

PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAPSICUM FRUTESCENS L. SOB TRATAMENTO COM BACILLUS SPP

PRODUCTION OF CAPSICUM FRUTESCENS L. SEEDLINGS UNDER TREATMENT WITH BACILLUS SPP

PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CAPSICUM FRUTESCENS L. BAJO TRATAMIENTO CON BACILLUS SPP

 <https://doi.org/10.56238/arev7n9-237>

Data de submissão: 23/08/2025

Data de publicação: 23/09/2025

Jefferson Ribeiro Xavier dos Santos

Doutora em Agronomia

Instituição: Universidade Federal do Pampa

E-mail: jrxs@live.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-8322-7053>

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7686348071247928>

Ritieli Baptista Mambrin

Engenheira Agrônoma

Instituição: Universidade Federal do Pampa

E-mail: ritielimambrin@unipampa.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8456-5011>

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1036720941139424>

Eduardo Vieira Pereira

Discente de Agronomia

Instituição: Universidade Federal do Pampa

E-mail: edua111ovieira005@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-9526-2284>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4452561883384252>

Luciana Zago Ethur

Doutora em Agronomia, Produção Vegetal

Instituição: Universidade Federal do Pampa

E-mail: lucianaethur@unipampa.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6664-8326>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3040963753794741>

Thais Viana Fonseca

Discente de Agronomia

Instituição: Universidade Federal do Pampa

E-mail: thais02vfONSECA@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-0086-4829>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1074565619136189>

Laura Possani
Doutora em Agronegócio
E-mail: laurapossani@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2579-8536>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2852429295206611>

Julia Rios Martins
Discente de Agronomia
Instituição: Universidade Federal do Pampa
E-mail: julariosmartins@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-1176-1987>

Kalita Maieski Leal Fresingheli
Engenheira agrônoma
Instituição: Universidade Federal do Pampa
E-mail: kalitafresingheli.aluno@unipampa.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-1126-9779>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3473411627586298>

RESUMO

As pimentas (*Capsicum spp.*) apresentam destaque no setor alimentício, medicinal e ornamental no Brasil e no mundo há mais de 500 anos. Um dos manejos mais empregados nos últimos anos é a utilização de bioinsumos, trazendo o apelo ecológico, praticidade de manejo e o custo-benefício a pequenos e grandes produtores. Os promotores de crescimento ou bioestimulantes desenvolvem um mutualismo entre bactéria e planta. O tratamento de sementes com bioestimulantes e a aplicação nos primeiros estádios de desenvolvimento da pimenta com o Stimulate, promovem o crescimento radicular, auxiliam na germinação e induzem resistência a condições abióticas. A importância de se provar a eficácia desses produtos é fundamental para respaldar recomendações técnicas seguras para agricultores. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de mudas de pimenta - *Capsicum frutescens* L. var. pirâmide, tratadas com bactérias promotoras de crescimento sob diferentes formas de aplicação. Para tanto, o experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), no campus Itaqui/RS. Mudas de pimenta ornamental foram produzidas no local e, adotou-se o delineamento de blocos ao acaso, com sete repetições e três tratamentos. Os tratamentos consistiram em, testemunha (Controle); um tratamento com aplicação de bactéria estimulante de crescimento diretamente no substrato, após emergência das plântulas; e um tratamento onde foram aplicadas as bactérias promotoras de crescimento antes da semeadura, como tratamento de semente. A forma de aplicação de bactérias promotoras de crescimento exercem influências significativas sobre o crescimento fisiológico de mudas de pimenta - *Capsicum frutescens* L.. De modo geral, quando o bioestimulante é aplicado como tratamento de sementes, ele promove maior desenvolvimento das mudas, com maior parte aérea e sistema radicular.

Palavras-chave: Pimenta Ornamental. Bioestimulantes. Agroecologia.

ABSTRACT

Peppers (*Capsicum spp.*) have stood out in the food, medicinal, and ornamental sectors in Brazil and worldwide for more than 500 years. One of the most widely adopted management practices in recent years has been the use of bioproducts, which bring ecological appeal, ease of management, and cost-effectiveness to both small and large producers. Plant growth promoters, or biostimulants, establish a mutualistic relationship between bacteria and plants. Seed treatment with biostimulants and their

application during the early developmental stages of peppers using Stimulate promote root growth, aid in germination, and induce resistance to abiotic conditions. Demonstrating the efficacy of these products is essential to support reliable technical recommendations for farmers. In this context, the objective of the present study was to evaluate the physiological quality of seedlings of *Capsicum frutescens* L. var. pirâmide, treated with plant growth-promoting bacteria under different application methods. The experiment was carried out at the experimental area of the Federal University of Pampa (UNIPAMPA), Itaqui/RS campus. Ornamental pepper seedlings were produced on-site, and a randomized block design was adopted, with seven replications and three treatments. The treatments consisted of: a control; a treatment with growth-promoting bacteria applied directly to the substrate after seedling emergence; and a treatment in which growth-promoting bacteria were applied before sowing as a seed treatment. The method of applying plant growth-promoting bacteria had significant effects on the physiological growth of *Capsicum frutescens* L. seedlings. Overall, when the biostimulant was applied as a seed treatment, it promoted greater seedling development, resulting in larger shoot and root systems.

Keywords: Ornamental Pepper. Biostimulants. Agroecology.

RESUMEN

El pimiento (*Capsicum spp.*) ha sido un elemento destacado de los sectores alimentario, medicinal y ornamental en Brasil y en todo el mundo durante más de 500 años. Una de las estrategias de manejo más utilizadas en los últimos años es el uso de bioinsumos, que aportan atractivo ecológico, practicidad y rentabilidad a pequeños y grandes productores. Los promotores de crecimiento, o bioestimulantes, fomentan el mutualismo entre las bacterias y las plantas. El tratamiento de semillas con bioestimulantes y la aplicación de Stimulate en las primeras etapas del desarrollo del pimiento promueven el crecimiento radicular, facilitan la germinación e inducen resistencia a las condiciones abioticas. Demostrar la eficacia de estos productos es crucial para respaldar recomendaciones técnicas seguras para los agricultores. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad fisiológica de plántulas de pimiento (*Capsicum frutescens* L. var. pyramida) tratadas con bacterias promotoras de crecimiento bajo diferentes métodos de aplicación. El experimento se realizó en el área experimental de la Universidad Federal de Pampa (UNIPAMPA), en el campus de Itaqui, Rio Grande do Sul. Se produjeron plántulas de pimiento ornamental in situ mediante un diseño de bloques completos al azar con siete réplicas y tres tratamientos. Los tratamientos consistieron en un control; un tratamiento con aplicación de bacterias promotoras del crecimiento directamente al sustrato tras la emergencia de las plántulas; y un tratamiento con aplicación de bacterias promotoras del crecimiento antes de la siembra, como tratamiento de semillas. El método de aplicación de bacterias promotoras del crecimiento influye significativamente en el crecimiento fisiológico de las plántulas de pimiento (*Capsicum frutescens* L.). En general, cuando el bioestimulante se aplica como tratamiento de semillas, promueve un mayor desarrollo de las plántulas, con una parte aérea y un sistema radicular más grandes.

Palabras clave: Pimiento Ornamental. Bioestimulantes. Agroecología

1 INTRODUÇÃO

As pimentas (*Capsicum* spp.) apresentam destaque no setor alimentício, medicinal e ornamental no Brasil e no mundo há mais de 500 anos. São consumidas principalmente *in natura*, como temperos, mas também, após processos industriais, molhos, conservas, flocos desidratados e ornamentação de vasos pequenos. Pertencem à família Solanaceae e apresentam mais de 100 variedades, o que ilustra o quanto é desenvolvida no mercado (Pinto et. al, 2022).

As pimentas apresentam elevada variabilidade genética, o que acarreta em fenótipos distintos. Essa diversidade é altamente valorizada no setor ornamental, pois manifesta-se em características morfológicas diferenciadas, como a forma das folhas, o hábito de crescimento das plantas, a posição e a coloração das flores, a cor dos frutos nos estágios intermediário e maduro, além do número de frutos e folhas por planta (Melo et al. 2014).

Um dos manejos mais empregados nos últimos anos é a utilização de bioinsumos, trazendo o apelo ecológico, praticidade de manejo e o custo-benefício a pequenos e grandes produtores. Os promotores de crescimento ou bioestimulantes desenvolvem um mutualismo entre bactéria e planta, muitas pesquisas apontam que o uso de cepas potencializa seus efeitos sobre a planta (Arejano et al. 2022). Bactérias promotoras de crescimento têm funções distintas diretamente e indiretamente no desenvolvimento das plantas, desde solubilização de fosfatos, fixação de nitrogênio, indução da produção de hormônios e decomposição de matéria orgânica presente no solo (Nakatani et al. 2024).

O tratamento de sementes com bioestimulantes e a aplicação nos primeiros estádios de desenvolvimento da pimenta com o Stimulate citado por Guerra et al. (2024), promovem o crescimento radicular, auxiliam na germinação e induzem resistência a condições abióticas. As bactérias do gênero *Bacillus* quando utilizadas na produção de mudas têm um crescimento acelerado devido aos exsudatos liberados pelas raízes das plantas, indicando que uma baixa dose do produto garante o rendimento esperado (Marin et al. 2023).

A importância de se provar a eficácia desses produtos é fundamental para respaldar recomendações técnicas seguras para agricultores. Além disso, ensaios experimentais nessa linha permitem isolar variáveis e quantificar ganhos no desenvolvimento vegetativo, floração, frutificação e produção da pimenta. Entender o melhor jeito para que o produtor faça o tratamento, na forma de tratamento de sementes (TS) ou posterior aplicação no substrato, agiliza o processo e potencializa o uso do produto quando utilizado de forma correta.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de mudas de pimenta - *Capsicum frutescens* L. var. pirâmide, tratadas com bactérias promotoras de crescimento sob diferentes formas de aplicação.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido, entre agosto e outubro de 2024, na área experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), no campus Itaqui/RS, localizada nas coordenadas geográficas 29°09'18"S 56°33'13"W. De acordo com Kuinchtner & B (2001), a região possui clima do tipo Cfa e estações bem definidas.

Para tanto, mudas de pimenta ornamental foram produzidas no local, sendo semeadas em bandejas de isopor de 72 células contendo substrato comercial. As bandejas foram acondicionadas em bancadas e cobertas com plástico transparente.

Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, com sete repetições e três tratamentos, totalizando assim, 21 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em, uma testemunha (Controle) no qual as sementes e mudas de pimenta não receberam nenhum produto estimulante de crescimento; um tratamento com aplicação de bactéria estimulante de crescimento diretamente no substrato, após emergência das plântulas, cerca de 20 dias após a semeadura; e um tratamento onde foram aplicadas as bactérias promotoras de crescimento antes da semeadura, como tratamento de semente.

O produto utilizado como tratamento apresentava três diferentes espécies de bactérias do gênero *Bacillus*, *B. circulans*, *B. aryabhattai* e *B. haynesii*. O volume aplicado por muda foi 50 µL, através de uma pipeta volumétrica diretamente no colo da planta após a emergência total das plantas do tratamento (20 dias após a semeadura). No tratamento de sementes aplicou-se 50 µL em 500 mg de sementes de pimenta ornamental.

Quando as mudas estavam com 60 dias, realizou-se a colheita das mesmas e foram mensurados os seguintes caracteres, massa fresca da parte aérea e massa fresca das raízes, as quais foram pesadas individualmente em uma balança de precisão; número de folhas por muda, comprimento das raízes, comprimento do caule, área foliar através do comprimento multiplicado pela largura menos 30% referente a área de folhas do gênero *Capsicum* (Yusuf & Hamed, 2021), multiplicado pela quantidade de folhas contabilizada.

As mudas foram retiradas da bandeja junto ao substrato, posteriormente foram feitas duas lavagens para a limpeza do sistema radicular. Após as primeiras análises, as amostras foram

acondicionadas na geladeira para posterior secagem em estufa, a 60 °C por 48 horas, em sequência pesou-se a massa seca da raiz e da parte aérea.

Os dados obtidos foram testados pressupostamente e, com o auxílio da planilha eletrônica Office excel e do programa estatístico SISVAR, realizou-se a análise de variância a 5% de probabilidade de erro. Para as variáveis em que foi significativo o efeito dos tratamentos, desdobrou-se a análise complementar por meio do teste de comparação de média Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da Análise de variância (Tabela 1) foi possível perceber que houve significância entre os tratamentos para as variáveis, massa fresca das raízes, massa fresca de caule, comprimento de raiz+caule, número de folhas por muda, área foliar, massa seca das raízes e massa seca total. Também, é possível observar que o presente estudo foi conduzido de modo preciso e minucioso, seguindo os princípios da experimentação agrícola, uma vez que apresentou Coeficientes de Variação (CV%) baixos, evidenciando elevada precisão experimental de acordo com a escala classificatória de Gomes (1985).

Tabela 1 - Resumo de análise de variância para as variáveis massa fresca das raízes (Raiz), massa fresca de caule (Caule), comprimento de raiz+caule (Raiz+Caule), número de folhas por muda (Folhas), área foliar, massa seca das raízes (MS Raiz) e massa seca das folhas (MS Folhas) e massa seca total (MS Total).

Fonte de variação	GL	Raiz	Caule	Raiz+Caule	Folhas		
Tratamento	2	4,684 *	0,599 *	8,141 *	3,484 *		
Bloco	6	1,561	0,084	2,148	1,184		
Erro	10	2,480	0,157	2,614	2,729		
Total	17	8,725	0,830	12,550	7,398		
Média		13,461	2,396	15,863	7,611		
CV%		3,70	5,22	3,00	6,86		
Fonte de variação	GL	Área foliar	MS Raiz	MS Folhas	MS Total		
Tratamento	2	35,288 *	0,000 *	0,001 ns	0,002 *		
Bloco	6	6,085	0,000	0,006	0,000		
Erro	10	14,865	0,000	0,011	0,001		
Total	17	56,238	0,001	0,018	0,003		
Média		7,906	0,032	0,054	0,078		
CV%		15,42	10,25	26,64	11,58		

*Significativo.

ns Não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A detecção de diferenças significativas entre as formas de aplicação das bactérias promotoras de crescimento (BPCPs) demonstra que o modo de inoculação influencia diretamente a resposta das plantas. Diversos estudos relatam que a eficiência das BPCPs está relacionada não apenas à cepa utilizada, mas também ao método de aplicação, que pode interferir na colonização radicular, no estabelecimento da bactéria na rizosfera e, consequentemente, na disponibilização de metabólitos benéficos às plantas (Lugtenberg & Kamilova, 2009). Por exemplo, a aplicação via sementes favorece o contato inicial das bactérias com a radícula, promovendo colonização precoce, enquanto a aplicação via solo ou foliar pode resultar em respostas diferenciadas devido à competição com a microbiota nativa ou à menor sobrevivência das bactérias (Souza et al., 2019).

Os resultados obtidos no presente estudo reforçam a importância de selecionar o método de inoculação mais adequado para maximizar os benefícios agronômicos das BPCPs. Segundo Bashan et al. (2014), aplicações otimizadas resultam em maior produção de fitormônios, como auxinas e citocininas, incremento na absorção de nutrientes e maior tolerância a estresses bióticos e abióticos. Assim, os tratamentos que apresentaram os melhores resultados indicam maior sucesso na interação planta-bactéria, potencializando o crescimento e a produtividade. Esses achados corroboram trabalhos anteriores que apontam que a aplicação direcionada das BPCPs pode aumentar em até 30% o rendimento de culturas, quando comparada à aplicação convencional ou sem inoculação (Hungria et al., 2010).

Para as variáveis que a análise de variância foi significativa para os tratamentos, fez-se análise complementar por meio do teste Tukey de comparação de médias a 5% de probabilidade de erro (Tabela 2). Constatou-se que para todas as variáveis analisadas, quando o bioestimulante foi aplicado como tratamento de semente, acarretou nas maiores médias e constituiu o grupo com os maiores valores, ou seja, desenvolveu mudas maiores e mais vigorosas.

Tabela 2 - Tabela de teste de comparação de médias, Tukey a 5% de probabilidade de erro para as variáveis massa fresca das raízes (Raiz), massa fresca de caule (Caule), comprimento de raiz+caule (Raiz+Caule), número de folhas por muda (Folhas), área foliar, massa seca das raízes (MS Raiz) e massa seca total (MS Total).

Tratamento	Raiz	Caule	Raiz+Caule	Folhas	Área Foliar					
Tratamento de semente	14,160	a*	2,593	a	16,753	a	8,100	a	9,042	a
Aplicação no Substrato	13,267	b	2,440	a	15,707	b	7,700	a	8,743	a
Controle/Testemunha	12,957	b	2,153	b	15,128	b	7,030	b	5,933	b
Tratamento	MS Raiz		MS Total							
Tratamento de semente	0,037	a	0,090	a						
Aplicação no Substrato	0,033	b	0,080	a						
Controle/Testemunha	0,026	c	0,060	b						

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A maior eficiência do bioestimulante quando aplicado via tratamento de sementes pode ser atribuída ao contato precoce entre os compostos bioativos e o embrião da planta, favorecendo a ativação de processos fisiológicos ainda nas fases iniciais de germinação. Segundo Vieira & Castro (2014), a aplicação de bioestimulantes nas sementes estimula a síntese de fitormônios, como auxinas, citocininas e giberelinas, que promovem divisão e alongamento celular, resultando em plântulas mais vigorosas. Esse contato antecipado pode acelerar o desenvolvimento do sistema radicular, garantindo maior exploração do solo e, consequentemente, maior absorção de água e nutrientes nas fases subsequentes do crescimento (Taiz et al., 2017).

Os resultados deste estudo corroboram trabalhos de Dourado Neto et al. (2014), que observaram incremento significativo na altura e no diâmetro do coletor de mudas de milho tratadas com bioestimulantes via sementes em comparação a outras formas de aplicação. A aplicação localizada no solo, próxima às raízes, pode apresentar menor eficiência devido à possível adsorção dos compostos bioativos às partículas do solo ou à degradação microbiana antes de atingirem o sistema radicular (Silva et al., 2021). Dessa forma, o tratamento de sementes se apresenta como uma estratégia mais assertiva para garantir que os bioestimulantes exerçam seus efeitos no momento mais crítico do estabelecimento da planta, proporcionando mudas mais vigorosas e potencialmente maior produtividade no campo.

O tratamento de sementes (TS) proporcionou desenvolvimento radicular superior aos demais tratamentos, de forma isolada, tanto em comprimento quanto em massa seca. Essa variável é um importante indicativo do volume e da exploração do solo pelo sistema radicular, refletindo diretamente na maior capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas (Taiz et al., 2017). O aumento do comprimento e da biomassa radicular contribui para o estabelecimento precoce das mudas, garantindo suprimento adequado de recursos essenciais ao crescimento vegetativo.

Essa superioridade do sistema radicular se refletiu no melhor desempenho da parte aérea, cujas médias também foram superiores em relação à testemunha. Resultados semelhantes foram observados por Dourado Neto et al. (2014), que relataram incremento significativo no crescimento radicular e na biomassa aérea de plantas de milho quando o bioestimulante foi aplicado via tratamento de sementes. Isso reforça que o estímulo inicial ao crescimento da raiz é um fator determinante para o desenvolvimento equilibrado da parte aérea, potencializando o crescimento e a produtividade.

A parte aérea apresentou um desenvolvimento próximo ao desenvolvimento das raízes, sendo o tratamento de sementes o que acarretou o maior comprimento de caule, considerando o número de folhas o TS e a aplicação não diferenciam entre si, porém são superiores ao controle (Figura 1). Em

evidência esse fator é essencial para o momento do transplante das mudas e a sobrevivência pós transplante.

Figura 1 - Mudas de pimenta no momento da avaliação.



*1: mudas tratadas com Bacillus na semente; 2: controle; 3: mudas com Bacillus aplicado no substrato.

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

O acúmulo de biomassa está intimamente relacionado à taxa fotossintética, uma vez que a fotossíntese é responsável pela produção de carboidratos que servirão como precursores das estruturas físicas das plantas, como caules, folhas e raízes. De acordo com Taiz et al. (2017), a eficiência fotossintética está diretamente associada ao crescimento e desenvolvimento vegetal, visto que os açúcares sintetizados são a principal fonte de energia e de carbono estrutural para os tecidos em expansão. A água, por sua vez, é componente essencial deste processo, atuando tanto como reagente da fotossíntese quanto como meio para o transporte de nutrientes via xilema.

Dessa forma, o melhor desenvolvimento da parte aérea observado em todos os fatores analisados, quando comparado ao controle, pode ser explicado pelo aumento da disponibilidade de fotoassimilados resultantes de uma maior taxa fotossintética, bem como pela absorção eficiente de água e nutrientes pelas raízes. Resultados semelhantes foram descritos por Araújo et al. (2020), que associaram o incremento de biomassa aérea à maior atividade fotossintética em plantas submetidas a tratamentos bioestimulantes e condições adequadas de disponibilidade hídrica.

5 CONCLUSÃO

A forma de aplicação de bactérias promotoras de crescimento exercem influências significativas sobre o crescimento fisiológico de mudas de pimenta - *Capsicum frutescens* L.. De modo

geral, quando o bioestimulante é aplicado como tratamento de sementes, ele promove maior desenvolvimento das mudas, com maior parte aérea e sistema radicular.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. S. S.; OLIVEIRA, J. R.; SOUZA, C. M. Crescimento e fotossíntese de mudas submetidas a diferentes fontes de bioestimulantes. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 43, p. 1-9, 2020.
- AREJANO, L.M., Bartz, R.M., Santos, T.S., Ramos, G.H., Gadotti, G.I., Quadro, M.S. Uso de bioestimulantes na produção agrícola. Mérida Publishers CC-BY, 4.0, 2022.
<<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-08-4.c2>>
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L. E.; PRABHU, S. R.; HERNANDEZ, J. P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant and Soil*, v. 378, p. 1-33, 2014.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L.; LIMA, M.; PEREIRA, A. A.; MANFRON, P. A. Uso de bioestimulante em milho: reflexos na germinação, vigor e produtividade. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, n. 3, p. 336-347, 2014.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasiliense* and *Rhizobium tropici* increases yields of common beans and maize in Brazil. *Plant and Soil*, v. 331, p. 413-425, 2010.
- KUINCHTNER, A., & Buriol, G.A. Clima do estado do rio grande do sul segundo a classificação climática de köppen e thornthwaite. *Disciplinarum Scientia | Naturais E Tecnológicas*, 2(1), 171–182, 2001.
<<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1136>>
- LUGTENBERG, B.; KAMILOVA, F. Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology*, v. 63, p. 541-556, 2009.
- PINTO, C.M.F.; Ribeiro, W.S.; Donzeles, S.M.L.; Souza, M.R.M.; Souza, G.A. Cultivo de Pimenta Capsicum. Minas Gerais: EPAMIG, 2022.
- NAKATANI, A.S., GATO, I.M.B., SANDINI, I.E. Uso de diferentes *Bacillus* spp. promotores de crescimento vegetal associado com adubação nitrogenada na cultura do milho. Observatório de la economía latino-americana, v. 22, p. 01-20, 2024.
- GUERRA, A.M.N.M., Jesus, A.C.D., Cruz, L.S., Cruz, P.S., Santos, P.A., Aquino, C.F. Desenvolvimento inicial de mudas de pimenta de cheiro (*Capsicum chinense* L.) sob influência do bioestimulante stimulate. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara*, v. 6, n. 3, 2024.
<<https://doi.org/10.46636/recital.v6i3.300>>
- MARIN, M.F.V., Avila, S.C., Guzmán, P.G., Mosqueda, M.D.C.O., Villalobos, S.L.S., Glick, B.R., Santoyo, G. Survival strategies of *Bacillus* spp. in saline soils: Key factors to promote plant growth and health. *Biotechnology Advances* v.70, 2024.
<<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108303>>
- MELO, L. F.; Gomes, R. L. F.; Silva, V. B.; Monteiro, E. R.; Lopes, Â. C. A.; Peron, A. P. Potencial ornamental de acessos de pimenta. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.44, n.11, p.2010-2015, 2014.

SILVA, F. G.; OLIVEIRA, A. P.; ALMEIDA, M. S. Eficiência de bioestimulantes aplicados via semente e via solo em culturas anuais. *Revista Agrária*, v. 16, p. 25-34, 2021.

SOUZA, R.; AMBROSINI, A.; PASSAGLIA, L. M. P. Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and Molecular Biology*, v. 38, n. 4, p. 401-419, 2019.

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

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. *Pesquisa Agropecuária Paulista*, v. 31, p. 1-8, 2014.

YUSUF, N., Hamed, N.F.I. Effects of water deficit on the growth and chlorophyll content of *Capsicum frutescens*. *Jornal of Sustainability and Management*, v. 16, n.6, 2021. <<http://doi.org/10.46754/jssm.2021.08.013>>