

PRODUTIVIDADE DE SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES REGULADORES VEGETAIS

Amanda Ayda Garcia Basílio⁽¹⁾, Larissa Pacheco Borges⁽¹⁾, Víctor Alves Amorim⁽¹⁾, Bruno Nunes Furtado⁽¹⁾, Gabriel Henrique Ferreira de Lima⁽¹⁾, Víctor Luiz Gonçalves Pereira⁽¹⁾, Mariana Souza Gratão⁽¹⁾, Fábio Santos Matos⁽¹⁾.

¹Universidade Estadual de Goiás, unidade de Ipameri, Rodovia GO 330, km 241, anel viário, 75780-000, e-mail: .agronomia@hotmail.com

Resumo: O presente estudo teve como objetivo identificar os efeitos dos reguladores vegetais na produtividade de grãos em plantas de soja. O trabalho foi conduzido na Fazenda Olhos d'Água localizada no município de Ipameri, Goiás. O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados com sete tratamentos e cinco repetições, de forma que os reguladores vegetais foram misturados nas concentrações de 2 mg L⁻¹ de citocinina, 2 mg L⁻¹ de giberelina e 0,1 mg L⁻¹ de brassinosteroides denominado de “força inteira (FI)” e 1 mg L⁻¹ de citocinina, 1 mg L⁻¹ de giberelina e 0,1 mg L⁻¹ de brassinosteroides denominado de “meia força (MF)” e aplicados em diferentes estádios fenológicos correspondentes aos tratamentos: Testemunha, FI V₄, FI R₅, FI V₄+R₅, MF V₄, MF R₅, MF V₄+R₅, cinco repetições e aplicados em volume de calda de 100 L ha⁻¹. A mistura dos reguladores vegetais incrementou a produtividade de plantas de soja para todas os tratamentos independente do estágio fenológico aplicado e das concentrações utilizadas.

Palavras chave: *Glycine max* L., hormônios vegetais, estágio fenológico

SOY PRODUCTIVITY SUBMITTED TO DIFFERENT PLANT REGULATORS

Abstract: The present study aimed to identify the effects of plant regulators: brassinosteroids, cytokinins and gibberellins on grain yield in soybean plants. The work was carried out at Fazenda Olhos d'Água located in the municipality of Ipameri, Goiás. The experiment followed a randomized block design with seven treatments and five repetitions, so that the plant regulators were mixed in concentrations of 2 mg L⁻¹ of cytokinin, 2 mg L⁻¹ of gibberellin and 0.1 mg L⁻¹ of brassinosteroids called “full strength (FS)” and 1 mg L⁻¹ of cytokinin, 1 mg L⁻¹ of gibberellin and 0.1 mg L⁻¹ of brassinosteroids called “half strength (HS)” and applied in different phenological stages corresponding to the treatments: Witness, FI V₄, FI R₅, FI V₄ + R₅, MF V₄, MF R₅, MF V₄ + R₅, five repetitions and applied in volume of syrup 100 L ha⁻¹. The mixture of plant regulators increased the productivity of soybean plants for all treatments regardless of the applied phenological stage and the concentrations used.

Keywords: *Glycine max* L., plant hormones, phenological stage

INTRODUÇÃO

O agronegócio é tido como o único setor responsável por manter a balança comercial brasileira positiva, representando 23% do produto interno bruto, com a agricultura respondendo por 70% do setor e a soja contribuindo com 48% do mercado agrícola (IBGE, 2017). O incremento na produção mundial de soja pode ser atribuído a diversos fatores, dentre eles, o elevado teor de óleo (20%) e proteínas (40%), as excelentes qualidades nutricionais encontradas

no grão (SMALLWOOD et al., 2017). Além de ser utilizada na produção de óleo vegetal e de alimentos, a soja e o milho compõem 85% das rações fabricadas para alimentação animal no Brasil e cerca de 68% do biodiesel produzido no país (ANP, 2020). Por ser um grão bastante versátil, que constitui diversos produtos e subprodutos, tem sido ascendente o interesse mundial nesta leguminosa (AINSWORTH et al., 2012).

Estima-se que nos próximos dez anos (entre 2018 e 2028), a demanda total pelo grão deverá crescer em torno de 3,2% ao ano, principalmente devido ao crescimento da população, pois, segundo o IBGE (2017) a população mundial atingirá mais de nove bilhões em 2050. Diante disto, há grande necessidade de aumento na produção de soja para atender essa crescente demanda mundial (LANGEVIN, 2018).

Importante alternativa que vem sendo cada vez mais estudada é o uso de reguladores vegetais no aumento do rendimento de plantas de soja (BORGES et al., 2014; MATOS et al., 2019; YIN et al., 2019). Os reguladores vegetais são mensageiros químicos de sinalização que em baixa concentração exerce ação estimulante no metabolismo das plantas. Os hormônios reagem de maneira complexa nas plantas e sua ação é dependente da concentração, método de aplicação, espécie, clima, estágio de desenvolvimento e outros (JUN et al., 2018).

Dentre os reguladores vegetais importantes no desenvolvimento das plantas, estão a giberelina que estimula a divisão e o alongamento celular; a citocinina, que são encontradas em plantas e animais, estimula a divisão celular e frequentemente são incluídas nos meios estéreos usados para o cultivo de plantas a partir de cultura de tecidos; e por fim, os brassinosteroides que possuem função base na regulação da expansão e alongamento celular, fotomorfogênese, floração, fertilidade masculina, germinação de sementes, diferenciação vascular, formação de estômatos e senescência em plantas (MATOS et al., 2019).

Com o aumento das informações referentes as funções que os reguladores vegetais desempenham nas plantas, a prática de utilização destes reguladores em cultivos comerciais cresce com o passar dos anos e o aprimoramento dessas técnicas de manejo torna-se necessário tanto para o aumento da produtividade quanto para preservação do meio-ambiente, de modo que evite a utilização de novas áreas para a agricultura. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo identificar os efeitos de reguladores vegetais na produtividade de plantas de soja.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Olhos d'Água localizada no município de Ipameri, Goiás (Lat. 17° 41' 45" S, Long. 48° 22' 39" W, Alt. 713 m). Esta região possui clima Aw (clima savânico), de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), caracterizado por clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco. Após a análise do solo, realizou-se a correção do pH e adubação de acordo com recomendações técnicas para a cultura (PROCHNOW et al., 2010).

Foi utilizado 130 Kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl) à lanço aos 30 dias antes da semeadura. A soja Monsoy 8372 IPRO, que possui o ciclo de aproximadamente 125 dias, foi semeada em 30 de novembro de 2019, sendo utilizado junto à semeadura o adubo MAP (Fosfato Monamônico: 11-52-0) na quantidade de 200 Kg ha⁻¹. A adubação e o plantio foram realizados com semeadora de dezesseis linhas em que foram empregadas 240.000 sementes ha⁻¹.

Para a imposição dos tratamentos, foram utilizados os reguladores vegetais: citocinina (cinetina), giberelina (GA₃) e brassinosteroides (brassinolídeo). Inicialmente foram preparadas soluções da mistura de reguladores vegetais (brassinosteroides, citocinina e giberelina nas

concentrações 0,1 mg L⁻¹, 2 mg L⁻¹ e 2 mg L⁻¹ respectivamente) denominada de “força inteira (FI)” e solução com a mistura de reguladores vegetais (brassinosteroides, citocinina e giberelina nas concentrações 0,1 mg L⁻¹, 1 mg L⁻¹ e 1 mg L⁻¹ respectivamente) denominado “meia força (MF)”. Foram realizadas aplicações de “força inteira” e “meia força” em dois estádios de desenvolvimento da soja, correspondentes a V4 (terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida) e R5 (início do desenvolvimento dos grãos). O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados com sete tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em aplicações da mistura denominada “força inteira” em V4, R5 e V4 + R5, e “meia força” em V4, R5 e V4 + R5. As aplicações das soluções foram realizadas com autopropelido, com vazão de 100 L ha⁻¹. Foi adicionado óleo mineral em volume correspondente a 0,5% da calda. As parcelas experimentais foram compostas de 36 linhas de 50 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, ou seja, foram parcelas constituídas de 900 m² (18 x 50 m).

As variáveis relacionadas com o rendimento de grãos foram mensuradas quando as plantas atingiram o estágio R9 (maturação de colheita). Foram determinados o número de vagens por planta, número de grãos por planta, peso de grãos por planta, peso de 100 grãos e produtividade. A medição da produtividade foi obtida por colheita mecanizada e ajustada a umidade de 13%.

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Newman-Keuls para comparação das médias. A análise de variáveis canônicas foi realizada utilizando o pacote candisc nos softwares R 4.0.1 (R CORE TEAM, 2020) e RBIO (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo a utilização da mistura de reguladores vegetais (brassinosteroides, citocinina e giberelina) promoveu aumento significativo para produtividade e para todos os componentes relacionados ao rendimento (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância e teste de média para número de vagens (NV), número de grãos por planta (NG), peso de grãos por planta (PGP), peso de 100 grãos (P100G) e produtividade (Prod) de plantas de soja submetidas a mistura de reguladores vegetais, safra 2019/2020.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		NV	NG	PGP (g)	P100G (g)	Prod (Kg ha ⁻¹)
Tratamento	6	1940,88*	8286,2**	139,35**	1,809*	324224**
Bloco	4	219,49 ^{ns}	883,4 ^{ns}	15,76 ^{ns}	0,154 ^{ns}	17632 ^{ns}
Resíduo	24	565,93	2025,7	35,99	0,50	36445
CV (%)		23,04	22,36	25,01	6	5,97
Tratamento		Médias				
Testemunha		93,68 ab	176,32 ab	21,70 abc	11,35 ab	2683,35 b
MF V4		117,44 a	230,28 a	26,23 abc	11,82 ab	3388,82 a
MF R5		123,36 a	238,72 a	29,60 ab	12,42 a	3127,62 a
MF V4+R5		70,60 b	129,28 b	17,19 c	11,94 ab	3127,62 a
FI V4		106,92 ab	207,68 ab	22,70 abc	10,94 b	3419,10 a
FI R5		89 ab	168,92 ab	19,10 bc	11,21 ab	3317,74 a
FI V4+R5		121,36 a	247,60 a	31,32 a	12,44 a	3319,09 a

*significativo a 5% de probabilidade; **significativo a 1% de probabilidade; ns= não significativo pelo teste F.

Foi possível constatar que a produtividade foi significativamente maior em todos os tratamentos quando comparada com a testemunha. A modulação do desenvolvimento das plantas é feita pelo balanço equilibrado de diferentes hormônios que agem sinergicamente promovendo ou inibindo o desenvolvimento vegetal e consequentemente a produtividade. Os hormônios notadamente os promotores do crescimento vegetal como citocininas, giberelinas e brassinosteroides, promovem a modulação morfológica das plantas aumentando seu potencial produtivo (MATOS et al., 2019).

Em relação aos outros componentes que determinam a produtividade, podemos destacar que para número de vagens por planta e número de grãos por planta, as melhores médias foram obtidas quando se utilizou os tratamentos MF V4, MF V5 e FI V4+R5. Para peso de grãos por planta podemos constatar que o tratamento que mais se destacou foi FI V4+R5. Em relação ao peso de 100 grãos os maiores resultados foram obtidos por MF R5 e FI V4+R5. Diante disto, podemos notar que apesar da produtividade ter diferenciado estatisticamente somente para testemunha, todos os componentes avaliados que definem a produtividade foram sempre maiores no tratamento FI V4+R5.

Fresoli et al. (2006) estudando efeito de reguladores vegetais em soja, também não observaram diferença para a produtividade entre estádios fenológicos, obtendo maiores produtividades tanto em aplicação foliar quanto via sementes em relação à testemunha. Já Cobucci et al. (2005), estudando respostas do feijoeiro à aplicação de bioestimulante ressaltaram a importância da fase fenológica da planta no momento da aplicação e observaram maiores resultados para aplicação em R₅ em relação a V₄.

A análise de variáveis canônicas ordenou a inter-relação entre as variáveis e os tratamentos da mistura de reguladores vegetais em diferentes estádios fenológicos. A variância acumulada nas duas variáveis canônicas representa 82,1% das variações dos dados (Figura 1).

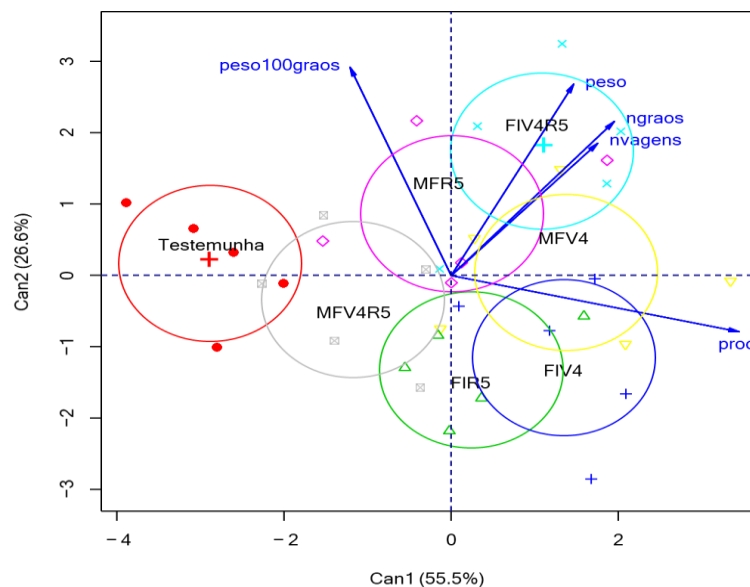


Figura 1. Análise de variáveis canônicas entre as variáveis número de vagens, número de grãos por planta, peso de grãos por planta, peso de 100 grãos e produtividade de plantas de soja submetidas a mistura de reguladores vegetais (brassinosteroides, citocinina e giberelina nas concentrações 0,1 mg L⁻¹, 2 mg L⁻¹ e 2 mg L⁻¹ respectivamente) denominado “força inteira” (FI) e (brassinosteroides, citocinina e giberelina nas concentrações 0,1 mg L⁻¹, 1 mg L⁻¹ e 1 mg L⁻¹ respectivamente) denominado “meia força” (MF) e nos estádios V4, R5 e V4 + R5.

É notório que a testemunha obteve pior desempenho produtivo enquanto os tratamentos com mistura de reguladores vegetais resultaram em maiores produtividades. As variáveis número de vagens, número de grãos por planta, peso de grãos por planta indicam resultados maiores para o tratamento FI V4+R5 (Figura 1). Segundo Borges et al. (2014) e Matos et al. (2019), o uso de regulador vegetal pode reduzir o abortamento de vagens e contribuir com o incremento da produtividade de grãos. No entanto, a aplicação dos reguladores possivelmente contribuiu para o menor abortamento de vagens e maior enchimento de grãos. Com isto, infere-se que a maior produtividade de grãos tem forte relação com o uso dos reguladores nos estádios vegetativo e reprodutivo por exercerem forte interferência sobre os componentes reprodutivos da cultura e conseqüentemente incremento em produtividade.

CONCLUSÃO

A mistura dos reguladores vegetais: brassinosteroides, citocininas e giberelinas nas concentrações de 0,1 mg L⁻¹, 2 mg L⁻¹ e 2 mg L⁻¹ e nas concentrações de 0,1 mg L⁻¹, 1 mg L⁻¹ e 1 mg L⁻¹ respectivamente, aplicados nos estádios V4, R5 e V4 + R5 incrementam a produtividade de plantas de soja. Com isto a mistura de reguladores vegetais representa uma estratégia promissora no aumento da produtividade da soja.

LITERATURA CITADA

- AINSWORTH, E. A.; YENDREK, C. R.; SKONECZKA, J. A.; LONG, S. P. Accelerating yield potential in soybean: potential targets for biotechnological improvement. **Plant, Cell and Environment**, v. 35, n. 1, p. 38-52, 2012.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANP - AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em: 08 abr. 2021.
- BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p.187-190, 2017.
- BORGES, L. P.; TORRES JUNIOR, H. D.; NEVES, T. G.; CRUVINEL, C. K. L.; SANTOS, P. G. F.; MATOS, F. S. Does Benzyladenine Application Increase Soybean Productivity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 37, p. 2799-2804, 2014.
- COBUCCI, T.; RUCK, F.J. W.; SILVA, J.G. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos. In: CONAFE, Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 8., 2005, Goiânia, **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p.1078-1081.
- FRESOLI, D.M.; BERET, P.N.; GUAITA, S.J.; ROJAS, P.H. Evaluación de un bioestimulante en sojas con distintos hábitos de crecimiento. In: MERCOSOJA 2006. CONGRESO DE SOJA DEL MERCOSUR, 3., 2006, Rosario. **Anais...** Rosario: Mercosoja 2006, 2006. p. 578-581.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 abr. 2021.
- JUN, L. V.; XUE-FENG, Z.; ANJUM, S. A.; JI-XUAN, S.; YAN, Z.; YU-FENG, D.; ZOHAI, A.; ALI, I.; YU, X.; XIU-JUAN, H.; SAN-GEN, W. Application of plant growth regulators to *Stipa krylovii* in the Xilin Gol grassland. **Planta Daninha**, v. 36, p. 1-8, 2018.

LANGEVIN, M. S. O backstop brasileiro: a modernização da agricultura brasileira e a sua contribuição para o desenvolvimento nacional. **Revista Jurídica da Presidência**, v. 19, n. 119, p. 454-488, 2018.

MATOS, F. S.; BORGES, L. P.; AMARO, C. L.; DE OLIVEIRA, D. B.; DO CARMO, M. S.; TORRES JUNIOR, H. D. **Folha Seca**: Introdução à Fisiologia Vegetal. 1 ed. Curitiba: Appris, 2019. 189 p.

PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes. **Instituto Internacional de Nutrição de Plantas**, v. 3, p. 5-35, 2010.

R CORE TEAM, R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, Disponível em: [http://www,R-project.org/](http://www.R-project.org/), Acesso em: 19 de junho ou 2020.

SMALLWOOD, C. J.; GILLMAN, J. D.; SAXTON, A. M.; BHANDARI, H. S.; WADL, P. A.; FALLEN, B. D.; HYTEN, D. L.; SONG, Q.; PANTALONE, V. R. Identifying and Exploring Significant Genomic Regions Associated with Soybean Yield, Seed Fatty Acids, Protein and Oil. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, v. 20, n. 4, p. 243-253, 2017.

YIN, W.; DONG, N.; NIU, M.; ZHANG, X.; LI, L.; LIU, J.; LIU, B.; TONG, H. Brassinosteroid-regulated plant growth and development and gene expression in soybean. **The Crop Journal**, p.1-8, 2019.

