



Utilização de *Bacillus subtilis* como promotor de crescimento na cultura do tomate e alface

Aloisio Freitas Chagas Junior^{a*}, Lillian França Borges Chagas^a, Gabriel Soares Nobrega^a, Marcos Giongo^a, Dalilla Moreira de Oliveira Moura^a, Ana Licia Leão Ferreira^a, Leticia Bezerra de Almeida^a, Augustus Caesar Franke Portella^a, Gessiel Newton Scheidt^a

^a Universidade Federal do Tocantins, Brasil

* Autor correspondente (chagasjraf@uft.edu.br)

INFO

Keywords

vegetables
Solanum lycopersicum
Lactuca sativa
Microorganisms

ABSTRACT

Use of Bacillus subtilis as a growth promoter in tomato and lettuce crops

Rhizobacteria of the genus *Bacillus*, which are found in the rhizosphere, live in colonies, promote plant growth and have the potential to control phytopathogens through the release of volatile compounds. Therefore, the objective of the study was to evaluate the efficiency of *Bacillus subtilis* Bs10 in promoting the growth of tomato and lettuce plants. The experiment was carried out in trays with 25 plants per treatment. *B. subtilis* inoculation was carried out at the time of planting using 1 mL of suspension in each cell. A completely randomized design was used with two treatments, with and without *Bacillus* inoculation. Assessments for both crops were carried out 28 days after germination, where plant height, shoot dry mass (SDM) and root dry mass (RDM) were determined. The hypothesis of equality between the means of the two evaluated treatments was made by the F test of the analysis of variance for $p = 0.05$, using the SISVAR statistical program. During the evaluations, the treatment with *B. subtilis* obtained the best results in all aspects, presenting significant differences in relation to the control. The treatment with inoculation of *B. subtilis* Bs10 showed higher MSPA in lettuce and tomato seedlings, obtaining a significant difference in relation to the control without inoculation, with a greater difference in lettuce with 21.67% more MSPA compared to the control, and in tomatoes with 18.61%. Therefore, according to the results obtained, *B. subtilis* Bs10 is efficient in promoting the growth of tomato and lettuce plants.

RESUMO

Palavras-chaves

hortaliças
Solanum lycopersicum
Lactuca sativa
Microrganismos

Rizobactérias do gênero *Bacillus* que são encontrados na rizosfera vivem em colônias, promovem o crescimento vegetal e apresentam potencial para o controle de fitopatógenos através da liberação de compostos voláteis. Diante disso o objetivo do estudo foi avaliar a eficiência do *Bacillus subtilis* Bs10 na promoção de crescimento de plantas de tomate e alface. O experimento foi realizado em bandejas com 25 plantas por tratamento. A inoculação de *B. subtilis* foi realizada no momento do plantio utilizando 1 mL de suspensão em cada célula. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos, com e sem a inoculação de *Bacillus*. As avaliações para ambas as culturas foram realizadas aos 28 dias após a germinação onde foram determinadas a altura de plantas, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR). A hipótese de igualdade entre as médias dos dois tratamentos avaliados foi feita pelo teste F da análise de variância para $p = 0,05$, utilizando o programa estatístico SISVAR. Durante as avaliações o tratamento com *B. subtilis* obteve os melhores resultados em todos os quesitos apresentando diferenças significativas com relação a testemunha. O tratamento com a inoculação de *B. subtilis* Bs10 apresentou maior MSPA nas mudas de alface e tomate, obtendo diferença significativa com relação a testemunha sem inoculação, sendo uma diferença superior, na alface com 21,67% a mais de MSPA comparando com a testemunha, e no tomate com 18,61%. Por tanto, de acordo com os resultados obtidos, o *B. subtilis* Bs10 é eficiente na promoção de crescimento de plantas de tomate e alface.

Received 04 October 2023; Received in revised from 30 October 2023; Accepted 18 November 2023



INTRODUÇÃO

O cultivo das hortaliças apresenta uma importância econômica e social para a população. Além de produzir alimento e ser uma fonte de emprego, essa atividade reduz a migração das pessoas do campo para a cidade. No Brasil a produção das hortaliças gera em torno de 13 milhões de empregos e uma área de mais ou menos 5 milhões de hectares produzindo cerca de 37 milhões de toneladas anuais (IBGE, 2022). Segundo o IBGE (2022) a área colhida da cultura do tomate no território brasileiro foi de 54.502 hectares com uma quantidade produzida de 3.809.986 toneladas e apresentou um rendimento médio de 69.905 kg ha⁻¹, como resultado gerou em um montante de produção de 8.656.263 mil reais, sendo o estado do Goiás o maior produtor da olerícola.

Considerado uma cultura olerícola de grande consumo o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertencente à família das Solanaceae é mundialmente difundida e consumida, versátil de ótimo valor nutricional, que realizam funções de extrema importância no corpo humano, possuindo compostos benéficos como: ácido ascórbico, vitamina (CHAUDHARY et al., 2018). Da mesma forma a alface (*Lactuca sativa* L.) que se tornou a hortaliça folhosa mais consumida e comercializada no Brasil, se destaca por seu sabor agradável, por sua suculência e alto teor de água (aproximadamente 95%) (BERNADINO et al., 2018; KIM et al., 2016).

Devido ao uso descontrolado de insumos e agroquímicos, vem-se buscando cada vez mais alternativas para minimizar os impactos criados pelos humanos. No entanto a busca pela inoculação a base de microrganismos promotores de crescimento vegetal vem se expandindo bastante, além de aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção (CHAGAS et al., 2017).

Dentre as rizobactérias promotores de crescimento vegetal (RPCV) a espécie *Bacillus subtilis* é conhecida como RPCP, sendo uma bactéria que ocorre e coloniza a rizosfera naturalmente e que promove o crescimento de plantas de forma direta ou indireta, conseguindo comportar-se sob múltiplos aspectos nas culturas nas quais se relacionam (CHAGAS JUNIOR et al.,

2021a), podendo aumentar a disponibilidade de minerais, como fósforo, zinco, nitrogênio, além da capacidade de produção de fitormônios e sequestro de ferro pelos siderofóros (BAREA & RICHARDSON, 2015). Também, foi relatado por Camilo e Pietro-Souza (2023) que *B. subtilis* pode gerar algumas enzimas de bioproteção e produzir ácido indolacético (AIA) e solubilização de fosfato, que contribuem positivamente para o crescimento de plantas.

O uso de tecnologias mais limpas, eficazes e econômicas, que não tragam danos ao meio ambiente e tenham maior produtividade e sustentabilidade vem sendo necessário para os agricultores. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do *Bacillus subtilis* Bs10 como promotor de crescimento de plântulas de tomate e alface, visando o desenvolvimento de inoculantes para estas culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Isolamento e identificação

Foi utilizada a cepa *Bacillus subtilis* Bs10, visando seu potencial como promotor de crescimento vegetal, proveniente da coleção do Laboratório de Microbiologia da UFT – Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, obtida de solo do cerrado em áreas de cultivo no Estado do Tocantins em parceria com a Empresa JCO Bioprodutos. A estirpe foi mantida em crescimento e repicada em meio LB (Luria-Bertani).

Foi realizada uma identificação preliminar, considerando as características morfológicas, estruturais e bioquímicas, seguindo a metodologia do Manual de Bacteriologia Determinativa de Bergey. Posteriormente, foi realizada a caracterização genética por meio do sequenciamento da região 16S rRNA, realizado pela Helixxa Genomic Services, onde foi utilizada a técnica de Sanger. A determinação do gênero e das espécies bacterianas foi feita por meio da comparação da sequência de consenso obtida com o banco de dados do NCBI (2017) por meio da ferramenta BLAST (Morgulis et al., 2008) (Tabela 1). As principais características do isolado de *B. subtilis* UFT-Bs10 foram descritos (Tabela 1).

Tabela 1. Códigos de acesso GenBank para a cepa de *Bacillus subtilis* Bs10 (região 16S rRNA) usados neste estudo.

Isolado	Identificação da espécie	Acesso Gen-Bank	Similaridade	AIA ^a	Solub. ^b
Bs10	<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i>	NC000964.3	99%	+	+

^a Produtor de ácido indolacético. ^b Solubilização de fosfato. A metodologia é descrita em Braga (2019).

Cultivo em meio líquido

A estirpe de *B. subtilis* Bs10 foi inoculada em um Erlenmeyer de 250 mL contendo meio caldo nutriente (Peptona de carne 5 g L⁻¹; extrato de carne 3 g L⁻¹ água destilada e pH 7,4). Os meios foram esterilizados (autoclavados a 121 °C por 20 minutos), asépticamente inoculados à temperatura ambiente e incubados em câmara incubadora Shaker, com agitação orbital a 35 °C por quatro dias para que ocorresse a multiplicação de células.

Após este período, retirou-se uma alíquota e realizou-se a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) por mL, em meio LB, sendo apresentada a contagem de 2,5 x 10⁹ UFC mL⁻¹.

Inoculação de plantas de alface e tomate

Foi realizado o experimento em condições de casa de vegetação, para avaliação da eficiência de *B. subtilis* Bs10 como inoculante promotor de crescimento em plantas de alface e tomate. O experimento foi conduzido no período de março a abril de 2023.

Para o experimento foi utilizado substrato para produção de mudas de hortaliças, a base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, enriquecido com macro e micronutrientes (fertilizante PG Mix 14-16-18, Nitrato de Potássio, Superfosfato Simples).

Foram utilizadas a variedade de tomate tipo salada (germinação 85% e pureza 99%, Hortices sementes) e de alface americana (germinação 85% e pureza 99%, Hortices sementes).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, sendo dois tratamentos, com e sem inoculação de *B. subtilis* Bs10. Foram utilizadas bandejas para mudas (capacidade de 50 células com volume aproximado de 150 mL) contendo uma planta por célula, totalizando 25 plantas por

tratamento. O inoculante a base de *B. subtilis* Bs10 foi aplicado diretamente nas sementes no momento do plantio, sendo utilizado 1 mL em cada célula. Foram semeadas 5 sementes por célula e após a germinação foi feito o desbaste deixando uma planta por célula. A irrigação foi feita manualmente, fornecendo água para as plantas até a capacidade de campo do solo.

Foi realizada uma avaliação aos 30 dias após a semeadura, para tomate e alface, respectivamente. Inicialmente foi determinada a altura, e em seguida separou-se o sistema radicular da parte aérea das plantas e as raízes foram lavadas em água corrente para remoção do solo aderido. Em seguida, o material foi colocado para secagem em estufa com ventilação forçada a 65 °C por 72 horas até atingir massa constante, obtendo-se assim a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR).

A hipótese de igualdade entre as médias dos dois tratamentos avaliados foi feita pelo teste F da análise de variância para p = 0,05, utilizando o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para altura de plantas, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) apresentaram efeitos significativos (p ≤ 0,05), observando que a utilização de *B. subtilis* Bs10 afetou o crescimento inicial das mudas de tomate e alface.

A altura de plantas do tomate e alface foram influenciadas significativamente pela utilização de *B. subtilis* Bs10 como promotor de crescimento quando comparadas a testemunha. As plantas com inoculação de *B. subtilis* Bs10 tiveram um resultado superior, no tomate com altura de 15,3 cm, com incremento de 17,15% com relação à testemunha, e na alface com 4,65 cm de altura, com 30,10% a mais que a testemunha (Figura 1).

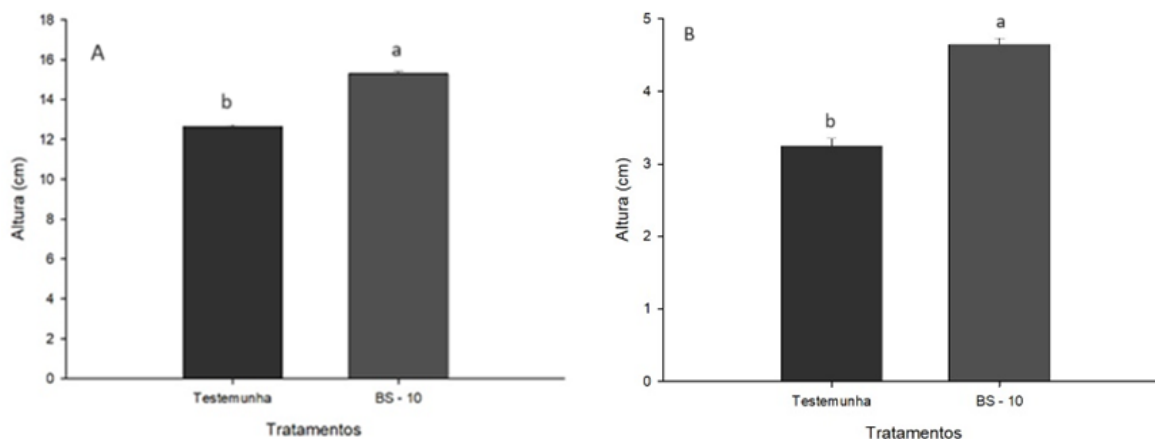


Figura 01 - Altura de plantas de mudas de tomate (A) e alface (B) com e sem inoculação com *Bacillus subtilis* Bs10.

O tratamento com a inoculação de *B. subtilis* Bs10 apresentou maior massa seca da parte aérea (MSPA) nas mudas de alface e tomate, obtendo diferença significativa com relação a testemunha

sem inoculação, sendo uma diferença superior, na alface com 21,67% (Figura 2A) a mais de MSPA comparando com a testemunha, e no tomate com 18,61% (Figura 2B).

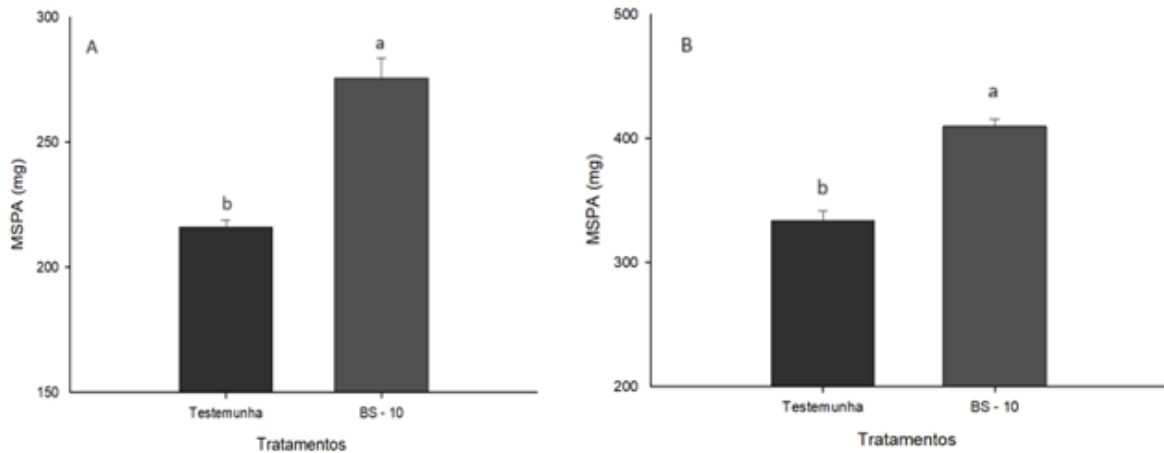


Figura 02 - Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de alface (A) e tomate (b) com e sem inoculação de *Bacillus subtilis* Bs10.

A inoculação de *B. subtilis* Bs10 demonstrou uma maior produção de raízes nas mudas de alface e tomate, com a avaliação obtendo maior peso na massa seca da raiz (MSR). Na alface houve um

incremento de 21,82% (Figura 3A) a mais na produção de raiz e no tomate com 19,37% (Figura 3B), comparado a testemunha sem inoculação.

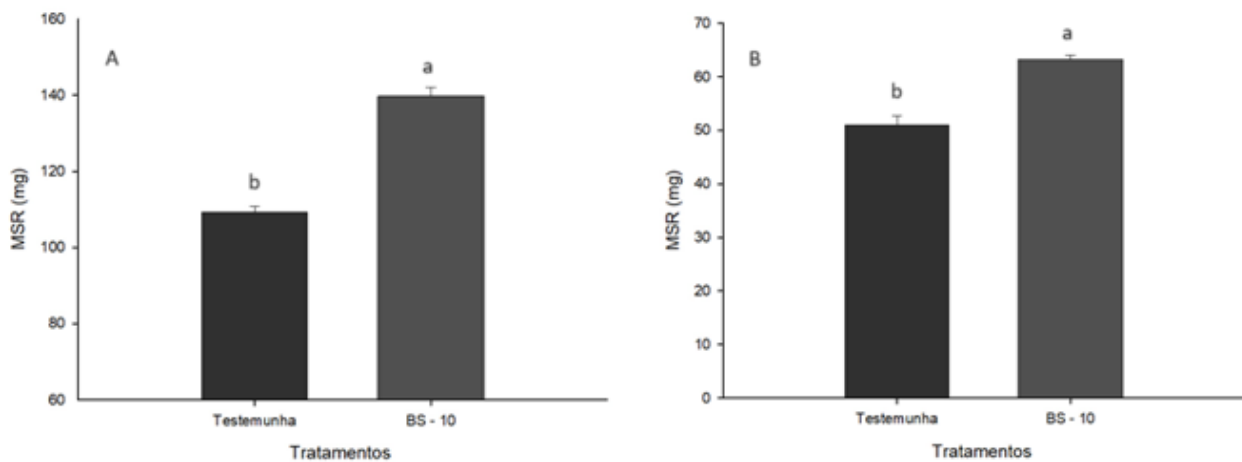


Figura 03 - Massa seca da raiz (MSR) de alface (A) e tomate (B) com e sem inoculação com *Bacillus subtilis* Bs10.

Os resultados mostram maior aumento de biomassa nas plantas de tomate e alface quando inoculadas com *B. subtilis* Bs10 em relação a testemunha sem inoculação, podendo ser observado visualmente um melhor volume de raiz e acúmulo de biomassa na parte aérea nas plantas de tomate (Figura 4) e alface (Figura 5). Esse aumento pode estar ligado aos diversos

mecanismos pelos quais essa bactéria atua, como a produção de ácido cianídrico, fitohormônios e enzimas e disponibilidade de nutrientes (P e N), podendo também atuar no controle biológico de fitopatógenos, entre outros (BAREA & RICHARDSON, 2015; CAMILO & PIETRO-SOUZA, 2023).



Figura 04 - Mudanças de tomate com e sem inoculação com *Bacillus subtilis* Bs10.



Figura 05 - Mudanças de alface com e sem inoculação com *Bacillus subtilis* Bs10.

Os ganhos em biomassa observados no presente trabalho podem estar relacionados a capacidade desta bactéria da espécie *B. subtilis* produzirem fitormônios, como auxinas e giberelinas que promovem um maior índice de área foliar, massa seca da parte aérea, contribuindo também para a massa seca da raiz (ZUCARELLI et al., 2018). Os produtos oriundos das bactérias *B. subtilis* são liberados em maior quantidade para a rizosfera de acordo com o que a planta desenvolve a sua parte aérea e suas raízes (BERNADINO et al., 2018).

De acordo com Chagas et al. (2017) o tratamento com a inoculação de *Bacillus* na cultura do arroz, analisando a MSR, foi estatisticamente superior a testemunha nos 20 e 40 dias após a emergência das plantas. Segundo estes autores o melhor desenvolvimento da planta advinda do uso da bactéria *B. subtilis* é em virtude das melhorias das condições do solo e consequente aumento da absorção e solubilização de nutrientes, fixação de N₂, síntese de fito hormônios. Também está relacionada com a sanidade da planta que é consequência dos microrganismos atuando no biocontrole de fitopatógenos (SHAFI et al., 2017;

SAXENA et al., 2020).

Da mesma forma que foi observado no presente trabalho para a altura de plantas e biomassa superior nos tratamentos com inoculação do *B. subtilis*, pesquisa realizada por Domingues et al. (2021) observaram que a inoculação de *B. subtilis* na cultivar de alface solaris proporcionou aumentos significativos para altura de plantas. Dircio et al. (2021) constatou que a cepa de *Bacillus* M2-7 aumentou a altura de plantas de pimentão em 124,96% em comparação com a testemunha. As plantas inoculadas com essa cepa alcançaram uma altura média de 78,1cm enquanto a testemunha atingiu 34,7 cm. Segundo Sá et al. (2019), a inoculação de *B. subtilis* em feijão caupi influenciou positivamente no aumento da germinação e crescimento inicial, tendo destaque no aumento da massa seca da parte aérea e da raiz.

O estímulo em que o *B. subtilis* dá para o aumento de produtividade nas culturas, pode ocorrer pelo fato dessas bactérias produzirem fitormônios de crescimento e, também, demonstram que são capazes de disponibilizar fósforo inorgânico por meio de mecanismos de

mineralização e solubilização, ofertando as raízes um melhor desenvolvimento e assimilação de nutrientes (ZUCARELI et al., 2018). Segundo Dircio et al. (2021) o desenvolvimento maior das raízes pode estar relacionado com a produção de AIA que aumenta a biomassa e modifica a morfologia das raízes.

Assim, podemos considerar que o aumento de biomassa para as plantas de tomate e alface no presente estudo pode estar relacionado à capacidade das rizobactérias em produzir reguladores de crescimento vegetal, que são substâncias orgânicas que influenciam os processos fisiológicos das plantas em baixas concentrações (SAEID et al., 2018; SAXENA et al., 2019), melhoram o crescimento e o rendimento das plantas, facilitam a absorção de nutrientes minerais, sintetizam vários fitohormônios e protegem as plantas de vários fitopatógenos (KALAM et al., 2017; DIAZ et al., 2019). O gênero *Bacillus* representa um dos mais diversos gêneros de bacilos comumente usados como bioinoculantes para promover o crescimento das plantas. Akinrinlola et al. (2018) identificaram 12 cepas de *Bacillus* que promovem o crescimento de milho, trigo e soja.

Chagas Júnior et al. (2022) confirmaram que a inoculação de *B. subtilis* Bs10 produziu aumentos na biomassa, nodulação, teor de nitrogênio, acúmulo de nitrogênio na parte aérea e outras características agrônômicas avaliadas na soja. Doses de *B. subtilis* Bs10 entre 200 e 350 mL por 50 kg de sementes apresentaram máxima eficiência e maiores aumentos nas variáveis de biomassa e nos teores de P e N. Resultados semelhantes foram relatados por Mohamed et al. (2018) e Kalam et al. (2020) para tomate, Guimarães et al. (2021) para milho, Santos et al. (2021) para aveia branca, Rezende et al. (2021) para feijão, Diaz et al. (2019) para algodão, e Braga Junior et al. (2017, 2018) e Chagas Junior et al. (2021b) para soja.

CONCLUSÕES

A inoculação de *Bacillus subtilis* Bs10 influenciou positivamente na altura e biomassa da parte aérea e radicular de alface e tomate, podendo ser considerado como promotor de crescimento vegetal para estas duas culturas.

AGRADECIMENTOS

Aos programas de Pós-graduação em Produção Vegetal (PPGPV) e ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Tocantins, campus de

Gurupi. Ao CNPq e CAPES pelas concessões de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinrinlola, R. J.; Yuen, G. Y.; Drijber, R. A.; Adesemoye, A. O. Evaluation of *Bacillus* strains for plant growth promotion and predictability of efficacy by in vitro physiological traits. *International Journal of Microbiology*, v. 20, p. 1-11, 2018.
- Barea, J. M.; Richardson, A. E. Phosphate mobilisation by soil microorganisms. In: Lugtenberg, B. (Ed.), *Principles of Plant-Microbe Interactions*. Springer, Cham. 2015. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08575-3_24
- Bernardino, D. L. M. P.; David, A. M. S. S.; Figueiredo, J. C.; Cangussu, L. V. S.; Silva, C. D.; Ribeiro, R. C. F. Efeitos de rizobactérias e substratos na qualidade fisiológica de sementes de alface. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v. 41, n. 2, p. 316-326, 2018.
- Braga Junior, G. M.; Chagas, L. F. B.; Amaral, L. R. O.; Miller, L. O.; Chagas, A. F., Jr. Efficiency of inoculation by *Bacillus subtilis* on soybean biomass and productivity. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 13, p. e5571, 2018.
- Braga Junior, G. M. Bioprospecção e eficiência de *Bacillus subtilis* como promotor de crescimento vegetal na cultura da soja. Tese de doutorado, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil. 157 f. 2019
- Camilo, T. A.; Pietro-Souza, W. Agentes bacterianos no controle in vitro da *Alternaria alternata* e *Macrophomina phaseolina*: fitopatógenos do feijão. *Observatório de La Economía Latinoamericana*, v. 21, n. 8, p. 8687-8706, 2023.
- Chagas, L. F. B.; Martins, A. L. L.; Carvalho Filho, M. R.; Oliveira Miller, L.; Oliveira, J. C.; Chagas Junior, A. F. *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* sp. no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão-caupi, milho e arroz. *Agric-Environmental Sciences*, v. 3, n. 2, p. 10-18, 2017.
- Chagas Junior, A. F.; Borba, E.; Marins, A. L. L.; Souza, M. C.; Gomes, F. L.; Oliveira, R. S.; Chagas, L. F. B. *Bacillus* sp. como promotor de crescimento em soja. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 44, n. 2-3, p. 170-179, 2021a.
- Chagas Junior, A. F.; Chagas, L. F. B.; Martins, A. L. L.; Colonia, B. S. O.; Sousa, M. C.; Braga Junior, G. M. Efficiency of *Bacillus subtilis* Bs10 as a plant growth promoting inoculant in soybean crop under field conditions. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e441101422141, 2021b.
- Chagas Junior, A. F.; Braga Junior, G. M.; Lima, C. A.; Martins, A. L. L.; Souza, M. C.; Chagas, L. F. B. *Bacillus subtilis* as a vegetable growth promoter inoculant in soybean. *Diversitas Journal*, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2022.
- Chaudhary, P.; Sharma, A.; Singh, B.; Nagpal, A. K. Bioactivities of phytochemicals present in tomato. *Journal of Food Science and Technology*, v. 55, n. 8, p. 2833-2849, 2018.
- Diaz, P. A. E.; Baron, N. C.; Rigobelo, E. C. *Bacillus* spp. as plant growth-promoting bacteria in cotton under greenhouse conditions. *Australian Journal of Crop Science*, v. 13, n. 12, p. 2003-2014, 2019.

- Guimarães, V. F.; Klein, J.; Silva, A. S. L.; Klein, D. K. Eficiência de inoculante contendo *Bacillus megaterium* (B119) e *Bacillus subtilis* (B2084) para a cultura do milho, associado à fertilização fosfatada. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e431101220920, 2021.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>. Acesso em: 16 Setembro de 2023.
- Domingues, S. C.; Carvalho, M. A. C.; Oliveira Rabelo, H.; Moreira, E. S.; Scatola, L. F.; David, G. Q. Microrganismos como promotores de crescimento em cultivares de alface. *Nativa*, v. 9, n. 2, p. 100-105, 2021.
- Kalam, S.; Basu, A.; Podile, A. R. Functional and molecular characterization of plant growth promoting *Bacillus* isolates from tomato rhizosphere. *Heliyon*, v. 6, p. e04734, 2020.
- Kim, M. J.; Moon, Y.; Tou, J. C.; Mou, B.; Waterland, N. L. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 49, p. 19-34, 2016.
- Dircio, A. B.; Jimenes, J. T., Barrera, M. Á. R., Flores, G. H., Hernandez, E. T., Alberto, F. P., & Ramírez, Y. R. *Bacillus licheniformis* M2-7 improves growth, development and yield of *Capsicum annuum* L. *Agrociencia*, v. 55, n. 3, p. 227-242, 2021.
- Guimarães, V. F.; Klein, J.; Silva, A. S. L.; Klein, D. K. Eficiência de inoculante contendo *Bacillus megaterium* (B119) e *Bacillus subtilis* (B2084) para a cultura do milho, associado à fertilização fosfatada. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e431101220920, 2021.
- Kalam, S.; Das, S. N.; Basu, A.; Podile, A. R. Population densities of indigenous Acidobacteria change in the presence of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in rhizosphere. *J. Basic Microbiol.*, v. 57, n. 5, p. 376–38, 2017.
- Mohamed, E. A. H.; Farag, A. G.; Youssef, S. A. Phosphate solubilization by *Bacillus subtilis* and *Serratia marcescens* isolated from tomato plant rhizosphere. *Journal of Environmental Protection*, v. 9, p. 277-266, 2018.
- Rezende, C. C.; Frasca, L. L. M.; Silva, M. A.; Pires, R. A. C.; Lanna, A. A.; Filippi, M. C. C.; Nascente, A. S. Physiological and agronomic characteristics of the common bean as affected by multifunctional microorganisms. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, p. 599-618, 2021.
- Sá, M. N. F.; Lima, J. S.; J, F. N.; Perez, J. O. Microbiolização na qualidade de sementes e crescimento inicial de plantas de *Vigna unguiculata* L. Walp. *Acta Brasiliensis*, v. 3, n. 3, p. 111-115, 2019.
- Saeid, A.; Prochownik, E.; Dobrowolska-Iwanek, J. Phosphorus solubilization by *Bacillus* species. *Molecules*, v. 23, n. 11, p. 2897, 2018. <https://doi.org/10.3390/molecules23112897>
- Santos, A. F.; Corrêa, B. O.; Klein, J.; Bono, J. A. M.; Pereira, L. C.; Guimarães, V. F.; Ferreira, M. B. Biometria e estado nutricional da cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) sob inoculação com *Bacillus subtilis* e *B. megaterium*. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e53410515270, 2021.
- Saxena, A. K.; Kumar, M.; Chakdar, H.; Anuroopa, N.; Bagyaraj, D. J. *Bacillus* species in soil as a natural resource for plant health and nutrition. *Journal of Applied Microbiology* v. 128, n. 6, p. 1583-1594, 2020. <https://doi.org/10.1111/jam.14506>
- Shafi, J.; Tian, H.; Ji, M. *Bacillus* Species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, v. 31, n. 3, p. 446-459, 2017.
- Zucareli, C.; Barzan, R. R.; Silva, J. B.; Chaves, D. P. Associação de fosfatos e inoculação com *Bacillus subtilis* e seu efeito no crescimento e desempenho produtivo do feijoeiro. *Revista Ceres*, v. 65, n. 2, p. 189-195, 2018.