

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

RIAN SILVA LUCCHESI CORDEIRO

**USO DE BIOINSUMOS ASSOCIADO A REDUÇÃO DE POTÁSSIO  
EM SOJA**

CHAPADÃO DO SUL – MS  
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

**USO DE BIOESTIMULANTE ASSOCIADO A REDUÇÃO DE  
POTÁSSIO EM SOJA**

Trabalho de conclusão de curso,  
apresentado a Universidade Federal de  
Mato Grosso do Sul, como parte das  
exigências para a obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira  
de Lima

CHAPADÃO DO SUL – MS  
2025



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: **Rian Silva Lucchesi Cordeiro.**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima.**

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul.

**Prof. Dr. Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima.**  
Presidente da Banca Examinadora e Orientador

**Albino Furquia Mardez Vicente**  
Membro da Banca Examinadora

**Arthur Renan Fernandes Nogueira**  
Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 25 de novembro de 2025.

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

\*\*\*\*\*  
**UFMS  
É 10!!!**  
\*\*\*\*\*



Documento assinado eletronicamente por **Sebastiao Ferreira de Lima, Professor do Magisterio Superior**, em 25/11/2025, às 19:39, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

\*\*\*\*\*  
**UFMS  
É 10!!!**  
\*\*\*\*\*



Documento assinado eletronicamente por **Albino Furquia Mardez Vicente, Usuário Externo**, em 26/11/2025, às 06:56, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

\*\*\*\*\*  
**UFMS  
É 10!!!**  
\*\*\*\*\*



Documento assinado eletronicamente por **ARTHUR RENAN FERNANDES NOGUEIRA, Usuário Externo**, em 26/11/2025, às 17:25, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
[https://sei.ufms.br/sei/controlador\\_externo.php?](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)  
[acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código  
verificador **6056549** e o código CRC **96078CB7**.

---

**COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL**

Avenida Engenheiro Douglas Ribeiro Pantaleão, nº 5167

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

---

**Referência:** Processo nº 23455.000841/2025-31

SEI nº 6056549

*Dedico este trabalho, com todo o meu amor, à minha mãe Adriana e meu pai Ricieri, por serem minhas maiores inspirações, pelo apoio incondicional e por acreditar em mim.*

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ser minha luz nos momentos de incerteza e por me dar força, sabedoria e coragem durante o curso.

À minha mãe, Adriana, que sempre foi meu alicerce. Sua dedicação, amor e fé em mim foram fundamentais em cada passo dessa jornada e por sempre confiar em meu potencial, até quando eu duvidei.

Ao meu pai, Ricieri, que sempre foi exemplo de inteligência, esperteza e determinação. Seus ensinamentos, e sua visão me mostrou que conhecimentos abre caminhos, e que desistir nunca é opção.

A minha namorada Gabriely, pela compreensão, carinho e por ser parte essencial da minha motivação. Obrigado por caminhar ao meu lado.

À minha família por todo apoio, carinho e incentivo ao longo dessa trajetória.

Quero agradecer a todos meus colegas de graduação e amigos, pelo incentivo diário.

Ao meu orientador de graduação Sebastião Ferreira de Lima, que me apoiou em todos os projetos, pela paciência durante o desenvolvimento desse trabalho, sua ajuda foi essencial para que pudesse finalizar a graduação.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela oportunidade de me desenvolver como estudante e como pessoa.

## SUMÁRIO

|                                    | <b>Página</b> |
|------------------------------------|---------------|
| <b>RESUMO.....</b>                 | <b>1</b>      |
| <b>ABSTRACT.....</b>               | <b>1</b>      |
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>             | <b>2</b>      |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>     | <b>3</b>      |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b> | <b>6</b>      |
| <b>CONCLUSÕES.....</b>             | <b>12</b>     |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>            | <b>13</b>     |

## USO DE BIOESTIMULANTE ASSOCIADO A REDUÇÃO DE POTÁSSIO EM SOJA.

**Resumo:** O uso de bioestimulantes pode promover diversos benefícios as plantas, como o equilíbrio hormonal, resultando em ganhos de produtividade e qualidade dos produtos. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar componentes de produção e produtividade de grãos de soja em função do uso de bioestimulantes e redução de potássio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 com dez tratamentos e quatro repetições, totalizando 40 parcelas. Os tratamentos resultaram da combinação do uso de potássio e bioestimulantes. O potássio foi aplicado em cobertura, em dose completa ( $100 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ ) e metade da dose. Os bioestimulantes (B) foram compostos por: B1 = *Bacillus licheniformis*, B2 = solução contendo auxina, giberelina e citocinina, B3 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* e B4 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*, além do controle. O NR e MSF foram influenciados por todos os bioestimulantes utilizados, promovendo ganhos de 19,9 e 13,2%, respectivamente, quando comparado a testemunha. Para as variáveis NVP, NGP e MGP, apenas o bioestimulante B3 promoveu ganhos que atingiram valores de 16,8, 12,1 e 15,5%, respectivamente. Para MMG, além do B3, também o B4 foi eficiente em promover maior rendimento para essa característica, com aumento médio de 2,6%. Com metade da dose de K o B3 favoreceu a altura de plantas e B3 e B4 a massa seca de caule. O tratamento B3, com metade da dose de K promoveu 4,0% de ganhos na produtividade de grãos de soja, atingindo  $6207 \text{ kg ha}^{-1}$ , quando comparado a testemunha. Concluiu-se que o uso de metade da dose de K, quando associado ao tratamento contendo *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* é suficiente para promover maiores rendimentos de grãos.

**Palavras-chave:** *Bacillus* spp., fitohormônios, *Glycine max*, reguladores de crescimento.

## USE OF BIOSTIMULANT ASSOCIATED WITH POTASSIUM REDUCTION IN SOYBEANS.

**Abstract:** The use of biostimulants can promote several benefits to plants, such as hormonal balance, resulting in gains in productivity and product quality. Thus, the objective of this research was to evaluate production and productivity components of soybean grains as a function of the use of biostimulants and potassium reduction. The experimental design used was randomized blocks in a 2 x 5 factorial scheme with ten treatments and four replications, totaling 40 plots. The treatments resulted from the combination of potassium and biostimulants. Potassium was applied as topdressing, at the full dose (100 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) and half the dose. The biostimulants (B) were composed of: B1 = *Bacillus licheniformis*, B2 = solution containing auxin, gibberellin and cytokinin, B3 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* and B4 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*, in addition to the control. NR and MSF were influenced by all biostimulants used, promoting gains of 19.9% and 13.2%, respectively, when compared to the control. For the variables NVP, NGP, and MGP, only biostimulant B3 promoted gains, reaching values of 16.8%, 12.1%, and 15.5%, respectively. For MMG, in addition to B3, B4 was also efficient in promoting higher yield for this characteristic, with an average increase of 2.6%. With half the K dose, B3 favored plant height, and B3 and B4 favored stem dry mass. Treatment B3, with half the K dose, promoted a 4.0% gain in soybean grain productivity, reaching 6207 kg ha<sup>-1</sup>, when compared to the control. It was concluded that the use of half the K dose, when associated with the treatment containing *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*, is sufficient to promote higher grain yields.

**Keywords:** *Bacillus* spp., phytohormones, *Glycine max*, growth regulators.

## INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo, sendo o principal grão produzido no Brasil e um dos pilares do agronegócio nacional. Seu destaque se deve ao alto valor econômico, versatilidade industrial e papel estratégico na produção de alimentos, rações e biocombustíveis.

O potássio (K) é o segundo nutriente mais exigido pelas culturas agrícolas, ficando atrás apenas do nitrogênio. Diferente de N e P, o potássio não faz parte de moléculas estruturais, mas é o mineral mais abundante no citoplasma, exercendo papel essencial no metabolismo e na resistência das plantas.

Os bioestimulantes são definidos como misturas de reguladores vegetais naturais ou sintéticos, compostos de natureza química (vitaminas e nutrientes) (Santos et al., 2017), extratos de algas, microrganismos e aminoácidos (Dabadia, 2015). O uso dos bioestimulantes pode trazer vários benefícios as plantas, culminando na melhoria da produtividade e qualidade dos produtos (Sun et al., 2024).

Esses resultados obtidos com os bioestimulantes são possíveis porque eles promovem o equilíbrio hormonal das plantas, estimulando o desenvolvimento radicular, favorecendo a expressão de todo seu potencial genético (Valdés et al., 2023). Além disso, auxiliam na absorção e eficiência do uso de nutrientes (Silva et al., 2016), na degradação de substâncias de reserva das sementes e na diferenciação, divisão e alongamento celular (Baltazar et al., 2021), na absorção de água e proteção contra insetos, doenças e nematoides e a estresse abióticos (Shahrajabian et al., 2021).

Entre os bioestimulantes, destacam-se os fitohormônios que atua no crescimento vegetal, com foco na promoção de crescimento e maior absorção de nutrientes nas plantas, destacando-se a auxina, citocinina e giberelina. Pesquisas mostram que a concentração e a composição desses fitormônios juntos, tem função mediadora de processos fisiológicos, ajudando na absorção de água e nutrientes, no crescimento e divisão celular (Wahab et al., 2022).

Outro grupo importante de bioestimulantes são os diferentes gêneros de *Bacillus* que constituem importantes microrganismos capazes de promover crescimento das plantas e biocontrole (Petkova et al., 2024), atuando indiretamente na eliminação de doenças, fixação de nitrogênio e solubilização de fosfatos (Sun., Shahrajabian., 2025).

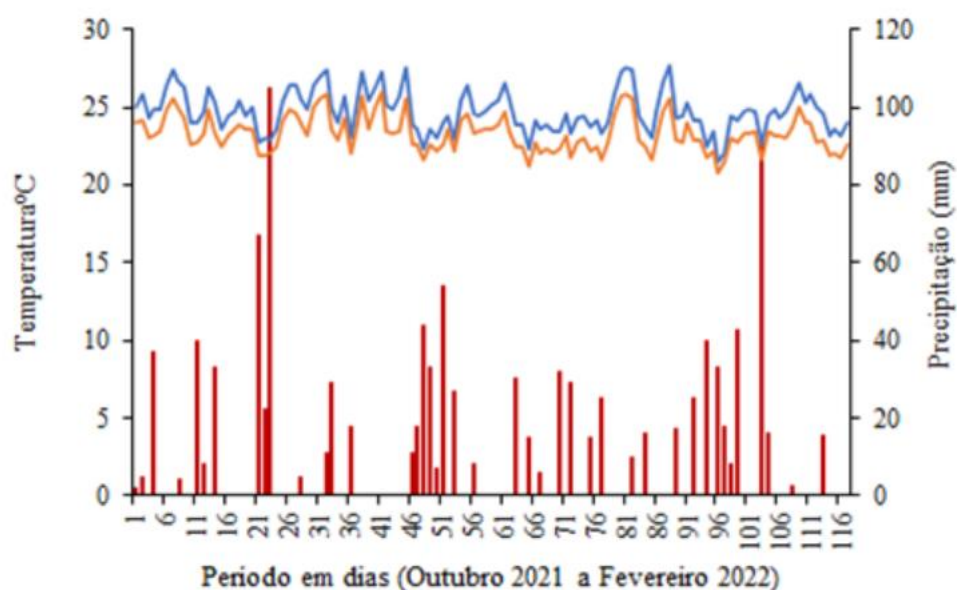
Dessa forma, o uso de bioestimulantes pode trazer aos sistemas agrícolas a vantagem de reduzir a entrada de adubos químico, melhorar a qualidade do solo e da

planta, resultando em alimentos mais saudáveis. Esses aspectos estão intrinsicamente ligados a produção no sistema de agricultura regenerativa, que é um sistema baseado em processos naturais que busca melhorar ativamente a qualidade do solo, a biodiversidade, a qualidade dos alimentos, entre outros. Nesse aspecto, diversas atividades que atendam uma ou mais dessas premissas, são consideradas como práticas ligadas a agricultura regenerativa (Villela, 2021; Neitec, 2020).

A hipótese do trabalho foi de que o uso de bioestimulantes pode promover o crescimento das plantas de soja e resultar em maior produtividade de grãos, mesmo com aplicação reduzida de potássio. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar componentes de produção e produtividade de grãos de soja em função do uso de bioestimulantes e redução da aplicação recomendada de potássio.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul, com latitude de 18° 47' 39" Sul, longitude 52° 37' 22" Oeste e altitude de 820 metros. O clima é classificado como tropical úmido e a temperatura anual fica compreendida entre 13 a 28°C, a precipitação pluvial média é de 1.850 mm, com concentração de chuvas no verão e seca no inverno (Cunha et al., 2013). O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (Santos et al., 2018). Os dados de clima foram obtidos durante a condução do experimento (Figura 1).



**Figura 1.** Médias de temperatura máxima, temperatura mínima e índice pluviométrico na área experimental do campus da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-MS, durante o período do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 com dez tratamentos e quatro repetições, totalizando 40 parcelas. Os tratamentos resultaram da combinação do uso de potássio e bioestimulantes. O potássio foi aplicado em cobertura, em dose completa ( $100 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ ) e metade da dose. Os bioestimulantes (B) foram compostos por: B1 = *Bacillus licheniformis*, B2 = solução contendo auxina, giberelina e citocinina, B3 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* e B4 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*, além do controle. As aplicações dos tratamentos foram feitas utilizando um pulverizador costal elétrico com pressão constante com a taxa de aplicação de  $136 \text{ L ha}^{-1}$ , utilizando bico leque.

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados no experimento com soja safra 2021/22.

|                | Produto   | Composição                                 | Aplicação                     |
|----------------|-----------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Bioestimulante |           |                                            |                               |
| B1             | Bioprince | <i>B. licheniformis</i> CNPSO3204, estirpe | V6 (6 trifólios completamente |

|    |             |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                    |
|----|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |             | na concentração $1 \times 10^{11}$ UFC/L                                                                                                                                                           | abertos) = 300 mL ha <sup>-1</sup><br><br>R3 (início formação de vagens) – 300 mL ha <sup>-1</sup> |
| B2 | Stimulate   | 0,009% de cinetina (citocinina); 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido 4-indol 3-ilbutírico (auxina)                                                                           | V6 = 500 mL ha <sup>-1</sup><br>R3 = 500 mL ha <sup>-1</sup>                                       |
| B3 | Bombardeiro | <i>Bacillus pumillus</i> do estirpe CCTB05 = CNPSo3203<br><br><i>Bacillus subtilis</i> estirpe CCTB04 = CNPSo2720<br><br><i>Bacillus velezensis</i> estirpe CCTB09<br><br>$1 \times 10^{11}$ UFC/L | R1 (início do florescimento) = 400 mL ha <sup>-1</sup><br><br>R3 = 400 mL ha <sup>-1</sup>         |
| B4 | Biotrio     | <i>Bacillus pumillus</i> estirpe CCTB05 = CNPSo3203<br><br><i>Bacillus subtilis</i> estirpe CCTB04 = CNPSo2720<br><br><i>Bacillus amyloliquefaciens</i>                                            | V6 = 800 mL ha <sup>-1</sup>                                                                       |

---

estirpe CCTB09 =

CNPSO3602

$1 \times 10^{11}$  UFC/L.

---

As parcelas experimentais foram constituídas por cinco linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas entre si em 0,50 m, obtendo a distribuição de cerca de 14 sementes por metro. Considerou-se como área útil da parcela as três linhas centrais. A cultivar utilizada foi a agroeste AS3707i2X, de ciclo precoce, 110 dias.

O experimento foi conduzido de 22 de outubro de 2021 a 16 de fevereiro de 2022, sendo que antes da instalação do experimento foi realizada amostragem de solo na camada de 0-20 cm. A análise de solo apresentou os seguintes valores: pH ( $\text{CaCl}_2$ ) = 4,9; P (Mel.), K, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn = 24,1; 177; 4,6; 0,22; 1,1; 43; 11,3; 4,5  $\text{mg dm}^{-3}$ , respectivamente; Ca, Mg, H+Al e CTC = 3,70; 1,10; 4,7; 9,9  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente; V% = 52,8 e MO = 26,8  $\text{g dm}^{-3}$ . Os valores para textura do solo foram: argila = 495  $\text{g dm}^{-3}$ , silte = 25  $\text{g dm}^{-3}$  e areia = 480  $\text{g dm}^{-3}$ .

Antecedendo a semeadura, foi realizada dessecação da área com Glifosato potássico na dosagem de 1,5 L e.a.  $\text{ha}^{-1}$ . A semeadura foi realizada com semeadora tratorizada de 4 linhas, juntamente com a adubação de plantio com o fertilizante superfosfato triplo na dose de 200  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Para o controle de plantas daninhas foi utilizado herbicida Glifosato potássico na dosagem de 1,5 L e.a.  $\text{ha}^{-1}$ , em duas aplicações, aos 16 e 23 DAS (dias após semeadura). Realizou-se ainda uma aplicação de fungicida ao 59 DAS como preventivo para ferrugem asiática, aplicando Difenconazol (87,5 g i.a.  $\text{ha}^{-1}$ ) + Ciproconazol (52,5 g i.a.  $\text{ha}^{-1}$ ) + adjuvante Agral na dosagem de 30 mL por 100 L água.

No estágio R2 (floração plena) foram coletadas cinco plantas por parcela para a determinação da altura total da planta (ALT), número de ramos (NR) e número de nós por planta (NN), massa seca de caule (MSC) e de folhas (MSF). Na colheita, foram coletadas cinco plantas para determinação do número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP) e massa de grãos por planta (MGP). Posteriormente, a parcela toda foi colhida e trilhada para determinação da massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PROD). Toda massa de grãos foi ajustada para 13% de umidade.

Na ocasião da colheita, realizou-se as avaliações agronômicas da soja, considerando:

- (a) Altura de plantas (ALT) – medido da base da planta até a última folha com uso de uma fita métrica;
- (b) Número de ramos nas hastes (NRP) – contagem de ramificações ligadas a haste principal;
- (c) Número de vagens por planta (NVP); Contagem das vagens
- (d) Massa de grãos por planta (MGP) – utilizando uma balança analítica;
- (e) Massa de mil grãos (MMG) – utilizando uma balança analítica;
- (f) Produtividade (PROD);

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 2 que as variáveis Alt, MSC e PROD foram afetadas pela utilização de bioestimulante e da interação entre uso de potássio e bioestimulante. As variáveis NR, NN, MSF, NVP, NGP, MGP e MMG foram influenciadas apenas pelo uso de bioestimulante e a variável NGV não sofreu influência de nenhum tratamento.

Tabela 2. Análise de variância para altura de plantas (ALT), número de ramos (NR), número de nós (NN), massa seca de caule (MSC), massa seca de folha (MSF), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de grãos por planta (MGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD) em função da aplicação de bioestimulantes e redução da dose de potássio.

| FV    | GL | Quadrado médio       |                      |                      |                     |
|-------|----|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|       |    | ALT                  | NR                   | NN                   | MSC                 |
| Bloco | 3  | 11,9216              | 0,0780               | 0,2570               | 0,0581              |
| K     | 1  | 0,0152 <sup>ns</sup> | 0,0040 <sup>ns</sup> | 0,2250 <sup>ns</sup> | 05454 <sup>ns</sup> |

|         |    |                       |                        |                          |                        |
|---------|----|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| Bio     | 4  | 26,8857 <sup>**</sup> | 0,7704 <sup>**</sup>   | 1,5085 <sup>**</sup>     | 2,1988 <sup>**</sup>   |
| K x Bio | 4  | 16,9102 <sup>*</sup>  | 0,0909 <sup>ns</sup>   | 0,5575 <sup>ns</sup>     | 0,6530 <sup>*</sup>    |
| Erro    | 27 | 4,3649                | 0,0652                 | 0,3296                   | 0,1818                 |
| CV (%)  |    | 3,35                  | 6,60                   | 3,86                     | 7,43                   |
| Média   |    | 62,42                 | 3,87                   | 14,86                    | 5,74                   |
|         |    | MSF                   | NVP                    | NGV                      | NGP                    |
| Bloco   | 3  | 0,1657                | 0,3877                 | 0,0047                   | 32,0120                |
| K       | 1  | 0,0100 <sup>ns</sup>  | 13,6890 <sup>ns</sup>  | 0,0010 <sup>ns</sup>     | 83,8682 <sup>ns</sup>  |
| Bio     | 4  | 1,9860 <sup>*</sup>   | 113,8385 <sup>**</sup> | 0,0050 <sup>ns</sup>     | 571,9725 <sup>**</sup> |
| K x Bio | 4  | 0,2982 <sup>ns</sup>  | 4,1465 <sup>ns</sup>   | 0,0122 <sup>ns</sup>     | 16,3754 <sup>ns</sup>  |
| Erro    | 27 | 0,5987                | 8,0536                 | 0,0095                   | 70,5661                |
| CV (%)  |    | 9,00                  | 4,43                   | 3,30                     | 4,44                   |
| Média   |    | 8,60                  | 64,05                  | 2,95                     | 189,30                 |
|         |    | MGP                   | MMG                    | PROD                     |                        |
| Bloco   | 3  | 2,5101                | 32,3120                | 1593,7184                |                        |
| K       | 1  | 3,8438 <sup>ns</sup>  | 3,6300 <sup>ns</sup>   | 21282,8428 <sup>ns</sup> |                        |
| Bio     | 4  | 27,5460 <sup>**</sup> | 44,2243 <sup>**</sup>  | 123095,8457 <sup>*</sup> |                        |
| K x Bio | 4  | 1,4303 <sup>ns</sup>  | 8,4935 <sup>ns</sup>   | 56236,7335 <sup>**</sup> |                        |
| Erro    | 27 | 4,6047                | 6,1771                 | 13234,3772               |                        |
| CV (%)  |    | 6,54                  | 1,43                   | 1,90                     |                        |
| Média   |    | 32,81                 | 173,31                 | 6066,27                  |                        |

FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; Altura de plantas, ALT (cm), número de ramos, NR (n°), número de vagens por planta, NVP (n°), massa de mil grãos, MMG (g), massa de grãos por planta, MGP (g) e produtividade de grãos, PROD (kg/ha<sup>-1</sup>), CV = coeficiente de variação = tratamento. \*, \*\* = significativo a 5 e 1%, respectivamente pela análise de variância.

O NR e MSF foram influenciados por todos os bioestimulantes utilizados, promovendo ganhos de 19,9 e 13,2%, respectivamente, quando comparado a testemunha (Tabela 3). Como não houve diferenças entre os bioestimulantes utilizados, nesse caso, considerando apenas essas duas variáveis, poderia ser utilizado qualquer um dos bioestimulantes, considerando, portanto, aquele de menor custo e/ou maior facilidade de aquisição.

Tabela 3. Médias para número de ramos (NR), número de nós (NN), massa seca de folha (MSF), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de grãos por planta (MGP) e massa de mil grãos (MMG) em função da aplicação de bioestimulantes e redução da dose de potássio

| Trat | NR     | NN      | MSF    | NVP     | NGP      | MGP     | MMG      |
|------|--------|---------|--------|---------|----------|---------|----------|
| Test | 3,34 b | 14,25 b | 7,78 b | 60,28 b | 181,61 b | 31,09 b | 171,16 b |
| B1   | 3,93 a | 14,67 b | 8,54 a | 62,65 b | 186,73 b | 31,69 b | 170,82 b |
| B2   | 3,99 a | 14,90 a | 8,70 a | 63,68 b | 189,11 b | 32,76 b | 173,23 b |
| B3   | 4,15 a | 15,43 a | 9,06 a | 70,38 a | 203,62 a | 35,90 a | 175,39 a |
| B4   | 3,95 a | 15,03 a | 8,92 a | 63,30 b | 185,41 b | 32,62 b | 175,95 a |

Trat = tratamento; Test = testemunha; B1 = *Bacillus licheniformis*; B2 = solução contendo auxina, giberelina e citocinina; B3 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* e B4 = *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*

Para o NN, apenas o bioestimulante B2 não foi favorável. Na média, os demais bioestimulantes promoveram aumento de 6,1% no número de nós por planta de soja, quando comparado a testemunha, o consorcio com *Bacillus* favorece a nodulação, enquanto o fitohormônios não possui essa capacidade (Tabela 3).

Para as variáveis NVP, NGP e MGP, apenas o bioestimulante B3 promoveu ganhos que atingiram valores de 16,8, 12,1 e 15,5%, respectivamente (Tabela 3). Para MMG, além do B3, também o B4 foi eficiente em promover maior rendimento para essa característica, com aumento médio de 2,6%. Os bioestimulantes utilizados observados para NVP, NGP e MGP no tratamento B3 podem ser explicados pela ação sinérgica dos microrganismos do gênero *Bacillus*. A presença desses microrganismos na rizosfera tende

a intensificar a nodulação e a otimizar a absorção de nutrientes, resultando em maior eficiência fisiológica durante as fases reprodutivas da cultura (Vasconcelos et al., 2025; Sivarathri et al., 2024)

Os aumentos de MMG nos tratamentos B3 e B4 estão associados ao aprimoramento das condições nutricionais proporcionadas pelos bioestimulantes. A atuação combinada dos *Bacillus* favorece não apenas o crescimento radicular, mas também o metabolismo ligado ao enchimento dos grãos, permitindo maior acúmulo de reservas na fase final do ciclo (Rafique et al., 2024; Shehzad et al., 2024). Esse conjunto de processos explica o incremento médio de 2,6% na massa de mil grãos em comparação à testemunha.

Quando se utilizou a dose completa de K (Figura 2), nenhum bioestimulante foi capaz de promover ganhos em altura de planta, indicando que o fertilizante foi suficiente para atingir o maior valor. Com metade da dose de K o tratamento B3 se destacou, promovendo ganhos de 13,6% quando se compara a testemunha e de 4,9% comparado a dose completa de K, a presença de *Bacillus* favorece a tolerância das plantas a situações de estresse hídrico ou térmico, permitindo que a soja mantenha seu potencial produtivo mesmo em condições desfavoráveis (Sivarathri et al., 2024). Essa maior resiliência contribui para que plantas sob menor aporte de potássio, por exemplo, respondam de maneira superior, como ocorreu com o tratamento B3 na meia dose de K, que apresentou crescimento vegetativo mais expressivo do que a própria dose completa.

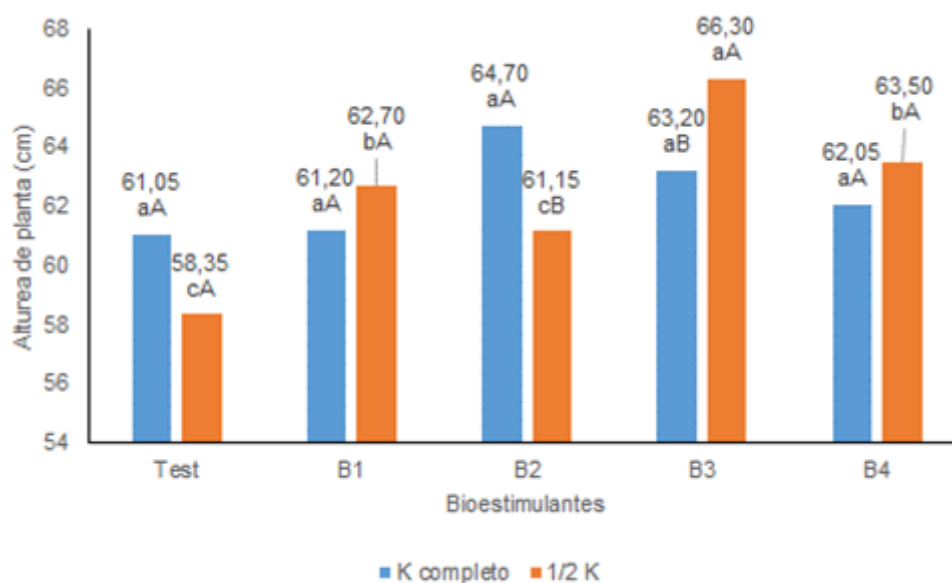


Figura 2. Altura total de plantas de soja em função do uso de bioestimulantes e redução da dose de potássio. Letras minúsculas iguais entre os tratamentos para a mesma dose de K e letras maiúsculas iguais dentro de cada tratamento, não teve diferença estatisticamente entre a dose completa de K. B1 = *Bacillus licheniformis*, B2 = solução contendo auxina, giberelina e citocinina, B3 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* e B4 = *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*

Para massa seca de caule, os tratamentos B3 e B4 atingiram os maiores valores com uso da metade da dose de K, atingindo valores médios 14,2% superiores quando comparado ao uso da dose completa de K e de 34,2% comparado ao uso da testemunha (Figura 3).

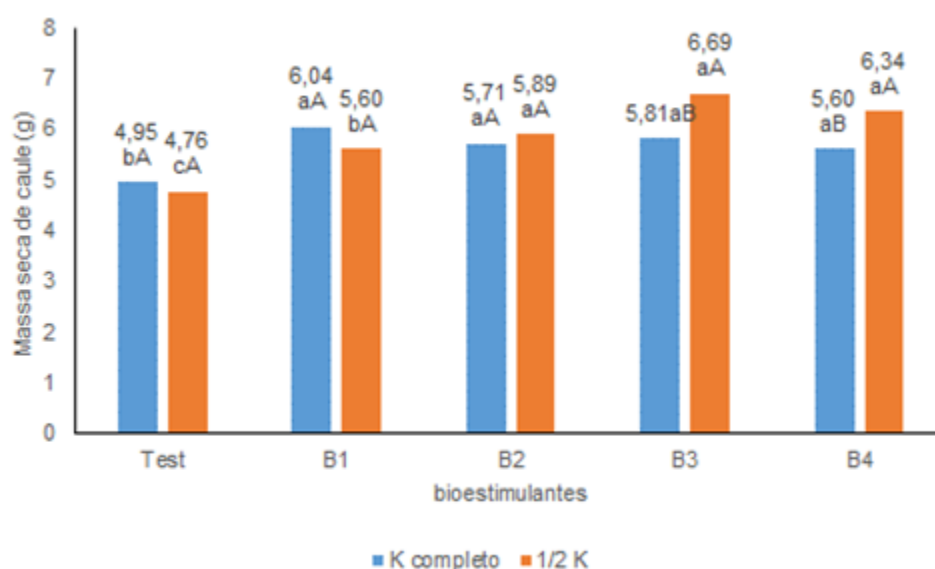


Figura 3. Massa seca de caule de soja em função do uso de bioestimulantes e redução da dose de potássio. Letras minúsculas iguais entre os tratamentos para a mesma dose de K e letras maiúsculas iguais dentro de cada tratamento, não teve diferença estatisticamente entre a dose completa de K. B1 = *Bacillus licheniformis*, B2 = solução contendo auxina, giberelina e citocinina, B3 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* e B4 = *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*

Para a produtividade de grãos de soja (Figura 4), os maiores valores foram obtidos com os tratamentos B2, B3 e B4 com a dose completa de K e B3 com metade da dose de

K. Assim, o tratamento B3 passa a ser o mais indicado nessa situação, já que utiliza metade da dose de K e não interfere na produtividade de grãos e é mais benéfica em relação ao custo-benefício. Nessa condição, o tratamento B3, com metade da dose de K promoveu 4,0% de ganhos na produtividade, quando comparado a testemunha, resultando em 4 sacas a mais de soja por hectare.

A obtenção desse desempenho (Figura 3) está associada à atuação sinérgica dos microrganismos presentes no bioestimulante, especialmente as cepas de *Bacillus*, que intensificam processos fundamentais ao desenvolvimento da cultura. Esses microrganismos potencializam a nodulação, ampliam a eficiência de absorção de nutrientes e água e estimulam a atividade radicular, resultando em um sistema radicular mais funcional e exploratório e auxilia na tolerância a estresse da soja (Vitorino et al., 2024). A integração desses efeitos favorece o aproveitamento dos nutrientes disponíveis no solo e sustenta a eficiência fisiológica da planta, mesmo em condições de menor oferta de potássio.

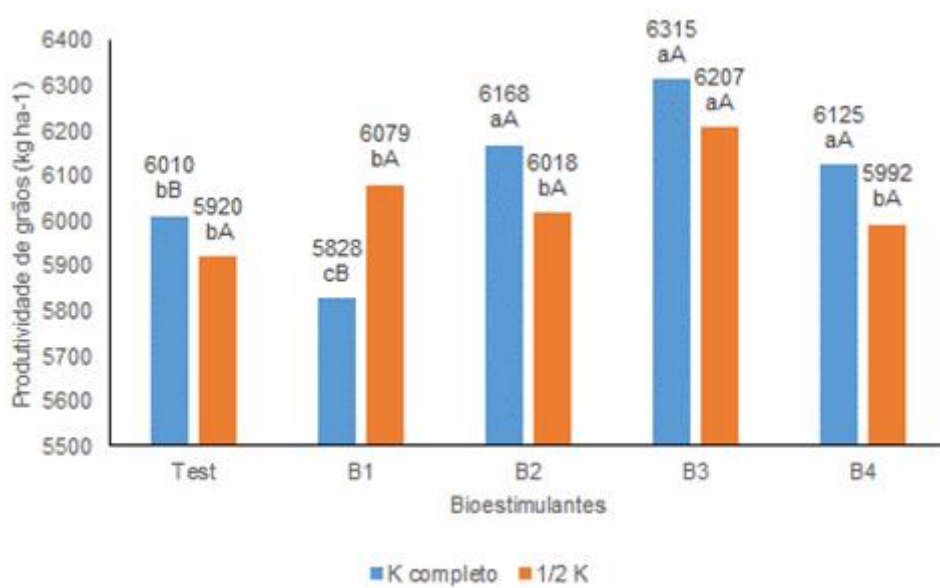


Figura 4. Produtividade de grãos de soja em função do uso de bioestimulantes e redução da dose de potássio. Letras minúsculas iguais entre os tratamentos para a mesma dose de K e letras maiúsculas iguais dentro de cada tratamento, não teve diferença estatisticamente entre a dose completa de K. B1 = *Bacillus licheniformis*, B2 = solução contendo auxina, giberelina e citocinina, B3 = *B. pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* e B4 = *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*

Todos os resultados positivos obtidos com o uso dos bioestimulantes devem ser destacados por tratar-se de uma soja de alto rendimento, cuja média de produtividade foi de 6066,27 kg ha<sup>-1</sup> (101,1 sacos ha<sup>-1</sup>) (Fig. 4).

### Conclusão

O bioestimulante contendo *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* destacou-se promovendo maiores valores para altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta e produtividade de grãos, superando os demais bioestimulantes. Produtores podem reduzir K em 50% quando utilizarem consórcio com B3 *Bacillus*. Dessa forma terá redução de custo e maior sustentabilidade.

Nas condições deste experimento, o uso de metade da dose de K, quando associado ao tratamento contendo *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* é suficiente para promover maiores rendimentos de grão.

Portanto, recomendo execução de outras pesquisas utilizando outras cultivares e utilizando temperaturas distintas da nossa pra ter maior certeza que é realmente benéfico a utilização dos bioestimulantes com a redução de K.

### Referências

BALTAZAR, M., Correia, S., Guinan, K., Sujeeth, N., Bragança, R., & Gonçalves, B. (2021). Avanços recentes nos efeitos moleculares de bioestimulantes em plantas: uma visão geral. *Biomoléculas*, 11. <https://doi.org/10.3390/biom11081096>.

CUNHA, F. F., MAGALHÃES, F. F., CASTRO, M. A. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul – MS. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, n.2, p. 159-172, 2013

DABADIA, A. C. A. Uso de bioestimulante na assimilação do nitrato e nos caracteres agronômicos em feijoeiro. **Cultura Agronômica**, v. 24, n. 4, p. 321-332, 2015.

DEL POZO VALDÉS, J. (2023). Ascophyllum nodosum-derived biostimulants modulate plant development through the regulation of hormones signaling. . <https://doi.org/10.7764/tesisuc/agr/74991>.

NEITEC – Núcleo de estudos industriais e tecnológicos. **Agricultura regenerativa: uma perspectiva de modelo de negócio circular**. 2020. Disponível em: <<http://www.neitec.eq.ufrj.br/blog/agricultura-regenerativa-uma-perspectiva-de-modelo-de-negocio-circular/>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

PETKOVA, M., MARCHEVA, M., PETROVA, A., SLAVOVA, V., & SHILEV, S. (2024). Características de promoção do crescimento vegetal e biocontrole de quatro cepas de *Bacillus* e avaliação de seus efeitos no trigo (*Tr. aestivum* L.). *International Journal of Plant Biology* . <https://doi.org/10.3390/ijpb16010001> .

RAFIQUE, M., NAVEED, M., MUMTAZ, M., NIAZ, A., ALAMRI, S., REHMAN, S., SIDDIQUI, M., & MUSTAFA, A. (2025). Tripartite microbial augmentation of *Bradyrhizobium diazoefficiens*, *Bacillus* sp. MN54, and *Piriformospora indica* on growth, yield, and nutrient profiling of soybean (*Glycine max* L.). *Frontiers in Microbiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1437489>.

SANTOS, J. P.; BORGES, T. S.; SILVA, N. T.; ALCANTARA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 815-824, 2017.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa. 2018.

SHAHRAJABIAN, M., CHASKI, C., POLYZOS, N., & PETROPOULOS, S. (2021). Aplicação de bioestimulantes: uma ferramenta de manejo de cultivo de baixo insumo para agricultura sustentável de hortaliças. *Biomolecules* , 11. <https://doi.org/10.3390/biom11050698> .

SHEHZAD, M., MUNIR, M., NAZIM, M., TAHIR, M., MAQBOOL, M., NAWAZ, M., JAVEED, H., & AL-GHAMDI, A. (2024). Evaluating the impact of phyto-hormones on the morpho-biochemical traits of soybean through seed treatment and foliar application. *Journal of King Saud University - Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.103446>.

SILVA, R. S.; FOGAÇA, J. J. N. L.; MOREIRA, E. S.; PRADO, T. R.; VASCONCELOS, R. C. Morfologia e produção de feijão comum em função da aplicação de bioestimulantes. **Revista Scentia Plena**, v. 12, n. 10, p. e1002001, 2016.

SIVARATHRI, B., NARAYANA, N., BRYANT, C., DHILLON, J., REDDY, K., & BHEEMANAHALLI, R. (2024). Influence of seed-applied biostimulants on soybean germination and early seedling growth under low and high temperature stress. *Plant Physiology Reports*. <https://doi.org/10.1007/s40502-024-00834-z>.

SUN, W., & SHAHRAJABIAN, M. (2025). Bioestimulante e além: *Bacillus* spp., o importante bioestimulante à base de rizobactérias promotoras do crescimento vegetal (PGPR) para agricultura sustentável. *Earth Systems and Environment* . <https://doi.org/10.1007/s41748-024-00552-4> .

SUN, W., SHAHRAJABIAN, M., & SOLEYMANI, A. (2024). Os papéis dos bioestimulantes à base de rizobactérias promotoras do crescimento vegetal (PGPR) para sistemas de produção agrícola. *Plants* , 13. <https://doi.org/10.3390/plants13050613> .

VASCONCELOS, J., ARANTES, C., GOMES, E., DE OLIVEIRA-PAIVA, C., DE SOUSA, S., SPERANZA, E., ANTUNES, J., LANA, U., & DE ALMEIDA CANÇADO, G. (2025). *Bacillus*-based inoculants enhance drought resilience in soybean: agronomic performance and remote sensing analysis from multi-location trials in Brazil. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1630127>.

VILLELA, F. **O que é agricultura regenerativa**. 2021. Disponível em: < <https://umsoplaneta.globo.com/opiniaao/colunas-e-blogs/felipe-villela/post/2021/05/o-que-e-agricultura-regenerativa.ghtml>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

VITORINO, L., DA SILVA, E., OLIVEIRA, M., DE OLIVEIRA SILVA, I., DA SILVA SANTOS, L., MENDONÇA, M., OLIVEIRA, T., & BESSA, L. (2024). Effect of a

*Bacillus velezensis* and *Lysinibacillus fusiformis*-based biofertilizer on phosphorus acquisition and grain yield of soybean. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1433828>.

WAHAB, A., ABDI, G., SALEEM, M., ALI, B., ULLAH, S., SHAH, W., MUMTAZ, S., YASIN, G., MUREŞAN, C., & MARC, R. (2022). Respostas fisio-bioquímicas e fito-hormonais das plantas para aliviar os efeitos adversos do estresse hídrico: uma revisão abrangente. *Plants*, 11. <https://doi.org/10.3390/plants11131620>.