

INFLUÊNCIA DA INOCULAÇÃO DE *Bacillus aryabhattai* NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*) COM E SEM DOSE HORMONAL DE AUXINA

INFLUENCE OF *Bacillus aryabhattai* INOCULATION ON SOYBEAN (*Glycine max*) WITH AND WITHOUT AUXIN HORMONE DOSE

Camila Adena¹, André Luiz Oliveira de Francisco²

Resumo: Este estudo foi realizado na Fazenda Escola das Faculdades Integradas dos Campos Gerais, no município de Ponta Grossa, durante a safra 2024/2025, com objetivo de avaliar os efeitos dos insumos biológicos do solo, cujo uso tem se intensificado nos sistemas de produção agrícola da região. Avaliou-se o desenvolvimento da soja após a inoculação com *Bacillus aryabhattai*, associada a diferentes doses do hormônio auxina, buscando compreender os efeitos dessa associação sobre o crescimento vegetativo e componentes produtivos da cultura. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas, no qual as doses de auxina (0%, 50%, 100%, 150% e 200%) foram aplicadas nas subparcelas, sendo a dose de 100% considerada a dose de referência recomendada em bula para o produto comercial. As parcelas principais consistiram nos tratamentos com e sem inoculação, com quatro repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Foram avaliadas variáveis vegetativas e reprodutivas, incluindo altura de plantas, número de folhas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e produtividade. As análises estatísticas foram realizadas por meio do teste de Tukey para variáveis qualitativas e análise de regressão para variáveis quantitativas. Os resultados indicaram que a inoculação com *Bacillus aryabhattai* promoveu maior engalhamento das plantas, evidenciando seu efeito bioestimulante no desenvolvimento vegetativo. As doses de auxina influenciaram positivamente a altura das plantas e o número de folhas, com destaque para a dose de 100%. Conclui-se que a auxina otimiza o crescimento vegetativo da soja, enquanto *Bacillus aryabhattai* atua como bioestimulante, reforçando o potencial integrado desses insumos no desenvolvimento inicial da cultura.

Palavras-chave: Insumo biológico; Auxina; Promotores de crescimento.

Abstract: This study was conducted at the School Farm of the Integrated Faculties of Campos Gerais, in the municipality of Ponta Grossa, during the 2024/2025 growing season, aiming to evaluate the effects of soil biological inputs, whose use has increased in agricultural production systems in the region. Soybean development was assessed following inoculation with *Bacillus aryabhattai* in association with different doses of the hormone auxin, in order to understand the effects of this combination on vegetative growth and yield components. The experiment was carried out in a randomized complete block design with split plots, in which auxin doses (0%, 50%, 100%, 150%, and 200%) were applied to the subplots, with the 100% dose considered the reference rate recommended on the label of the commercial product. The main plots consisted of treatments with and without inoculation, with four replications, totaling 40 experimental plots. Vegetative and reproductive variables were evaluated, including plant height, number of leaves, number of pods per plant, number of grains per pod, thousand-grain weight, and yield. Statistical analyses were performed using Tukey's test for qualitative variables and regression analysis for quantitative variables. The results indicated that inoculation with *Bacillus aryabhattai* promoted greater plant branching, demonstrating its biostimulant effect on vegetative development. Auxin doses positively influenced plant height and number of leaves, with the 100% dose showing the most pronounced effect. It is concluded that auxin optimizes soybean vegetative growth, while *Bacillus aryabhattai* acts as a biostimulant, reinforcing the integrated potential of these inputs in the early development of the crop.

Keywords: Biological inputs; Auxin; Growth promoters.

¹Discente de Agronomia., Ponta Grossa, PR – Brasil, E-mail: camila.adena3928@aluno.cescage.edu.br

²Eng. Agr., Professor Pós-Doutor da Faculdade Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR – Brasil, E-mail: andre.francisco@cescage.edu.br

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a cadeia produtiva da soja, tanto no Brasil quanto no mundo, tem apresentado um crescimento contínuo e diferenciado, que pode ser atribuído a fatores que afetam diversos aspectos, sobretudo aqueles de natureza tecnológica e mercadológica. De um lado, existem elos da cadeia produtiva que nutrem o sojicultor com as soluções tecnológicas necessárias para a prática produtiva, de outro, os segmentos que estabelecem canais comerciais fundamentais para o funcionamento e desenvolvimento do mercado da commodity (Embrapa, 2014).

A produção Brasileira tem um grande papel na economia mundial segundo Hirakuri e Lazzaroto (2014 p. 06), afirma que o Brasil possui significativa participação na oferta e na demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja.

Isso tem sido possível pelo estabelecimento e progresso contínuo de uma cadeia produtiva bem estruturada e que desempenha papel fundamental para o desenvolvimento econômico-social de várias regiões do País.

Ademais, a soja é a commodity mais importante no Brasil, ocupando uma área cultivada de aproximadamente 36 milhões de hectares. Trata-se de um produto de grande relevância socioeconômica no país (Cattelan; Dall' Agnol, 2018; Tavares *et al.*, 2022).

Apesar do grande potencial produtivo, a expansão e a intensificação da cultura enfrentam desafios múltiplos: variabilidade climática, perdas pós-colheita, pressão por pragas e doenças, degradação do solo e impactos socioambientais associados à conversão de uso da terra.

Tais desafios tornam imperativa a busca por tecnologias que aumentem a produtividade sem ampliar a pressão por insumos químicos ou pela ocupação de novas áreas, alinhando produtividade com práticas sustentáveis (Embrapa, 2014).

Com o intuito de suprir à necessidade crescente de produção de alimentos, decorrente de uma população em vertiginosa expansão, associado à escassez de novas áreas agricultáveis e mudanças climáticas, a produtividade e a qualidade da soja devem ser crescentes em uma velocidade maior do que em outras épocas da humanidade (Galindo *et al.*, 2018).

Tecnologias de fácil aplicação, baixo custo e que permitam reduzir a aplicação de insumos externos sem afetar ou aumentando a produtividade agrícola são progressivamente mais desejadas na agricultura mundial. Nesse contexto, destaca-se a inoculação com microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCPs) (Galindo 2019).

As plantas são organismos multicelulares complexos, necessitando de um eficiente meio de comunicação para seu desenvolvimento, essa comunicação deve acontecer entre órgãos, tecidos e células que coordenam suas atividades. Dito isso os principais meios de comunicação intercelular são os hormônios, mensageiros químicos que carregam informação entre as células e que desta forma coordenam seu crescimento. A regulação do desenvolvimento vegetal é atribuída à nove hormônios principais: auxina, citocinina, giberelina, ácido abscísico, etileno, brassinosteróides, ácido salicílico, jasmonato e estrigolactona (Taiz *et al.*, 2017), os quais atuam em conjunto em diversas atividades fisiológicas, dentre os hormônios conhecidos, a auxina foi o primeiro descoberto em plantas.

A auxina está diretamente ligada ao crescimento vegetal, influenciando praticamente em todo o ciclo de vida da planta, desde a germinação até a senescência. Ela atua no alongamento, divisão e principalmente na expansão celular; sendo muito importante no desenvolvimento de vários órgãos da planta (Taiz *et al.*, 2017; Fagan *et al.*, 2015).

A utilização de bioinsumos na cultura da soja pode trazer diversos benefícios, tais como o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade do grão, o fortalecimento das plantas

contra pragas e doenças e a redução da necessidade de uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos (Silva *et al.*, 2021).

Estudos demonstram que o uso de bioinsumos pode aumentar significativamente a produtividade da soja, em comparação com o uso exclusivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos. Isso ocorre porque os bioinsumos atuam de maneira complementar aos insumos químicos, estimulando o crescimento das plantas, aumentando a capacidade de absorção de nutrientes e melhorando a resistência a doenças e pragas (Khan *et al.*, 2019; Gomes *et al.*, 2020).

Os bioinsumos têm se destacado como uma alternativa para a produção agrícola no Brasil, principalmente devido aos benefícios que proporcionam para a saúde das plantas e do solo, bem como para a sustentabilidade da produção (Camargo *et al.*, 2020).

O *Bacillus aryabhattai* destaca-se pontualmente por aumentar a tolerância das plantas ao estresse, esse microrganismo é capaz de formar biofilme na raiz, uma camada microbiana formada por bactérias e fungos, que se agrupam e aderem à superfície das raízes das plantas, criando um ambiente hidratado ao redor do sistema radicular ou "manta úmida" popularmente chamado. Além disso, possui características que promovem o crescimento das plantas e estimulam o desenvolvimento radicular, aumentando a capacidade de absorver água e nutrientes, e produz compostos que reduzem os danos causados pelo estresse, incluindo enzimas antioxidantes que protegem o funcionamento celular vegetal (Kavamura *et al.*, 2017).

Neste contexto, onde a agricultura busca alternativas para aperfeiçoar os rendimentos faz-se o uso associado de diversas práticas de manejo, dentre elas a associação de produtos biológicos e hormônios, que irão aumentar a resistência e a qualidade do ciclo de vida da planta que consequentemente gerarão maior produtividade e resultados (Biosul, 2023).

Desta forma estudos associando insumos (inclusive os biológicos) que promovam atendimento de suas necessidades básicas (nutrientes, água e condições favoráveis) associado a hormônios, os quais exigem da planta um metabolismo em maior grau são de suma necessidade, verificando interação e seus resultados em diversos parâmetros da planta. Contudo, o objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento da soja após a inoculação do *Bacillus aryabhattai* acrescentando as diferentes doses do hormônio auxina, verificando as probabilidades dos efeitos dessa associação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Escola das Faculdade Integradas dos Campos Gerais – CESCAGE, localizado no endereço BR 376-KM 503, na cidade de Ponta Grossa estado do Paraná, com coordenadas geográficas de Latitude 25° 10' 37,8'' Sul, Longitude 50° 06' 51,16'' Oeste e Altitude de 975 metros nível do mar.

Segundo Ferreira, Medeira e Schiebelbein (2023), a região é caracterizada como Cbf – Clima Subtropical Úmido com estações do ano bem definidas e sem estação seca, com temperaturas médias de 18° C, com precipitação aproximada de 1500 mm ano, o solo que foi desenvolvido o experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico.

No mês que antecedeu o plantio, em outubro de 2024, foram registrados em Ponta Grossa valores de temperatura mínima entre 14 °C e 19 °C, e máxima entre 24 °C e 28 °C. Durante o mês, a precipitação diária variou de 3,7 mm a 13,4 mm. O dia mais chuvoso ocorreu em 14 de outubro, com registro de 13,4 mm de chuva. Já no mês de abril de 2025, após a colheita do experimento, foram registradas temperaturas médias mínimas entre 14,2°C e 16 °C, e máximas entre 22,8 °C e 24,2 °C. O dia mais quente ocorreu em 1° de abril, com temperatura média de 24,5 °C, enquanto o dia mais frio foi registrado em 29 de abril, com 13,3 °C.

Tabela 1. Condições meteorológicas registradas em Ponta Grossa nos períodos pré- plantio (outubro/2024) e pós-colheita (abril/2025).

Variável	Outubro/2024	Abril/2025
Temperatura mínima	14–19 °C	14,2–16 °C
Temperatura máxima	24–28 °C	22,8–24,2 °C
Precipitação diária	3,7–13,4 mm	—
Dia mais chuvoso	14/10 – 13,4 mm	—
Dia mais quente	—	01/04 – 24,5 °C
Dia mais frio	—	29/04 – 13,3 °C

Fonte: Weatherspark (2024); Climate-data.org (2024).

A cultura utilizada para esse experimento foi a soja de cultivar NS5922 onde o plantio ocorreu no dia quatorze de novembro de dois mil e vinte e quatro. A prática de instalação do experimento iniciou com a condução da inoculação do produto comercial Bionectar Cactus a base de *Bacillus aryabhattai*, com concentração de bactérias equivalente a 1×10^9 células viáveis de microrganismos.

O campo experimental esteve sujeito às condições meteorológicas que se manifestaram durante a pesquisa. O tratamento principal foi o insumo biológico, a auxina e as variações de dosagem entraram como tratamento secundário nas sub parcelas.

A área experimental foi organizada em delineamento de blocos casualizados (DBC) com esquema de parcelas subdivididas. As parcelas principais corresponderam à presença e à ausência de inoculação com *Bacillus aryabhattai*. Em cada parcela principal, foram distribuídas aleatoriamente as subparcelas referentes às diferentes doses de auxina (0%, 50%, 100%, 150% e 200%).

As parcelas apresentaram dimensões aproximadas de 25 metros de comprimento por 5 metros de largura, assegurando uniformidade experimental e minimizando possíveis efeitos de variabilidade espacial da área. A disposição dos tratamentos seguiu o princípio da casualização, garantindo a adequada comparação entre os tratamentos avaliados.

A semeadura foi realizada com espaçamento entre linhas de 0,45 cm e 0,08 cm entre plantas, com aproximadamente doze plantas por metro, com uma população final de aproximadamente duzentos e setenta mil plantas, seguindo a recomendação da cultivar NS 5922 IPRO, considerando abertura de plantio em outubro. O manejo de pragas e doenças foi realizado de acordo com o as recomendações de níveis de controle de acordo com o MIP (Manejo Integrado de Pragas) e o MID (Manejo Integrado de Doenças) e a infestação presente na área, além do manejo de prevenção a doenças. Portanto para a limpeza da área pré plantio foram realizadas duas aplicações sequencias de glifosato e cletodim (nomes comerciais Zapp e Gracidim), com intervalo entre aplicações de 15 dias, e o principal inseto que foi encontrado na área foi o percevejo marrom (*Euchistus heros*), onde para seu controle foi utilizado Cipermetrina e Acefato.

A doença que foi encontrada mais no final do ciclo foi o oídio (*Microsphaera diffusa*) foi realizado um tratamento com difenoconazol + clorotalonil, já durante os primeiros sintomas sendo necessário a repetição da aplicação após 15 dias para efetivo controle. Para prevenção contra a doença da ferrugem (*Phakopsora pachyrizi*), foram utilizado o produto com mistura tripla tendo como princípios ativos trifloxistrobina+protioconazol+bixafem (nome comercial Fox Xpro).

As avaliações de altura e contagem do número de trifólios tiveram início em 24/01/2025, quando a cultura já apresentava o estágio vegetativo bem definido. A medição da altura das plantas foi realizada com o auxílio de uma trena, posicionada no solo até o ponto mais alto da planta, permitindo determinar sua altura total.

Foram realizadas 40 medições de altura nos dias 24/01/2025 e 03/02/2025. Em alguns casos, o intervalo entre as coletas foi maior, não foi possível utilizar as mesmas plantas durante as avaliações de medição devido ao grande volume de massa verde que apresentavam. A partir dessas medições, calculou-se a média para determinar a variação entre as parcelas.

A contagem do número de trifólios foi feita por arranquio, já que as plantas apresentavam um perfil de engalhamento robusto, o que impossibilitava a avaliação nas mesmas unidades amostrais. Nessa etapa, foram realizadas 20 contagens, totalizando 320 plantas avaliadas nas mesmas datas das medições de altura nos dias 24/01/2025 e 03/02/2025.

Ao final do ciclo, nas fases reprodutivas (entre R4 e R6), foi avaliado os índices produtivos por meio da contagem do número de vagens por planta e do número de grãos por vagem. Com a maturação fisiológica completa (entre R7 e R8), procedeu-se à determinação da massa de 1000 grãos. Seguindo a metodologia descrita na literatura, foram selecionadas quatro linhas de um metro de comprimento, das quais as plantas foram retiradas manualmente para posterior contagem das vagens, abertura e contagem dos grãos por vagem e pesagem da amostra.

A produtividade média estimada foi expressa em quilogramas por hectare (kg/ha). Nos casos em que a umidade dos grãos estava acima do ideal, foi realizada a correção para 13% de umidade, garantindo maior precisão nos resultados obtidos.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa estatístico AGROESTAT. Quando houve diferença significativa (5%), aplicou-se a análise de regressão polinomial para dados quantitativos (doses) e o teste de Tukey para dados qualitativos (com e sem inoculação), visando verificar a interação entre eles quando houver, caso contrário opta-se por analisar cada caso individualmente a depende retrospectos e outros levantamento gerais de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as variáveis agrônômicas relacionadas à altura das plantas não apresentaram resultados significativos para a interação entre os fatores tratamento primário (TP) × tratamento secundário (TS), conforme observado nas Figuras 1 e 2. No entanto, observou-se efeito isolado das doses de auxina, indicando que esse regulador de crescimento exerceu influência direta sobre o desenvolvimento da cultura.

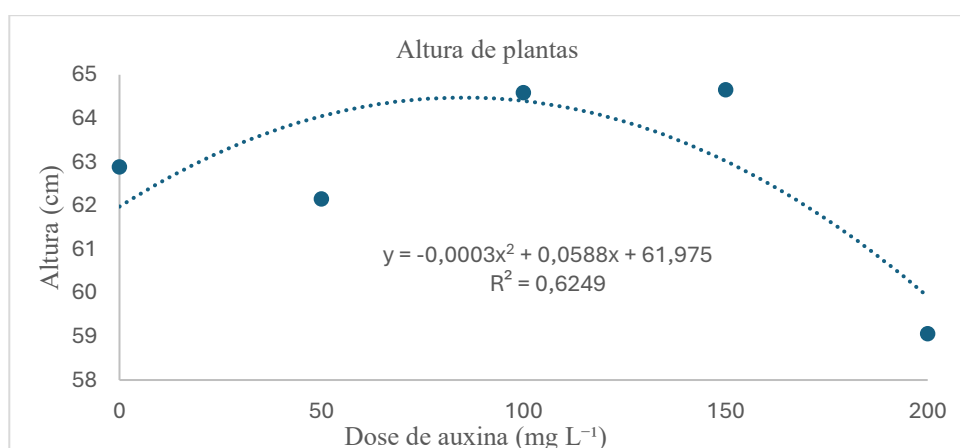


Figura 1. Altura de planta na primeira avaliação. Nota: Ajuste de regressão quadrática obtido pelo software AgroEstat®.

A resposta das plantas às diferentes concentrações de auxina evidenciou um incremento inicial na altura na dose de 100 mg L⁻¹ (T3 = 100%), conforme demonstram os

resultados obtidos na análise estatística da altura das plantas nos gráficos, havendo nas doses superior um decréscimo de desempenho.

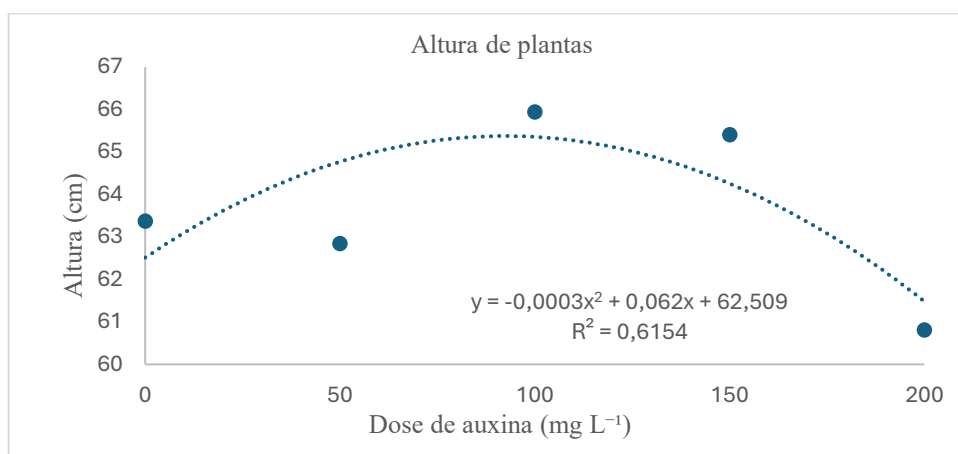


Figura 2. Altura de planta na segunda avaliação. Nota: Ajuste de regressão quadrática obtido pelo software AgroEstat®.

Esse comportamento está em concordância com Casanova-Sáez e Voss (2019) que destacam a ação dose-dependente da auxina, cuja concentração precisa ser finamente regulada nos diferentes níveis estruturais da planta para promover um crescimento equilibrado. Da mesma forma, Jiang *et al.* (2020) relatam que a auxina atua estimulando a divisão e o alongamento celular, sendo determinante para a formação da arquitetura do caule em soja.

Assim, os resultados obtidos neste estudo indicam que a dose intermediária de 100 mgL⁻¹ proporcionou uma resposta fisiológica favorável, refletindo o ponto de equilíbrio entre a promoção do crescimento e a possível inibição associada a concentrações excessivas do fitormônio.

As avaliações do número de folhas foram iniciadas em 25/01/2025, correspondendo à primeira avaliação (Figura 3).

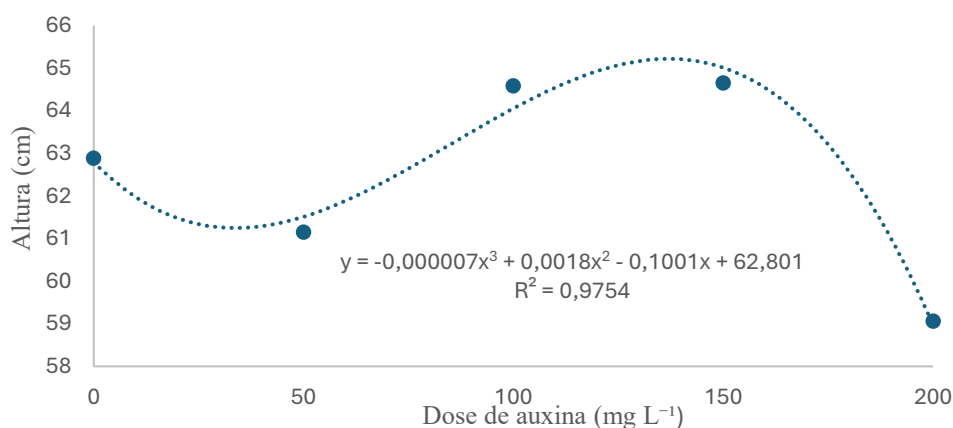


Figura 3. Número de folhas na primeira avaliação. Nota: Ajuste de regressão cúbica obtido pelo software AgroEstat®.

Os resultados obtidos para o número de folhas seguiram o mesmo comportamento observado na variável altura de plantas, sem diferenças significativas para a interação entre TP × TS. Entretanto, observou-se efeito isolado das doses de auxina, indicando que esse fitormônio exerceu influência direta sobre o desenvolvimento foliar. Esse efeito pode estar associado à maior atividade radicular e absorção de nutrientes, resultando em incremento do potencial fotossintético e, conseqüentemente, no número de folhas formadas.

Já a segunda avaliação foi realizada em 03/02/2025 (Figura 4), o que evidencia a necessidade de novas avaliações em futuros experimentos, considerando o comportamento diferenciado observado já na primeira coleta de dados.

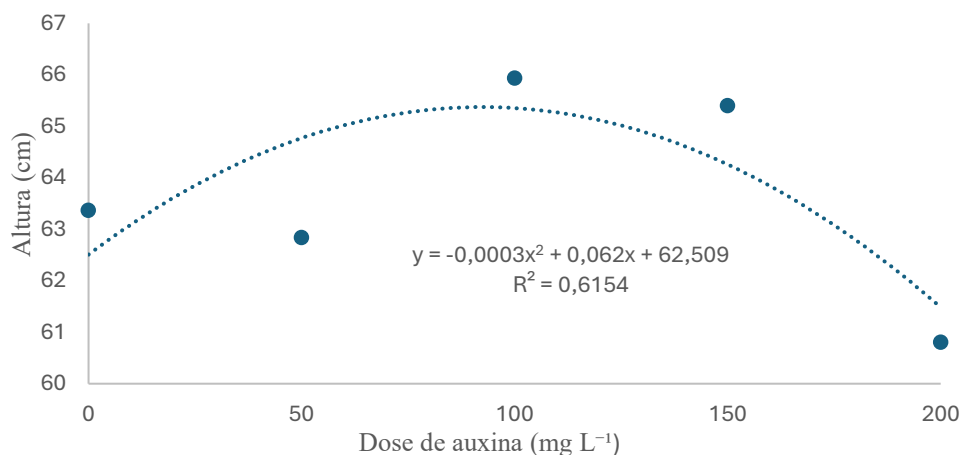


Figura 4. Número de folhas na segunda avaliação. Nota: Ajuste de regressão quadrática obtido pelo software AgroEstat®.

Conforme descrito por Jiang *et al.* (2020b) a biossíntese de auxina ocorre predominantemente nos primórdios foliares e em folhas jovens, o que reforça seu papel essencial na expansão e diferenciação celular durante o crescimento das estruturas aéreas. De acordo com Casanova-Sáez e Voss (2019), a auxina também pode ser sintetizada em diversos tecidos da parte aérea e da raiz, e sua distribuição depende de gradientes locais finamente ajustados por meio de mecanismos de síntese, transporte, conjugação e degradação. Essa regulação complexa garante que o hormônio atue de forma coordenada, modulando o desenvolvimento foliar de acordo com as condições fisiológicas da planta.

Assim, os resultados indicam que o aumento do número de folhas em função das doses de auxina reflete a ação sistêmica do hormônio, cuja síntese e redistribuição equilibradas estimulam processos de divisão e expansão celular, favorecendo o crescimento vegetativo da cultura.

Quanto à variável determinação de engalhamento (Tabela 2), o tratamento primário com *Bacillus aryabhattai* apresentou efeito significativo de forma isolada, mas não houve interação estatística com o tratamento secundário. Esse resultado indica que a bactéria exerceu influência direta sobre a emissão de ramos, independentemente da combinação com os demais fatores avaliados.

Tabela 2. Engalhamento de plantas (cm) em função da inoculação.

Tratamentos	Engalhamento(cm)
Com inoc	13,53 a
Sem inoc	12,01 b

Nota: letras iguais não diferem entre si pelo teste de tukey ($p < 0,05$).

Na agricultura, o *Bacillus aryabhattai* tem se destacado por sua capacidade de promover o crescimento e o desenvolvimento vegetal, atuando na melhoria da disponibilidade de nutrientes, estímulo à germinação e ao crescimento radicular, e aumento do rendimento das culturas, além de apresentar potencial para o biocontrole de patógenos, reduzindo a incidência de doenças (Marulanda *et al.*, 2009; Hartmann *et al.*, 2010; Melo, 2015).

Os mecanismos de ação das bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs), como o *Bacillus aryabhattai*, podem ocorrer de forma direta ou indireta. No modo indireto, há a inibição de patógenos por meio da produção de substâncias antimicrobianas que reduzem o impacto de doenças nas plantas (Lima *et al.*, 2019). Já o efeito direto envolve o aumento da absorção de nutrientes, por meio de processos como fixação biológica do nitrogênio, produção de fitormônios e solubilização de fosfatos, resultando em melhor desempenho fisiológico e maior expressão de características morfológicas, como o engalhamento, fato que provavelmente deve ter ocorrido neste sentido para o resultado obtido, contudo havendo a necessidade de estudos mais profundos do ponto de vista de análise fisiológica da planta

Dessa forma, o efeito isolado observado para o *Bacillus aryabhattai* neste estudo reforça seu papel como agente bioestimulante, capaz de influenciar o desenvolvimento da parte aérea e favorecer a arquitetura da planta. Tais efeitos tornam-se ainda mais expressivos quando associados a práticas de manejo complementares, como a adubação equilibrada e o uso de bioinsumos integrados (Lima, 2021), evidenciando o potencial dessa bactéria na promoção sustentável da produtividade agrícola.

O número de grãos por vagem não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os fatores avaliados (Figura 5). As médias observadas foram de 1,8452 grãos por vagem entre os tratamentos com e sem inoculante e de 1,8451 grãos por vagem quando consideradas todas as doses de auxina. De forma semelhante, a produtividade não diferiu entre os tratamentos, apresentando média de 3.829,6 kg ha⁻¹ entre as condições com e sem inoculante. Esses resultados indicam ausência de resposta significativa da cultura às variações impostas, sugerindo que os fatores avaliados não exerceram influência mensurável sobre os componentes reprodutivos nem sobre o rendimento, em consonância com relatos que associam respostas hormonais a condições específicas de percepção fisiológica.

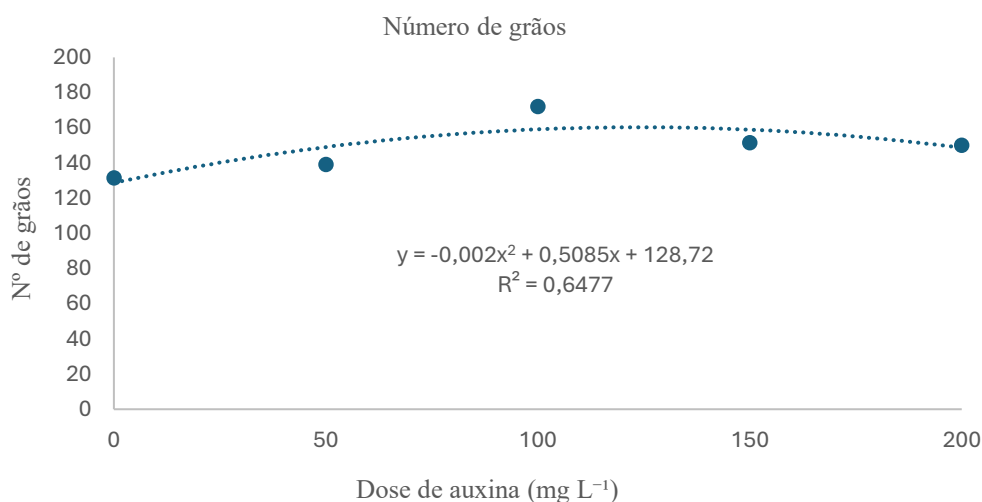


Figura 5. Número de grãos por planta. Nota: Ajuste de regressão quadrática obtido pelo software AgroEstat®.

O número de grãos por planta não apresentou diferenças estatisticamente significativas para a interação dos fatores. No entanto, observou-se efeito isolado do uso da auxina, que promoveu um aumento médio de aproximadamente 8% no número de grãos por planta em comparação ao tratamento primário. Esse resultado indica que, embora o tratamento primário não tenha influenciado de forma expressiva a formação de estruturas reprodutivas, a aplicação de auxina desempenhou papel importante na manutenção do potencial produtivo. A resposta positiva às doses utilizadas sugere que o estímulo hormonal fornecido durante a fase vegetativa foi suficiente para garantir o adequado desenvolvimento dos grãos, sem necessidade de maiores incrementos na concentração aplicada. Estudos como os de Silva *et al.* (2020) e Barbosa e Maldonado (2014), também relataram aumento no rendimento de grãos em função da aplicação de auxinas, atribuindo esse efeito a mecanismos fisiológicos associados à percepção hormonal.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a aplicação de auxina e a inoculação com *Bacillus aryabhattai* influenciaram o desenvolvimento da cultura da soja de forma isolada, não sendo observada interação estatisticamente significativa entre os fatores. A auxina promoveu incrementos em altura de plantas, número de folhas e variáveis reprodutivas, com destaque para a dose intermediária (100%), correspondente à dose recomendada em bula do produto comercial (200 mL ha⁻¹), que apresentou melhor desempenho. A inoculação com *Bacillus aryabhattai* apresentou efeito significativo sobre o número de ramos, evidenciando seu potencial bioestimulante na modulação da arquitetura vegetativa da cultura.

REFERÊNCIAS

AGROCERES BÍNOVA. **Papel da auxina no desenvolvimento vegetal**. [s.l.]: Agrocere Bínova, [s.d.]. Disponível em: <https://agrocerebinova.com.br/blog/momento-do-especialista/papel-da-auxina-no-desenvolvimento-vegetal/>. Acesso em: 16 nov. 2025.

BIOSUL. **Fortalecendo o solo e as plantas: o potencial dos bioinsumos no manejo sustentável da lavoura**. [s.l.]: BioSul [s.d.]. Disponível em: <https://biosul.com/noticia/fortalecendo-o-solo-e-as-plantas--o-potencial-dos-bioinsumos-no-manejo-sustentavel-da-lavoura>. Acesso em: 16 nov. 2025.

CAMPOS, M. F.; NAJM, C. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, D. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Revista Ceres**, v. 56, n. 1, p. 74–79, 2009.

CASANOVA-SÁEZ, R; VOSS, U. Auxin metabolism controls developmental decisions in land plants. **Trends in Plant Science**, v. 24, n. 8, p. 741–754, 2019.

CATTELAN, A. J.; DALL'AGNOL, A. **The rapid soybean growth in Brazil**. *Oilseeds & Fats Crops and Lipids*, v. 25, n. 1, p. D102, 2018.

CLIMATE-DATA. **Histórico climático de outubro em Ponta Grossa (Paraná, Brasil)**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/parana/ponta-grossa-4493/t/outubro-10/>. Acesso em: 16 nov. 2025.

EMBRAPA SOJA. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2014. ISSN 2176-2937.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JÚNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais.** São Paulo: Andrei Editora, 2015.

FARIAS, J. R. B. **Limitações climáticas à obtenção de rendimentos máximos de soja.** In: CONGRESSO DE LA SOJA DEL MERCOSUR (MERCOSOJA), 5., 2011, Rosário. Anais ... Rosário: [s.n.], 2011.

FERREIRA, H. V. B.; MEDEIRA, I. F.; SCHIEBELBEIN, L. M. **Desenvolvimento da cultura do tomate (*Solanum lycopersum* L.) com diferentes níveis de irrigação.** Scientia Rural, v. 27, n. 1, p. 23–35, 2023.

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA, M. C. M.; BUZETTI, S.; SANTINI, J. M. K., ALVES, C. J.; NOGUEIRA, L. M.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; ANDREOTTI, M., BELLOTTE, J. L. M. **Corn yield and foliar diagnosis affected by nitrogen fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 40, e015036, 2016.

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; LUDKIEWICZ, M. G. Z., ROSA, P. A. L., TRITAPEPE, C.A. **Technical and economic viability of co-inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean cultivars in the Cerrado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 22, p. 51–56, 2018.

GALINDO, F. S.; RODRIGUES, W. L.; BIAGINI, A. L. C., FERNANDES, G. C., BARATELLA, E. B.; DA SILVA, C. A.; BUZETTI, S. TEIXEIRA FILHO, M. C. M. **Assessing forms of application of *Azospirillum brasilense* associated with silicon use on wheat.** Agronomy, v. 9, p. 678, 2019.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2014.

JIANG, H., SHUI, Z.; XU, L. YANH, Y.; LI, Y., YUAN, X.; SHANG, J.; ASGHAR, M. A.; WU, X.; YU, L.; LIU, C.; YANG, W.; SUN, X.; DU, J. **Gibberellins modulate shade-induced soybean hypocotyl elongation downstream of the mutual promotion of auxin and brassinosteroids.** Plant Physiology and Biochemistry, v. 150, p. 209–221, 2020.

JIANG, Z.-F.; LIU, D.-D.; WANG, T.-Q.; LIANG, X.-L. **Concentration difference of auxin involved in stem development in soybean.** Journal of Integrative Agriculture, v. 19, n. 4, p. 953–964, 2020b.

KAVAMURA, V. N. **Bactérias associadas às cactáceas da Caatinga: promoção de crescimento de plantas sob estresse hídrico.** 2012. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

KHAN, S.; BASRA, S.M.A.; NAWAZ, M.; HUSSAIN, I.; FOIDL, N. **Combined application of moringa leaf extract and chemical growth- promoters enhances the plant growth and productivity of wheat crop (*Triticum aestivum* L.).** South African Journal of Botany, v. 129, p. 74–81, 2020.

KHAN, W.; PALANISAMY, R.; CRITCHLEY, A. T.; SMITH, S. L. *Ascophyllum nodosum* extract and its organic fractions stimulate rhizobium root nodulation and growth of *Medicago sativa*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 44, p. 900–908, 2013.

LIMA, E. **Bactéria encontrada no mandacaru vira bioproduto que promove tolerância à seca em plantas**. Embrapa Meio Ambiente, 27 abr. 2021.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARULANDA, A.; BAREA, J.; AZCÓN, R. Estimulação do crescimento de plantas e tolerância à seca por microorganismos nativos de ambientes secos. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 28, p. 115–124, 2009.

MELO, I. S. de. **Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura**. In: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de (org.). Ecologia microbiana. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. p. 87–116.

MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da. **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, A. C.; SOUZA, R. S.; MARQUES, E. P. **Bioinsumos na cultura da soja: uma revisão de literatura**. Revista de Ciências Agrárias, v. 44, n. 3, p. 26–35, 2021.

SILVA, A. F. G.; BARBOSA, K. A.; SILVA, A. F.; CRUZ, J. E. **Potencial dos bioinsumos para a agricultura sustentável**. Revista Mirante, v. 17, n. 2, p. 250–265, 2021.

SILVA, J. H. B.; SILVA, A. V. da; SILVA, C. M.; AMORIM, P. M. D. de. Soybean response (*Glycine max* L.) under the use of biostimulants: a literature review. *Scientific Electronic Archives*, v. 16, n. 10, 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TAVARES, C. J.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; RAMOS, M. L. G.; PEREIRA, L. F.; CASARI, R. A. das C. N.; PEREIRA, A. F.; SOUSA, C. A. F. de; SILVA, A. R. da; SILVA NETO, S. P. da; MERTZ-HENNING, L. M.. **Water stress alters morphophysiological, grain quality and vegetation indices of soybean cultivars**. *Plants*, v. 11, n. 4, p. 559, 2022.

WEATHERS park. **Condições meteorológicas históricas durante 2024 em Ponta Grossa (Paraná, Brasil)**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/h/y/29814/2024/Condições-meteorológicas-históricas-durante-2024-em-Ponta-Grossa-Paraná-Brasil>. Acesso em: 16 nov. 2025.

WEBER, P. S. **Potencial de produtividade em soja limitada por nitrogênio em ambiente subtropical. 2020.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020.

WILSON, B. F. **Apical control of branch growth and angle in woody plants.** *American Journal of Botany*, v. 87, n. 5, p. 601–607, 2000.

ZHANG, L.; LIU, W.; TSEGAW, M; XU, X.; QI, Y-P.; SAPEY, E.; LIU, LL-P.; WU, T-T. SUN, S.; HAN, T-F. **Principles and practices of the photo-thermal adaptability improvement in soybean.** *Journal of Integrative Agriculture*, v. 19, p. 295–310, 2020.