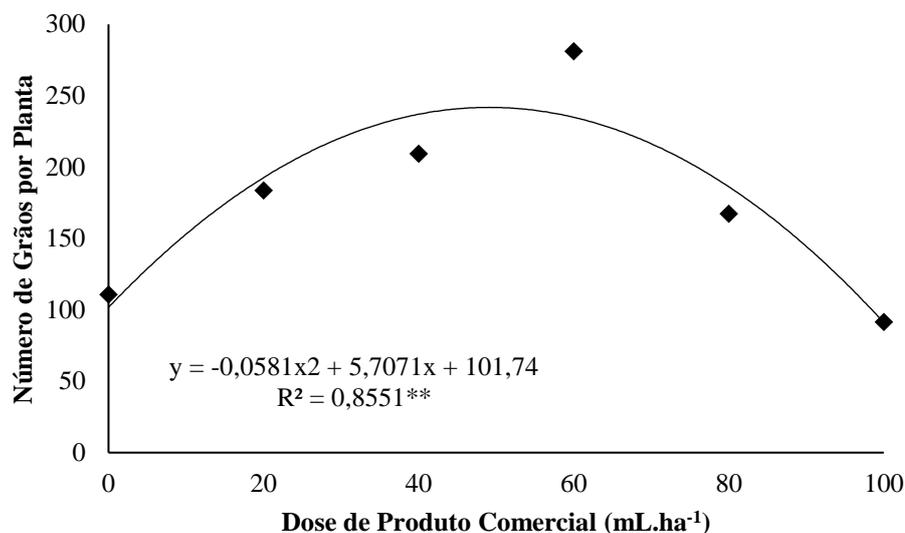
**Figura 7** - Número de vagens por planta de soja em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



**Figura 8** - Número de grãos por vagem em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.

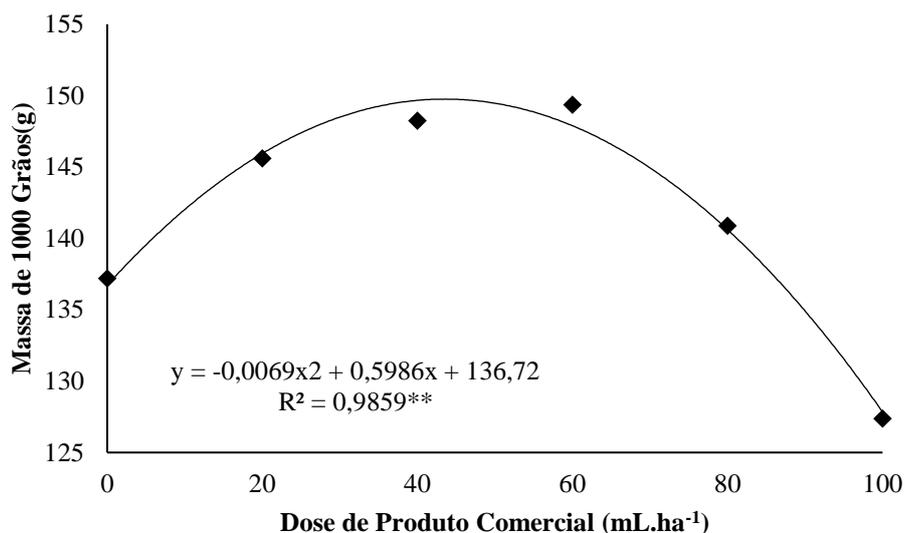


**Figura 9** - Número de grãos por planta em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.

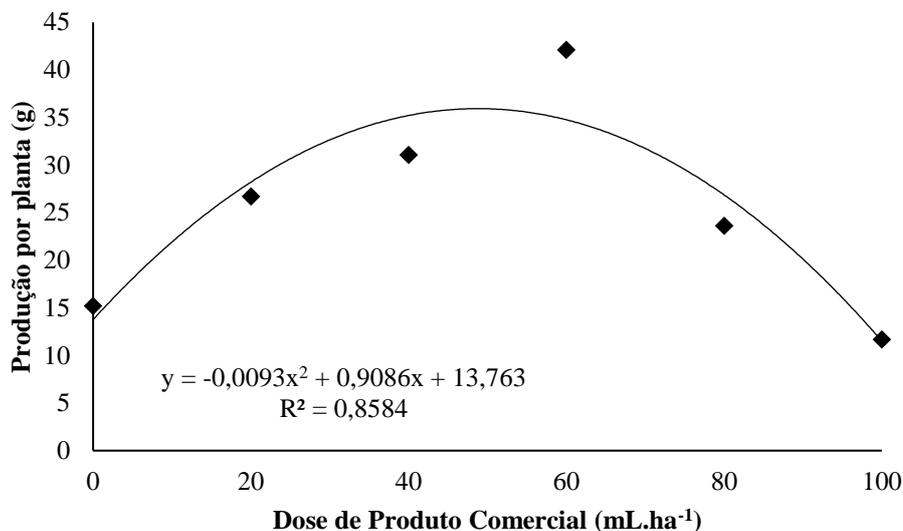


A massa de 1000 grãos para as reduziu 6% na dosagem 100 ml ha<sup>-1</sup> em relação ao tratamento controle (Figura 10). A máxima massa de 1000 grãos foi de 149,70 g na dose calculada de 43,37 mL ha<sup>-1</sup>, um aumento de 8% em relação ao tratamento controle (Figura 10). A produção por planta máxima foi de 35,95 g na dose calculada de 48,84 mL ha<sup>-1</sup>, 61% maior do que o tratamento controle (Figura 11).

**Figura 10** - Massa de mil grãos em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



**Figura 11** - Produção por plantas em função da aplicação de diferentes doses de produto comercial a base de 2,4-D. Marechal Cândido Rondon-PR, 2019.



Estudo analisando o uso de bioestimulante, a base de extrato de algas marinhas, com a presença de auxina dentre outros hormônios, no desenvolvimento da soja, resultou em incremento no número de vagens, número de grãos, tamanho de raiz e produtividade (MARQUES *et al.*, 2014). Kovalski *et al.* (2020) relatam que doses acima de 20 ml ha<sup>-1</sup> de 2,4-D aplicado no estágio V<sub>8</sub> reduz a produtividade final de plantas de soja, mas que a característica é dependente da cultivar.

Barzotto e Richart (2020) apresentaram um aumento linear no número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade de soja com doses de até 8 g de ácido diclorofenoxiacético por hectare. Indicando que, em dosagens adequadas, produtos à base de ácido diclorofenoxiacético, podem ser utilizados como um regulador vegetal, visando o aumento na produção de plantas de soja.

### Conclusões

A aplicação de doses crescentes até a dose de 50 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial a base de ácido diclorofenoxiacético proporciona incrementos no porte de plantas de soja e incrementa o acúmulo de massa seca.

A máxima produção de grãos é obtida com a dose de 48,84 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial a base de ácido diclorofenoxiacético.

A máxima produção de grãos obtida com a dose de 48,84 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial a base de ácido diclorofenoxiacético é 61% superior à sem aplicação do produto.

Para plantas de soja aplicar o produto comercial a base de ácido 2,4-diclorofenoxiacético até a dose de 50 mL ha<sup>-1</sup> causa maior desenvolvimento de plantas e produção de grãos.

### Referências

- BARZOTTO, B. G.; RICHART, A. Desempenho produtivo de duas cultivares de soja com aplicação de diferentes doses do ácido 2,4-diclorofenoxiacético via foliar. **Cultivando o Saber**, v. 13, n. 2, p. 60–74, 2020.
- BOARD, J. E. **A Comprehensive Survey of International Soybean Research - Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships**. InTech, 2013.
- BUZZELLO, G. L.; TREZZI, M. M.; MARCHESE, J. A.; et al. Action of auxin inhibitors on growth and grain yield of soybean. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 621–628, 2013.
- CABRAL, E. M. A. **Uso de reguladores de crescimento na cultura de soja**, 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo.
- COLAÇO, W. R. V.; BORSOI, A. Aplicação de 2,4-D como regulador de crescimento na cultura da soja. **Cultivando o Saber**, v. Edição Esp, p. 42–53, 2019.
- COODETEC. **Guia de produtos 2009 Soja Sul**. 1º ed. Cascavel: Coodetec, 2009.
- DAVIES, P. J. **Plant Hormones**. 3rd ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010.
- DOURADO-NETO, D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3 SUPPL. 1, p. 371–379, 2014.
- EL-SHEMY, E. H. A. **Soybean Physiology and Biochemistry**. 1º ed. Croatia: InTech, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109–112, 2014.
- FRAGOSO, A. M. **Caracterização nutricional e parâmetros genéticos de Eucalyptus grandis com aplicação de sub-dose de 2,4-D**, 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- GRANDIS, A. **Respostas fotossintéticas e de crescimento da espécie amazônica Senna reticulata sob elevada concentração de CO<sub>2</sub>**, 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo.
- KOVALSKI, A. R. Avaliação do Desempenho Agrônomo 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.
- MARCON, E.; ROMIO, S.; MACCARI, V.; KLEIN, C.; LÁJUS, C. Uso de diferentes fontes de nitrogênio na cultura da soja. **Revista Thema**, v. 14, n. 2, p. 298–308, 2017.

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

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

PAVINATO, P. S.; PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; MOREIRA, A.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem do estado do Paraná**. 1º ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Update world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n. 1, p. 1633–1644, 2007.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3º ed. Brasília: Embrapa, 2013.

SANTOS, V. M. DOS; MELO, A. V. DE; CARDOSO, D. P.; et al. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de soja. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, p. 512, 2017.

SILVA, D. R. O. DA; SILVA, E. D. N. DA; AGUIAR, A. C. M. DE; et al. Drift of 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. **Ciência Rural**, v. 48, n. 8, p. 1–7, 2018.

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

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