

Efeito de 2,4-D e giberelina no desenvolvimento inicial do feijão

Rainara Zatesko*¹; Jéssica Patrícia Borges da Silva¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

*raytesko@gmail.com

Resumo: A utilização de fitohormônios, como a auxina sintética como o 2,4-D e a giberelina, tem se mostrado uma alternativa economicamente viável e ambientalmente correta para aumentar a taxa de germinação em culturas agrícolas. A aplicação desses reguladores de crescimento é especialmente relevante para a cultura do feijão. Dessa forma, o objetivo deste experimento é avaliar o efeito de diferentes doses de 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxyacético) e giberelina na germinação e desenvolvimento inicial do feijão. O experimento foi realizado em setembro de 2025 no Laboratório de Sementes do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG) no município de Cascavel-Paraná em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições: T1 – Testemunha; T2 – 10^{-5} mg L⁻¹ de 2,4-D; T3 – 10^{-3} mg L⁻¹ de 2,4-D; T4 – 250 mg L⁻¹ de giberelina; T5 – 500 mg L⁻¹ de giberelina. Os parâmetros avaliados foram porcentagem de germinação, comprimento radicular e de parte aérea e massa seca de plântulas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância através do programa estatístico Genes Software. A porcentagem de germinação e o comprimento radicular não sofreram influência dos hormônios, enquanto que a giberelina na concentração de 250 mg L⁻¹ promoveu o maior crescimento de parte aérea das plântulas de feijão. O uso de 2,4-D na concentração 10^{-5} mg L⁻¹ de 2,4-D ocasionou o maior incremento médio de massa seca de plântulas. Conclui-se que o 2,4-D e a giberelina tiveram efeito no desenvolvimento inicial de feijão.

Palavras-chave: Ácido 2,4-diclorofenoxyacético; *Phaseolus vulgaris*; Ácido giberélico.

Auxin and gibberellin in the early development of beans.

Abstract: The use of phytohormones, such as synthetic auxins like 2,4-D and gibberellin, has proven to be an economically viable and environmentally sound alternative to increase germination rates in agricultural crops. The application of these growth regulators is especially relevant for bean cultivation. Therefore, the objective of this experiment is to evaluate the effect of different doses of 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) and gibberellin on the germination and initial development of beans. The experiment was conducted in September 2025 at the Seed Laboratory of the Assis Gurgacz Foundation University Center (FAG) in the municipality of Cascavel-Paraná in a completely randomized design (CRD), with five treatments and four replications: T1 – Control; T2 – 10^{-5} mg L⁻¹ of 2,4-D; T3 – 10^{-3} mg L⁻¹ of 2,4-D; T4 – 250 mg L⁻¹ of gibberellin; T5 – 500 mg L⁻¹ of gibberellin. The parameters evaluated were germination percentage, root and shoot length, and seedling dry mass. The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the means compared by Tukey's test at 5% significance using the Genes Software statistical program. The germination percentage and root length were not influenced by the hormones, whereas gibberellin at a concentration of 250 mg L⁻¹ promoted the greatest shoot growth in bean seedlings. The use of 2,4-D at a concentration of 10^{-5} mg L⁻¹ resulted in the highest average increase in seedling dry mass. It is concluded that 2,4-D and gibberellin affected the initial development of beans.

Keywords: 2,4-dichlorophenoxyacetic acid; *Phaseolus vulgaris*; Gibberellic acid.

Introdução

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma leguminosa amplamente cultivada e comercializada na América latina, principalmente no Brasil, sendo uma das principais escolhas do brasileiro para uma dieta equilibrada com alimentos básicos, devido à sua composição nutricional, que apresenta alto teor de proteína e fibras. Em virtude do seu alto consumo, algumas alternativas para o aumento de produtividade vem sendo cada dia mais utilizadas pelos produtores dessa leguminosa.

Segundo Scalioni *et al.* (2024) a evolução da ciência em áreas que envolvem não apenas as Ciências Agrárias, mas também a nutrição humana e afins, sugere a necessidade de tecnologia em campo e do aproveitamento de recursos naturais no desenvolvimento das culturas, especialmente aquelas mais consumidas na rotina alimentar das pessoas.

Em resposta à crescente demanda pelo alimento, novas tecnologias estão sendo implementadas em sistemas produtivos agrícolas com o objetivo de aprimorar o desenvolvimento agronômico e a produtividade do feijão-comum. Essas inovações visam não apenas otimizar os processos de cultivo, mas também minimizar custos operacionais e aumentar a viabilidade da cultura em regiões com restrições para o cultivo (Oliveira *et al.*, 2015).

Segundo Resende (2022), nesse contexto, a utilização de reguladores de crescimento surge como uma alternativa viável para elevar a produtividade do feijoeiro. Esse autor ainda expõe que essas substâncias têm o potencial de acelerar o crescimento das plantas no campo e promover a saúde da lavoura, o que pode resultar em maior produtividade. Nos últimos anos, o emprego desses produtos para aprimorar a eficiência das culturas tem sido amplamente estudado e destacado por pesquisadores.

Os reguladores de crescimento vegetal têm ganhado crescente relevância no agronegócio, especialmente com o avanço das técnicas de cultivo, principalmente em culturas de alto valor econômico e aquelas com elevado potencial produtivo. No entanto, ainda há limitações no entendimento dos efeitos reais desses produtos, que são compostos por hormônios, micronutrientes, aminoácidos e vitaminas, sobre a qualidade fisiológica das sementes e a produtividade das culturas quando aplicados por meio do tratamento de sementes (Amaro *et al.*, 2020).

Lavagnini *et al.* (2014) discorre que os hormônios vegetais desempenham papéis cruciais no desenvolvimento das plantas, especialmente no crescimento do caule e das folhas, na regulação da altura, no desenvolvimento dos frutos, na floração e no retardamento do envelhecimento dos tecidos vegetais, entre esses hormônios, destacam-

se a giberelina e a auxina, embora ambos sejam produzidos em locais semelhantes, o transporte da giberelina difere da auxina. A giberelina é apolar, o que significa que seu transporte ocorre sem polarização, sendo realizado pelo xilema e floema, do ápice até a base da planta, esse hormônio é fundamental durante a germinação das sementes, pois, ao absorver água, a semente induz o embrião a produzir giberelina, que, por sua vez, estimula a germinação e o crescimento subsequente da planta (Lavagnini *et al.* 2014).

A auxina é o hormônio vegetal responsável por promover o crescimento de tecidos, principalmente de partes jovens de folhas, raízes e o caule, e também atua no processo de dominância apical, desenvolvimento das flores das plantas, crescimento de frutos, enraizamento de estacas, entre outros. É encontrada principalmente nos meristemas apicais, onde são encontradas nas plantas principalmente em ácido indol-acético (AIA) e o ácido indol-butírico (AIB) (Moraes, 2020).

O herbicida 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxyacético), além de realizar o controle das plantas daninhas dicotiledôneas, é uma auxina sintética que atua como um regulador de crescimento em doses baixas (Mortensen *et al.*, 2012). Nas plantas, este produto é responsável por gerar uma concentração de etileno e ácido abscísico (ABA), que são provenientes da produção de espécies reativas ao oxigênio, responsáveis pelo estresse oxidativo (Grossmann, 2010).

Dessa forma, o objetivo deste experimento é avaliar o efeito de diferentes doses de 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxyacético) e giberelina na germinação e desenvolvimento inicial do feijão.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em julho de 2025 no Laboratório de Sementes do Centro Universitário da Fundação da Assis Gurgacz (FAG), localizado nas coordenadas geográficas $53^{\circ} 30' 35''$ de longitude Oeste $24^{\circ} 56' 24''$ de latitude e 740 metros de altitude, sediado no município de Cascavel, na região Oeste do Estado do Paraná. O experimento foi inteiramente casualizado (DIC), contando com cinco tratamentos e quatro repetições compostas por 50 sementes de feijão, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados foram: T1 – Testemunha; T2 – 10^{-5} mg L⁻¹ de 2,4-D; T3 – 10^{-3} mg L⁻¹ de 2,4-D; T4 – 250 mg L⁻¹ de giberelina; T5 – 500 mg L⁻¹ de giberelina.

As soluções de 2,4-D foram preparadas a partir da diluição do produto em água até obtenção da concentração ideal para cada tratamento, enquanto que a solução de

giberelina foi obtida através da diluição do produto comercial PROGIBB 400[®] em solvente NAOH (1N) em volume suficiente para sua solubilização e posteriormente diluída com água destilada até completar o volume desejado de solução. O PROGIBB 400[®] contém em sua formulação 400 g Kg⁻¹ de ácido giberélico e 600 g Kg⁻¹ de outros ingredientes e foi obtido na Central de Reagentes do Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG.

O feijão carioca comum (cultivar IPR- Sabiá) foi adquirido na região de Cascavel- PR. As sementes passaram por um processo de limpeza de forma manual, onde foram retiradas as impurezas maiores e mais visíveis, as sementes foram selecionadas para que não tivesse nenhuma semente com algum dano mecânico.

O teste e avaliação de germinação foram realizados conforme as recomendações da Regras para Análises para Sementes (Brasil, 2009). O papel germinativo foi umedecido com volume de solução equivalente à 2,5 vezes o peso do papel, conforme cada tratamento, sendo a testemunha umedecida com água destilada e os demais tratamentos com solução de 2,4-D (auxina) e giberelina. As sementes de feijão (50 sementes) foram sobrepostas em duas folhas de papel *Germitest*[®] e cobertas com uma terceira folha, e as repetições foram identificadas conforme cada tratamento, e posteriormente acondicionadas em sacos plásticos e em Câmara de Germinação com Demanda Bioquímica de Oxigênio (B.O.D), com temperatura de 25° C e fotoperíodo de 24 horas, por um período de sete dias.

Os parâmetros avaliados foram germinação da cultura (%), comprimento radicular (cm), comprimento de parte aérea (cm) e massa seca de plântulas (g) no sétimo dia de experimento. A porcentagem de germinação foi obtida através da contagem de plântulas normais. Em seguida, foram selecionadas aleatoriamente dez plântulas normais de cada repetição para medição em centímetros do comprimento da parte radicular e aérea (hipocótilo) com uma régua milimétrica. Essas plântulas foram acondicionadas em sacos de papel pardo identificados com o tratamento e repetição e desidratadas em estufa com circulação de ar a 50°C por 24 horas, sendo posteriormente pesadas em balança analítica de precisão para obtenção da massa seca das plântulas.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância através do programa estatístico Genes Software (Cruz, 2016).

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância e da comparação do Teste de Tukey da germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de feijão com uso de hormônios estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise de variância da porcentagem de germinação (G%), comprimento radicular (CR em cm), comprimento de parte aérea (CPA em cm) e de massa seca (g) de plântulas de feijão, em condições de laboratório.

Tratamento	G (%)	CR (cm)	CPA (cm)	MS (g)
T1 – Testemunha	98,50 a	10,77 a	3,52 b	0,39 ab
T2 – 2,4-D 10^{-5} mg L $^{-1}$	98,50 a	9,56 a	3,49 b	0,43 a
T3 – 2,4-D 10^{-3} mg L $^{-1}$	98,50 a	9,10 a	1,66 c	0,29 c
T4 – Giberelina 250 mg L $^{-1}$	100,00 a	9,71 a	5,71 a	0,34 bc
T5 – Giberelina 500 mg L $^{-1}$	99,50 a	10,60 a	4,49 ab	0,33 bc
Média geral	99,00	9,95	3,77	0,35
CV (%)	1,17	9,55	21,83	9,96
Quadrado Médio	2,01 n.s	2,09 n.s	8,91**	0,012**

Médias, seguidas de mesma letra na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação; n.s = não significativo; * significativo a 1% de probabilidade.

A análise de variância demonstrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a porcentagem de germinação (%G) e para o comprimento radicular (CR). A média geral da germinação foi de 99 %, com baixo coeficiente de variação (CV = 1,17 %), evidenciando uniformidade e alta viabilidade das sementes de feijão entre os tratamentos testados.

Segundo Vieira (2001) em sua pesquisa sobre a ação de bioestimulantes formulados com ácido giberélico na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade da soja, feijão e arroz, a germinação apresentou aumento com a aplicação de hormônios vegetais em relação à testemunha. De acordo com o autor, os fitohormônios são mediadores de alguns eventos que auxiliam no processo de germinação de sementes.

Marques e Correa (2025) observaram que o uso de reguladores de crescimento à base de giberelina e auxina, promoveram um incremento no crescimento radicular, tamanho de planta e diâmetro de caule no feijão proporcional ao aumento das dosagens. Os autores citam que isso pode ser explicado pelo ajuste hormonal devido aos produtos aplicados, apontando que doses excessivas causam desbalanceamento hormonal nos

estádios iniciais, causando inibição no início da cultura. Entretanto, o efeito é compensado no decorrer do ciclo da planta e causa ganhos de comprimento de raízes.

Em relação ao comprimento da parte aérea (CPA), observou-se diferença significativa entre os tratamentos. O uso de giberelina 250 mg L⁻¹ (T4) apresentou o maior valor médio (5,71 cm) de parte aérea, diferindo estatisticamente dos tratamentos com 2,4-D e da testemunha, que apresentaram valores inferiores (entre 1,66 e 3,52 cm). O tratamento com 2,4-D na concentração de 10⁻³ promoveu o menor crescimento da parte aérea em comparação aos demais tratamentos. Esses resultados sugerem que a aplicação de giberelina promoveu maior alongamento da parte aérea das plântulas de feijão.

Com relação ao comprimento da parte aérea, Souza e Lazaretti (2024), ao investigarem o uso de diferentes doses de regulador de crescimento na cultura de feijão, constataram que, quanto maior a dosagem de ácido giberélico maior a altura da planta de feijão, demonstrando seu impacto positivo no desenvolvimento inicial das plântulas desta cultura.

Em contrapartida, o experimento sobre o uso de reguladores de crescimento em cultivares de feijão de inverno, com reguladores com auxina e giberelina não obteve diferença significativa no comprimento da parte aérea das cultivares carioca precoce e IAC Apuã (Abrantes *et. al.*, 2011).

Com relação ao 2,4-D promover o menor crescimento pode estar relacionado ao efeito inicial fitotóxico do herbicida e os mecanismos de defesa da semente, que acabaram travando o crescimento inicial do caule e folha (França *et al.*, 2022).

Em relação à massa seca (MS), houve diferença significativa entre os tratamentos. As plântulas submetidas aos tratamentos T1 (testemunha) e T2 (2,4-D 10⁻⁵ mg L⁻¹) apresentaram maiores valores de massa seca (0,39 a 0,43 g), enquanto os tratamentos com giberelina (T4 e T5) exibiram valores menores (0,33 a 0,34 g). O uso de 2,4-D na dosagem de 10⁻³ mg L⁻¹ ocasionou o menor ganho de massa seca.

Segundo Pedó *et. al.*, (2018), em seu estudo sobre o crescimento de plantas e o vigor de sementes de feijão em resposta à aplicação exógena de ácido giberélico, a massa seca apresentou os máximos valores por volta de 35 dias após a semeadura. Relacionando os resultados obtidos neste trabalho com os dados citados por Pedó *et. al.*, (2018), a giberelina pode não ter apresentado resultados significativos durante os primeiros estádios da plântula de feijão.

Com relação ao 2,4-D, devido à sua atuação nos meristemas apicais, em baixas concentrações, acaba favorecendo o crescimento do colmo, enraizamento lateral, e assim favorecendo a massa seca da planta (Lemos, 2020).

Conclusão

Sob estas condições experimentais, foi possível concluir que o uso de giberelina na concentração de 250 mg L⁻¹ se influenciou positivamente o crescimento da parte aérea das plântulas de feijão e que o uso de 2,4-D na concentração de 10⁻⁵ mgL⁻¹ apresentou efeito positivo na massa seca. Conclui-se que o 2,4-D e a giberelina tiveram efeito no desenvolvimento inicial de feijão.

Referências

- ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 41, n. 2, p. 148-154, abr./jun. 2011. e-ISSN 1983-4063.
- AMARO, H. T. R., COSTA, R. C.; PORTO, E. M. V.; ARAÚJO, E. C. M.; FERNANDES, H. M. F. (2020). Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, 26(1), 222-242.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- CRUZ, C. D. **Genes Software** – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. Acta Scientiarum, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.
- FRANÇA, R. S. S. S. R.; POSSENTI, J. C.; SANTANA, A. B.; Toxidade do herbicida 2,4-D sobre germinação de sementes de *Lycopersicon esculentum* L. **Journal of Biotechnology and Biodiversity** | v.10 | n.4 | 2022
- GROSSMANN, K. **Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action**. Pest Management Science, 66(2), 113–120. (2010)
- LAVAGNINI, C. G.; DI CARNE, C. A. V.; CORREA, F.; HENRIQUE, F.; TOKUMO, L. E., SILVA, M. H.; SANTOS, P. C. S. (2014). Fisiologia vegetal-hormônio giberelina. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, 25(1), 48-52.
- LEMOS, M. S. S. Efeito das soluções enraizadoras AIB, 2,4-D e ANA em estacas de guaranazeiro. **Dissertação de Pós-Graduação** – UFAM. Manaus, 2020.

MARQUES, G. H.; CORREA, R. R. P. Reguladores de Crescimento na Cultura do Feijão. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, Varginha, MG, v. 7, n. 1, p. 30 -46, 2025.

MORAES, L. P. **A importância das auxinas para os vegetais**. Disponível em:<<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/auxinas.htm>>. Acesso em 09 de novembro de 2025.

MORTENSEN, D. A.: EGAN, J. F.; MAXWELL, B. D.; RYAN, M. R.; SMITH, R. G. **Navegando em um crítico para o gerenciamento sustentável de ervas daninhas**. BioScience, 62 (1), 75-84. (2012).

PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; BACARIN, M. A.; ANTUNES, I. F.; KOCH, F.; MONTEIRO, M. A.; PIMENTEL, J. R.; TROYJACK, C.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z. Crescimento de plantas e vigor de sementes de feijão em resposta à aplicação exógena de ácido giberélico. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 757-770, 2018.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES; R. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R. L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 11, p. 1049-1056, 2015

RESENDE, L. P. Influência de bioestimulantes e reguladores de crescimento na produtividade do feijoeiro comum. 2022. 37 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) -- Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

SCALIONI, B. H.; CORREA, P. (2024). USO DO EXTRATO DE TIRIRICA (*Cyperus rotundus* L.) NA GERMINAÇÃO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SEMENTES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*). **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, p. 88-110.

SOUZA, T. G.; LAZARETTI, N. S. Uso de diferentes doses de Stimulate® na cultura de feijão. **Revista Cultivando o Saber - Edição Especial** p.117-125, 2024

VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade da soja, feijão e arroz. **Tese de Doutorado em Fitotecnia**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2001.