

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**RIZOBACTÉRIAS NA EMERGÊNCIA, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO
DE TAGETES**

MARINA MOREIRA SANTOS

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Coorientadores: Prof. Dr. Everlon Cid Rigobelo

Eng. Agr. Dr. Carlos Henrique Barbosa Santos

JABOTICABAL – SP

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**RIZOBACTÉRIAS NA EMERGÊNCIA, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO
DE TAGETES**

MARINA MOREIRA SANTOS

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de
Jaboticabal, para graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

JABOTICABAL – SP

2024

S237r Santos, Marina Moreira
Rizobactérias na emergência, crescimento e desenvolvimento
de tagetes / Marina Moreira Santos. -- Jaboticabal, 2023
15 p. : tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Kathia Fernandes Lopes Pivetta
Coorientador: Everlon Cid Rigobelo

1. Horticultura. 2. Cultivo (Plantas). 3. Plantas ornamentais.
4. Agricultura sustentável. 5. Microbiologia do solo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DEPARTAMENTO: CIÊNCIAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

CERTIFICADO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Rizobactérias na emergência, crescimento e desenvolvimento de tagetes

ACADÊMICA: Marina Moreira Santos

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADORA: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

COORIENTADORES: Prof. Dr. Everlon Cid Rigobelo
Dr. Carlos Henrique Barbosa Santos

PERÍODO Mês/Ano a Mês/Ano:
Janeiro/2023 Dezembro/2023

APROVADO

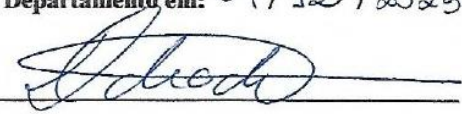
Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO. ☐ Sim ☒ Não

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta	 Documento assinado digitalmente ANTONIO MARICÉLIO BORGES DE SOUZA Data: 06/12/2023 11:22:03-0300 Verifique em https://validar.it.gov.br
Membro: Eng. Agrônomo Antonio Maricélio Borges de Souza	
Membro: Eng. Agrônomo Thiago Souza Campos	 Documento assinado digitalmente THIAGO SOUZA CAMPOS Data: 06/12/2023 01:15:46-0300 Verifique em https://validar.it.gov.br

Jaboticabal 04 / 12 / 2023.

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 04/12/2023 "Ad referendum"


Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade
Chefe do Depto. de Ciências da Produção Agrícola
FCAV/UNESP

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais Francisca e Manoel, ao meu irmão Paulo, e aos meus amigos pelo apoio.

Agradeço a Professora Kathia Fernandes Lopes Pivetta pela orientação, incentivo e paciência; aos Engenheiros Agrônomos Antônio Maricélio Borges de Souza e Thiago Souza Campos pelos conselhos e ajuda; à FCAV pelo aprendizado.

Índice

Resumo	ii
Abstract	iii
1. Introdução	1
2. Materiais e métodos	2
3. Resultados e discussão	5
4. Conclusão	9
5. Referências	9

Rizobactérias no crescimento e desenvolvimento de tagetes

Resumo

As rizobactérias têm mostrado resultados efetivos no crescimento e no desenvolvimento de diferentes espécies vegetais além de ser uma alternativa sustentável. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a ação de rizobactérias a fim de otimizar o crescimento e o desenvolvimento de tagetes (*Tagetes erecta* L.), uma das mais importantes floríferas herbáceas utilizadas no paisagismo brasileiro. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Foram seis tratamentos (ausência de rizobactéria - controle, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*), quatro repetições e 36 sementes por parcela na fase de emergência das plântulas e três plantas por parcela na fase de crescimento e desenvolvimento das plantas. Na primeira fase, avaliou-se porcentagem de emergência e Índice de Velocidade de Emergência; na segunda fase, avaliou-se: comprimento da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas, área foliar, número de flores (abertas e botões), massa seca de raízes, massa seca da parte aérea e massa seca total. Conclui-se que as rizobactérias foram efetivas na aceleração da emergência, no crescimento, no desenvolvimento e no florescimento de tagetes; não houve diferença na taxa de emergência com a inoculação ou não das rizobactérias (média, de 53%), no entanto, as sementes emergiram mais rápido na presença de *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. megaterium*, *B. pumilus* e *B. subtilis*; as rizobactérias *B. megaterium* e *B. subtilis* proporcionaram maior crescimento, desenvolvimento e florescimento de tagetes.

Palavras-chave: *Tagetes erecta* L., *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*.

Rhizobacteria in the growth and development of tagetes

Abstract

Rhizobacteria has shown effective results in promoting the growth and development of different plant species and being a sustainable alternative. Thus, this work aimed to study the effect of rhizobacteria in optimizing the growth and development of tagetes (*Tagetes erecta* L.), one of the most important herbaceous flowering plants for Brazilian landscaping. The experimental design adopted was completely randomized. There were six treatments (absence of rhizobacteria - control, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*), four replications, and 36 seeds per plot in the germination phase and three plants per plot in the plant growth and development phase. Evaluated following metrics : percentage of emergence and Emergence Rate Index of seedlings, length of the aerial part, diameter of the collar, number of leaves, leaf area, number of flowers (open and buds), dry mass of roots, dry mass of the part aerial and total dry mass. Concluded that rhizobacteria were effective in accelerating the germination, growth, development, and flowering of tagetes; there was no difference in the emergence rate with or without rhizobacteria inoculation, which was, on average, 53%. However, tagetes seeds germinated faster in the presence of *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. megaterium*, *B. pumilus* and *B. subtilis*; the rhizobacteria *B. megaterium* and *B. subtilis* improved growth, development, and flowering of tagetes.

Key words: *Tagetes erecta* L., *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*

1. Introdução

O jardim é um dos locais que melhor traduz a experiência sensorial, promovendo interferência positiva na saúde física e mental, a visão que é despertada pelas diferentes cores e formas, o olfato pelo perfume das flores e ervas e entre outras características proporcionadas pelos demais sentidos. Neste contexto, a manutenção desses jardins é um desafio constante para que sejam conservadas a qualidade das plantas por um maior período. Dentre as várias espécies utilizadas no paisagismo de jardins destaca-se a *Tagetes erecta* L., conhecida como tagetes ou cravo-amarelo, pertence à família Asteraceae; é muito florífera, com formação de capítulos grandes, solitários, dobrados, nas cores amarela, alaranjada e marrom-avermelhada, sendo ideal para formar maciços vistosos em canteiros a pleno sol, é uma planta herbácea anual, ereta, com 20 a 80 cm de altura (LORENZI, 2015).

No entanto o manejo dessas espécies herbáceas muitas vezes não é feito de forma adequada, desde a fase de produção de mudas até mesmo após o plantio nos jardins. Logo buscar e aplicar técnicas que promovam o aumento na produção de flores e favorecem o vigor das plantas ornamentais é essencial. Uma delas amplamente utilizada na agricultura, mas, ainda incipiente nas ornamentais é o uso de microrganismos promotores de crescimento em plantas que atuam, de forma sustentável, na diminuição do uso de fertilizantes e na proteção fitossanitária (DIAS & SANTOS, 2022) bem como, no crescimento e no desenvolvimento das plantas (DIAS & SANTOS, 2022; CAMPOS et al., 2023; MEDEIROS et al., 2023).

Dentre estes microrganismos, as rizobactérias tem se destacado, sendo capazes de interferir positivamente no crescimento e no desenvolvimento das plantas, de várias formas, entre elas, produzindo fitormônios, aliviando o estresse por déficit hídrico, mitigando os efeitos estressantes da salinidade, atuando na fitoextração de

metais pesados, na suplementação de nutrientes e/ou no biocontrole de patógenos (DIAS & SANTOS, 2022).

A bactéria *Azospirillum brasilense* contribui para o crescimento das plantas tendo como principais mecanismos a produção de fitormônios, principalmente ácido indolacético, bem como, a fixação de nitrogênio (NGUYEN et al., 2019). Semelhantemente, *Bacillus amyloliquefaciens* também apresenta resultados positivos na promoção do crescimento de algumas espécies vegetais (FARZAND et al., 2020; WANG et al., 2020; ABREU et al., 2022) além de indução de resistência contra doenças (NGALIMAT et al., 2021).

Relacionada à capacidade de solubilizar o fósforo inorgânico, *Bacillus megaterium* age aumentando a disponibilidade desse elemento, promovendo o crescimento da planta (HUANG et al., 2019), como também a rizobactéria *Bacillus subtilis* que além disso pode aumentar a fixação de nitrogênio e produzir sideróforos laterais que promovem seu crescimento e suprimem o crescimento de patógenos, além de atuar no biocontrole de doenças e aumentar a tolerância a estresses (HASHEM et al., 2019).

Baseado no exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a ação de rizobactérias a fim de otimizar o crescimento e o desenvolvimento de tagetes (*Tagetes erecta* L.), uma das mais importantes floríferas herbáceas utilizadas no paisagismo brasileiro.

2. Materiais e métodos

O experimento foi conduzido no período de agosto a outubro de 2023, no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais, no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas e no Laboratório de Microbiologia do Solo, ambos pertencentes ao Departamento de Ciências da Produção Agrícola da Faculdade de

Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV), Campus de Jaboticabal (SP), sob as coordenadas 21°15'2" latitude, 48°16'47", longitude e 600 metros de altitude. A classificação climática da região é subtropical do tipo Cwa - tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso (ANDRE & GARCIA, 2015). Os dados de temperaturas médias, máximas, mínimas e umidade relativa média durante o período de condução do experimento encontram-se na tabela 1 (UNESP, 2022).

ENTRA TABELA 1

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Foram seis tratamentos (ausência de rizobactéria - controle, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*) e quatro repetições. O experimento foi conduzido em duas etapas: 1) emergência das plântulas e crescimento inicial das mudas, realizada em bandejas, sendo semeadas 3 sementes por célula e 12 células por parcela, totalizando 36 sementes por parcela; 2) crescimento e desenvolvimento das plantas sendo três plantas por parcela.

Sementes obtidas no mercado foram semeadas em bandejas de células (3 sementes por célula) contendo substrato comercial Carolina Soil®, composto por turfa, vermiculita, casca de arroz torrefada, calcário dolomítico calcinado, fertilizante NPK 14-16-18 e micronutrientes (informações obtidas a partir de dados existentes na embalagem), que foi mantido a 100% da capacidade de retenção de água. As bandejas foram colocadas em casa de vegetação coberta e com as laterais protegidas com tela preta que permite a passagem de 50% da luz e, ainda, com cobertura de plástico transparente acima da cobertura de tela.

Por ocasião da semeadura inoculou-se 200 µl por célula, de cada solução contendo as rizobacterias, de acordo com o tratamento, utilizando micropipeta

mecânica (VF-1000, Digipet®). As mudas destinadas ao tratamento-controle não foram inoculadas.

As avaliações desta fase do experimento foram realizadas diariamente até a estabilização da emergência, totalizando 20 dias. A partir dos dados coletados, calculou-se porcentagem de emergência e o Índice de Velocidade de Emergência. Após a emergência e contabilização das plântulas emergidas, realizou-se o desbaste deixando apenas uma plântula por célula, sendo mantida a que apresenta-se maior vigor, ou seja, as plântulas que apresentaram desenvolvimento rápidos e uniformes, sem deformações.

As plântulas, com comprimento de $2\text{ cm} \pm 0,5\text{ cm}$ foram transplantadas para recipientes, com capacidade volumétrica de 280 cm^3 , contendo terra, esterco e areia (1:1:1) como substrato, que foram colocados sobre bancadas de malhas metálicas a 70 cm do solo, na mesma casa de vegetação onde foi realizada a semeadura. A irrigação das mudas foi realizada por meio de microaspersores acionados automaticamente, duas vezes ao dia com duração de 15 min cada, com vazão de 30 L h^{-1} . Após o transplante, inoculou-se 1 ml por planta, de cada solução contendo as rizobactérias, mantendo os mesmos tratamentos nas plantas onde se realizou a aplicação por ocasião da semeadura. A aplicação foi realizada diretamente no substrato próximo ao caule, com o auxílio de micropipeta mecânica (VF-1000, Digipet®). As mudas destinadas ao tratamento-controle não foram inoculadas.

As rizobactérias utilizadas fazem parte da coleção do Laboratório de Microbiologia do Solo, onde foram produzidas separadamente, em meio de caldo nutritivo, por sete dias, em frascos mantidos em B.O.D. (Eletrolab, modelo 347 F, Brasil), à temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após o período de incubação, as bactérias foram centrifugadas separadamente a 10.000 rpm durante 10 min a $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Novatecnica,

modelo MLW K24, Brasil). A concentração do inóculo foi padronizada conforme recomendação de BARRY & THORNSBERRY (1991) e SAHM & WASHINGTON II (1991) em 1×10^7 UFC mL⁻¹ com auxílio de espectrofotômetro (Micronal, modelo B382, Brasil) na absorbância de 695 nm.

Após o florescimento (assim que as primeiras flores se abrirem), as plantas foram retiradas dos recipientes e, ainda no viveiro, enxaguadas para retirar o excesso de substrato das raízes. No Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas foi realizada nova lavagem para retirada de todo remanescente de substrato e, em seguida, foram avaliadas as características: comprimento da parte aérea (cm), obtido a partir no nível do substrato até o ápice da última folha, com o auxílio de régua milimetrada; diâmetro do colo (mm), determinado ao nível do substrato, com uso de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Western® PRO DC-6); número de folhas (NF) totalmente expandidas, verificado por contagem visual das folhas totalmente expandidas; área foliar (AF, cm²), utilizando medidor eletrônico de área foliar (Li-3100C, LI-COR®, Lincoln, Nebraska, USA); número de flores (abertas e botões), massa seca da parte aérea (g) e das raízes (g), obtidas após a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão de 0,001g (SHIMADZU®, modelo AY220) e massa seca total (g) obtida somando-se as massas secas da parte aérea e das raízes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o Software AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JUNIOR, 2015).

3. Resultados e discussão

Não houve diferença significativa na taxa de emergência com a inoculação ou não das rizobactérias, a qual foi em média, de 53%. No entanto, as sementes de

tagetes emergiram mais rápido na presença de *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. megaterium*, *B. pumilum* e *B. subtilis* (Tabela 2). SILVA et al. (2022), estudando o efeito de *B. subtilis* e *B. megaterium* na germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de melancia cv. Sugar Baby também observaram que as rizobactérias não influenciaram a porcentagem de germinação das sementes, no entanto, as sementes germinaram mais rápido.

ENTRA TABELA 2

Quanto maior o Índice de Velocidade de Emergência, mais vigoroso é o lote de sementes testado, indicando maior capacidade de originar plântulas competitivas na fase inicial de desenvolvimento da cultura (BERTO et al., 2018), assim, infere-se que as rizobactérias influenciaram positivamente, potencializando o processo germinativo das sementes, demonstrando o potencial dessa tecnologia para proporcionar a emergência mais rápida das plântulas. Além disso, a rápida germinação é uma característica de grande relevância para se alcançar altas produtividades (Ó et al., 2020).

Não houve diferença entre os tratamentos para comprimento da parte aérea e diâmetro do colo. As rizobactérias *B. megaterium* e *B. subtilis* destacaram-se apresentado maiores médias para algumas características e, nas demais, estiveram sempre entre as maiores médias, não diferindo de outros tratamentos. Os demais tratamentos, apresentaram menores médias em pelo menos uma característica (Tabela 2). *B. megaterium* e *B. subtilis*, portanto, demonstraram maior eficiência em produzir fitormônios e enzimas, benéficos para o desenvolvimento das plantas, conforme demonstram MAZZUCHELLI et al (2014), pois que favoreceu tanto o crescimento quanto a qualidade e a produção de flores de tagetes. CASTRO et al.

(2019; 2020) e CAMPOS et al. (2023) também observaram efeito positivo de *B. subtilis* na promoção do crescimento de mudas de açaí.

A rizobactéria *B. megaterium* destacou-se por proporcionar maior área foliar e *B. subtilis* maior número de folhas, que refletiram em maior massa seca da parte aérea; também destacaram em massa seca de raízes não diferindo, no entanto, do controle; esse destaque de maior massa seca da parte aérea, verificada na aplicação de *B. megaterium* e *B. subtilis* resultaram em maior produção de flores (Tabela 2).

Maiores valores médios de área foliar e número de folhas indicam melhor absorção da luz solar, assim, melhor capacidade fotossintética das mudas, permitindo que o desenvolvimento dos demais órgãos seja mais acelerado (TAIZ et al., 2017); isso mostra que as bactérias *B. megaterium* e *B. subtilis* atuaram de forma mais eficiente no metabolismo vegetal (NGALIMAT et al., 2021), resultando em plantas mais vigorosas (maior MSPA) e produtivas (maior número de flores).

Semelhantemente ao observado para tagetes, outras pesquisas também mostraram que a aplicação de *B. subtilis* e *B. megaterium* tem contribuído para o incremento do crescimento de espécies vegetais como milho - *Zea mays* L. (GUIMARÃES et al., 2021), aveia branca - *Avena sativa* L. (SANTOS et al., 2021) e melancia - *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai (SILVA et al., 2022), reforçando a eficiência destas rizobactérias como promotoras de crescimento em plantas

Já com relação à inoculação com *B. pumilus*, foram obtidas as menores médias para a maioria das características estudadas, no entanto, essa rizobactéria apresenta eficiência quando associada com outras espécies vegetais como o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) que apresentou incremento do crescimento após aplicação desta bactéria (MASSOD et al., 2020).

O efeito insatisfatório, principalmente para a rizobactéria *B. pumilus*, que apresentou efeito positivo para o tomateiro (MASSOD et al., 2020), pode ser pela limitação do recipiente, pela temperatura que pode não ter sido ideal para essa bactéria e, principalmente, por não ter tido boa interação com a espécie vegetal (CAMPOS et al., 2023).

As possibilidades de interferência na vida microbiana são vastas; fatores abióticos, como a temperatura, nutrientes, pH, salinidade, fontes de energia e elementos tóxicos, bem como, fatores bióticos representados, principalmente, pela genética microbiana e pela interação entre microrganismos, exercem um poder de limitação sobre a sobrevivência e atividade dos microrganismos (FURTAK & GALAZKA, 2019; CAVALCANTE et al., 2022).

Além da interação preferencial entre as rizobactérias e a espécie vegetal, outro fator que pode ter influenciado a ação das bactérias no crescimento e desenvolvimento de tagetes seriam as condições do ambiente relacionadas, principalmente à temperatura e à umidade relativa do ar. As condições do experimento de tagetes (Tabela 1) foram semelhantes às do experimento realizado por CAMPOS et al. (2023) com mudas de açaí, onde observaram que, as rizobactérias que se destacaram em promover o crescimento de mudas de açaí também foram *B. megaterium* e *B. subtilis*. Essas bactérias, portanto, que vem se destacando no incremento de crescimento e desenvolvimento de várias espécies vegetais (GUIMARÃES et al., 2021; SANTOS et al., 2021; SILVA et al., 2022; CAMPOS et al., 2023), parecem se desenvolver satisfatoriamente e estabelecer interações com diferentes plantas em condições de ambiente semelhantes à deste trabalho.

O tratamento onde não foi aplicada solução com rizobactéria (controle) também apresentou menores médias para a maioria das características estudadas, após *B.*

pumilus; inclusive, se destacou como tratamento com menor média em número de flores, mostrando que as bactérias, de modo geral, com destaque para *B. megaterium* e *B. subtilis*, foram efetivas em incrementar a produção de flores.

4. Conclusão

As rizobactérias foram efetivas na aceleração da emergência, no crescimento, no desenvolvimento e no florescimento de tagetes; não houve diferença na taxa de emergência com a inoculação ou não das rizobactérias, que foi, em média, de 53%, no entanto, as sementes de tagetes germinaram mais rápido na presença de *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. megaterium*, *B. pumilum* e *B. subtilis*; as rizobactérias *B. megaterium* e *B. subtilis* proporcionaram maior crescimento, desenvolvimento e florescimento de tagetes.

5. Referências

ABREU, L.P.S. et al. Alternativa sustentável de uso de *Bacillus amyloliquefaciens* no biocontrole de fungos fitopatogênicos: uma revisão. **Revista de Ciências Ambientais**, v.16, n.1, p.01-15, 2022. Available from: <<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/8339>>. Accessed: Oct. 20, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.18316/rca.v16i1.8339>.

ANDRE, R. G. B.; GARCIA, A. Alguns aspectos climáticos do município de Jaboticabal – SP. **Nucleus**, v.12, n.2, p. 263-269, 2015. Available from: <<https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1543/1873>>. Accessed: Oct. 22, 2023. doi: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1543>.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat** - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos - versão 1.1.0.711. Jaboticabal: UNESP, 2015. 396 p.

BARRY A. L.; THORNSBERRY C. Susceptibility tests: Diffusion Test Procedures. In: BALOWS, A. et al. **Manual of clinical microbiology**. 5th ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1991. 1384p. Available from: <<https://www.scielo.br/j/rimtsp/a/Lkkd5FNWkwv3JRWc5BBDqyf/?lang=en>>. Accessed: Oct. 12, 2023. doi: <https://doi.org/10.1590/S0036-46651991000600014>.

BERTO, T. S. et al. Physiological quality of beans seed crioulo from different locations. **Ciência Agrícola**, v.16, n.1, p. 13-17, 2018. Available from: <<https://www.seer.ufal.br/ojs2-somente-consulta/index.php/revistacienciaagricola/article/view/6626>>. Accessed: Oct. 7, 2023. doi: <https://doi.org/10.28998/rca.v16i0.6626>.

CAMPOS, T. S. et al. Rhizobacteria in growth and quality of açai seedlings. **Ornamental Horticulture**, v. 29, N. 2, p. 210-217, 2023. Available from: <<https://www.scielo.br/j/oh/a/VLCt3GkcBgHLP44BQWBWLbH/?lang=en>>. Accessed: Oct. 20, 2023. doi: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i2.2596>.

CASTRO, G. L. S. et al. Açai palm seedling growth promotion by rhizobacteria inoculation. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 51, n. 1, p. 205-216, 2020. Available from: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s42770-019-00159-2>>. Accessed: Oct. 20, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s42770-019-00159-2>.

CASTRO, G. L. S. et al. Photosynthetic apparatus protection and drought effect mitigation in açai palm seedlings by rhizobacteria. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 41, n. 9, p. 1-12, 2019. Available from: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-019-2952-4>>. Accessed: Oct. 15, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-019-2952-4>.

CAVALCANTE, F. G. et al. Actinobactérias benéficas do solo: potencialidades de uso como promotores de crescimento vegetal. **Enciclopédia biosfera**, v.19 n.40; p.15-35, 2022. Available from: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2022b/actinobacterias.pdf>>. Accessed: Oct. 12, 2023. doi: http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2022B2.

DIAS, A. S.; SANTOS, C. C. **Bactérias promotoras de crescimento de plantas: conceitos e potencial de uso**. Nova Xavantina: Pantanal, 2022. 98 p. Available from: <https://www.editorapantanal.com.br/ebooks-capitulo.php?ebook_id=bacterias-promotoras-de-crescimento-de-plantas-conceitos-e-potencial-de-uso&ebook_ano=2022&ebook_caps=0&ebook_org=0>. Accessed: Oct. 10, 2023. doi: <https://doi.org/10.46420/9786581460631>.

FARZAND, Y. et al. Transcriptional profiling of diffusible lipopeptides and fungal virulence genes during *Bacillus amyloliquefaciens* EZ1509-mediated suppression of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v.110, n.2, p.317-326, 2020. Available from: <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-05-19-0156-R>>. Accessed: Oct. 13, 2023. doi: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-19-0156-R>.

FURTAK, K.; GALAZKA, A. Edaphic factors and their influence on the microbiological biodiversity of the soil environment. **Advancements of Microbiology**, v.58, n.4, p.375-385, 2019. Available from: <<https://sciendo.com/article/10.21307/PM-2019.58.4.375>>. Accessed: Oct. 17, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.21307/PM-2019.58.4.375>.

GUIMARÃES, V.F. et al. Inoculant efficiency containing *Bacillus megaterium* (B119) and *Bacillus subtilis* (B2084) for maize culture, associated with phosphate fertilization. **Research, Society and Development**, v.10, n.12, e431101220920, 2021. Available

from: < <https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/rccs/article/view/3234>>.
Accessed: Oct. 17, 2023. doi: <https://doi.org/10.55905/rcssv12n7-016>.

HASHEM, A. et al. *Bacillus subtilis*: A plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.26, p.1291–1297, 2019. Available from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X19300890?via%3Dihub>>. Accessed: Oct. 15, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.05.004>.

HUANG F. L. et al. Complete genome sequence of *Bacillus megaterium* JX285 isolated from *Camellia oleifera* rhizosphere. **Computacional Biology Chemistry**, v.79, p.1–5, 2019. Available from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1476927118307953?via%3Dihub>>. Accessed: Oct. 17, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2018.12.024>.

LORENZI, H. Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. 2. ed., Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum. 2015, 1120 p.

MASOOD, S. et al. *Baccillus pumilus* promotes the groth and nitrogen uptke of tomato plants under nitrogen fertilization. *Scientia Horticulturae*. 2020, **272**, e109581. Available from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442382030409X?via%3Dihub>>. Accessed: Oct. 15, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109581>.

MAZZUCHELLI, R. D. C. L. et al. Inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n. 2, p. 40-47, 2014. Available from: <<https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1151/1204>>. Accessed: Oct. 12, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2014.v10.n2.a106>.

MEDEIROS, L. B. et al. Growth-promoting microorganisms in the development of orchid seedlings of *Phalaenopsis*, *Cymbidium*, and *Cendrobium* genera. **Bioscience Journal**, v. **39**, e39092, 2023. Available from: <<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/66721>>. Accessed: Oct. 12, 2023. doi: <https://doi.org/10.14393/BJ-v39n0a2023-66721>.

NGALIMAT, M.S. et al. A review on the biotechnological applications of the operational group *Bacillus amyloliquefaciens*. **Microorganisms**, v.9, n.3, p.614, 2021. Available from: < <https://www.mdpi.com/2076-2607/9/3/614>>. Accessed: Oct. 17, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms9030614>.

NGUYEN, M.L. et al. Biostimulant effects of rhizobacteria on wheat growth and nutrient uptake depend on nitrogen application and plant development. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v.65, n.1, p.58-73, 2019. Available from: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03650340.2018.1485074>>. Accessed: Oct. 15, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/03650340.2018.1485074>.

Ó, L. M. G. et al. Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water. **Revista Caatinga**, v. 33, n.3, p. 766-774, 2020. Available from: < <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/wtqfwTzhn9FLDNXvMcjqYWq/?format=pdf&lang=en>>. Accessed: Oct. 25, 2023. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n320rc>.

SAHM D. F.; WASHINGTON J. A. Antibacterial susceptibility tests: dilution methods. In: BALOWS, A. et al. **Manual of clinical microbiology**. 5th ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1991. 1384p.

SANTOS, A.F. et al. 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, n.5, e53410515270, 2021. Available from: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35034>>. Accessed: Oct. 15, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15270>.

SILVA, K.R.C. et al. *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* no crescimento inicial de melancia 'Sugar Baby'. **Research, Society and Development**, v.11, n.13, e96111335034, 2022. Available from: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35034>>. Accessed: Oct. 15, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35034>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora. 6 ed. 2017. 858 p.

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticaba
Dados estação convencional I (<https://www.fcav.unesp.br/#!/estacao-agroclimatologica/dados/estacao-convencional/>). Accessed: Oct. 15, 2023.

WANG, C.J. et al. Endophytic *Bacillus amyloliquefaciens* YTB1407 elicits resistance against two fungal pathogens in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). **Journal of Plant Physiology**, v.253, 153260, 2020. Available from: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161720301504?via%3Dihub>>. Accessed: Oct. 16, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2020.153260>.

Tabela 1 - Dados meteorológicos durante o período de agosto a outubro de 2023, em Jaboticabal, SP. Temperatura máxima - T_{máx}, Temperatura mínima - T_{mín}, Temperatura média - T_{med} e Umidade relativa do ar – UR (UNESP, 2023).

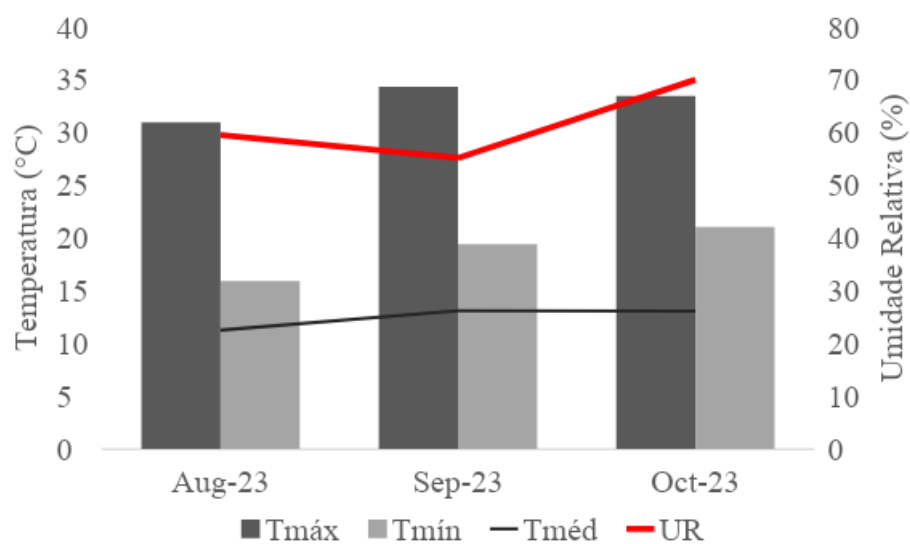


Tabela 2 - Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes, comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do colo (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), número de flores (NFlor), massa seca de raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de tagetes (*Tagetes erecta*) tratadas ou não com rizobactérias promotores do crescimento de plantas. Jaboticabal, SP, 2023.

Tratamentos	IVE	CPA (cm)	DC (mm)	NF -	AF (cm ²)
1. Controle	1,60 b	26,26 a	4,84 a	41,15 b	262,82 ab
2. <i>Azospirillum brasilense</i>	3,10 ab	22,49 a	4,37 a	50,00 ab	280,62 ab
3. <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	3,20 a	25,58 a	5,09 a	51,25 ab	164,27 c
4. <i>Bacillus megaterium</i>	3,30 a	26,24 a	4,99 a	51,90 ab	338,25 a
5. <i>Bacillus pumilus</i>	3,44 a	25,57 a	4,78 a	48,58 ab	227,54 bc
6. <i>Bacillus subtilis</i>	4,47 a	24,89 a	4,87 a	59,00 a	287,75 ab
CV (%)	12,59	6,89	8,28	6,45	14,81
	NFlor	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)	
1. Controle	3,33 b	0,8664 ab	1,9867 ab	2,8531 ab	

2. <i>Azospirillum brasilense</i>	4,08 ab	0,5970 b	1,8293 ab	2,4262 ab
3. <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	4,67 ab	0,6066 b	2,3112 ab	2,9179 ab
4. <i>Bacillus megaterium</i>	5,67 a	0,7668 ab	2,6659 a	3,4327 a
5. <i>Bacillus pumilus</i>	5,17 ab	0,6074 b	1,6489 b	2,2563 b
6. <i>Bacillus subtilis</i>	5,92 a	0,9742 a	2,5641 a	3,5382 a
CV (%)	8,71	20,30	18,63	17,27

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.