

Inoculação do *Bacillus aryabhatai* e os efeitos na produtividade do milho

Inoculation of *Bacillus aryabhatai* and its effects on corn productivity

Inoculación de *Bacillus aryabhatai* y sus efectos en la productividad del maíz

Recebido: 10/02/2025 | Revisado: 19/02/2025 | Aceitado: 20/02/2025 | Publicado: 24/02/2025

Isabella Silva Roque de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3106-4933>

Universidade Evangélica de Goiás, Brasil

E-mail: isasilvardesouza@gmail.com

Lorena de Alcântara Aguiar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3196-1301>

Universidade Evangélica de Goiás, Brasil

E-mail: lorenaalcantaraaguia@gmail.com

Cláudia Fabiana Alves Rezende

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1789-0516>

Universidade Evangélica de Goiás, Brasil

E-mail: claudia7br@msn.com

Resumo

O milho é frequentemente cultivado em plantio de segunda safra em condições inoportunas para o seu desenvolvimento pleno, sendo imprescindível a manutenção da produtividade mesmo em situações adversas. O objetivo deste trabalho foi verificar se a inoculação com *Bacillus aryabhatai* e aplicações em cobertura na superfície do solo, proporcionam o aumento da produtividade na cultura do milho. Em todos os tratamentos as plantas foram inoculadas com 4,0 ml de *B. aryabhatai* (TS). Sendo que no T2 e T3 foram aplicados mais 100 ml ha⁻¹ em V4, posteriormente em T3 e T4 foram aplicados mais 100 ml ha⁻¹ em estágio V8. As plantas foram analisadas através da avaliação de altura (m) e diâmetro do colmo (mm) e na produtividade. Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, aplicou-se o teste de médias de Tukey. A aplicação do *B. aryabhatai* promove o melhor desenvolvimento das plantas de milho. A associação do *B. aryabhatai* aplicado no tratamento de sementes, e em V4 do milho, promove benefícios significativos para a produtividade da cultura.

Palavras-chave: Bactérias promotoras; Aumento de produção; *Zea mays*.

Abstract

Corn is often grown as a second crop under unsuitable conditions for its full development, and it is essential to maintain productivity even in adverse situations. The objective of this study was to verify whether inoculation with *Bacillus aryabhatai* and topdressing applications on the soil surface provide increased productivity in corn crops. In all treatments, the plants were inoculated with 4.0 ml of *B. aryabhatai* (TS). In T2 and T3, an additional 100 ml ha⁻¹ was applied at V4, and later in T3 and T4, an additional 100 ml ha⁻¹ was applied at V8 stage. The plants were analyzed by assessing height (m) and stem diameter (mm) and productivity. The results of the evaluations were subjected to analysis of variance, and when significant differences occurred, Tukey's test of means was applied. The application of *B. aryabhatai* promotes the best development of corn plants. The association of *B. aryabhatai* applied in seed treatment, and in V4 of corn, promotes significant benefits for crop productivity.

Keywords: Promoting bacteria; Increased production; *Zea mays*.

Resumen

El maíz se cultiva a menudo como segundo cultivo en condiciones inadecuadas para su pleno desarrollo, y es esencial mantener la productividad incluso en situaciones adversas. El objetivo de este trabajo fue verificar si la inoculación con *Bacillus aryabhatai* y aplicaciones de cobertera sobre la superficie del suelo proporcionan aumento de la productividad en el cultivo de maíz. En todos los tratamientos, las plantas fueron inoculadas con 4,0 ml de *B. aryabhatai* (TS). En T2 y T3 se aplicaron 100 ml ha⁻¹ adicionales en la etapa V4, y posteriormente en T3 y T4 se aplicaron 100 ml ha⁻¹ adicionales en la etapa V8. Las plantas se analizaron evaluando la altura (m), el diámetro del tallo (mm) y la productividad. Los resultados de las evaluaciones fueron sometidos a análisis de varianza, y cuando existieron diferencias significativas se aplicó la prueba de medias de Tukey. La aplicación de *B. aryabhatai* promueve un mejor desarrollo de las plantas de maíz. La asociación de *B. aryabhatai* aplicada en el tratamiento de semillas y en V4 de maíz, promueve beneficios significativos para la productividad del cultivo.

Palabras clave: Bacterias promotoras; Aumento de la producción; *Zea mays*.

1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um produto básico da agricultura brasileira e é uma cultura utilizada por mais de dois milhões de instituições agropecuárias em diversas regiões do Brasil. A cultura passou por profundas transformações nos últimos anos, principalmente seu declínio como cultura de subsistência para pequenos produtores e seu aumento significativo no papel da agricultura comercial, com a produção mudando geográfica e temporalmente (Cotinil et al., 2019).

A cultura do milho é frequentemente cultivada em plantios de segunda safra em condições que não são oportunas para o pleno desenvolvimento (Silva, 2020). Manter a produtividade da cultura em condições adversas, é um requisito essencial para a segurança alimentar (Tejeda, 2019).

A cultura do milho é de grande importância para compor os sistemas de rotação. Na atividade agrícola, o grande desafio é produzir alimentos, preservar o meio ambiente e gerar retorno econômico. Há diversos problemas e fatores edafoclimáticos que interferem no desenvolvimento e na produção, mas se faz necessário que as plantas apresentem um sistema radicular desenvolvido, em arquitetura e volume, para explorar os recursos disponíveis no solo (Dornas et al., 2021). Para esse melhor desenvolvimento as bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCP) são uma opção.

As BPCP fazem parte de um grande grupo de microrganismos que podem ser benéficos, patogênicos ou inofensivos, e muitos produtos à base destes microrganismos já estão no mercado mundial (Godoy, 2020). A inoculação agrícola de rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (PGPR) tem sido usada como uma ferramenta potencial para melhorar o rendimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas (Pereira, 2018). Efeitos benéficos das BPCP no milho são o melhoramento da tolerância das plantas ao estresse ambiental (Zarei et al., 2019).

Dentre as BPCP, Dias; Santos (2022) destacam as rizobactérias do gênero *Bacillus* que são amplamente utilizadas na agricultura. Essas influenciam na promoção de crescimento, resultando assim na redução do uso de fertilizante e indução a tolerância a seca. Estas bactérias ao colonizarem junto ao sistema radicular das plantas sob estresse, produzem algumas substâncias que hidratam as raízes.

Dessa forma, foram descobertas bactérias do gênero *Bacillus aryabhatai*, que são capazes de colonizar o sistema radicular das plantas, influenciando na indução da tolerância a seca. Tendo como base o isolamento da rizobactéria na raiz do mandacaru (Shivaji et al., 2009; Mariano, 2022). Os efeitos favoráveis das bactérias promotoras na cultura do milho, são o melhoramento da tolerância da planta ao déficit hídrico (Zarei et al., 2019).

May et al. (2019) observaram que a presença de *B. aryabhatai* na inoculação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar promoveu uma maior eficiência na utilização da água disponível no solo. A inoculação, também promoveu, a melhoria no desenvolvimento da parte aérea. Em mudas de café, Vieira et al. (2021) observaram que a inoculação de *B. aryabhatai*, proporciona aumento no comprimento da parte aérea das mudas de café apenas se estiverem em condições de déficit hídrico, ao contrário disso os resultados são negativos.

Assim, entender as interações entre microrganismos e plantas em diversos ambientes pode fornecer novas tecnologias para reduzir os efeitos nocivos do estresse e aumentar a produtividade das culturas (Severo, 2021). Aumentar a sustentabilidade da produção agrícola é uma estratégia promissora e o uso das BPCP's, podem facilitar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, indiretamente ou diretamente (Pacentschuk et al., 2020).

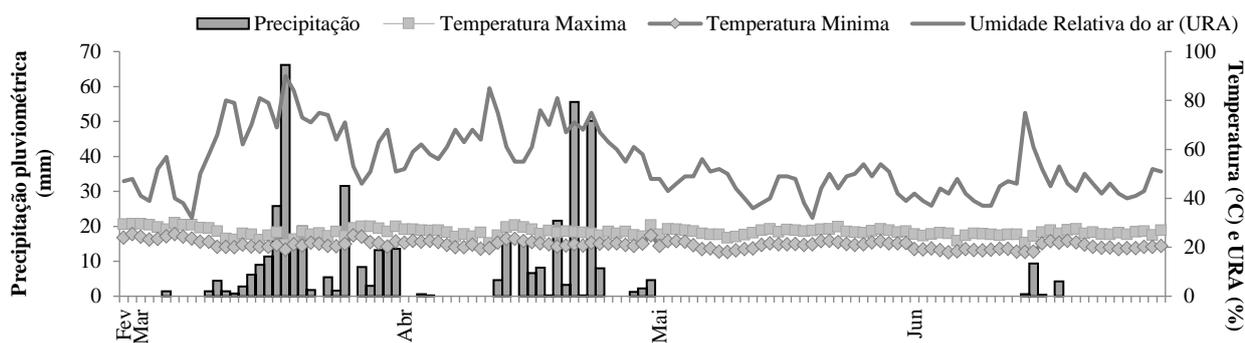
Frente a eficiência já relatada, o objetivo deste trabalho foi verificar se a inoculação com *Bacillus aryabhatai* e aplicações em cobertura, na superfície do solo, proporcionam o aumento da produtividade na cultura do milho.

2. Metodologia

O experimento trata-se de pesquisa de campo realizada na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás,

no município de Anápolis, em Goiás (16°17'41"S e 48°53'13"W). Segundo Köppen, o clima característico da região é tropical com estação seca durante todo o ano, no inverno o clima é seco e no verão chuvoso. Em Anápolis a temperatura mínima média é de 18°C e máxima média de 32°C. A pluviosidade média anual é 1.450 mm. Os dados climáticos coletados na área experimental durante a realização da pesquisa estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Temperatura média, umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica durante o período do experimento, Anápolis, GO.



Fonte: Autoria própria.

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico de textura argilosa, de acordo com a análise de solo com 45% de areia, 36% de argila e 19% de silte. A área onde foi implantado o experimento havia sido cultivada anteriormente com a cultura do milho; grão-de-bico (*Cicer arietinum*) e milheto, sendo realizada a amostragem do solo para análise química (00-20 m). A área se encontrava em sistema de plantio direto e foi realizada a aplicação do calcário dolomítico na dosagem de 1,0 t ha⁻¹ (15% de Mg, 30% Ca) para correção da acidez do solo, elevação da saturação por bases (70%) e posterior plantio do milho.

As características químicas do solo foram: matéria orgânica (MOS): 3,19%; saturação por bases (V): 56,0%; pH CaCl₂: 5,50; P (Mehl): 1,79 mg dm⁻³; K: 80,0 mg dm⁻³; CTC: 9,1 cmol_c dm⁻³; Ca: 3,30 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,60 cmol_c dm⁻³; H+Al: 4,00 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³.

Na execução do experimento foi utilizado o híbrido comercial LG 36790 PRO3®. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, cada repetição com cinco linhas de plantas, espaçadas 0,65 m. Os tratamentos foram assim divididos com o uso do produto Auras® (*Bacillus aryabhatai* CMAA 1363) na concentração de 1x10⁸ UFC mL⁻¹, sendo que no tratamento de semente foram utilizados 4,0 ml kg de semente: T1 – tratamento de sementes; T2 – tratamento sementes+ 200 ml ha⁻¹ em V4; T3 – tratamento de sementes+ 100 ml ha⁻¹ em V4 e 100 ml ha⁻¹ em V8; T4 – tratamento de semente+ 100 ml ha⁻¹ em V8. As aplicações em V4 em V8 foram feitas utilizando um pulverizador costal, as aplicações foram feitas rente ao solo, próximas ao colmo das plantas.

Aos 15 dias antes do plantio foi realizada a aplicação do herbicida glifosato na dosagem de 3,0 L ha⁻¹, a fim de controlar a incidência de plantas invasoras indesejadas. Foram semeadas 4,0 sementes m⁻¹. A adubação de plantio foi estabelecida conforme análise do solo e expectativa de rendimento da cultura, sendo utilizado 400 kg ha⁻¹ 05-25-15 + 50 kg de FTE BR12 (Enxofre (S) – 3,0%; Boro (B) -1,8%; Manganês (Mn) - 2% e Zinco (Zn) - 9%).

De acordo com a análise do solo e a demanda nutricional da cultura foi estabelecido a dose de N em cobertura de 100 kg ha⁻¹. A adubação de cobertura foi realizada em V4, onde foram realizadas as primeiras aplicações de ureia (45% N), adotando a aplicação na linha de plantio. A segunda aplicação de ureia foi realizada no estágio V8.

Aos 15 dias após a emergência (DAE) foi realizada a aplicação do herbicida Podium® (fenoxaprope-p-etílico) na dosagem de 1,0 L ha⁻¹ e Atrazina® (Triazina) na dosagem de 5,0 L ha⁻¹, a fim de controlar a incidência de plantas invasoras indesejadas. Aos 30 DAE foi aplicado o fungicida Opera® na dosagem de 0,5 ml ha⁻¹ para o controle de doenças no estágio inicial. Após 45 DAE foi utilizado o inseticida Actara® 250 WG (Tiametoxam), na dosagem de 70 g ha⁻¹ para o controle de cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*).

Foram utilizados como parâmetros de avaliações a altura da planta (m), e o diâmetro de colmo em mm. A altura de planta e diâmetro de colmo foram avaliados em três momentos, que foram após a 1ª aplicação de adubação de cobertura no estágio V4, após a 2ª aplicação de adubação de cobertura em V8 e no florescimento pleno (VT).

As plantas de bordadura foram desconsideradas para avaliação, a altura de planta (m) foi avaliada com o auxílio de uma trena, foi medida da base (solo) até o ápice da planta (inserção da última folha). O diâmetro de colmo (mm) foi avaliado com o auxílio de um paquímetro, medido acima do nível do solo no segundo nó do colmo. Aos V4 e aos V8 foram realizadas as avaliações de altura da planta e diâmetro do colmo, feitos após a primeira e segunda aplicação de adubação de cobertura, respectivamente.

A colheita foi realizada 130 DAE, no ponto de colheita (umidade do grão de 13%) sendo realizada a avaliação de população final de plantas, onde contou-se o número de plantas e o número de espigas por planta em 10 m lineares; comprimento de espiga (base ao ápice) (cm); diâmetro de espiga (porção mediana da espiga) (mm); número de fileiras de grãos e número de grãos por fileira e massa de 1.000 grãos (pesagem de uma sub amostra de 100 grãos por parcela) (g). A determinação da produtividade foi realizada contando o número de plantas em 10 m lineares e coletou-se três espigas aleatórias para determinação da média do peso dos grãos das três espigas. Sendo realizadas quatro repetições por parcela.

Os parâmetros avaliados foram analisados para normalidade e a homogeneidade antes da análise de variância. Após, os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Tukey. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar, versão 5.6 (Ferreira, 2019).

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos demonstram que as dosagens utilizadas no tratamento de sementes e a aplicação em superfície do solo, em V4 e V8, do *B. aryabhattai*, não apresentaram sintomas de fitotoxicidade que viesse a comprometer o crescimento e desenvolvimento do milho. Os resultados para a altura e diâmetro das plantas são apresentados na Tabela 1. Observa-se que não ocorre diferenças estatística para o diâmetro de plantas aos 26 DAE e no florescimento pleno da cultura e para a altura de plantas aos 45 DAE frente as diferentes épocas de aplicação e dosagens de *B. aryabhattai*.

Tabela 1- Efeito de diferentes dosagens da inoculação de *Bacillus aryabhattai* na altura (Alt) e no diâmetro (Diâm) das plantas de milho aos 26 DAE (dias após a emergência), 45 DAE e no florescimento (FL) pleno da cultura, Anápolis, GO.

Tratamentos	Alt. 26 DAE		Diâm. 26 DAE		Alt. 45 DAE		Diâm. 45 DAE		Alt. FL		Diâm. FL	
	m	a*	mm	ns	m	ns	mm	**	m	**	mm	ns
1 - TS	0,26	a*	4,16	ns	1,43	ns	22,68	a	2,06	b	22,74	
2 - TS+V4	0,25	ab	4,16	ns	1,39	ns	19,56	c	2,16	a	22,77	
3 - TS +V4+V8	0,23	b	3,61	ns	1,56	ns	21,26	ab	2,19	a	22,98	
4 - TS+V8	0,26	a	3,81	ns	1,28	ns	19,91	bc	2,07	b	23,46	
Teste F	0,016	**	0,020	ns	0,102	ns	0,000	**	0,000	**	0,808	ns
CV (%)	14,83		24,54		5,16		13,67				16,02	

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo.
 Fonte: Autoria própria.

Segundo Kappes et al. (2013), o colmo é característica morfológica importante para o milho, pois está relacionada ao percentual de acamamento e quebraimento de planta, podendo resultar em perdas significativas na produção. O diâmetro do colmo não apresentou diferenças estatísticas pela aplicação das diferentes dosagens e épocas da inoculação (Tabela 1). A aplicação tardia do *B. aryabhatai* em V8, favoreceu um aumento do diâmetro do colmo de 3%, o que não justificaria a substituição da aplicação em épocas mais favoráveis para o manejo da cultura, como a inoculação no plantio ou em V4.

Este resultado pode estar ligado também aos altos índices de pluviométricos registradas no ciclo da cultura, visto que o *B. aryabhatai*, segundo Lima (2021), protege a lavoura de perdas ocasionadas pelo estresse hídrico, chegando em alguns casos a aumentar a produção. Podendo aumentar entre 360 e 480 kg de milho ha⁻¹ em média. Dessa forma o potencial do *B. aryabhatai* neste trabalho pode ter sido mascarado pela precipitação.

Já a altura no florescimento pleno da planta foi positivamente influenciada pelas as diferentes dosagens e épocas de aplicação do *B. aryabhatai* (Tabela 1). Os tratamentos com aplicação no TS + V4 (T2) e TS +V4 e V8 (T3), apresentaram o melhor desempenho. O que evidencia a importância da aplicação em superfície do solo após o estabelecimento da cultura.

Os microrganismos promotores do crescimento, como o *Bacillus* spp., quando na rizosfera, promovem a secreção de giberelinas, ácido abscísico, citocininas e ácido indol-acético. Esses fitohormônios alteram a arquitetura do sistema radicular, morfo-anatomicamente, promovendo o desenvolvimento das raízes absorventes e adjacentes; o que intensifica a absorção de nutrientes pelas plantas, ocorrendo a solubilização de nitratos, fosfatos, Ca, Mg, Zn e Si, tornando-os assimiláveis para raízes funcionais (May et al., 2019).

Fuga et al. (2023) observaram que o tratamento de sementes com *B. aryabhatai* promoveu um aumento médio de 10,5% no diâmetro do colmo de milho, sendo que a dose de 4,0 ml kg⁻¹ de semente apresentou o melhor desempenho, sendo a mesma dose utilizada neste trabalho para o tratamento de sementes. Os autores destacam o efeito promotor de crescimento para a altura e diâmetro do colmo, sugerindo que avaliações em plantas de milho tratadas com bactérias promotoras de crescimento são preferencialmente realizados no R3, neste trabalho as plantas foram avaliadas no florescimento pleno da cultura.

Segundo Ndoung; Santos (2019), tanto para o diâmetro e para a altura das plantas do milho, a inoculação de *B. aryabhatai* proporciona o aumento desses parâmetros. Sendo que a bactéria ativa a suas ações metabólicas e consegue promover o crescimento da planta. O que corrobora o observado neste trabalho para a altura aos 26 DAE e no florescimento pleno da cultura e para o diâmetro aos 45 DAE. Mas, segundo Lee et al. (2012), em condições de fornecimento adequado de água, a bactéria pode não conseguir atingir a sua capacidade de promover o crescimento das plantas.

Já Kavamura et al. (2013) destacam que *B. aryabhatai* promove o crescimento em milho, com aumento da área foliar, do comprimento do caule e peso seco da parte aérea. Fuga et al. (2023) destacam que o *B. aryabhatai* possui propriedades promotoras de crescimento altamente diversificadas nas plantas, com potencial para aumentar não só o desenvolvimento das plantas, mas também a produtividade.

Os resultados dos componentes de produção e da produtividade são apresentados na Tabela 2. Observou-se que para o comprimento de espiga e massa de mil grãos, não ocorre influência dos diferentes tratamentos. Para Lopes et al. (2007), as relações entre as características de espigas são dependentes dos genótipos. O comprimento médio de espiga é um dos caracteres que pode interferir, diretamente, no número de grãos por fileira e, conseqüentemente, na produtividade do milho (Kappes et al., 2009).

Tabela 2 - Comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (GF), massa de mil grãos (MMG), número de espigas em 10 m lineares (NE10m), número de grãos por espiga (NGE), peso médio da espiga (PM3E) e produtividade (PROD) do milho em função da aplicação de diferentes dosagens da inoculação de *Bacillus aryabhattai*, Anápolis, GO.

Tratamentos	CE		DE		NF		GF		MMG	
	cm		mm		-		-		g	
1 - TS	17,04		46,53	a	17,28	a	31,11	b	313,23	
2 - TS + V4	17,39		45,78	a	16,73	ab	33,48	a	313,24	
3 - TS + V4 + V8	16,92		44,01	b	16,86	ab	33,76	a	304,03	
4 - TS + V8	16,61		42,91	b	16,41	b	30,46	b	313,16	
Teste F	0,130	ns	0,000	**	0,078	*	0,000	**	0,480	ns
CV (%)	8,83		6,39		8,94		12,54		10,36	

Tratamentos	NE 10 m		NGE		PM3E		PROD	
	-		-		g		kg ha ⁻¹	
1 - TS	26,88	b	537,96	ab	169,29	a	7.064,34	b
2 - TS + V4	31,32	a	557,77	a	174,33	a	8.406,97	a
3 - TS + V4 + V8	26,82	b	571,21	a	174,01	a	7.034,76	b
4 - TS + V8	33,44	a	499,92	b	156,35	b	8.013,67	ab
Teste F	0,000	**	0,000	**	0,041	*	0,002	
CV (%)	18,63		15,44		18,96		25,41	

* médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo.
Fonte: Autoria própria.

As aplicações do *B. aryabhattai*, alteraram o desempenho dos parâmetros de produção. Observa-se que para o diâmetro de espiga, número de fileiras, número de grãos por fileira, número de espigas em 10 m, número de grãos por espiga, o peso médio da espiga e a produtividade foram afetados pelos tratamentos.

Observa-se que a aplicação tardia em V8, não proporcionou o melhor desempenho para a maioria dos parâmetros produtivos. Por outro lado, a inoculação somente no tratamento de sementes (TS), apresenta desempenho destacado frente aos demais tratamentos que receberam uma segunda aplicação da bactéria.

Segundo Araújo (2008), a aplicação de rizobactérias promove benefícios para as culturas, pois possuem potencial para estimular crescimento, inibição de fitopatógenos, promover a disponibilização de nutrientes, tornando a planta mais resistente a estresses bióticos e abióticos. Estas bactérias quando aplicadas ao solo proporcionam uma produção mais sustentável.

Houve efeito significativo para a produtividade do milho frente aos tratamentos. A aplicação no TS + V4 e no TS + V8 promoveram a maior produtividade no milho, apresentando uma diferença de 19,5% da maior para a menor produtividade observada (Tabela 2), ou seja, 1.372 Kg ha⁻¹. O que corrobora o observado por Fuga et al. (2023), que observou um acréscimo de produtividade com a inoculação do *B. aryabhattai*, com aumento máximo de 1.782 Kg ha⁻¹.

Considerando que as entradas para aplicação no milho em V8 apresentam um aumento de dificuldade devido ao desenvolvimento da planta, e a maior produtividade observado com a aplicação em V4 (aumento de 396 Kg ha⁻¹), sugere-se que esta, associada ao tratamento de sementes, seja adotada como a melhor fase para a aplicação em superfície do *B. aryabhattai*.

4. Conclusão

A aplicação do *B. aryabhattai* promove o melhor desenvolvimento das plantas de milho.

A associação do *B. aryabhatai* aplicado no tratamento de sementes, e em cobertura em V4 do milho, promove benefícios significativos para a produtividade da cultura do milho.

Agradecimentos

A Universidade Evangélica de Goiás, UniEvangélica, pelo apoio técnico e laboratorial para a realização deste trabalho.

Referências

- Araújo, F. F. (2008). Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostra e desenvolvimento de milho, soja e algodão. *Ciência e Agrotecnologia*, 2, 456-462.
- Continil, E., Mota, M. M., Marra, R., Borghi, E., Miranda, R. A., Silva, A. F., Silva, D. D., Machado, J. R. A., Cota, L. V., Costa, R. V., & Mendes, S. M. (2019). Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. *Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT2)*. EMBRAPA.
- Dias, A. S., & Santos, C. C. (2022). Bactérias promotoras de crescimento de plantas: conceitos e potencial de uso. Pantanal Editora.
- Dornas, M. F., Bono, J. A. M., Suguimoto, H. H., Sauer, A. V., Pedrinho, D. R., & Corrêa, B. O. (2021). Eficiência Nutricional e Produtividade de Milho pelo Uso de Biofertilizante Orgânico. *UNICIÊNCIAS*, 24(1), 14–19. <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2020v24n1p14-19>
- Ferreira, D. F. (2019). SISVAR: Sistema de Análises Estatísticas. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529-535.
- Fuga, C. A. G., Caixeta, G. A. N., Caixeta, C. F., & de Melo, I. S. (2023). Growth promotion in maize (*Zea mays* L.) by *Bacillus aryabhatai* strain CMAA 1363. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 18(3), e3340-e3340.
- Godoy, F. A. (2020). Identificação de bactérias promotoras de crescimento de trigo e seu impacto na comunidade bacteriana da rizosfera [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo].
- Kappes, C., Carvalho, M. A. C., Yamashita, O. M., & Silva, J. A. N. (2009). Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(3), 251-259.
- Kappes, C., Zancanaro, L., Lopes, A. A., Koch, C. V., Fujimoto, G. R., & Francisco, E. A. B. (2013). Fontes e doses de nitrogênio na cultura do milho em sistema de semeadura direta. In 34º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Florianópolis, EPAGRI/SBCS). Anais. Florianópolis, EPAGRI/SBCS. CD-ROM.
- Kavamura, V. N., Santos, S. N., da Silva, J. L., Parma, M. M., Ávila, L. A., Visconti, A., & de Melo, I. S. (2013). Screening of Brazilian cacti rhizobacteria for plant growth promotion under drought. *Microbiological Research*, 168(4), 183-191.
- Lee, S., Ka, J. O., & Song, H. G. (2012). Promotion of growth of *Xanthium italicum* by application of rhizobacterial isolates of *Bacillus aryabhatai* in microcosm soil. *The Journal of Microbiology*, 50(1), 45-49.
- Lima, E. (2021, 27 de abril). Bactéria encontrada no mandacaru vira bioproduto que promove tolerância à seca em plantas. Embrapa Meio Ambiente.
- Lopes, S. J., Lúcio, A. D. C., Storck, L., Damo, H. P., Brum, B., & Santos, V. J. D. (2007). Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Ciência Rural*, 37(6), 1536-1542.
- May, A., Moreira, B. R. A., Mascarin, G. M., Viana, R. S., Santos, M. S., Silva, E. H. F. M., & Melo, I. S. (2019). Induction of drought tolerance by inoculation of *Bacillus aryabhatai* on sugarcane seedlings. *Científica*, 47(4), 400-410.
- Mariano, B. R. C. (2022). Produtividade do feijoeiro em resposta a inoculação de bactérias hidrocapacitoras sob déficit hídrico [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná].
- Ndong, O. C. N., & Santos, M. A. (2019). Potencial de *Bacillus aryabhatai* para o controle de *Meloidogyne incognita* na cultura do milho. Universidade Federal de Uberlândia.
- Pacentchuk, F., Gomes, J. M., Lima, V. A., Mendes, M. C., Sandini, I. E., & Jadoski, S. O. (2020). Efeito da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento na cultura da soja. *Research, Society and Development*, 9(12), e39291211360.
- Pereira Filho, A., Cruz, J. C., Silva, A. R., Costa, R. V., & Cruz, I. (2018). Milho Verde. EMBRAPA Milho e Sorgo.
- Severo, P. J. S. (2021). Produção de milho verde sob déficit hídrico em associação a bactérias promotoras do crescimento ou Co+Mo [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande].
- Shivaji, S., Chaturvedi, P., Begum, Z., Pindi, P. K., Manorama, R., Padmanaba, D. A., Shouche, Y. S., Pawar, S., Vaishampayan, P., Dutt, C. B. S., Datta, G. N., Manchanda, R. K., Rao, U. R., Bhargava, P. M., & Narlikar, J. V. (2009). *Janibacter hoylei* sp nov., *Bacillus isronensis* sp nov. and *Bacillus aryabhatai* sp nov., isolated from cryotubes used for collecting air from the upper atmosphere. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 2977-2986.
- Tejeda, L. H. C. (2019). Déficit hídrico em plântulas de milho: aspectos morfológicos e moleculares [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas].

Vieira, M. L., Cunha, A. J., & Souza, D. V. (2021). Organomineral Associado a *Bacillus Aryabhatai* Como Atenuador Do Déficit Hídrico Em Mudanças De Café. *Revista Educação Saúde & Meio Ambiente*, 1(9), 319-328.

Zarei, T., Moradi, A., Seyed, A. K., Hooshang, F., & Yadavi, A. (2019). Melhorando o crescimento e o rendimento do milho doce (*Zea mays* L. var *saccharata*) usando a inoculação de *Pseudomonas fluorescens* sob regimes de rega variados. *Agricultural Water Management*, 226.