

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Instituto de Ciências Agrárias - ICA

Raphael dos Reis Santos

**APLICAÇÃO DE PRODUTOS A BASE DE BIOESTIMULANTES VEGETAIS E
FERTILIZANTES FOLIARES NA CULTURA DA SOJA**

Unai

2020

Raphael dos Reis Santos

**APLICAÇÃO DE PRODUTOS A BASE DE BIOESTIMULANTES VEGETAIS E
FERTILIZANTES FOLIARES NA CULTURA DA SOJA**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Adalfredo Rocha Lobo Junior

Coorientador: Prof. Dr. Luis Henrique Soares

Unai

2020

Raphael dos Reis Santos

**APLICAÇÃO DE PRODUTOS A BASE DE BIOESTIMULANTES VEGETAIS E
FERTILIZANTES FOLIARES NA CULTURA DA SOJA**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Adalfredo Rocha Lobo Junior

Data de aprovação ____/____/____.

Prof. Dr. Adalfredo Rocha Lobo Junior
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Prof. Dr. Leonardo Barros Dobbss
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Prof. Dr. Jefferson Luiz Antunes Santos
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Unai

1. INTRODUÇÃO GERAL

Globalmente a soja é um dos principais produtos agrícolas na economia. No Brasil, ela é a cultura que lidera em volume de produção e extensão de área. A soja está presente em 20 estados brasileiros e apresenta média de produtividade de 3.540 kg/ha. Segundo a Conab (2019), na safra 2019/2020, a produção de soja foi de 124,8 milhões de toneladas, utilizando área de 36,7 milhões de hectares.

Em razão das diversificadas formas de utilização em segmentos distintos, a soja é vastamente difundida e tem um papel fundamental para a economia nacional. A soja é utilizada para a produção de proteína animal, e atualmente tem tido um crescimento progressivo na alimentação humana, fixando uma cadeia agroindustrial, sendo apontada também uma possibilidade para utilização na produção de biocombustíveis.

Conforme Zanela et al (2009), a soja é a principal oleaginosa em produção sob cultivo extensivo, com um rendimento maior de proteínas por hectares do que qualquer outra planta de lavoura. A criação de novas áreas de produção e a disseminação do consumo de soja talvez seja essencial para o abastecimento da população mundial. Devido a isso, a tecnologia de produção desta oleaginosa vem sendo uma das mais aprimoradas do mundo.

Segundo Yakhin et al. (2017), os bioestimulantes são formulados a base de origem biológica que, devido propriedades emergentes ou novas de seu complexo de constituintes, são capazes de alavancar a produtividade das culturas.

A aplicação destes produtos tem sido cada vez mais presente na agricultura como tentativa de se alcançar incrementos de produtividade. Os bioestimulantes podem modificar ou regular processos fisiológicos das plantas, podendo assim estimular o crescimento vegetal, reduzir os efeitos dos estresses abióticos e tendo como resultado um aumento da sua produtividade (YAKHIN et al., 2017).

Embora a escassez de dados na literatura, como os anteriormente citados, no Brasil ainda há poucas informações sobre o efeito da aplicação de bioestimulantes em plantas que possam subsidiar futuras recomendações para cultivos agrícolas. Assim, neste estudo, objetivou-se avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação, via foliar, de bioestimulante comerciais recomendados para a cultura da soja.

2. REFERENCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em 06 de julho de 2020

ZANELA C.; WINKEL, H. L. CARNEIRO, P. H. **Aspectos Econômicos da Cultura da Soja**. Disponível: <https://projetosfree.tripod.com/soja.htm>. Acessado em 08/03/2020.

YAKHIN, O.I.; LUBYANOV, A.A.; YAKHIN, I.A.; BROWN, P.H. Biostimulants in plant science: a global perspective. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.2049, p.1-32, 2017.

RESUMO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das principais commodities da economia brasileira, sendo assim, é relevante a utilização de técnicas que impulsionem o potencial fisiológico das plantas para atingir altos níveis de produtividade. Para tal fim, o uso de bioestimulantes tornou-se mais frequente nas lavouras do país. O presente trabalho tem como objetivo verificar o efeito de produtos à base de bioestimulantes e fertilizantes foliares, por meio do tratamento de semente (TS) com Impulse L[®] e aplicações foliares (AF) com Active[®] e S-Max[®] em diferentes estádios da cultura de soja. O experimento foi conduzido em área experimental irrigada por pivô central pertencente a Cultive Tecnologia Agrícola, localizada na Fazenda São Severino, município de Guarda-Mor - MG, entre dezembro de 2019 e abril 2020. O mesmo foi constituído por oito tratamentos (T₁ – Controle (nenhuma aplicação), T₂ - Impulse L[®] (TS), T₃ - Active[®] (V_{3/4}), T₄ - Impulse L[®] (TS) + Active[®] (V_{8/10}), T₅ - S-Max[®] (R₁ + R₃), T₆ - Impulse L[®] (TS) + Active[®] (V_{8/10}) + S-Max[®] (R₁), T₇ - Impulse L[®] (TS) + Active[®] (V_{3/4}) + S-Max[®] (V_{8/10} + R₁), T₈ - Impulse L[®] (TS) + Active[®] (V_{8/10}) + S-Max[®] (R₁ + R₃) e quatro repetições, totalizando trinta e duas unidades experimentais. A cultivar utilizada foi HO MARACAÍ IPRO - 77HO110 IPRO – com população final de 175.000 plantas ha⁻¹, em delineamento em blocos casualizados (DBC). As avaliações realizadas foram: altura de plantas, número de nós na haste principal, número de ramificações, número de nós nas ramificações, número de nós totais, número de vagens, massa seca de caule e vagens, produtividade e peso de mil grãos. Em altura de planta, o T₈ incrementou 10,3cm em relação ao T₁. Quanto ao número de nós na haste principal, quando comparado ao T₁, não houve diferença estatística. O número de ramificações, assim como número de nós nas ramificações não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Para nós totais, apenas o T₈ foi superior ao T₁, apresentando aumento de 14,3 nós planta⁻¹. Na variável número de vagens, T₈ incrementou 66 vagens planta⁻¹, quando comparado a T₁, cuja foi o que apresentou menor valor. Para massa de caule, o T₈ foi superior ao T₁, com incremento de 11,2g planta⁻¹. Na variável massa de vagens, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Para produtividade, os tratamentos T₆ e T₈ se destacaram quando comparado ao T₁, tendo estes tratamentos apresentado incremento de 24,2 sacas planta⁻¹ e 19,8 sacas planta⁻¹ em relação a T₁. Em peso de mil grãos, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Deste modo, é possível concluir que o uso de bioestimulantes e fertilizantes foliares, podem melhorar os

parâmetros fitotécnicos, posicionados conforme T8 e incrementar na produtividade posicionados como T6 e T8.

Palavras chave: Avaliações; *Glicine Max*; Incremento; Produtividade.

ABSTRACT

Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] is one of the main commodities in the Brazilian economy, so it is relevant to use techniques that boost the physiological potential of plants to achieve high levels of productivity. To that end, the use of biostimulants has become more frequent in the country's crops. The present project aimed to verify the effect of products using seed treatment (TS) with Impulse L® and leaf applications (AF) with Active® and S-Max® in different stadiums of soybean culture. The experiment was carried out in an experimental area irrigated by a central pivot belonging to Cultive Tecnologia Agrícola, located at Fazenda São Severino, in the municipality of Guarda-Mor - MG, between December 2019 and April 2020. It consisted of eight treatments (T1 - Control, T2 - Impulse L® (TS), T3 - Active® (V3 / 4), T4 - Impulse L® (TS) + Active® (V8 / 10), T5 - S-Max® (R1 + R3), T6 - Impulse L® (TS) + Active® (V8 / 10) + S-Max® (R1), T7 - Impulse L® (TS) + Active® (V3 / 4) + S-Max® (V8 / 10 + R1), T8 - Impulse L® (TS) + Active® (V8 / 10) + S-Max® (R1 + R3) and four repetitions, totaling thirty-two experimental units. The cultivar utilized was HO MARACAÍ IPRO - 77HO110 IPRO - with a final population of 175,000 plants ha⁻¹, in a randomized block design (DBC). As evaluations were carried out, plant height, number of nodes in the main pressa, number of branches, number of nodes in the branches, number of total nodes, number of pods, dry mass of caule and pods, productivity and weight of a thousand grains. At plant height, the T8 increased by 17.9 and 15.7% compared to T2 and T1, respectively. For number of nodes in the main pressa, there was a reduction of 17.7 and 14.9% in T2 and T3, respectively, when compared to T8. Number of branches, T8 increased by 64.2 and 35.2%, compared to T4 and T6, respectively. In number of nodes in the branches, T1 and T4 decreased by 39.9% when compared to T8. For total nodes, all treatments higher than T1, with the largest increase in T8, of 36.8%. Number of pods, T8 increased 93.8%, when compared to T1, whose opinion was the one with the lowest values. For caule mass, only T2 was lower than T1, with a 10.2% reduction. In mass of pods, T8 showed an increase of 72.2 and 45.3% when compared to T1 and T5, respectively. For productivity, there was a gain of 31.0 and 24.2 bags ha⁻¹, from T6 in relation to T3 and T1 respectively. In weight of a thousand grains, only T3 and T5 were lower than T1, with a reduction of 3.1 and 4.2%, respectively. Therefore it is concluded that, the treatment of seeds with impulse L increases the phytotechnical parameters and productivity; the application of Active in V2 / 4 increases the

mass of caule, number and mass of pods, but reduces the mass of a thousand grains and productivity; the application of S-Max ($R1 + R2 / 3$) increases the number and mass of pods, reduces the mass of a thousand grains and increases productivity; a combination of [Impulse L (TS) + Active (V8 / 10) + S-Max ($R1 + R2 / 3$)] provides the greatest increase in productivity compared to Control.

Keywords: Evaluations; Glicine Max; Increment; Productivity.

SUMÁRIO

3. INTRODUÇÃO	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1. Caracterização da área experimental e dos tratos culturais	11
4.2. Caracterização do ensaio.....	14
4.3. Avaliações.....	16
4.3.1. Altura de plantas.....	16
4.3.2. Massa de matéria seca	16
4.3.4. Número de vagens	16
4.3.5. Produtividade.....	17
4.3.6. Massa de 1000 grãos	17
4.4. Análise estatística.....	17
5. RESULTADOS.....	17
6. DISCUSSÃO.....	27
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS	30

3. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das culturas com maior importância mundial. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção de soja foi de aproximadamente 124,9 milhões de toneladas na safra 2019/2020, apresentando uma alta de 4,3% quando comparada à anterior (CONAB, 2020).

Segundo Soares (2014), a cultura de soja possui um potencial produtivo controlado por características genéticas contidas na semente. Contudo, devido às condições de ambiente, temperatura, fotoperíodo e fatores químicos e físicos do solo, a cultura não expressa totalmente sua produtividade, o que de fato chega aos valores atuais. Perante esse contexto, com intuito de aumentar a eficiência e o nível de produtividade da cultura, adaptações fisiológicas foram feitas utilizando a aplicação de bioestimulantes (KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011).

Por esse ângulo, o uso de bioestimulantes no tratamento de sementes e na aplicação foliar mostra-se muito próspero (KHAN et al., 2009; CRAINGIE, 2011; SOARES, 2014). Os bioestimulantes são compostos por extratos de algas, hormônios sintéticos ou algum subproduto de fermentação e, na grande maioria contém aminoácidos em sua formulação (COLLA et al., 2014; SHALABY; EL-RAMADY, 2014).

Os extratos de algas são considerados bioestimulantes e, quando são aplicados via solo ou foliar, aumentam o conteúdo de clorofila, aumentam a capacidade de retenção de água, proporcionam maior tolerância a estresses bióticos e abióticos e maximizam a taxa fotossintética e a absorção de nutrientes (CRAINGIE, 2011). Os aminoácidos similarmente aos extratos de algas constituem os bioestimulantes, na qual são moléculas orgânicas que possuem nitrogênio, carbono, hidrogênio e oxigênio. Também possuem um radical orgânico ligado a essa estrutura, característica que diferencia os aminoácidos entre si (BUCHANAN et al., 2000).

Os fertilizantes via folha, tal como os bioestimulantes, tem como objetivo complementar ou suplementar as necessidades nutricionais da planta (REZENDE et al., 2005). A aplicação de macro e micronutrientes apenas justifica-se quando o solo é pobre em determinado nutriente e ou quando diminui a eficiência de absorção pelo sistema radicular, porém a forma mais prática é fazer a adubação via solo (ZAMBOLIM, 2000).

Além disso, os nutrientes podem ser adicionados aos bioestimulantes, para atuar em funções específicas na cultura, como fixação biológica, ativadores enzimáticos e no próprio

desenvolvimento da planta (SOARES, 2014). Dentre eles, estão molibdênio (Mo) e níquel (Ni), junto com o elemento benéfico cobalto (Co), são fundamentais para o metabolismo do nitrogênio nas plantas (MARSCHNER, 2012), manganês (Mn), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu) ativadores enzimáticos contra as espécies reativas de oxigênio (EROS) (SOARES, 2014).

Por conseguinte, são necessários estudos que comprovem os efeitos causados por bioestimulantes e fertilizantes foliares, entretanto há poucos estudos a respeito do posicionamento ideal destes produtos comerciais e se realmente apresentam resultados conforme apresentado nas garantias do produto. Deste modo, com o pressuposto que existe uma dosagem e momento ideal de aplicação que possibilite um aumento na produtividade da soja, o presente trabalho tem como objetivo verificar o efeito de produtos via tratamento de semente com Impulse L[®] e aplicações foliares com Active[®] e S-Max[®] em diferentes estágios da cultura de soja.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental e dos tratamentos culturais

O experimento foi conduzido em uma área experimental irrigada por pivô central pertencente a Cultive Tecnologia Agrícola, localizada na Fazenda São Severino, município de Guarda-Mor - MG (17°39'28.85"S e 47°03'17.44"O e 622 m de altitude) (Figura 1) entre dezembro de 2019 e abril 2020. O local, segundo a classificação de Köppen, apresenta um clima tropical com estação seca de inverno (Aw).



Figura 1: Área experimental da Cultive Tecnologia Agrícola. Guarda-Mor - MG, Safra: 2019/2020.

No mês de outubro de 2019, foram coletadas amostras superficiais de solo (profundidade de 0-20 cm) para análise de rotina (fertilidade). Para coleta, as amostras foram georreferenciadas, com bases em imagens de NDVI. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de solo (0-20 cm de profundidade) da área de condução do ensaio intitulado: “Efeito de aplicação de bioestimulantes e fertilizantes foliares na cultura da soja”. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu, MG, Safra: 2019/2020.

Profundidade	pH	S	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al		
	CaCl ₂	--- mg dm ⁻³ ---	---	-----	-----	mmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----		
0-20 cm	5,8	7,9	117,9	2,1	31,5	18,5	0	31		
-	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	V	m	M.O.
-	-----	mg dm ⁻³ -----	-----	-----	-----	cmol _c dm ⁻³ -----	-----% ----	-----	mg dm ⁻³	
0-20 cm	0,5	2,2	20,9	4,4	9,7	52,6	83,6	63	0	27,7

P = [resina]; S-SO₄ = [turbidimetria]; K, Ca, Mg = [Espectrometria de absorção atômica]; Al = [KCL 1 mol L⁻¹]; M.O. = [Espectrofotometria]; H+Al = [Solução Tampão SMP a pH 7,5]; B = [azometrina-H]; Cu, Fe, Mn, Zn = [DTPA].

Na semeadura, não foi feito nenhum tipo de fertilização via solo. Para manejo das plantas daninhas, na dessecação pré-semeadura foi realizada a aplicação de Helmozone (Paraquat

200 g [i.a.] na dose de 2 L ha⁻¹). Aos 28 dias após a semeadura, no estágio V_{3/4} foi realizada a aplicação de Roundup WG[®] (glifosato 480 g [i.a.] L⁻¹ na dose de 2 kg ha⁻¹), Poquer (cletodim 240 g [i.a.] L⁻¹ na dose de 800 mL ha⁻¹), Vezir (imazetapir 106 g [i.a.] L⁻¹ na dose de 350 mL ha⁻¹), LI700 (50 mL ha⁻¹) e Iharol Gold (150 mL ha⁻¹). Para o manejo de pragas, foi realizada a aplicação de Avatar (indoxacarbe – 150 g [i.a.] L⁻¹ na dose de 400 mL ha⁻¹), Sperto (acetamiprido 250 g [i.a.] L⁻¹ na dose de 800 mL ha⁻¹ + bifentrina 250 g [i.a.] L⁻¹ na dose de 250 mL ha⁻¹) e LI700 (50 mL ha⁻¹) aos 54 dias após a semeadura e Magnum (acefato 970 g [i.a.] aos 75 dias após a semeadura. Para manejo de doenças foi realizado aplicação de Unizeb Gold (mancozeb 750 g [i.a.] kg⁻¹ na dose de 1,5 kg ha⁻¹) e Vessarya (picoxistrobina 100 g [i.a.] L⁻¹ + benzovindiflupir 50 g [i.a.] L⁻¹ na dose de 600 mL ha⁻¹) aos 54 dias após a semeadura e Approach Prima (picoxistrobina 200 g [i.a.] + ciproconazole 80 g [i.a.] aos 75 DAS.

Os dados climáticos referentes ao mês de abril, quando as plantas estavam na fase final do ciclo, não foram coletados devido problemas técnicos na estação de monitoramento. Nos demais períodos, as condições meteorológicas permaneceram favoráveis ao desenvolvimento da cultura de soja durante todo o período do ensaio. Foram mensurados durante o período monitorado um total de 722,2 mm. A precipitação ideal para a cultura de soja varia entre 450 e 800 mm, bem distribuídos.

Em relação à temperatura, a mínima (16,3° C) esteve sempre acima da temperatura basal para a cultura da soja (Figura 2), a qual é de 10°C (BROWN, 1960). Valores de temperaturas abaixo de 18 °C reduzem o crescimento da cultura de soja, pois afeta a atividade fotossintética e reduz a atividade de enzimas (BOARD; ZHANG; HARVILLE, 1996). A temperatura máxima também esteve, durante a maior parte do ensaio (apenas em um dia a temperatura esteve em 35,1° C), abaixo da temperatura basal superior (35°C) para a cultura de soja (Figura 2). Temperaturas acima de 35°C causam efeitos similares aos das baixas temperaturas, além de reduzir drasticamente a fotólise da água, o que compromete o crescimento das plantas (FERRIS et al., 1998).

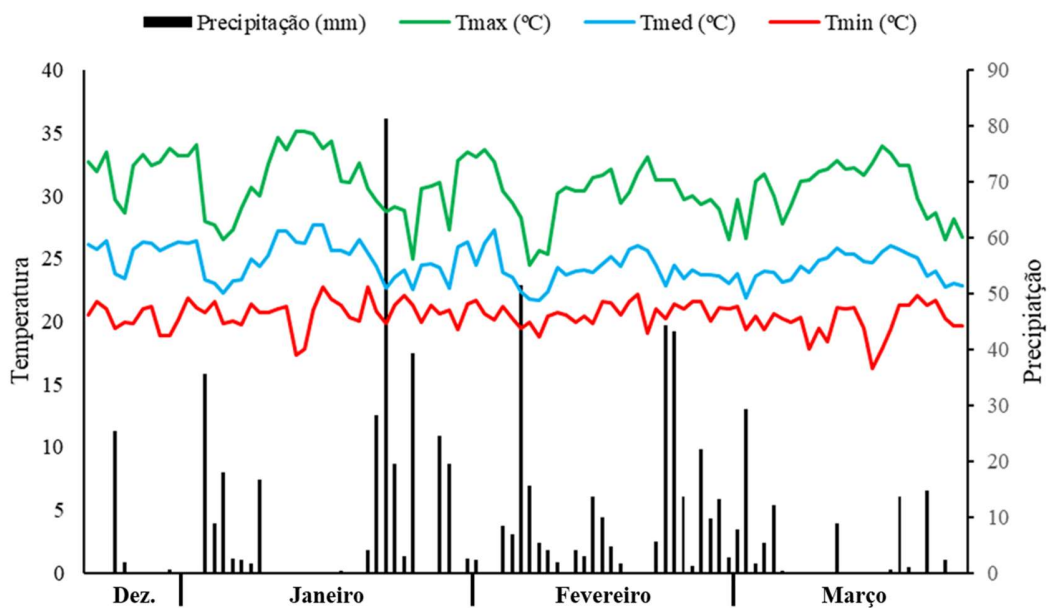


Figura 2 Valores de temperatura máxima (Tmax, °C), média (Tmed, °C) e mínima (Tmin, °C) e de precipitação pluvial (mm) referentes ao período de condução experimental. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu, MG, Safra: 2019/2020.

4.2. Caracterização do ensaio

Foi utilizada a variedade cultivada HO MARACAÍ IPRO - 77HO110 IPRO com população final de 175.000 plantas por hectare, constituído por 8 tratamentos e 4 repetições (Tabela 2). Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas com 8 metros (m) de comprimento por 0,5 m entrelinhas, totalizando uma área de 16 m². Assim, a área total do experimento foi de 512 m². A área útil de cada parcela foi constituída pelas linhas centrais, descartando 1,0 m em cada extremidade da parcela.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no ensaio intitulado: “Efeito de aplicação de bioestimulantes e fertilizantes foliares na cultura da soja”. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

Tratamentos	Descrição		
	Produto	Dose	Época de aplicação
T ₁	Controle	-	-
T ₂	¹ Impulse L [®]	100 mL ha ⁻¹	Tratamento de sementes
T ₃	² Active [®]	1000 mL ha ⁻¹	V _{2/4}
T ₄	Impulse L [®]	100 mL ha ⁻¹	Tratamento de sementes
	Active [®]	1000 mL ha ⁻¹	V _{8/10}
T ₅	³ S-Max [®]	500 mL ha ⁻¹	R ₁
	S-Max [®]	500 mL ha ⁻¹	R _{2/3}
T ₆	Impulse L [®]	100 mL ha ⁻¹	Tratamento de sementes
	Active [®]	1000 mL ha ⁻¹	V _{8/10}
	S-Max [®]	500 mL ha ⁻¹	R ₁
T ₇	Impulse L [®]	100 mL ha ⁻¹	Tratamento de sementes
	Active [®]	1000 mL ha ⁻¹	V _{2/4}
	S-Max [®]	500 mL ha ⁻¹	V _{8/10}
	S-Max [®]	500 mL ha ⁻¹	R ₁
T ₈	Impulse L [®]	100 mL ha ⁻¹	Tratamento de sementes
	Active [®]	1000 mL ha ⁻¹	V _{8/10}
	S-Max [®]	500 mL ha ⁻¹	R ₁
	S-Max [®]	500 mL ha ⁻¹	R _{2/3}

¹Impulse L[®] - 1% cobalto, 10% molibdênio, 1% zinco, 1% enxofre, 2% nitrogênio, extrato de alga e aminoácidos.

²Active[®] - 15% nitrogênio, 0,1% molibdênio, 0,05% boro, 0,05% cobalto, 0,1% cobre, 1,5% manganês, 1% zinco, 1% cálcio, 0,5% magnésio, 6% carbono total e aminoácidos. ³S-Max[®] - 50% enxofre

As doses dos produtos e o posicionamento das aplicações, conforme apresentado na Tabela 2, são recomendadas pelo fabricante. As doses foram feitas com base na recomendação e ajustadas para fazer o tamanho das parcelas (m²). As aplicações foliares foram realizadas com pulverizador costal propelido a CO₂. A barra utilizada continha quatro bicos tipo leque, perfazendo 2,25 m de comprimento e com pressão de 2 bar. O volume de calda, para fazer as quatro repetições, foi de 1,1 litros, sendo a mesma composta por água, volume do produto destinado ao tratamento e 0,5 ml de adjuvante.

4.3. Avaliações

4.3.1. Altura de plantas

Durante o estágio de pleno enchimento dos grãos, foram coletadas quatro plantas em cada unidade experimental. Em seguida, com o auxílio de uma fita métrica foi medida a altura de plantas, tomando desde o colo da planta até o ápice do caule. Por fim, foi realizada a média entre as repetições e os resultados expressos em centímetros por planta.

4.3.2. Massa de matéria seca

As determinações de massa de matéria seca de caule e vagens foram realizadas durante a fase de pleno enchimento dos grãos, utilizando quatro plantas para cada repetição. Cada órgão da planta foi acondicionado, separadamente em sacos de papel, e a secagem das diferentes partes da planta foi realizada utilizando-se o método padrão de secagem em estufa com circulação de ar forçada e com temperatura de 65° C, até peso constante.

4.3.3. Número de nós e ramos laterais

Antes da colheita, foram coletadas quatro plantas em cada unidade experimental para contabilização do número de nós da haste principal e das hastes secundárias (ramos laterais). Ainda foi contabilizado o número de ramos laterais.

4.3.4. Número de vagens

Antes da colheita das plantas, foi contabilizado o número total de vagens das plantas. Para isso, foram coletadas quatro plantas para cada unidade experimental.

4.3.5. Produtividade

As plantas foram colhidas manualmente considerando-se as duas fileiras centrais. Foi descartado 0,5 m em cada extremidade. Logo após, as plantas foram trilhadas em trilhadora acoplada ao trator. Foi determinado o teor de água dos grãos e efetuado o cálculo da produtividade (produção por unidade de área) com o teor de água corrigido para 13% ($0,13 \text{ g g}^{-1}$). Para pesagem dos grãos, foi utilizada uma balança digital com precisão de 0,01 grama.

4.3.6. Massa de 1000 grãos

Após a colheita, foi coletado uma amostra dos grãos de cada unidade experimental. Destes grãos, foi determinado a umidade e contados, aleatoriamente, 4 repetições de 100 grãos cada. A média destes valores foi utilizada para determinar a massa de 1000 grãos.

4.4. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, constituído por oito tratamentos, com quatro repetições, o que totalizou trinta e duas unidades experimentais. Os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2010).

5. RESULTADOS

Com relação à altura de plantas, apenas o tratamento 8 [Impulse L (TS) + Active ($V_{8/10}$) + S-Max ($R_1 + R_{2/3}$)] apresentou altura de plantas superior ao tratamento 1 (Controle), com incremento de 10,3 cm. Os demais tratamentos não diferiam do controle nem do tratamento 8 (Figura 3).

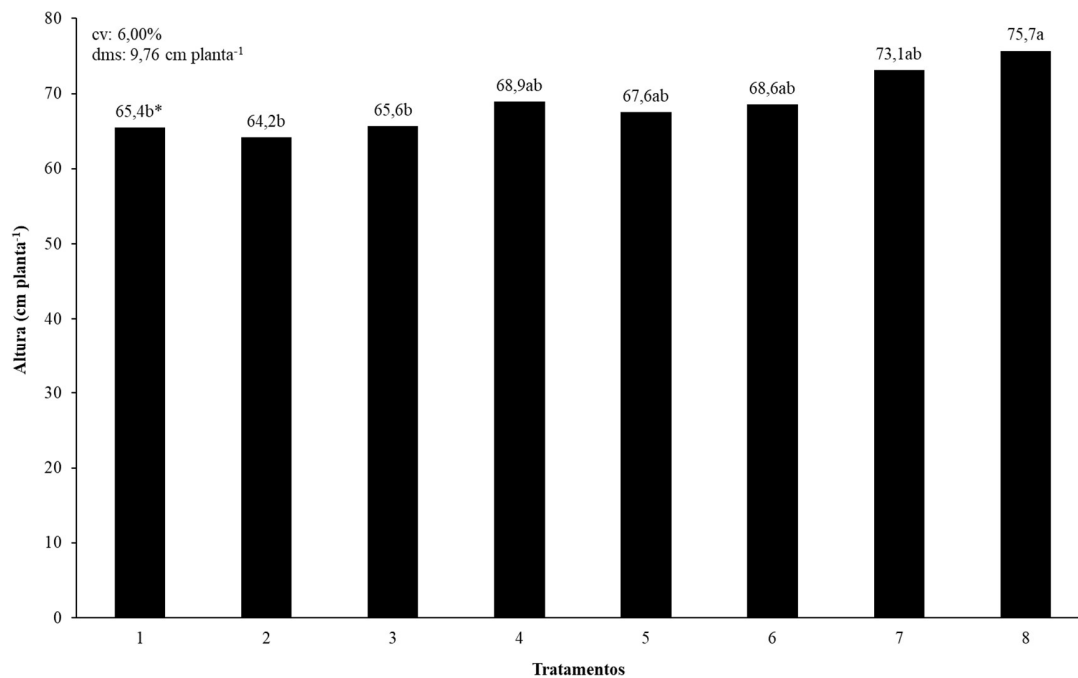


Figura 3. Altura de plantas (cm planta⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O tratamento 8 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10}) + S-Max (R₁ + R_{2/3})] apresentou o maior número de nós na haste principal, o qual diferiu dos tratamentos 2 [Impulse L (TS)], 3 [Active (V_{2/4})], 5 [S-Max (R₁ + R_{2/3})] e 6 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10})], porém quando comparado ao T1, não apresentou diferença significativa (Figura 4).

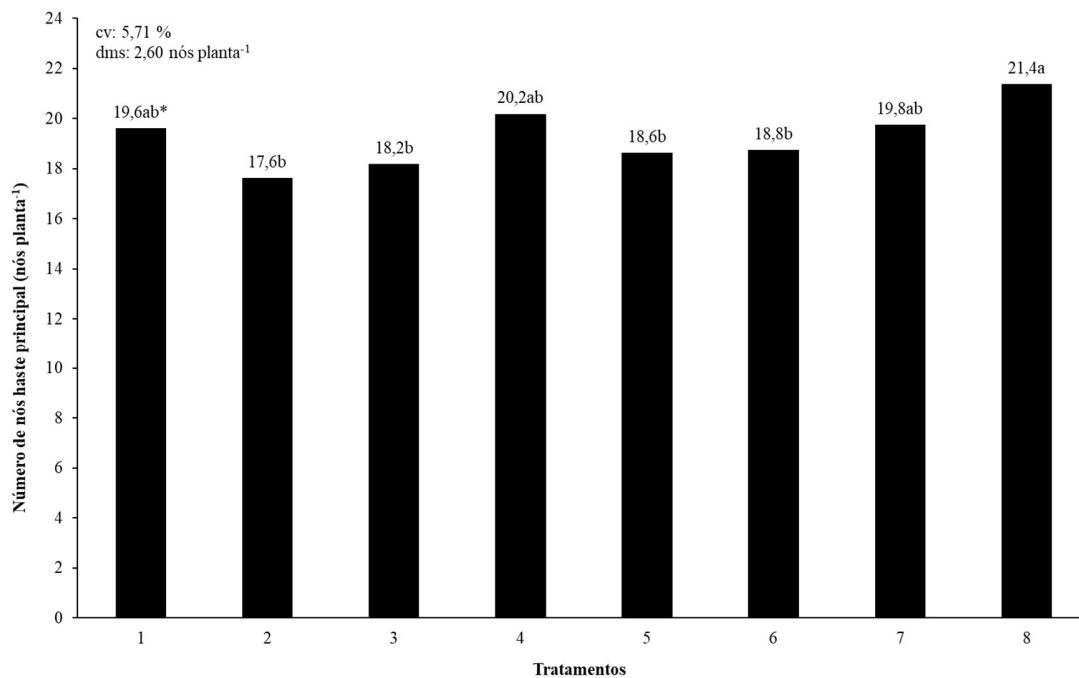


Figura 4. Número de nós na haste principal (nós planta⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para os resultados de número de ramificações, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo esta, uma característica fitotécnica não influenciada pelos diferentes tratamentos (Figura 5).

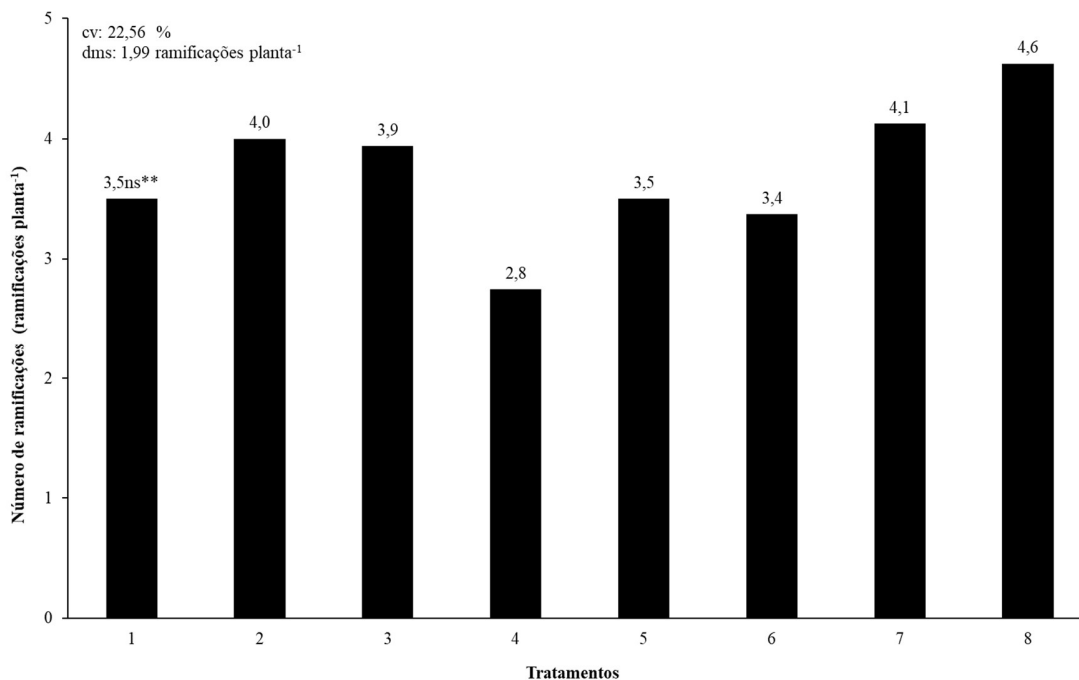


Figura 5. Número de ramificações (ramificações planta⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

**ns: não significativo.

Para os resultados de número de nós nas ramificações, não houve diferença significativa entre o controle e os tratamentos, mostrando que esta não é uma característica influenciada pelos diferentes tratamentos utilizados (Figura 6).

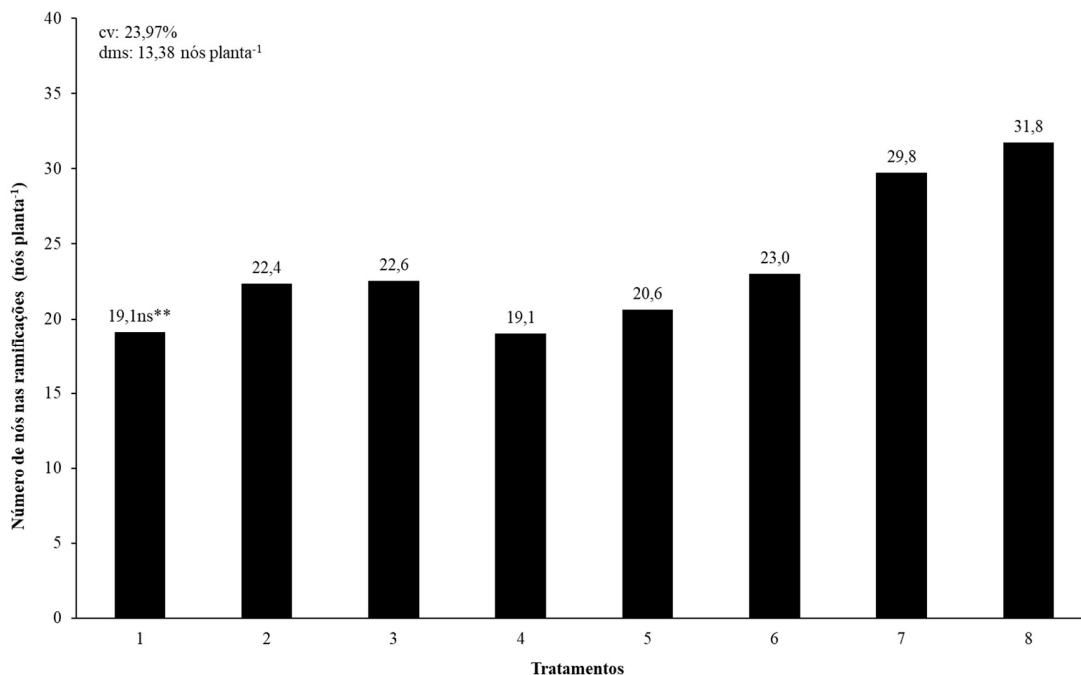


Figura 6. Número de nós nas ramificações (nós planta⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

**ns: não significativo.

Os valores de número de nós total é o somatório do número de nós na haste principal e o número de nós nas ramificações. Desta forma, o maior número de nós total foi observado no tratamento 8 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10}) + S-Max (R₁ + R_{2/3})], apresentando valores superiores de 14,3 e 13,8 nós em relação aos tratamentos 1 (Controle), 4 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10})] e 5 [S-Max (R₁ + R_{2/3})], respectivamente (Figura 7).

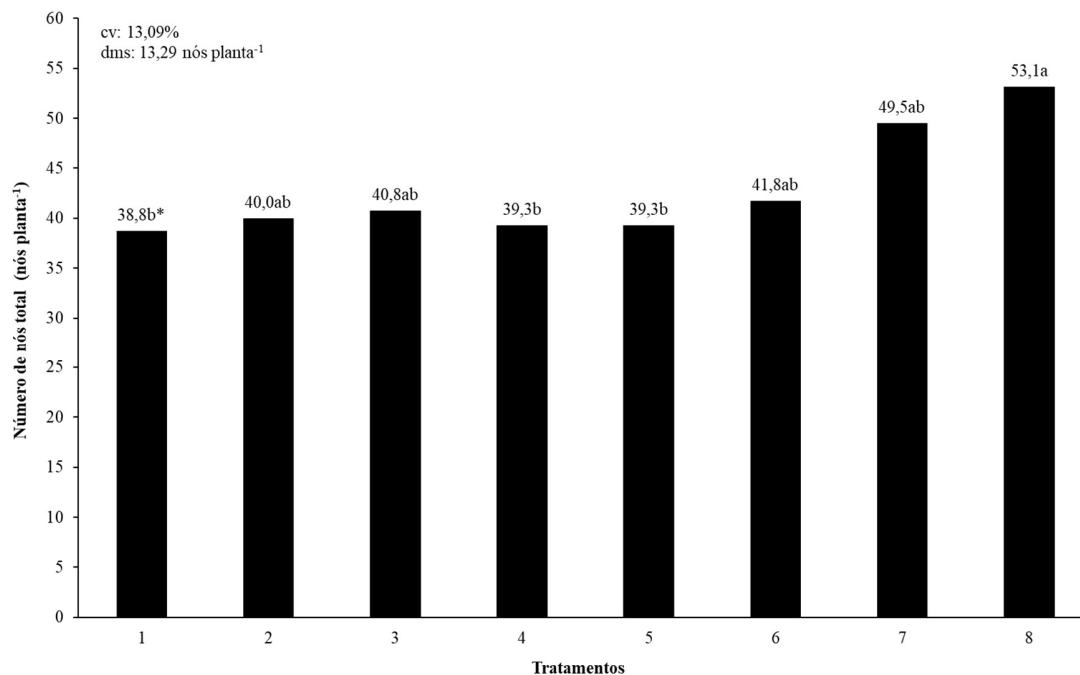


Figura 7. Número de nós total (nós planta⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para os resultados de massa seca de caule, o tratamento 8 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10}) + S-Max (R₁ + R_{2/3})] apresentou incremento médio superior em 11,2 e 12,1 g planta⁻¹ quando comparado aos tratamentos 1 (Controle) e 2 [Impulse L (TS)]. No entanto, não apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos (Figura 8).

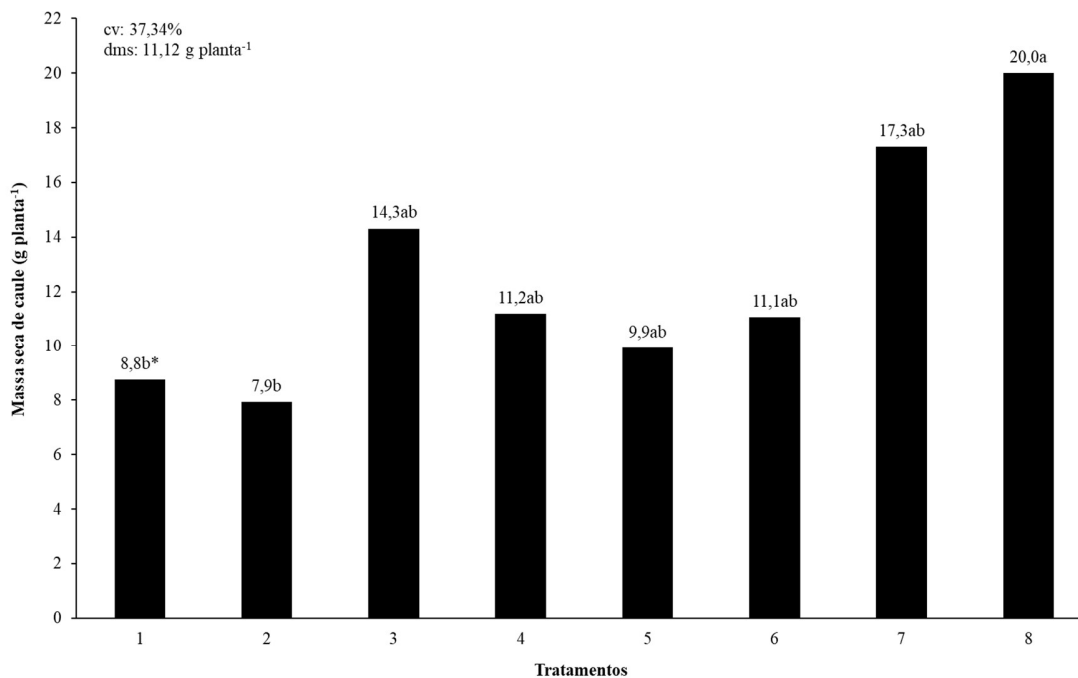


Figura 8. Massa seca de caule (g planta⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para os dados de número de vagens, o tratamento 8 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10}) + S-Max (R₁ + R_{2/3})] apresentou incremento médio de 66 vagens planta⁻¹ em relação ao tratamento controle. Os demais tratamentos não diferiram entre si nem do tratamento 8 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10}) + S-Max (R₁ + R_{2/3})] (Figura 9).

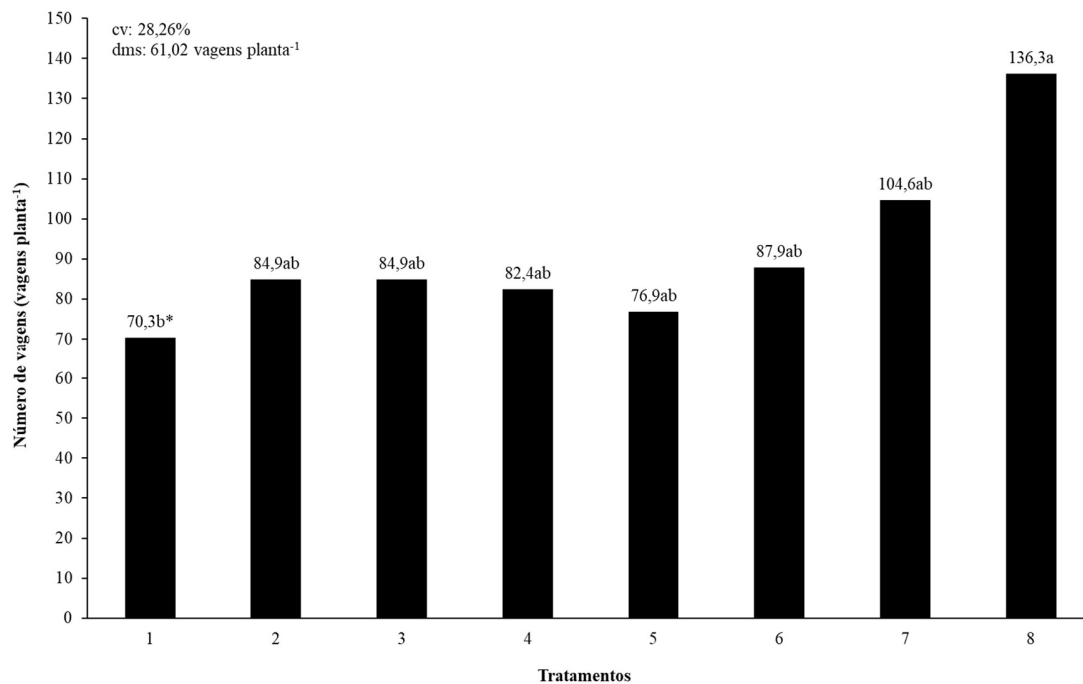


Figura 9. Número de vagens (vagens planta⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para variável massa seca de vagens, não houve diferença significativa entre o controle e os demais tratamentos, demonstrando assim, não ser uma característica influenciada pela aplicação dos tratamentos (Figura 10).

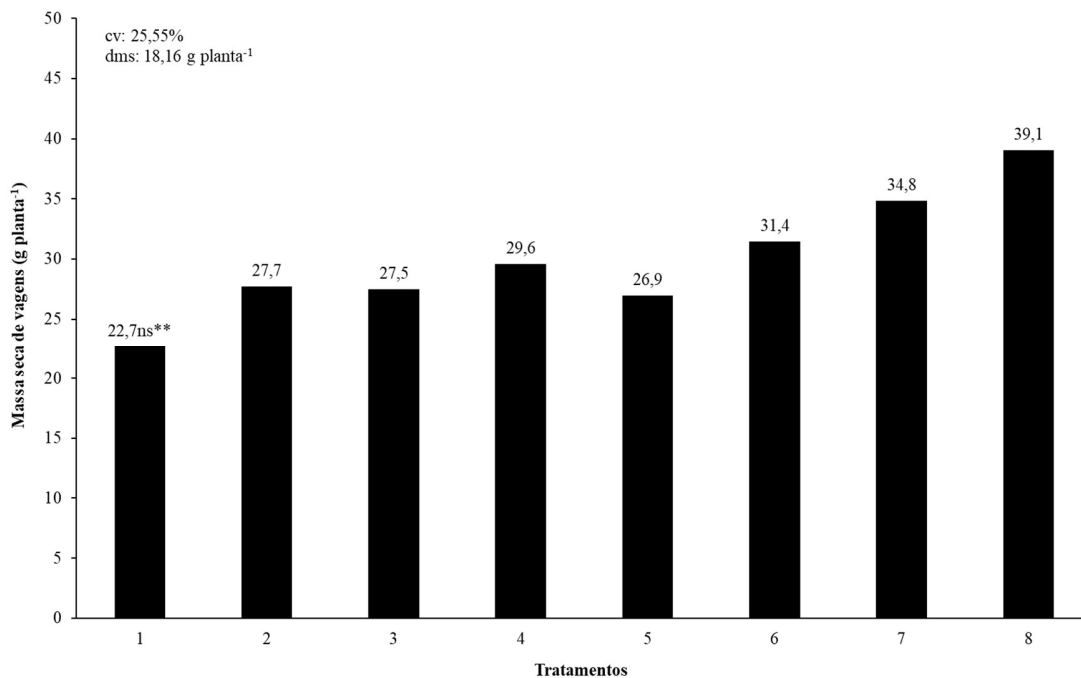


Figura 10. Massa seca de vagens (g planta⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020. ****ns:** não significativo.

A variável peso de mil grãos não apresentou diferença significativa dos tratamentos em relação ao tratamento T1 controle, porém o tratamento 2 [Impulse L (TS)] apresentou o maior valor de massa de 1000 grãos, apresentando este aumento significativo quando comparado aos tratamentos 3 [Active (V_{2/4})] e 5 [S-Max (R₁ + R_{2/3})] (Figura 11).

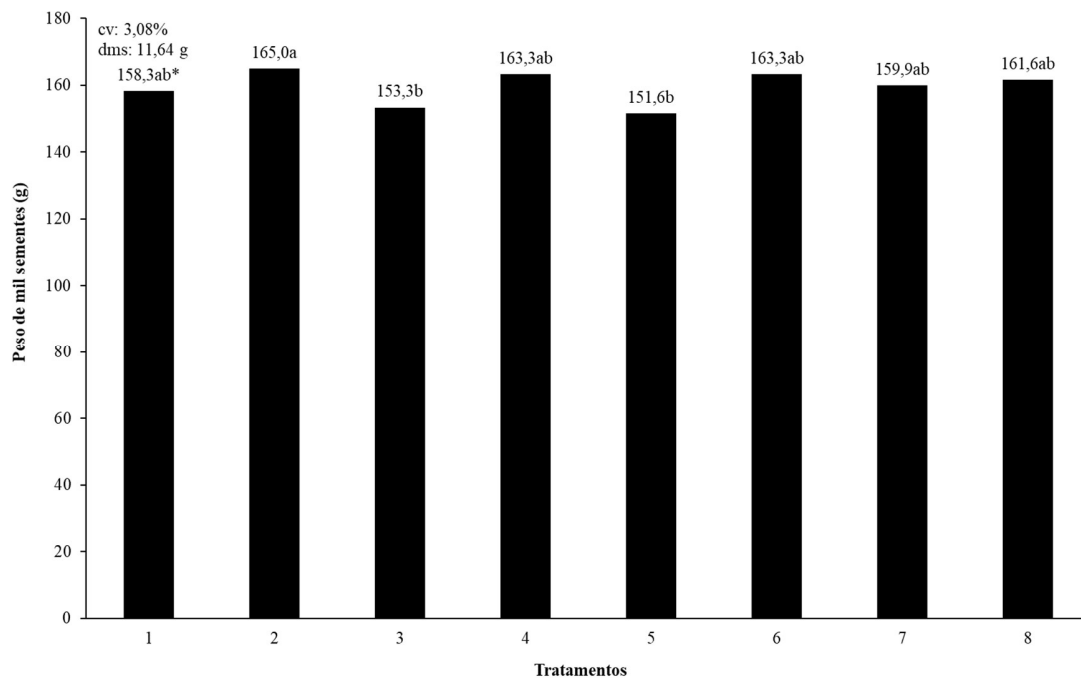


Figura 11. Peso de 1000 grãos (g) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020.

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O tratamento 6 [Impulse L (TS) + Active ($V_{8/10}$) + S-Max (R_1)] apresentou a maior produtividade, com incremento de 24,2, 16,8, 31 e 17,1 sacas ha^{-1} em relação aos tratamentos 1 (Controle), 2 [Impulse L TS], 3 [Active ($V_{2/4}$)] e 5 [S-Max ($R_1 + R_{2/3}$)], respectivamente. Os tratamentos 7 [Impulse L (TS) + Active ($V_{2/10}$) + S-Max ($V_{8/10} + R_1$)] e 8 [Impulse L (TS) + Active ($V_{8/10}$) + S-Max ($R_1 + R_{2/3}$)] apresentaram incremento de 16,4 e 20,1 sacas ha^{-1} em relação ao controle, respectivamente (Figura 12).

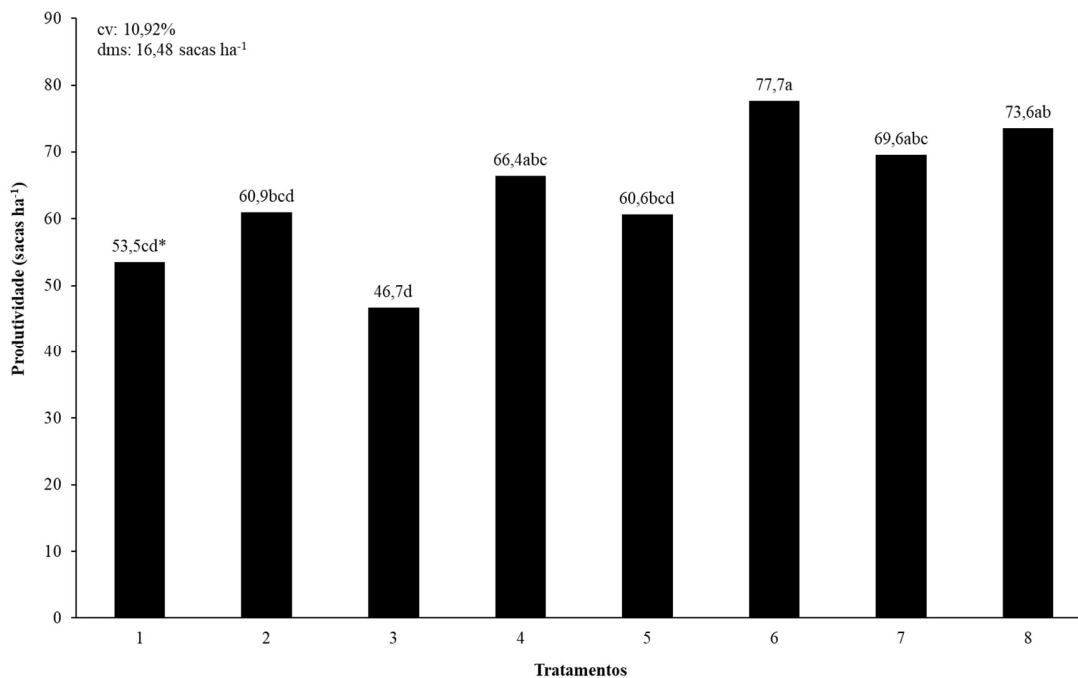


Figura 12. Produtividade (sacas ha⁻¹) ao final da condução experimental. Tratamentos: vide Tabela 2. Cultive Tecnologia Agrícola. Paracatu-MG, Safra: 2019/2020
*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

6. DISCUSSÃO

A altura de plantas (Figura 3) é uma das características que pode influenciar na produtividade, visto que, quando há plantas com alturas elevadas, as mesmas podem se autosombrear, reduzindo desta maneira as atividades fotossintéticas nos baixeiros das plantas (LARCHER, 2004). Os resultados obtidos no trabalho, afirmam que o parcelamento de enxofre fornecido pelo produto S-Max (50% de S) a partir do estágio reprodutivo na cultura de soja, é capaz de influenciar na altura de plantas. Os resultados encontrados discordam de Resende, et al. (2011), na qual relata que o enxofre não está relacionado à altura de plantas, tendo apenas resultados quando utilizados nitrogênio, potássio e fósforo.

O resultado obtido no trabalho diverge das afirmações de Board e Kahlon, (2011); Soares, (2016), nos quais os mesmos relatam que o número de nós (Figura 4, 6 e 7) em plantas é importante para a determinação da produtividade, ainda que as ramificações sejam geneticamente reguladas, estas podem aumentar conforme aumenta o número de nós. Deste modo, com um incremento no número de nós, a planta tem uma maior quantidade de locais para inserção de

ramificações, assim, ocorre a potencialização da produtividade. Os tratamentos que apresentam maior produtividade não demonstraram maiores valores em número de nós na haste principal.

Segundo Ohyama et al., (2013) a quantidade de ramificações laterais é um componente de produção que regula o potencial produtivo de soja, por influenciar no número de nós reprodutivos formados, repercutindo posteriormente em vagens. Diferindo assim, dos resultados apresentados no trabalho, onde o mesmo tratamento, com maior produtividade, não apresentou maior número de ramificações (Figura 5) e nem números de nós total (Figura 7).

O desenvolvimento de estruturas de caule é de extrema relevância para as plantas de soja, pois é no caule que as gemas vegetativas e reprodutivas estão localizadas. Portanto, o aumento da massa pode ser um indicativo do aumento do potencial reprodutivo. Todavia, considerando que o aumento excessivo de massa de caule pode culminar na maior produção de folhas ocasionando sombreamento e reduzindo a fotossíntese líquida das plantas por incrementar a respiração (SOARES, 2017), sendo um resultado condizente com esse estudo, onde o tratamento 6 não apresentou diferença significativa para a variável massa seca de caule (Figura 8), porém foi o tratamento que resultou em maior produtividade (Figura 12).

O número e massas de vagens são refletidos em função da quantidade de formação dos nós, embora essa também dependa da fixação de flores e vagens e do enchimento de grãos; além disso, a fitomassa seca de caule e de folhas pode influenciar no aumento da fitomassa seca de vagens (SOARES, 2016). Nos resultados obtidos no trabalho, não foi possível confirmar que o aumento no número de nós (Figura 4,6 e 7) por planta é capaz de aumentar o número de vagens (Figura 9) por planta, portanto, o aumento no número de vagens não repercutiu no aumento de massa de vagens (Figura 10) por planta. O valor superior do número de vagens no tratamento 8 pode ser explicado pela maior fixação de flores por nós.

O tratamento 8, que apresentou maior massa de caule (Figura 8), não repercutiu em maiores valores de peso de mil grãos (Figura 11). Esse resultado obtido distingue dos resultados de Chaves et al., (2002), que cita o enchimento de grãos como reflexo da remobilização do acúmulo de massa de matéria seca no caule, sendo uma característica importante das culturas.

A produtividade das culturas é o reflexo de tudo que ocorreu durante o seu ciclo fisiológico, com isso a planta potencializa sua produtividade com a interação de diversos fatores, como maior acúmulo de fitomassa seca, manejo, adaptação do cultivar no ambiente, fatores ambientais e genéticos (SOARES, 2016). A maior produtividade (Figura 12) obtida, pelo

tratamento 6 pode ser justificada, pelo baixo acúmulo de massa seca de caule (Figura 8), o que poderia repercutir na melhor distribuição da massa foliar, ocasionando menor sombreamento, conseqüentemente aumento da taxa fotossintética. Apesar de o tratamento 8, não ter apresentado diferença significativa aos tratamentos 2, 4, 5 e 7, o leve aumento na produtividade pode ser justificado pelo aumento no número de vagens (Figura 9), o que pode ter proporcionado um aumento no número de grãos por planta.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, é possível concluir a hipótese de que existe uma dosagem e momento ideal de aplicação de bioestimulantes e fertilizantes foliares, que pode melhorar os parâmetros fitotécnicos e aumentar a produtividade da soja quando bem posicionados, sendo o T8 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10}) + S-Max (R₁ + R_{2/3})] capaz de melhorar os parâmetros fitotécnicos e T6 [Impulse L (TS) + Active (V_{8/10}) + S-Max (R₁)] proporcionar um aumento significativo na produtividade da cultura da soja.

REFERÊNCIAS

- BOARD, J.E. KAHLON, C.S. Soybean yield formation: what controls it and how it can be improved. In.: EL-SHEMY, H.A. **Soybean Physiology and Biochemistry**, InTech, p. 2-36, 2011. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/soybean-physiology-and-biochemistry>. Acesso em: 14 maio 2020.
- BOARD, J.E.; ZHANG, W.; HARVILLE, B.G. Yield rankings for soybean cultivar grown in narrow and wide rows with late planting dates. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, p.240-245, 1996.
- BROWN, D.M. Soybean ecology. I. development-temperature relationships from controlled environment studies. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, n.9, p.493-4396, 1960.
- BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Maryland: American society of Plant physiologists, 2000.1367p.
- COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; CANAGUIER, R.; SVECOVA, E.; CARDARELLI, M.T. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v.5, p.1-6, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB**, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em 06 de julho de 2020.
- CRAINGIE, J.S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, Sidney, v.23, p. 371-393, 2011.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FERRIS, R.; WHEELER, T.R.; HADLEY, P.; ELLIS, R.H. Recovery of photosynthesis after environmental stress in soybean grown under elevated CO₂. **Crop Science**, Madison, v.38, p.948-955, 1998.
- KHAN, W.; RAYIRATH, U.P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYORATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; CRAIGIE, J.S; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, Secaucus, v.28, p.386-399, 2009.
- MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2012. 643p.
- SHALABY, T.A.; EL-RAMADY, H. Effect of foliar application of bio-stimulants on growth, yield, components, and storability of garlic (*Allium sativum* L.). **Australian Journal of Crop Science**, Madison, v.8, n.2, p.271-275, 2014.

SOARES, J.N. **Caracterização fisiológica e responsividade de grupos de maturação da cultura da soja submetida à aplicação de bioestimulante**. 2017. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. doi:10.11606/D.11.2018.tde-06032018-174054. Acesso em: 2020-06-26.

SOARES, L. H. **Alterações fisiológicas e fenométricas na cultura de soja devido ao uso de lactofen, cinetina, ácido salicílico e boro**. 2016. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

SOARES, L. H. **Manejo fisiológico com base em tratamento de sementes e aplicação de organominerais via foliar para sistemas de alto potencial produtivo de soja**. 2013. 130p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531p.

OHYAMA, T.; MINAGAWA, R.; ISHIKAWA, S.; YAMAMOTO, M.; VAN PHI HUAN, N.; OHTAKE, N.; SUEYOSHI, K.; SATO, T.; NAGUMO, Y.; TAKAHASHI, Y. Soybean seed production and nitrogen nutrition. In.: BOARD, J. E. **A comprehensive survey of international soybean research: genetics, physiology, agronomy and nitrogen relationships**. Rijeka: InTech, 2013. p.115-157.

CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S.; MAROCO, J.P.; RODRIGUES, M.L.; RICARDO, C.P.P.; OSÓRIO, M.L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field: photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, London, v.89, p.907-916, 2002.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de Fósforo na cultura da soja. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 6, p. 105-111, nov./dez., 2005.

ZAMBOLIM, L.; **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. (Editor). Viçosa: UFV, 396p. 2000. Viçosa.

RESENDE JTV; MORALES RGF; RESENDE FV; CARMINATTI R; BERTUZZO LLC; FIGUEIREDO AST. 2011. Aplicação complementar de enxofre em diferentes doses na cultura do alho. **Horticultura Brasileira** 29: 217-221