

Bioestimulantes no tratamento de sementes na cultura do milho (*Zea mays L.*)

Carlos Henrique Jorge Oliveira^{1*}, Thaísa Capato Lima²

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

^{1*}chjoliveira2003@gmail.com

Resumo: A cultura do milho é vital para a segurança alimentar mundial, com os bioestimulantes desempenhando um papel crucial no aumento da absorção de água e nutrientes, essenciais para maximizar o rendimento e promover a sustentabilidade agrícola globalmente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento do milho submetido ao tratamento de sementes com diferentes bioestimulantes. O experimento foi conduzido em vasos com capacidade de 8 litros em ambiente protegido contendo solo como substrato. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos e 5 repetições, com avaliação 15 dias após o plantio, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos utilizados foram: T1 – Testemunha (sem aplicação de estimulantes), T2 – fertilizante Potamol® (2 mL kg⁻¹ sementes), T3 – regulador de crescimento Progibb® (0,2 g kg⁻¹ sementes) e T4 – biorregulador Stimulate® (2 mL kg⁻¹ sementes). As variáveis avaliadas foram: altura de plantas, diâmetro do colmo, comprimento e volume radicular e massas da matéria fresca e seca da parte aérea e raízes. Para avaliar a normalidade dos dados utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Os dados com a suposição de normalidade aceita foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de significância e os com a suposição de normalidade rejeitada utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis a 5%. Foi utilizado o programa computacional ActionStat®, versão 2.4 maio/2012. Como resultados, destaca-se que o Progibb® teve diferença significativa apenas no parâmetro de altura das plantas, enquanto para os demais parâmetros avaliados, como massa seca das raízes, diâmetro do colmo, volume e comprimento radicular, além da massa fresca e seca da parte aérea, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Palavras-chave: Germinação; Giberelina; Auxina; Citocinina.

Biostimulants in seed treatment in corn (*Zea mays L.*)

Abstract: Maize cultivation is vital for global food security, with biostimulants playing a crucial role in increasing water and nutrient uptake, essential to maximize yield and promote global agricultural sustainability. This study aimed to evaluate the growth of corn seed treated with different biostimulants. The experiment was conducted in 8-liter pots in a protected environment containing soil as substrate. The experimental design was completely randomized, consisting of four treatments and 5 replicates, with evaluation 15 days after planting, totaling 20 plots. The treatments used were: T1 – Control (no application of stimulants), T2 – Potamol® fertilizer (2 mL kg⁻¹ seeds), T3 – Progibb® growth regulator (0.2 g kg⁻¹ seeds) and T4 – Stimulate® bioregulator (2 mL kg⁻¹ seeds). The variables evaluated were: plant height, stem diameter, root length and volume, and fresh and dry matter masses of the shoots and roots. The Shapiro-Wilk test was used to assess data normality. Data with the normality assumption accepted were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the means were compared by the Tukey test at 5% significance level, and those with the normality assumption rejected were subjected to the Kruskal-Wallis test at 5%. The ActionStat® software, version 2.4 May/2012, was used. As results, it is worth noting that Progibb® had a significant difference only in the plant height parameter, while in the other parameters evaluated, such as root dry mass, stem diameter, root volume and length, in addition to fresh and dry mass of the aerial part, there was no significant difference between treatments.

Keywords: Germination; Gibberelline; Auxin; Cytokinin.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae e possui como centro de origem a América do Norte (SILVEIRA *et al.*, 2015). É uma cultura de enorme importância no Brasil e no cenário global, por ser o principal componente das cadeias de produção alimentar, tanto para consumo humano quanto animal (GARCIA e MATOSO, 2021). O milho em grão é amplamente utilizado na alimentação animal, representando a maior parte do consumo desse cereal em todo o mundo, atingindo cerca de 70%. No contexto brasileiro, essa proporção varia entre 60% e 80%, de acordo com diferentes fontes de estimativa e variações ao longo dos anos (CRUZ *et al.*, 2006).

Nas últimas décadas, o milho assumiu a posição de destaque como a cultura agrícola mais cultivada em todo o mundo, ultrapassando a marca impressionante de um bilhão de toneladas de produção, deixando para trás culturas tradicionais como arroz e trigo (MIRANDA, 2018). Segundo o levantamento da safra de grãos, realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, há a projeção de um volume significativo na produção brasileira de grãos para a safra 2023/2024, estimando alcançar 316,7 milhões de toneladas. Embora essa previsão represente uma leve redução de 1,5% em comparação com o recorde anterior, ainda é um indicador robusto do potencial agrícola do país (CONAB, 2023).

O desenvolvimento das plantas é regulado por hormônios vegetais, tais como auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico (MELO, 2002). Cada um desses hormônios possui moléculas receptoras específicas que estão presentes nas células alvo. A interação entre hormônio e receptor desencadeia uma variedade de respostas, que podem tanto promover quanto inibir diferentes aspectos do desenvolvimento da planta, podendo atuar de forma isolada ou sinérgica.

Diversas tecnologias e práticas têm sido adotadas para aumentar a produtividade das lavouras de milho, com destaque para o uso de bioestimulantes. Esses compostos, derivados de fontes naturais, têm se mostrado eficazes em promover o crescimento das plantas e melhorar o rendimento das colheitas de milho (GAJOTTO, 2021). No cenário atual do tratamento de sementes, os bioestimulantes estão ganhando destaque tanto nacional quanto internacionalmente. Esses produtos, derivados de substâncias naturais ou sintéticas, estimulam a germinação e o desenvolvimento das raízes e partes aéreas das plantas. Geralmente, sua composição é uma mistura de diferentes biorreguladores, o que os torna eficientes e flexíveis na promoção do crescimento das culturas (NETTA *et al.*, 2022).

Os bioestimulantes, contendo hormônios, nutrientes e vitaminas, aliviam o estresse e promovem o crescimento saudável das plantas, sendo essenciais para maximizar a

produtividade e qualidade na cultura do milho (SANTOS *et al.*, 2013). Ao ativar processos fisiológicos como absorção de nutrientes e desenvolvimento radicular, esses produtos aumentam o rendimento dos cultivos. Estudos recentes, destacam ganhos significativos na biomassa vegetal e produção de grãos de milho com o uso de bioestimulantes.

A cultura do milho enfrenta desafios como estresse hídrico e solos salinos, que podem prejudicar a germinação e o crescimento inicial das plantas, para amenizar esses problemas, o tratamento de sementes com bioestimulantes é uma medida preventiva essencial (BARBIERI, 2014). Ele melhora o desempenho das plântulas, aumentando a sua uniformidade e o seu vigor. Essa prática é crucial para um estabelecimento adequado da cultura e para maximizar sua produtividade, especialmente em ambientes propensos a esses desafios.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de diferentes bioestimulantes no tratamento de sementes e no crescimento inicial da cultura do milho.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em condições de casa de vegetação, na Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado no município de Cascavel/ PR, com coordenadas geográficas de 24°56'20'' S de latitude e 53°30'39'' W de longitude, e uma altitude de 690 metros.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos na cultura do milho híbrido MG 408 PWU, avaliados 15 dias após o plantio, em esquema de repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos foram: T1 - Testemunha (sem aplicação de estimulantes); T2 - Fertilizante Potamol® (2 mL kg⁻¹ de sementes), composto por minerais e nutrientes essenciais; T3 - Regulador de crescimento Progibb® (0,2 g kg⁻¹ de sementes), que contém ácido giberélico, um hormônio vegetal que estimula o crescimento; e T4 - Biorregulador Stimulate® (2 mL kg⁻¹ de sementes), que contém auxina, citocinina e ácido giberélico, compostos que favorecem o desenvolvimento radicular e o crescimento das plantas.

O solo utilizado no ensaio é classificado como latossolo vermelho distroférico e foi submetido à análise química onde foram observados os seguintes parâmetros: pH CaCl₂ = 4,8; P = 2,8 mg dm⁻³; K = 0,22 cmolc dm⁻³; Ca = 3,67 cmolc dm⁻³; Mg = 0,93 cmolc dm⁻³; Al = 0,08 cmolc dm⁻³ e MO = 32,47 g dm⁻³. Foi realizada a correção da acidez do solo utilizando calcário dolomítico.

A semeadura foi realizada em vasos com capacidade para 8L contendo solo previamente preparado e corrigido. Foram semeadas 5 sementes por vaso a uma profundidade de dois a três cm. Na ocasião do plantio foi realizada a adubação utilizando adubo formulado Ferticel® (07-

10-10) na dosagem de 4 g vaso⁻¹. Após a emergência foi feito o desbaste deixando duas plantas por vaso. As plantas foram irrigadas por meio de aspersores duas vezes ao dia.

Para as avaliações as plantas foram coletadas aos 15 dias após a semeadura e avaliadas quanto à altura (cm) e comprimento de raízes (cm) com auxílio de régua graduada, diâmetro do coleto (cm) utilizando paquímetro digital, volume de raiz (cm³), por meio de metodologia utilizando deslocamento de água em proveta graduada, massa da matéria fresca de parte aérea e raízes (g) e massa de matéria seca de parte aérea e raízes (cm), após secagem por 72 horas em estufa de circulação de ar forçado e pesagem em balança de precisão.

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas de acordo com o modelo matemático apropriado para o delineamento adotado. Para avaliar a normalidade utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Os dados com a suposição de normalidade aceita foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de significância e os com a suposição de normalidade rejeitada utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis a 5%. Foi utilizado o programa computacional ActionStat®, versão 2.4 maio/2012.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados dos quatro tratamentos com bioestimulantes, sendo eles a testemunha, Potamol®, Progibb® e Stimulate® aplicados às sementes de milho híbrido MG 408 PWU. As variáveis avaliadas incluem altura das plantas, diâmetro do coleto, comprimento e volume radicular, além das massas da matéria fresca e seca da parte aérea e das raízes.

O tratamento com Progibb® (T3) resultou na maior altura das plantas, com uma média de 65,76 cm, sendo significativamente superior aos demais tratamentos. A testemunha (T1), sem aplicação de bioestimulantes, apresentou uma altura de 54,68 cm, próxima à média geral (54,62 cm). Os tratamentos Stimulate® (T4), com 53,16 cm, e Potamol® (T2), com 44,90 cm, também não apresentaram diferenças significativas entre si. Entre os parâmetros avaliados, apenas a altura das plantas apresentou diferença significativa, destacando o tratamento com Progibb® como o mais eficaz nesse aspecto.

Tabela 1- Diferentes bioestimulantes no tratamento de sementes e no crescimento inicial da cultura do milho, com dados coletados aos 15 dias, desenvolvido em casa de vegetação, em Cascavel-PR.

TRATAM	ALT	DIÂM	N. F	M. F. P. A	COMPR	M. F. R	VOL	M. S. P. A	M. S. R
TESTEMUNHA	54,68 b	5,71 a	5,20 a	5,92 a	51,36 a	2,64 a	3,00 a	0,52 a	0,4295 a
POTAMOL	44,90 b	5,51 a	5,20 a	4,96 a	44,04 a	1,56 a	2,20 a	0,50 a	0,3082 a
PROGIBB	65,76 a	5,85 a	5,00 a	6,76 a	51,04 a	2,60 a	3,20 a	0,66 a	0,5209 a
STIMULATE	53,16 b	6,38 a	5,40 a	7,42 a	55,36 a	2,60 a	4,20 a	0,68 a	0,3976 a
Média	54,62	5,86	5,20	34,54	50,45	2,35	3,15	0,59	0,41
C.V. (%)	10,72	13,57	11,91	6,26	19,06	31,66	38,45	38,99	39,38
Shapiro Wilk	0,7883	0,9880	< 0,01	0,9241	0,2267	0,8792	0,0348	0,0327	0,9115
P-valor ANOVA	0,0010	0,3903 ^{ns}	-	0,3480 ^{ns}	0,3528 ^{ns}	0,1084 ^{ns}	-	-	0,2772 ^{ns}
P-valor Kruskal-Wallis	-	-	0,7914 ^{ns}	-	-	-	0,1285 ^{ns}	0,5080 ^{ns}	-

Tratam: Tratamento; ALT: Altura; DIÂM: Diâmetro do Coleto; N. F: Número de Folhas; M. F. P. A: Massa Fresca da Parte Aérea; COMPR: Comprimento de Raízes; M. F. R: Massa Fresca da Parte das Raízes; VOL: Volume de Raiz; M. S. P. A: Massa de Matéria seca da parte Aérea; M. S. R: Massa de Seca da parte das Raízes; CV%: Coeficiente de variação; n s: não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguida de mesma letra na coluna não diferem entre si.

Fonte: Os autores (2024).

Não houve diferença significativa no diâmetro do colmo entre os tratamentos, conforme indicado pelo valor de p não significativo ($p = 0,3903$). O tratamento Stimulate® (T4) apresentou o maior diâmetro de colmo, com 6,38 mm, seguido pelo Progibb®, com 5,85 mm. Ambos os tratamentos destacam-se e podem ser utilizados como medida preventiva (BARBIERI, 2014) diante de adversidades relacionadas a fatores hídricos e de solo. A testemunha e o Potamol® apresentaram valores semelhantes, com 5,71 mm e 5,51 mm, respectivamente.

O número de folhas não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com todos os grupos variando em torno de cinco folhas, indicando um efeito limitado dos bioestimulantes nesse aspecto. Kolling *et al.* (2016) destacam que, em ambientes onde as plantas crescem em condições favoráveis, os efeitos positivos dos bioestimulantes são menos perceptíveis. No entanto, em situações de estresse, as plantas tratadas com esses produtos apresentam desempenho superior, pois desenvolvem mecanismos de defesa aprimorados, impulsionados pelo aumento nos níveis de antioxidantes.

O tratamento Stimulate® (T4) apresentou a maior massa fresca da parte aérea, com 7,42 g, sugerindo maior eficácia em promover o crescimento da parte aérea das plantas. O Progibb® (T3) também mostrou bons resultados, com 6,76 g. A testemunha e o Potamol® apresentaram massas frescas menores, de 5,92 g e 4,96 g, respectivamente.

Não houve diferença estatisticamente significativa no comprimento radicular entre os tratamentos avaliados. O maior comprimento foi observado no tratamento Stimulate® (T4),

com 55,36 cm, observado pela testemunha (T1), que apresentou 51,36 cm. Os tratamentos Progibb® (51,04 cm) e Potamol® (44,04 cm) tiveram comprimentos semelhantes, porém as variações entre os tratamentos não foram suficientes para demonstrar eficácia diferenciada.

Na Massa Fresca das Raízes (M.F.R.), os tratamentos testemunha, Progibb® e Stimulate® apresentaram valores próximos, de 2,64 g e 2,60 g, enquanto o Potamol® teve o menor valor, de 1,56 g. No entanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas, indicando que os tratamentos não alteraram de forma consistente o desenvolvimento radicular. Para o Volume Radicular (VOL), o tratamento Stimulate® (T4) apresentou o maior valor, com 4,20 cm³, e o Potamol® o menor, com 2,20 cm³. A testemunha e o Progibb® mostraram valores intermediários, de 3,00 cm³ e 3,20 cm³, respectivamente, também sem diferença significativa entre os tratamentos.

Na Massa Seca da Parte Aérea (M.S.P.A.), o Stimulate® (T4) apresentou a maior massa seca, com 0,68 g, seguido pelo Progibb®, com 0,66 g, enquanto a testemunha e o Potamol® registraram 0,52 g e 0,50 g, respectivamente. No entanto, as diferenças entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas, indicando que os bioestimulantes não influenciaram de forma consistente o crescimento da massa seca da parte aérea. Estudos como o de Ferreira *et al.* (2007) mencionam o potencial de bioestimulantes no aumento da massa seca, mas esses resultados não foram confirmados neste experimento.

Na Massa Seca das Raízes (M.S.R.), o Progibb® (T3) apresentou o maior valor, com 0,5209 g, seguido pela testemunha, com 0,4295 g. Os tratamentos Stimulate® e Potamol® apresentaram valores menores, com 0,3976 g e 0,3082 g, respectivamente. Contudo, as diferenças observadas entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas, indicando que nenhum deles teve impacto consistente no aumento da massa seca das raízes.

Em resumo, o tratamento com Progibb® apresentou diferença significativa apenas na altura das plantas, enquanto nos demais parâmetros, como massa seca das raízes, diâmetro do colmo, volume e comprimento radicular, além da massa fresca e seca da parte aérea, não houve diferenças significativas. Esses resultados indicam que o Progibb® pode influenciar mais a altura das plantas, enquanto outros bioestimulantes têm efeitos mais equilibrados em diferentes características vegetativas. O uso de bioestimulantes se mostra eficaz para mitigar os impactos de sementeiras irregulares, promovendo o desenvolvimento das plantas (KLAHOLD *et al.*, 2006).

A testemunha apresentou desempenho médio na maioria das variáveis, sem diferença significativa em relação aos tratamentos com bioestimulantes no estímulo ao crescimento. Isso reforça que, embora os bioestimulantes não tenham mostrado diferença significativa em

comparação com a testemunha, eles continuam sendo uma estratégia válida no tratamento de sementes e no crescimento inicial da cultura do milho, conforme indicam Santos *et al.* (2013), Gaiotto (2021).

Conclusão

O bioestimulante Progibb® promoveu maior altura das plantas e os demais parâmetros não foram influenciados estaticamente pelos tratamentos, mas são necessários mais estudos a campo para avaliar o efeito dos produtos bioestimulantes em plantas sob condições adversas.

Referências Bibliográficas

BARBIERI, A. P. P. **Tratamento de sementes de milho: avaliações fisiológicas, bioquímicas, de crescimento e da produção.** Tese de doutorado. Santa Maria, RS, Brasil. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3224>. Acesso em: 05 abr. 2024.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Conab atualiza a estimativa da safra de grãos 2023/2024, que deve chegar a 316,7 milhões de toneladas.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas>. Acesso em 29 mar. 2024.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. **Importância da produção do milho orgânico para a agricultura familiar.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50217/1/Importancia-producao.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2024.

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Importância Socioeconômica.** Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 27 mar. 2024.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; PINHO, É. V de R. V.; QUEIROZ, D. L de. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 2, p. 80-89, 2007.

GAIOTTO, A. H. P. **Nicotinamida, Azospirillum brasilense e fitohormônios como bioestimulantes em milho.** 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/4037>. Acesso em: 03 mai, 2024.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M de M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

KOLLING, D, F.; SANGOI, L.; SOUZA, C A de.; schenatto, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v .46, n. 2, p. 248-253, 2016.

MELO, N. F de. **Introdução aos Hormônios e Reguladores de Crescimento Vegetal.** Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido, 2002. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/135451/1/HormonioseReguladoresdeCrescimentoVegetal.pdf>. Acesso em: 05 abr, 2024.

MIRANDA, R. A de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/829/materia/8972>. Acesso em: 07 abr, 2024.

NETTA, M. A de S.; MENEZES FILHO, A. C. P de.; BATISTA-VENTURA, H. R. F.; ANDRADE, C. L. L de.; VENTURA, M. V. A. Estímulo à germinação e desenvolvimento inicial do milho cultivar AS 1820 com bioestimulante Stimullum®. **Revista Brasileira de Ciência**, v. 1, n. 11, p. 100–107, 2022.

SANTOS, V. M dos.; MELO, A. V de.; CARDOSO, D. P.; GONÇALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2013.

SILVEIRA, D. C.; BONETTI, L. P.; TRAGNAGO, J. L.; NETO, N.; MONTEIRO, V. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul**, v.1, n.1, p. 01-11, 2015.