

## Desenvolvimento e produtividade da cultura da soja submetida a diferentes tratamentos foliares em pré-floração

### Resumo

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é considerada uma das principais culturas de interesse econômico no Brasil, e seu crescimento é destacado em toda a América do Sul, devido a esse crescimento tem-se acentuado a exploração de diversas empresas no mercado de fertilizantes foliares com finalidade de aumentar produtividade. Nesse sentido, realizou-se um ensaio com o objetivo de evidenciar a viabilidade da utilização de diferentes tratamentos na pré-floração da cultura. O experimento foi conduzido no município de Prudentópolis-PR. O ensaio foi constituído de 8 tratamentos, em delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados foram, T1: Uréia, 80 Kg ha<sup>-1</sup>; T2: Enxofre, 100 Kg ha<sup>-1</sup>; T3: Manganês (12,5%), 1 L ha<sup>-1</sup>; T4: Foliar "Completo", 1 L ha<sup>-1</sup>; T5: *Stimulate*®, 0,25 L ha<sup>-1</sup>; T6: *Azospirillum brasilense*, 0,15 L ha<sup>-1</sup>; T7: Herbicida U46 D-Fuid 2,4-D, 10 g ha<sup>-1</sup> i.a; T8: *Orkestra*®, 0,6 L ha<sup>-1</sup>. Todas as aplicações dos tratamentos foram realizadas em estágio fenológico V6 da cultura da soja com cultivar NS6209RR. Foi observado que nenhum tratamento aumentou a produtividade da cultura, porém o tratamento com 2,4-D apresentou menor altura de planta, menor altura de inserção de primeira vagem e maior viabilidade econômica dentre todos os tratamentos. Os tratamentos com Uréia e Manganês, não apresentaram viabilidade econômica para a cultura da soja.

Perivaldo Mateus Conrado<sup>1</sup>

Leandro Rampim<sup>2</sup>

Aline Mariele Czekalski<sup>3</sup>

**Palavras chave:** fitorregulador; 2,4-D; *Azospirillum* sp.; fertilizante foliar; estrobirulina.

### Development and productivity of soybean crop subjected to different foliar treatments in pre-flowering

#### Abstract

Soybean (*Glycine max* L. Merrill) is considered one of the main crops of economic interest in Brazil, and its growth is highlighted throughout South America, due to this growth has accentuated the exploitation of several companies in the market for foliar fertilizers. In this sense, an essay was conducted in order to demonstrate the feasibility of using different treatments in the pre-flowering of the crop, with the aim of increasing productivity and showing its economic viability. The experiment was conducted in the municipality of Prudentópolis-PR. The trial consisted of 8 treatments, in randomized block design, with 4 repetitions, totaling 32 experimental units. The treatments used were: T1: Urea, 80 Kg ha<sup>-1</sup>; T2: Sulfur, 100 Kg ha<sup>-1</sup>; T3: Manganese (12.5%), 1 L ha<sup>-1</sup>; T4: Foliar "Completo", 1 L ha<sup>-1</sup>; T5: *Stimulate*®, 0.25 L ha<sup>-1</sup>; T6: *Azospirillum brasilense*, 0.15 L ha<sup>-1</sup>; T7: Herbicide U46 D-Fuid 2.4-D, 10 g ha<sup>-1</sup> i.a; T8: *Orkestra*®, 0.6 L ha<sup>-1</sup>. All applications of the treatments were performed in the V6 phenological stage of the soybean culture, for this study it was used as a NS6209RR grow. It was observed that no treatment increased crop productivity, but the 2.4-D treatment showed lower plant height and also lower first pod insertion height, as well as greater economic viability among all treatments. The treatments with Urea and Manganese did not present economic viability for soybean cultivation.

**Keywords:** phyto regulator; 2,4-D; *Azospirillum* sp.; foliar fertilizer; strobirulin.

### Desarrollo y productividad del cultivo de soja sometido a diferentes tratamientos foliares en prefloración

#### Resumen

La soja (*Glycine max* L. Merrill) es considerada uno de los principales cultivos de interés económico en Brasil, y su crecimiento se destaca en toda Sudamérica, debido a este crecimiento se ha acentuado la explotación

1 - Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Centro Oeste. Email: perivaldomattheus@gmail.com

2 - Professor Adjunto, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO. Email: rampimleandro@yahoo.com.br

3 - Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Centro Oeste. Email: alinemarieleczkalski@gmail.com

de varias empresas en el mercado de fertilizantes. hojas para aumentar la productividad. En este sentido, se realizó un experimento con el objetivo de mostrar la viabilidad de utilizar diferentes tratamientos en la prefloración del cultivo. El experimento se realizó en el municipio de Prudentópolis-PR. El ensayo consistió en 8 tratamientos, en un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones, totalizando 32 unidades experimentales. Los tratamientos utilizados fueron, T1: Urea, 80 Kg ha<sup>-1</sup>; T2: Azufre, 100 Kg ha<sup>-1</sup>; T3: Manganeseo (12,5%), 1 L ha<sup>-1</sup>; T4: hoja "completa", 1 L ha<sup>-1</sup>; T5: *Stimulate*®, 0,25 L ha<sup>-1</sup>; T6: *Azospirillum brasilense*, 0,15 L ha<sup>-1</sup>; T7: herbicida U46 D-Fuido 2,4-D, 10 g ha<sup>-1</sup> i.a; T8: *Orkestra*®, 0,6 L ha<sup>-1</sup>. Todas las aplicaciones de los tratamientos se realizaron en la etapa fenológica V6 del cultivo de soja con el cultivar NS6209RR. Se observó que ningún tratamiento incrementó la productividad del cultivo, sin embargo el tratamiento con 2,4-D mostró menor altura de planta, menor altura de inserción de la primera vaina y mayor viabilidad económica entre todos los tratamientos. Los tratamientos con Urea y Manganeseo no mostraron viabilidad económica para el cultivo de soja.

**Palabras clave:** phytoregulator; 2,4-D; *Azospirillum* sp.; fertilizante foliar; estrobirulina.

## Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das que apresentam grande destaque em termos de produção de grãos no cenário mundial. Destacam-se altos níveis de produtividade, com possibilidade de produção da oleaginosa na maior parte do território brasileiro (SEGATELLI, 2004). Os grãos produzidos pela cultura são utilizados na alimentação animal, na indústria química e alimentícia, sendo possível ainda sua utilização como biocombustível

Em todo território nacional, tem-se observado avanço acentuado tanto em área cultivada, bem como em produtividade, principalmente devido adoção de novas tecnologias, como por exemplo, o uso de sementes de melhor qualidade, adoção do sistema de plantio direto (ROCHA et al., 2018), bem como melhoria no padrão nutricional da cultura, por meio da adubação de base, e adubação complementar, seja ela por fertilizantes sólidos, ou mesmo via foliar. Em adição a isso, o mercado de fertilizantes, tem crescido exponencialmente nos últimos anos, sendo necessário a realização de estudos para comprovação da viabilidade de utilização dos mesmos.

De acordo com Gilioli et al. (1998), a produtividade da soja está diretamente relacionada com dois fatores, ao ambiente e ao manejo. Dessa maneira, para alcançar elevados índices de produtividade, é necessário que o ambiente durante todo o ciclo da cultura seja favorável, aliada principalmente a boas práticas de manejo, sendo esse último, de controle humano. Dentre as práticas de aplicação foliar tem-se os fitoreguladores, 2,4-D, *Azospirillum* sp., ureia, enxofre, manganês, fungicidas a base de estrobirulina, além de fertilizantes foliares.

Visando aumentar o desempenho da cultura

da soja, o uso de fitoreguladores pode ser uma opção viável para o manejo (DARIO et al. 2005). Os fitoreguladores exercem influência sobre os órgãos vegetais, podendo modificar a morfologia da planta. Estes fitoreguladores são representados em sua maioria por auxinas, citocininas e giberelinas. Os fitoreguladores, são normalmente utilizados em baixas concentrações, e apresentam diferentes respostas, sendo elas de caráter inibitório ou mesmo estimulatória (BUZZELLO et al., 2017).

Os fitoreguladores aplicados nos vegetais promovem alterações em processos vitais e estruturais, por isso, são aplicados visando o incremento na produção, aumentando entre outras, características de qualidade. Assim, fitoreguladores, podem ser aplicados diretamente nas plantas, por via foliar, e aplicação em frutos ou sementes (VIEIRA & PAULO, 2001).

Durante muitos anos, acreditava-se que a aplicação de nitrogênio, principalmente por meio da uréia, causava toxidez a cultura da soja. Além disso, devido a fixação biológica, o estudo da aplicação de nitrogênio em soja, por muitos anos não evoluiu no Brasil. Porém estudos mais recentes, tem demonstrado que a aplicação de nitrogênio tem se mostrado viável para a cultura (MARCON et al., 2017).

Solos cultivados com baixo teor de matéria orgânica, normalmente apresentam baixos níveis de enxofre. A cultura da soja, apresenta uma elevada demanda de enxofre, e em muitos casos é necessário realizar aplicação desse nutriente para alcance de maiores produtividades. O nutriente está diretamente relacionado com a produção de aminoácidos, que estão diretamente relacionados a qualidade e produtividade de grãos de soja (ESPER NETO et al., 2018).

O manganês, é um nutriente que frequentemente encontra-se em deficiência em

cultivos de soja. Normalmente a deficiência de manganês dá-se por dois motivos, primeiramente pela deficiência do nutriente no solo, ou a sua indisponibilidade induzida pelo fato da aplicação de calcário (TANAKA, 1992). Em trabalho elaborado por Junior (2000), observou-se que a produtividade da soja foi aumentada pela aplicação de manganês via foliar, acarretado pela indisponibilidade por frequentes calagens ao solo.

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura da soja com diferentes tratamentos antes do período de floração, utilizando estimuladores de crescimento vegetal, bactérias promotoras de crescimento, fungicida a base de estrubilurina, dois fertilizantes foliares, Uréia e Enxofre, na região de Centro-Oeste, Prudentópolis, Paraná.

## Materiais e métodos

O experimento foi conduzido entre outubro de 2016 à julho de 2017 em área experimental, na Fazenda Panko, localizada no município de Prudentópolis, PR, com longitude 50° 55' W e latitude 25° 21' S, e uma altitude média de 772 metros. O clima da região de Prudentópolis é caracterizado por ser subtropical úmido, e de acordo com a classificação de Köppen-Geiger é denominado Cfa, com predomínio de solo classificado como Latossolo.

Foi realizada amostragem de solo, para elaboração da análise de solo antes da implantação de cada cultura, para constatação da situação de macronutrientes presentes no Latossolo Bruno (Tabela 1).

**Tabela 1.** Atributos químicos das amostras coletadas antes da implantação do ensaio na camada de 0-20 cm. Prudentópolis/PR, 2016.

Camada	P (Mehlich <sup>-1</sup> )	M.O	pH	Ca	Mg	K	H + Al	Al <sup>3+</sup>	CTC	SB
cm	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>					cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
0 - 20	6,3	32,7	5,3	5,7	1,8	0,59	4,26	0,00	12,29	8,03

O delineamento experimental utilizado para conduzir o estudo foi em blocos casualizados, com 8 tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais.

No ensaio, os tratamentos utilizados foram: Tratamento 1, aplicação de nitrogênio por meio do fertilizante uréia, em dose de 80 Kg ha<sup>-1</sup>; Tratamento 2, aplicação de enxofre, em dose de 100 Kg ha<sup>-1</sup>; Tratamento 3, aplicação do micronutriente manganês (12,5%), na forma líquida, em dose de 1 L ha<sup>-1</sup>, do produto comercial; Tratamento 4, aplicação de fertilizante foliar com todos os micronutrientes (N 5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 8%, K<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5%, Ca 0,6%, Mg 0,04%, B 0,04%, Cu 0,05%, Mn 0,5%, Zn 1%, Aminoácido 14%), com dose de 1 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial; Tratamento 5, aplicação do estimulador de crescimento *Stimulate*® (Ácido 4-indol-3-ilbutírico+ácido giberélico+cinetina), na dose de 0,25 L ha<sup>-1</sup>; Tratamento 6, aplicação foliar de *Azospirillum brasilense* na dose de 150 mL ha<sup>-1</sup>; Tratamento 7, aplicação de auxina sintética através de sub-dose do herbicida U46 D-Fuid 2,4-D, utilizando sub-dose do produto de 10 g.ha<sup>-1</sup> i.a.; Tratamento 8, aplicação do fungicida do grupo das estrobilurinas, produto comercial *Orkestra*®, com dose de 0,6 L

ha<sup>-1</sup>. Em todos os tratamentos, as aplicações foram realizadas no estágio fenológico V6 da cultura.

No ensaio conduzido, cada parcela foi caracterizada por 40 m<sup>2</sup>, sendo 8 fileiras de 10 metros de comprimento, espaçadas de 0,5 metros.

O fertilizante utilizado na cultura da soja no momento da semeadura possuía a formulação NPK 7-34-11, onde foram distribuídos 210 Kg ha<sup>-1</sup> deste fertilizante, em todos os tratamentos. Destaca-se que se seguiu o padrão de adubação utilizada pelo produtor, com fornecimento de nitrogênio para a cultura de soja.

A aplicação do fertilizante foi realizada juntamente com a operação de semeadura. Nos oito tratamentos, a semeadura foi efetuada com semeadora da marca Stara, modelo Victoria Top portando 8 linhas, acoplada a trator New Holland, modelo TM 140. Em todos os tratamentos foi utilizado inoculante *Bradyrhizobium* sp., o qual foi aplicado diretamente na semente antes da semeadura. Em todos os tratamentos foram utilizados 60 Kg ha<sup>-1</sup> de semente da cultivar NS6209RR.

A aplicação das tecnologias que caracterizam os tratamentos descritos ocorreu no estágio fenológico V6 da cultura da soja, e foram conduzidos de maneira manual, utilizando pulverizador costal manual, marca Jacto,

modelo XP20, com capacidade para 20 litros de calda.

Inicialmente foi realizado teste preliminar para identificar a percentagem de germinação e vigor de sementes de soja antes da implantação da cultura. Foram cultivadas as sementes em bandejas com areia, em temperatura adequada. O vigor de sementes foi obtido com a avaliação aos quatro dias após a semeadura em areia, enquanto a percentagem de germinação foi obtida com avaliação aos sete dias após semeadura.

No ensaio, foram efetuadas avaliações em todas as parcelas experimentais, levando em consideração as variáveis: altura de plantas e diâmetro do caule no estágio fenológico R8, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens com quatro, três, dois, e um grão, número total de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de mil grãos, e produtividade de grãos.

A altura de plantas foi avaliada pela distância entre a base da planta até a gema apical. No mesmo momento, foi realizada a medida do diâmetro de caule. Estas avaliações foram efetuadas em 10 plantas por parcela.

Com a cultura já em estágio de maturação fisiológica, foi realizada a avaliação de altura de inserção da primeira vagem, medindo desde a base até onde está situada a primeira vagem da planta. Foi realizado este procedimento em 10 plantas por parcela do experimento, totalizando 40 plantas avaliadas por tratamento.

As variáveis número de vagens com quatro, três, dois e um grãos, número total de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, foram avaliadas no momento da colheita do experimento. A contagem das vagens foi realizada em 10 plantas em cada parcela, separando as vagens de acordo com o número de grãos. Após a classificação e contagem, as vagens foram trilhadas manualmente em cada planta separadamente e contado os grãos produzidos em cada planta.

A massa de mil grãos e produtividade de grãos foram obtidas em área útil de 5 m de comprimento e 1,5 m de largura, totalizando 7,5 m<sup>2</sup>. As plantas foram trilhadas para obtenção dos grãos, que foram pesados em balança de precisão. Os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade e convertidos para produtividade em kg ha<sup>-1</sup>. A massa de mil grãos foi avaliada em oito amostras de 100 grãos de cada parcela, e pesadas com balança de precisão, sendo os resultados expressos em grama.

Para a variável produtividade, foi avaliado área lateral ao experimento, obtendo valor referente ao sem manejo no pré-florescimento, em condição totalmente idêntica desde o início da implantação do experimento até a colheita (considerada padrão de produtividade).

Também foi verificado, após a colheita do experimento o desempenho econômico do uso dos diferentes tipos de fertilização no sistema de produção da soja para cada hectare, constatando as despesas e receita bruta, e conseqüentemente a receita líquida [receita bruta (R\$) – despesas (R\$)], obtendo retorno do investimento da aplicação de diferentes tratamentos na pré-florada no sistema de produção da soja { [receita bruta com determinado tratamento (R\$) – receita bruta sem determinado tratamento -> padrão produtor(R\$) ] / valor do produto (R\$) \*100 }. Para pagar o investimento, o retorno do investimento tem que ser igual a 100%.

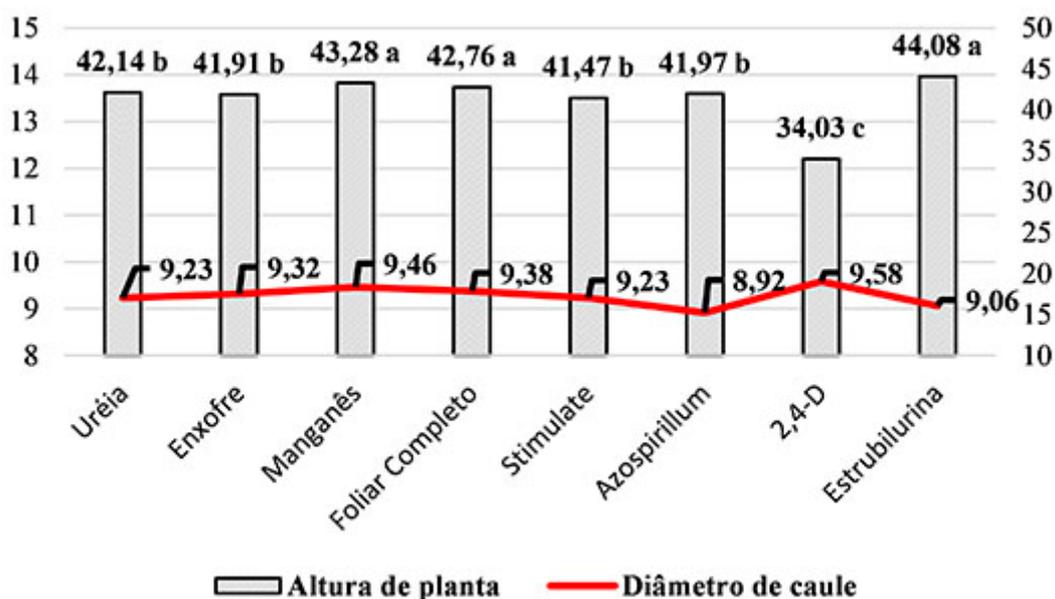
Para a análise econômica, foi utilizado, como preço pago para a saca de soja R\$ 65,00. Os preços dos insumos utilizados nos tratamentos são destacados, onde utilizou-se como base, Uréia, R\$ 1000,00/t; Enxofre, R\$ 1700,00/t; Manganês, R\$ 20,00/L; Foliar Completo, R\$ 60,00/L; *Stimulate*, R\$ 240,00/L; *Azospirillum*, R\$ 150,00/L; 2,4-D, R\$ 40,00/L e Estrobulurina, R\$ 200,00/L.

Na análise dos dados foi realizado a análise de variância e em seguida foi efetuado o teste de comparação das médias por Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## Resultados e discussão

No teste de germinação e emergência realizado nas bandejas, constatou-se que a semente escolhida para a implantação do ensaio apresentou germinação de 99,5%, enquanto que a emergência apresentou valor de 98,75%.

Em relação a variável altura de plantas, observou-se que as plantas submetidas ao tratamento com 2,4-D, apresentaram menor porte em relação a todos os outros tratamentos, de forma que, em média essas plantas apresentaram 34,03 cm de altura, evidenciado os efeitos tóxicos do produto, sendo esse efeito também descrito por Calabrese e Baldwin, (2003), onde constataram que o 2,4-D pode provocar diminuição no porte de plantas. Também se observou que na média o 2,4-D apresentou maior valor em diâmetro de caule, porém não se diferenciando dos outros tratamentos estatisticamente.(Figura 1).



**Figura 1.** Altura de planta (cm), e Diâmetro de caule (mm) em função de diferentes tratamentos na pré-floração. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

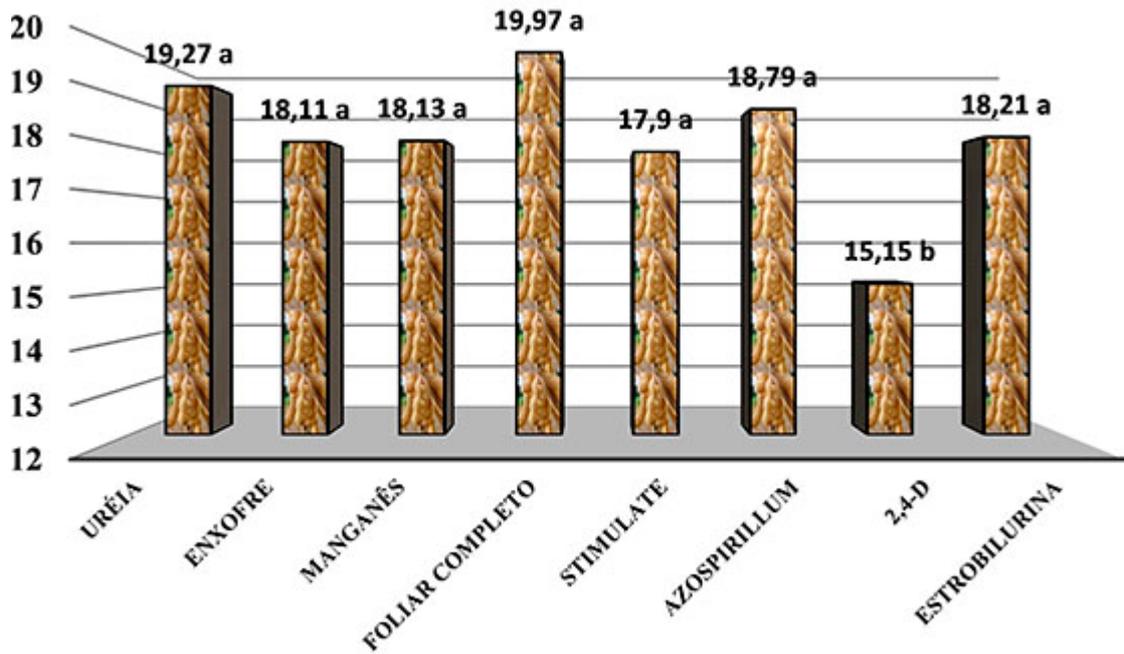
De acordo com Silva et al. (2011), o 2,4-D, quando aplicado mesmo em dosagens baixas, causa efeitos em diferentes pontos da planta, principalmente pelo fato de sua translocação ser bastante intensiva. Ainda de acordo com Silva et al. (2011), o produto promove diferenciação no padrão de crescimento das plantas, sendo que células meristemáticas param de se dividir, bem como células em alongamento cessam o crescimento em comprimento, porém a expansão radial continua. Assim explica-se o fato de no estudo em questão, as plantas tratadas apresentarem menor tamanho de planta, e maior diâmetro de caule em média.

As plantas tratadas com Uréia, *Stimulate*, *Azospirillum* e Enxofre não diferenciaram entre si, ou seja, as plantas oriundas desses quatro tratamentos citados apresentaram mesmo porte. Porém, os tratamentos com Manganês, Foliar Completo e Estrobulurina, apresentaram altura de planta superior às demais. As plantas que foram tratadas com estrobulurina, em média apresentaram cerca de 10 cm a mais de altura do que plantas que foram tratadas com o 2,4-D.

A maior altura de planta observada principalmente naquelas tratadas com fungicida a base de estrobulurina, pode ser explicada pela ação desse grupo químico em plantas. De acordo com Tsumanuma et al. (2015), a estrobulurina interfere na síntese de etileno, provocando na planta período maior

de folhas verdes, aumentando a fotossíntese, podendo levar a maior altura de planta. Resultado semelhante, foi observado em trabalho descrito por Alves e Juliatti (2018), onde avaliou o uso de fungicidas na cultura da soja e descreveram que a utilização de fungicida do grupo das Estrobulurinas resultaram em maior área foliar e desenvolvimento de plantas de soja, devido ao efeito verde. Dessa maneira, no trabalho realizado, o efeito verde oriundo da aplicação do produto, resultou em maior desenvolvimento da cultura, repercutindo em maior porte médio de planta.

De acordo com os dados observados, nenhum tratamento apresentou diferença significativa em relação a variável diâmetro do caule, como evidenciado anteriormente na Figura 1. A altura de planta possivelmente afetou outra variável analisada no trabalho, sendo esta a altura de inserção da primeira vagem. Isso pode ser notado pelo fato que plantas que apresentaram menor porte, ou seja, aquelas que foram submetidas a aplicação de 2,4-D, também apresentaram inserção da primeira vagem mais próximas do solo, onde observou-se que a primeira vagem na planta ocorreu com 15,15 cm acima do nível do solo. Os outros tratamentos, não diferenciam entre si uns dos outros, porém tiveram a inserção da primeira vagem cerca de 3 cm superior ao 2,4-D (Figura 2).

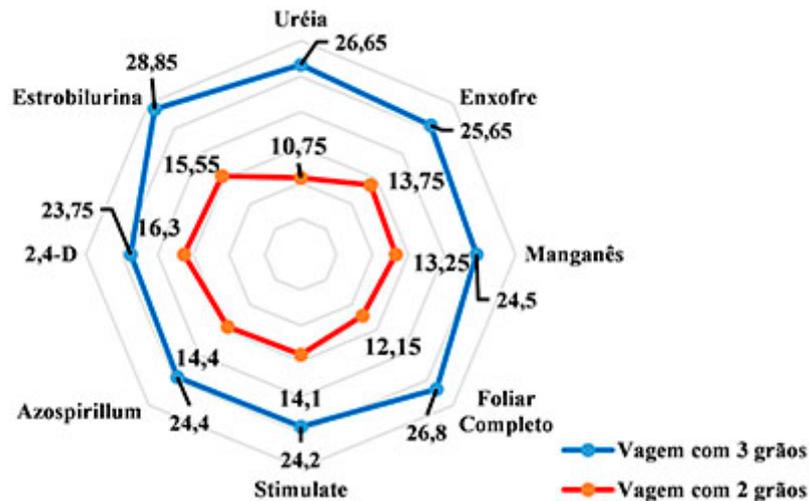


**Figura 2.** Altura de inserção da 1ª vagem (cm) em função de diferentes tratamentos na pré-floração. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tais resultados são comprovados por trabalho realizado por De Campos et al. (2015), onde ao avaliar o desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais, constataram que a altura de inserção da primeira vagem está

diretamente correlacionada a altura de planta.

Para as variáveis número de vagens com 3 grãos e número de vagens com 2 grãos, não foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos, como é evidenciado na Figura 3.



**Figura 3.** Número de vagens com 3 grãos e Número de vagens com 2 grãos em função de diferentes tratamentos na pré-floração.

Em relação a variável número de vagens com 4 grãos pode-se observar que as plantas submetidas aos tratamentos com Uréia, Enxofre, Manganês, 2,4-D e Estrobilurina, apresentaram maior quantidade de vagens com 4 grãos, característica desejada, para obtenção de altas produtividades. Os tratamentos onde as plantas foram submetidas à aplicação de Foliar Completo, Stimulate e, Azospirillum, apresentaram o menor valor para a variável analisada, sendo esse grupo de tratamentos inferior aos demais tratamentos realizados, como observa-se na Figura 4.

De acordo com o trabalho proposto por Mauad et al. (2010), o maior número de grãos por vagem está diretamente relacionado com fatores como competição

por luz e aproveitamento de fotoassimilados. Os tratamentos com estrobilurina e 2,4-D, em relação à altura de plantas, apresentam maior e menor altura, respectivamente. Esse fato, pode ter gerado efeito em competição por luz entre as plantas, de forma que no tratamento com 2,4-D, as plantas podem ter apresentado maior número de ramificações, enquanto que no tratamento com estrobilurina, as plantas de maior porte podem ter apresentado maior área fotossintética. Assim, em ambos os casos, pode ter promovido maior fotoassimilação por parte das plantas em ambos os tratamentos, resultando em maior número de vagens com 4 grãos.

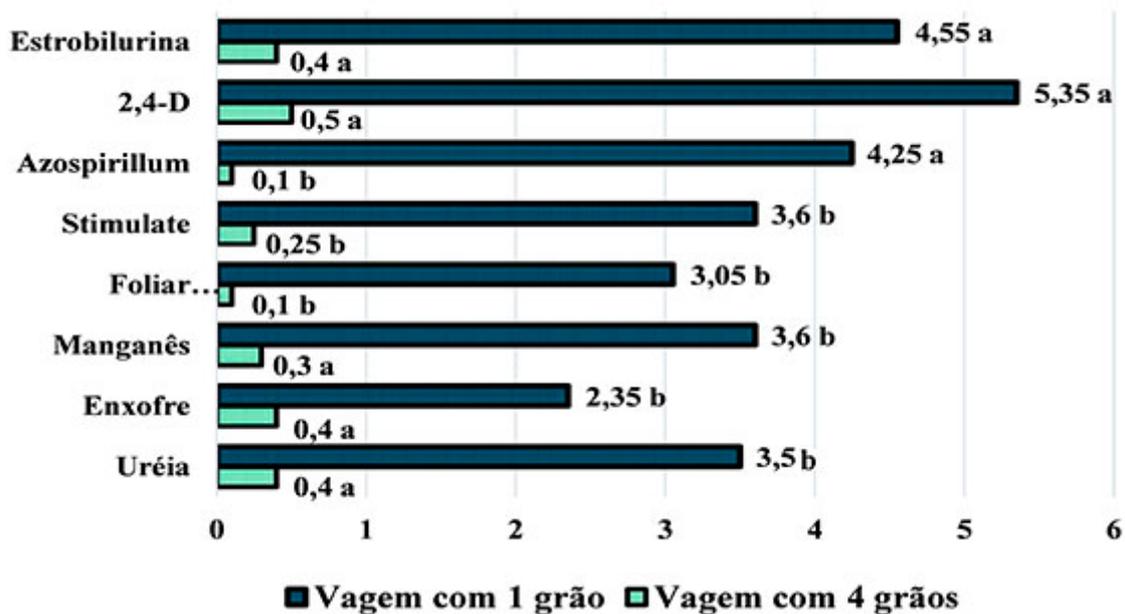


Figura 4. Número de vagens com 1 grão e Número de vagens com 4 grãos em função de diferentes tratamentos na pré-floração. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

O maior número de vagens com 4 grãos observado no caso do tratamento com manganês, pode ter ocorrido pelo fato desse nutriente atuar na ativação enzimática e regulação hormonal, o que de forma direta ou indiretamente atua na formação de grãos (HERRERA, 2016). No tratamento com uréia, o nitrogênio presente no produto, é demandado acentuatadamente pela cultura, dessa maneira, a aplicação extra de nitrogênio pode ter promovido maior produção dos grãos. Semelhantemente, o enxofre aplicado, também resultou em maior número

de vagens com 4 grãos, isso pode ter ocorrido pelo fato no enxofre ter a sua assimilação coordenada junto a do nitrogênio, sendo que, a deficiência de um compromete a do outro (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Dessa maneira, o enxofre junto ao nitrogênio oriundo da fixação biológica, resultou na formação dos grãos.

Para número de vagens com 1 grão, observou-se *Azospirillum*, 2,4-D e Estrobilurina não diferenciaram uns dos outros estatisticamente, sendo que estes apresentaram menor número de vagens com apenas 1 grão. Os tratamentos onde as plantas

foram tratadas com Uréia, Enxofre, Foliar Completo, Manganês e Stimulate foram as que apresentaram em média maior número de vagens com 1 grão, característica pouco desejada quando almeja-se altas produtividades (Figura 4).

Ao avaliar o número total de vagens por planta, notou-se que 2,4-D e Estrobilurina, foram

superiores aos demais, de forma que a Estrobilurina foi a que apresentou maior valor, 49,35 vagens por planta, não diferenciando do 2,4-D, onde as plantas apresentavam 45,9 vagens por planta. Os demais tratamentos foram inferiores, sendo que não diferenciaram uns dos outros (Figura 5).

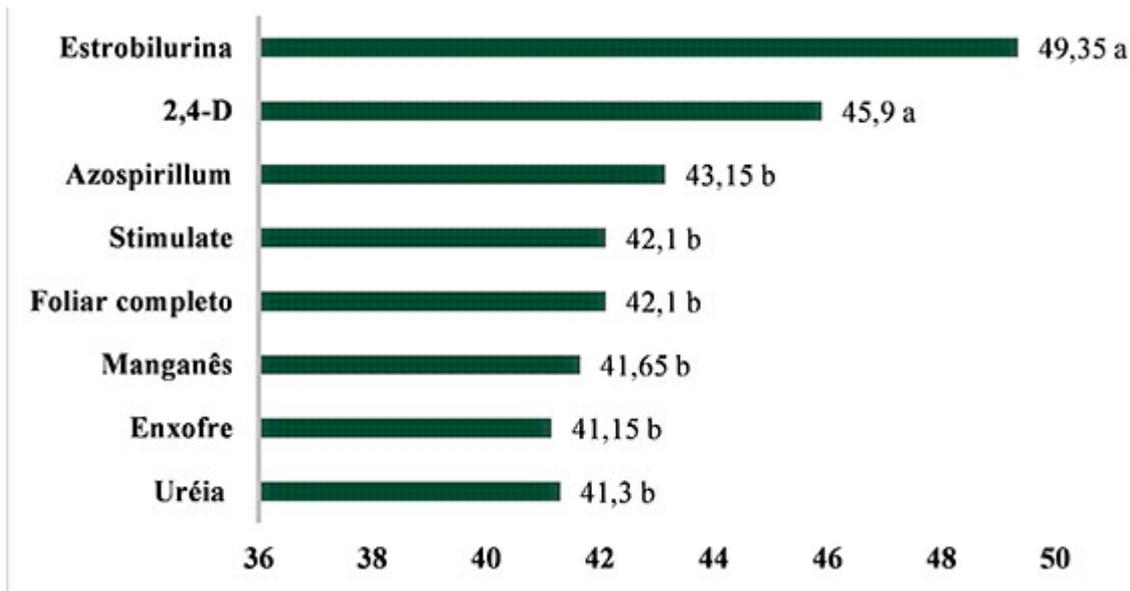


Figura 5. Número total de vagens por planta em função de diferentes tratamentos na pré-floração. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

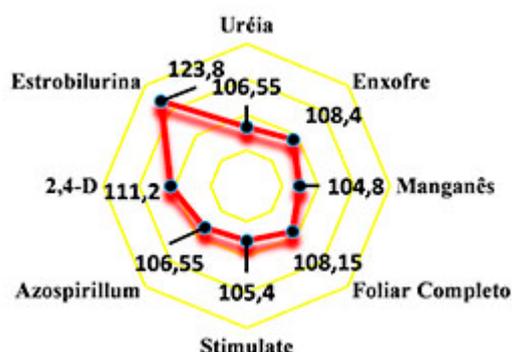
A estrobilurina proporciona incremento na taxa fotossintética da planta e também diminuição da respiração celular, e sabendo que a soja tem sua fase crítica de produção de grãos entre R1 e R6 (FAGAN et al., 2010), tem-se maior demanda fotossintética, que gera maior produção de carboidratos e outros compostos necessários para formação de vagens das plantas, o que de maneira direta irá interferir em sua produtividade. Já o uso do 2,4-D, quando utilizado em pequenas doses pode promover estímulos na síntese de auxina (HALTER et al., 2009).

De acordo com Malvestitti Neto (2018), a auxina é responsável por promover crescimento da planta, atuando na diferenciação celular. Dessa forma a aplicação do 2,4-D, pode ter estimulado a planta a promover maior diferenciação e desenvolvimento para estruturas reprodutivas, no caso, vagens. Outro fato, é que a utilização do 2,4-D, promoveu fitotoxicidade acentuada na cultura, demorando a mesma para se

recuperar. Esse atraso no crescimento, pode ter gerado alguma modificação no desenvolvimento da planta, sendo que a mesma promoveu maior formação de estruturas reprodutivas do que vegetativas.

Mesmo apresentando diferença no número total de vagens por planta entre os tratamentos, não foi possível observar diferença entre os tratamentos quando avaliado o número total de grãos por planta, sendo que na média dos tratamentos cada planta teve cerca de 109,36 grãos (Figura 6).

De acordo com Fagan (2010), a maior demanda de nitrogênio na cultura da soja é compreendida do início do florescimento até o período final de enchimento de grãos. Dessa forma, através do aumento do metabolismo da nitrato redutase, e conseqüentemente maior aporte de nitrogênio no momento de formação de vagens, pode ter resultado no maior número de vagens em plantas tratadas com estrobilurina.



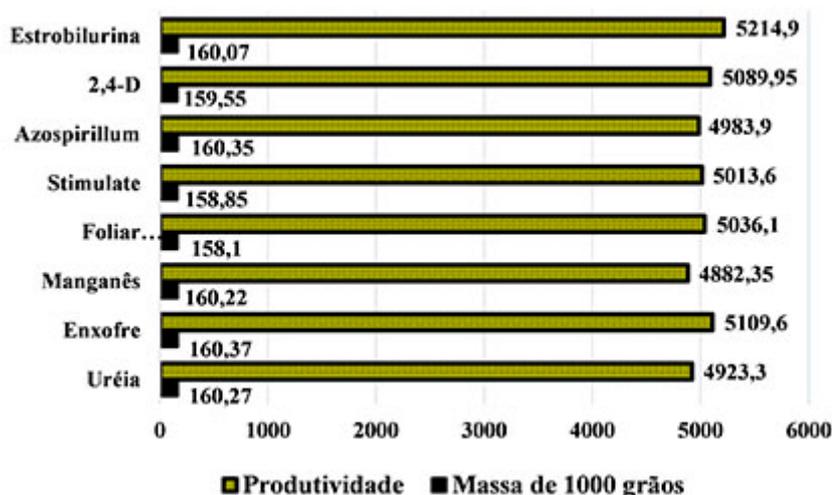
**Figura 6.** Número total de grãos por planta em função de diferentes tratamentos na pré-floração. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

De acordo com Fagan (2010), a maior demanda de nitrogênio na cultura da soja é compreendida do início do florescimento até o período final de enchimento de grãos. Dessa forma, através do aumento do metabolismo da nitrato redutase, e consequentemente maior aporte de nitrogênio no momento de formação de vagens, pode ter resultado no maior número de vagens em plantas tratadas com estrobilurina.

Nenhum tratamento se mostrou superior aos demais em relação a massa de 1000 grãos, com valor de 159,72 gramas (Figura 7).

Com relação a produtividade, observou-se que nenhum tratamento se destacou. Entretanto, o tratamento com estrobilurina, com maior valor,

de 5214,9 Kg ha<sup>-1</sup>, e menor produtividade foi observada no tratamento com Manganês, com 4882,35 ha<sup>-1</sup>. As demais produtividades observadas nos tratamentos são evidenciadas na Tabela 4. Na variável produtividade foi avaliado também tratamento denominado padrão, onde não foi aplicado nenhum tipo de produto foliar, ou seja, realizado somente o manejo fitossanitário para controle de pragas e doenças, onde observou-se um valor de 4878,5 Kg/ha, sendo que o uso de Estrobilurina apresentou valor 6,9 % acima do manejo realizado sem nenhum produto na área adjacente (considerada padrão de produtividade), com todos os demais manejos iguais (Figura 7).



**Figura 7.** Produtividade (Kg ha<sup>-1</sup>) e Massa de 1000 grãos em função de diferentes tratamentos na pré-floração. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Mesmo não apresentando diferença entre os tratamentos na produtividade, salienta-se a baixa produtividade do tratamento com Manganês via foliar. Em trabalho elaborado por Junior et al. (2000), verificou-se que a produtividade da soja respondeu a aplicação foliar de manganês. Isso pode ser explicado pelo fato de, ao verificar a análise de solo da área, realizada em anos anteriores pelo produtor, onde o experimento havia sido implantado, notou-se que os níveis de manganês estavam adequados para a cultura da soja, dessa maneira, esses níveis, supriram as necessidades da cultura, não sendo necessária a aplicação via foliar.

O tratamento com estrobilurina foi o que apresentou maior valor em produtividade, corroborando

com os dados de trabalho de Fagan (2010), onde também se observou maior produtividade quando aplicado fungicida desse grupo no florescimento da soja. A maior produtividade dá-se pelo fato da estrobilurina aumentar a taxa fotossintética da planta. De acordo com Munier-Jolain (1998), caso a fase de crescimento de grãos é diminuída, se ocorrer diminuição da atividade fotossintética, por outro lado, o inverso se torna oportuno, visto que aplicação de estrobilurina em pré-floração da cultura pode ter aumentado a atividade fotossintética e aumentado o período de enchimento de grãos.

A análise econômica realizada para constatação da viabilidade econômica da utilização de cada tratamento, pode ser observado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Receita bruta, Despesa, Receita líquida e retorno do investimento realizado em função de diferentes tratamentos na pré-floração para cada hectare. Prudentópolis - PR, 2017.

Tratamento	Receita bruta (R\$)	Despesa (R\$)	Receita líquida (R\$)	Retorno de investimento (%)*
Uréia	5333,57	170,21	5163,36	28,51
Enxofre	5535,40	128,00	5407,40	195,59
Manganês	5289,21	30,00	5259,21	13,90
Foliar Completo	5455,77	60,00	5395,77	284,55
<i>Stimulate</i>	5431,40	60,00	5371,40	243,93
<i>Azospirillum</i>	5399,22	25,00	5374,22	456,72
2,4-D	5514,11	1,20	5512,91	19089,16
Estrubilurina	5649,47	120,00	5529,47	303,69
Área Padrão Produtor	5285,04	0	5285,04	0

\*Para pagar o investimento, o retorno do investimento tem que ser igual a 100%

De acordo com esses dados, verificou-se que o tratamento com 2,4-D, foi o que apresentou maior retorno do capital investido, destacando também os tratamentos com *Azospirillum* e Estrobilurina com retorno considerável. Já os tratamentos com Uréia e Manganês, foram os únicos, nos quais o capital investido com o tratamento, não resultou em lucratividade.

## Conclusões

O uso de 2,4-D proporcionou menor altura de planta e também menor altura de inserção de primeira vagem nas plantas de soja, cultivar NS 6209 RR.

A produtividade da cultura da soja foi semelhante com uso de diferentes tecnologias indicadas aos produtores para aplicação na pré-florada.

O tratamento com 2,4-D apresentou a maior viabilidade econômica, enquanto que os tratamentos com Uréia e Manganês não apresentaram viabilidade econômica a sua utilização, sendo oportuno ressaltar que o uso de 2,4-D não é indicado nesta fase em áreas de produção, sendo o trabalho, investigação científica para análise da tecnologia sendo necessário maior aprofundamento científico.

## Agradecimentos

Agradecimentos aos órgãos de fomento Fundação Araucária, SENAR/PR, SETI/PR, CNPQ, CAPES, pelo suporte financeiro. Ao Núcleo de Mecanização e Agricultura de Precisão (NMAP), pelo auxílio na elaboração do experimento.

## Referências

- ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicides in the management of soybean rust, physiological processes and crop productivity. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 3, p. 245-251, 2018.
- BUZZELLO, G. L.; TREZZI, M. M.; VON HETWIG BITTENCOURT, H.; PATEL, F.; JUNIOR, E. M. Desenvolvimento e rendimento de soja em função da aplicação de ácido indol-butírico, ácido giberélico e cinetina. **Agrarian**, v. 10, n. 37, p. 225-233, 2017.
- CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Hormesis: the dose-response revolution. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**, v. 43, n. 1, p. 175-197, 2003.
- DE CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Ceres**, v. 56, n. 1, 2015.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição Mineral de Plantas. Princípios e perspectivas. Londrina: **Editora Planta**, 2006.
- FAGAN, E. B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R. B.; YEDA, M. P.; MASSIGNAM, L. F.; MARTINS, K. V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010.
- GILIOLI, J. L.; TERASAWA, F.; WILLEMANN, W.; ARTIAGA, O. P. MOURA, E. A. V.; PEREIRA, W. V. Soja: Série 100. FT Sementes, Cristalina, Goiás. 18 p. 1995.
- HALTER S. História do herbicida agrícola glyphosate. In: VELINI, E.D. **Glyphosate**, 2009, Botucatu: FEPAF, p.11-16, 2009.
- HERRERA, C. E. F. Nutripriming, com cobre e manganês em sementes de trigo. Doctoral dissertation, 2016. Universidade de São Paulo.
- JUNIOR, J. A. D. O.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C. P. Efeitos do manganês sobre a soja cultivada em solo de cerrado do triângulo mineiro 1. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n. 8, p. 1629-1636, 2000.
- MALVESTITTI NETO, A. Reguladores de crescimento e adubação orgânica no estresse hídrico da cana-planta. Tese de Doutorado, 2018. Universidade de São Paulo.
- MARCON, E. C.; ROMIO, S. C.; MACCARI, V. M.; KLEIN, C.; LÁJUS, C. R. Uso de diferentes fontes de nitrogênio na cultura da soja. **Revista Thema**, v. 14, n. 2, p. 298-308, 2017.
- MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; NETO, A. I. A.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.
- MUNIER-JOLAIN, N. G. Seed growth rate in grain legume II. Seed growth rate depends on cotyledon cell number. *Journal of Experimental Botany*, v. 49, n. 329, p 1971-1976, 1998.
- ROCHA, B. G.; AMARO, H. T.; PORTO, E.; GONÇALVES, C. C.; DAVID, A. M.; LOPES, E. B. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 91-100, 2018.
- SEGATELLI, C. R. Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação fosfatada e potássica na cultura de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. Tese de Doutorado, 2004. Universidade de São Paulo.
- SILVA, F. M. L.; CAVALIERI, S. D.; SÃO JOSÉ, A. R.; ULLOA, S. M.; VELINI, E. D. Atividade residual de 2, 4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 1, p. 29-36, 2011.
- TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BULISANI, E. A. Deficiência de manganês em soja induzida por excesso de calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 247-250, 1992.
- TSUMANUMA, G. M.; DE CARVALHO, S. J. P.; FANCELLI, A. L.; BERNARDES, M. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E. Crescimento de dois cultivares de soja submetidos a aplicações de herbicidas e fungicidas. **Ceres**, v. 57, n. 6, 2015.
- VIEIRA, E. L. C.; PAULO, R. C. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba, BR: **Editora Agropecuária**, 2001.