

SEMENTES DE MARACUJÁ AMARELO INOCULADAS COM BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO

YELLOW PASSION FRUIT SEEDS INOCULATED WITH PHOSPHATE-SOLUBILIZING BACTERIA

LUÍS SÉRGIO RODRIGUES VALE

IFGoiano – Campus Ceres
luis.sergio@ifgoiano.edu.br

THIAGO RAMOS PAIVA

IFGoiano – Campus Ceres
thiagopaiva_paiva@hotmail.com

FELIPE AUGUSTO FERREIRA ROCHA

IFGoiano – Campus Ceres
felipe.augustofragronomia@gmail.com

Resumo: O maracujá, fruto de origem brasileira, destaca-se por sua importância econômica e social, sendo amplamente cultivado em pequenas propriedades. Além de ser utilizado como alimento possui aplicações ornamentais e medicinais, com alto potencial no mercado nacional e internacional. Este estudo teve como objetivo, avaliar o efeito de diferentes doses de inoculante biológico na qualidade de sementes de maracujá amarelo. O experimento foi em delineamento em blocos casualizados com 5 tratamentos de BiomaPhos®: 0, 10, 15, 20 e 25 mL para 1.000 sementes e com 4 repetições. As variáveis analisadas foram: emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, altura de plântulas, número de folhas, massa de matéria seca e comprimento de raiz. O BiomaPhos® composto pelas bactérias *Bacillus megaterium* e *B. subtilis* não influenciou na emergência das plântulas de maracujá amarelo e nem no IVE, mas favorece o crescimento da parte aérea, número de folhas e a massa seca nas doses de 10 a 20 mL. Contudo, o aumento das doses proporcionou menor comprimento das raízes, sugerindo uma possível otimização na absorção de nutrientes. Esses resultados destacam a necessidade de estudos adicionais para compreender melhor sua eficiência em diferentes contextos agrônômicos.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims; *Bacillus megaterium*; *Bacillus subtilis*; Crescimento de plantas; Vigor.

Abstract: Passion fruit, a fruit of Brazilian origin, stands out for its economic and social importance, being widely cultivated on small properties. In addition to being used as food, it has ornamental and medicinal applications, with high potential in the national and international markets. This study aimed to evaluate the effect of different doses of biological inoculant on the quality of yellow passion fruit seeds. The experiment was in a randomized block design with 5 treatments of BiomaPhos®: 0, 10, 15, 20 and 25 mL for 1,000 seeds and with 4 replicates. The variables analyzed were: seedling emergence, emergence speed index, seedling height, number of leaves, dry matter mass and root length. BiomaPhos®, composed of the bacteria *Bacillus megaterium* and *B. subtilis*, did not influence the emergence of yellow passion fruit seedlings or the IVE, but favored the growth of the aerial part, number of leaves and dry mass at doses of 10 to 20 mL. However, increasing the doses resulted in shorter root length, suggesting a possible optimization in nutrient absorption. These results highlight the need for additional studies to better understand its efficiency in different agronomic contexts.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims; *Bacillus megaterium*; *Bacillus subtilis*; Plant growth; Vigor.

Introdução

O maracujazeiro pertence à família *Passifloraceae*, que é amplamente distribuído nos trópicos e regiões temperadas e é composta por 18 gêneros e mais de 630 espécies. O gênero *Passiflora* é o mais importante economicamente e possui 129 espécies conhecidas nativas do Brasil, das quais 83 são endêmicas, podendo ser utilizadas como alimento, remédios e ornamento (Santos et., 2023). De acordo com Cabral et al. (2023), as espécies *Passiflora edulis* Sims (maracujá amarelo) e *P. alata* Curtis (maracujá doce) são as mais cultivadas e ocupam mais de 90% da área no mundo.

Conforme Barros et al. (2018), para a venda dos frutos "in natura", o maracujá deve apresentar acidez total titulável entre 3,2% e 4,5%, rendimento de suco acima de 40%, teor de vitamina C variando entre 13 e 20 mg por 100g, além de um peso médio maior que 120 g. O mercado europeu, especialmente, exige que os frutos estejam isentos de manchas e danos.

A principal relevância econômica da fruta reside em seu processamento na forma de suco concentrado, embora também seja amplamente utilizado na preparação de sobremesas e outras bebidas (Monteiro et al., 2020; Mendes et al., 2021).

Informações sobre a produção da cultura no Brasil apresentaram que no ano de 2023 foram cultivados 45.761 hectares, representando uma produção de 711.278 toneladas e produtividade média de 15,1 t ha⁻¹ (IBGE, 2023).

A produtividade do maracujá é considerada baixa devido à presença constante de doenças e a não adoção de sementes geneticamente superiores (cultivares), além de não se utilizar práticas culturais adequadas. Como consequência tem-se perdas na produção e/ou menor qualidade de fruto (Fredo et al., 2021).

O cultivo de maracujá é de suma importância tanto para o contexto econômico quanto para as dinâmicas sociais, é predominantemente produzido em pequenas propriedades com natureza voltada para a produção familiar. Além de contribuir para ganhos econômicos e sociais, o cultivo do maracujá desempenha um papel crucial na geração de empregos e apresenta perspectivas promissoras no mercado (Silva, 2019).

Diferentes espécies do gênero *Bacillus* têm sido relatadas como potenciais promotoras de crescimento de plantas devido às suas características multifuncionais como a solubilização de fosfatos que está retido ao cálcio, alumínio e ferro presentes no solo, deixando-o prontamente

disponível para a absorção e a assimilação pela planta (Rodrigues et al., 2023).

As bactérias *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* têm apresentado resultados positivos na aplicação em certas culturas, como em melancia, que no tratamento de sementes promoveu maior germinação e vigor de plantas (Silva et al., (2022).

Em sementes de soja a inoculação com *B. megaterium* e *B. subtilis* promoveu maior crescimento de plantas e ganhos na produtividade quando combinado com doses de fósforo (Guimarães e Klein, 2023).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes doses de BiomaPhos® à base de *Bacillus megaterium* e *B. subtilis* na qualidade de sementes de maracujá amarelo.

Metodologia

O experimento foi realizado na casa de vegetação do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, na latitude 15°21'01" S, e longitude 49°35'55" O e altitude 565 m e no laboratório de análise de sementes (LabSem) do Campus em 2023.

Os frutos de maracujá foram adquiridos no comércio local na cidade de Ceres – GO. Os frutos selecionados obtiveram as seguintes características: inteiros, limpos, maduros, apresentando coloração completamente amarelada, que caracteriza o quarto estágio de maturação, conforme estabelecido por Botelho et al., (2019), de consistência firme, isentos de ataques de insetos e outros defeitos físicos aparentes.

Dos frutos escolhidos foram extraídas as sementes. As sementes extraídas, juntamente com a mucilagem, foram acondicionadas em balde plástico por três dias, sem adição de água. No período, ocorreu fermentação, e, portanto, foi realizado um procedimento de lavagem em água corrente para a eliminação da mucilagem. Posteriormente, as sementes foram levadas para um local seco e arejado onde foram secas à sombra, em uma mesa, sobre papel jornal por dois dias em temperatura ambiente. Após a secagem, as sementes foram armazenadas e mantidas em refrigerador a aproximadamente 4°C, por três dias.

No LabSem as sementes foram colocadas em sacos plásticos onde aplicou-se o tratamento biológico. Foi utilizada uma seringa de 20 mL para aplicação do BiomaPhos®, um inoculante líquido desenvolvido com duas espécies de bactérias, BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BMF 2484 (*Bacillus subtilis*), em uma concentração de 4×10^9 UFC por mL.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições, adaptado da metodologia de Lima (2021). Os tratamentos foram: 0, 10, 15, 20 e 25 mL do produto comercial para mil sementes de maracujá. Em cada repetição foram utilizadas 50 sementes. Foi feita a semeadura em bandejas de isopor de 128 células e volume de 23,60 mL por célula. Foi utilizado um substrato comercial a base de pinus, turfa, vermiculita expandida, e enriquecido com micro e macro nutrientes e não foi realizada adubação. Após a semeadura as bandejas foram irrigadas com regador e posteriormente levadas para estufa por 45 dias.

As mudas de maracujá foram submetidas as seguintes avaliações aos 45 dias após a semeadura: emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plântulas (cm), número de folhas por plântulas, massa de matéria seca da parte aérea e radicular (g), comprimento da raiz (cm). A emergência foi obtida por meio de contagem do número de plântulas normais após a semeadura (Brasil, 2009).

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi feito com a contagem do número de plantas emergidas a cada 5 dias, avaliado por 25 dias. O índice de velocidade de emergência foi calculado de acordo com Maguire (1962).

A altura das plântulas foi obtida pela medida da superfície do substrato na bandeja até o meristema apical das plântulas (Conus et al., 2009), com auxílio de uma régua graduada em milímetros. O número de folhas foi contabilizado em 10 plântulas por parcela, aos 40 dias após semeadura.

Para obtenção de dados sobre a massa de matéria seca da parte aérea e sistema radicular de acordo com Silva et al., (2019), as plântulas foram colhidas e separadas em parte aérea e sistema radicular. Esse material foi levado à estufa a 105 °C por 48 horas e pesado em balança.

O comprimento de raiz foi feito com a retirada de 10 plântulas por repetição do substrato e posteriormente foi feita a lavagem das raízes. Foi utilizado como base o método aplicado para medição de raízes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth & Hook e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.), por Almeida et al., (2018). Os dados foram obtidos com régua graduada em mm, da maior raiz da plântula.

Os dados foram processados e submetidos à análise de variância e quando significativo pelo teste F, avaliado pelo teste de média a 5%. As variáveis que obtiveram resultados significativos foram submetidas a análise de regressão. Os dados foram submetidos ao programa computacional R Core Team (2025).

Resultados e Discussão

O produto biológico BiomaPhos® não influenciou na emergência de plântulas de maracujá (Tabela 1) e influenciou estatisticamente na altura de plântulas (AP), comprimento de raiz (cm), número de folhas, massa seca da parte aérea e radicular (g) (Figuras 1 e 2)

A média de emergência observada foi de 94,4% e este dado é semelhante ao obtidos por Ortiz et al. (2016), que relataram uma emergência de 90% ao tratar sementes de grão de bico com *Bacillus subtilis*. Embora no estudo com maracujá amarelo o BiomaPhos® não tenha afetado significativamente a emergência, em ambos os casos, os dados de emergência estão em níveis relativamente altos, o que indica que fatores externos, como a presença de microrganismos não foi prejudicial na emergência das sementes.

Tabela 1. Inoculação com *B. megaterium* e *B. subtilis* na emergência (%) e índice de velocidade de emergência em sementes de maracujá redondo amarelo, submetidos a diferentes dosagens de inoculante. Ceres, 2024.

Tratamentos	Emergência	IVE
Controle	98,5 a	10,24 a
10 mL	97,0 a	9,72 a
15 mL	94,0 a	9,87 a
20 mL	90,0 a	9,14 a
25 mL	92,5 a	9,09 a
CV (%)	4,29	6,4

IVE: Índice de velocidade de emergência; CV: coeficiente de variação; IVE: Índice de velocidade de emergência; não significativo a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Fonte: VALE L. S. R. *et al.* (2024).

O estudo de Buchelt et al. (2019) investigou a influência de inoculante com *Bacillus subtilis* na germinação de sementes de milho e concluíram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos e o controle, resultado que está em conformidade com os dados dessa pesquisa. Entretanto, os autores Silva et al. (2022), ao avaliarem a germinação de sementes de milho com o uso de inoculante BiomaPhos®, observaram um desempenho superior, com uma germinação de 87,5%, representando um incremento de 9,37% em relação ao controle. Estes resultados indicam que podem existir diferenças entre as espécies de plantas.

Os autores argumentam que o uso de *B. megaterium* e *B. subtilis* podem contribuir para a qualidade fisiológica das sementes de milho, mesmo que não tenha havido efeito estatístico significativo em comparação com outros tratamentos. Os resultados da presente pesquisa, demonstram um efeito de decréscimo na qualidade fisiológica das sementes de maracujá

amarelo com a aplicação das doses do inoculante, o que contrasta com os resultados de Silva et al. (2022) em relação às sementes de milho. Isso pressupõe que a resposta ao inoculante pode ser específica à cultura, indicando a necessidade de investigações mais detalhadas sobre as interações entre microrganismos e diferentes espécies vegetais.

No estudo de Silva et al., (2022), com o uso 100 mL de solução de cada espécie de *B. megaterium* e *B. subtilis* no IVG de plântulas de melancia obtiveram-se correlação entre o tempo de exposição das sementes à inoculação bacteriana e a efetividade da germinação. Nesse mesmo estudo, as sementes tratadas com *Bacillus megaterium* por 0 hora, observou-se maior IVG (8,63), indicando um efeito positivo imediato na germinação, sem a necessidade de tempo prolongado de exposição. Em contrapartida, o tratamento com *Bacillus subtilis* por 24 horas apresentou o menor IVG, indicando que a exposição prolongada pode ter um efeito prejudicial ou menos eficaz nesse contexto específico. Portanto, segundo os autores, evidenciam-se que o tipo de inoculante bacteriano e o tempo de exposição das sementes são fatores determinantes para a eficácia na germinação e emergência, podendo melhorar ou prejudicar o desempenho, dependendo da espécie bacteriana utilizada e da duração do tratamento.

Estes dados, porém, diferem mediante o tipo de cultura, como os observados por Ongena et al. (2005), que relataram um aumento na velocidade de germinação e crescimento em sementes de aveia tratadas com *B. subtilis*. Esses dados sugerem que, enquanto a exposição curta foi benéfica para as sementes de melancia, o efeito positivo observado na aveia pode estar relacionado a outros fatores, como a compatibilidade entre a bactéria e a espécie vegetal e o tempo de exposição adequado, destacando a importância de ajustar os tratamentos às necessidades específicas de cada cultura.

Baseado no presente estudo é possível argumentar que estatisticamente a aplicação do *B. megaterium* e *B. subtilis* em sementes de maracujá não influencia em uma maior germinação, e nem inibe de forma expressiva, mas, como verificado em outros estudos, a eficiência deste composto na germinação pode variar de acordo com o método de aplicação, tempo de exposição e a espécie utilizada.

Devido à escassez de estudos específicos sobre a influência de *B. megaterium* e *B. subtilis* sobre a germinação de sementes de maracujá amarelo, é necessária a realização de pesquisas que investiguem diferentes concentrações, métodos de aplicação e tempo de exposição do produto biológico.

A altura das plântulas (AP) foi significativamente influenciada pela aplicação do

BiomaPhos® com todos os tratamentos apresentando maior altura em comparação ao controle (Figura 1). O tratamento de 25 mL destacou-se com o maior resultado da altura de plântulas (3,71 cm). A análise da Figura 1 apresenta um padrão de variação, no qual a altura das plântulas aumentou até o tratamento de 10 mL, diminuiu nos tratamentos intermediários (15 e 20 mL) e voltou a subir com a dose de 25 mL, evidenciando um comportamento não linear na resposta das plântulas às diferentes concentrações do composto. Este dado reforça a eficácia do composto estudado, como fator influente no crescimento das plantas, sugerindo uma relação causal significativa entre o uso do insumo e o desempenho observado.

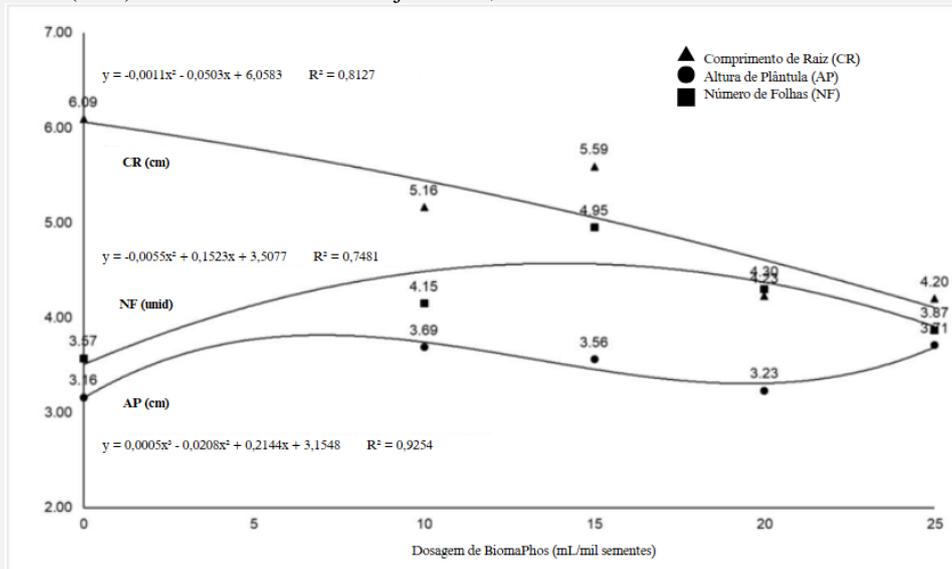
Maschio (2021), observou em seu estudo com sorgo forrageiro, que não houve efeito significativo da inoculação com microrganismos solubilizadores de fosfato nas doses de fósforo de 0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a altura de plântulas e os resultados foram semelhantes entre si. Contudo, na dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, as plantas sem inoculação apresentaram maior altura (2,07 m) em comparação com as plantas inoculadas (1,95 m), sugerindo que a inoculação pode ter afetado negativamente o crescimento da planta nessa dose.

No comprimento da raiz a inoculação com *B. megaterium* e *B. subtilis* apresentou resultado inferior estatisticamente ao tratamento controle (Figura 1). O comprimento foi menor a cada aumento no volume do produto aplicado, partindo de 6,09 cm no tratamento controle e até a 4,20 cm na aplicação de 25 mL. Esse padrão sugere uma relação inversa entre o volume do insumo e o crescimento radicular. Estes dados podem indicar que as bactérias estudadas para determinadas espécies não impactam significativamente no vigor das raízes.

Resultados diferentes foram observados na cultura do sorgo, onde o autor Gandra (2024), verificou que o comprimento da raiz não apresentou diferenças significativas entre plantas inoculadas com BiomaPhos® e o grupo controle, indicando que o bioinoculante não impactou negativamente no crescimento radicular.

A redução no comprimento da raiz pelas cepas de *B. megaterium* e *B. subtilis* não indica necessariamente um efeito negativo, como discute Sousa et al., (2021), ao sugerir que o insumo gera aumento na altura das plantas, porém sua ação pode também diminuir o comprimento das raízes.

Figura 1. Inoculação com *B. megaterium* e *B. subtilis* no comprimento de raiz (cm), altura de plântula (cm) e número de folhas (unidade) em sementes de maracujá. Ceres, 2024.



Fonte: VALE L. S. R. *et al.* (2024).

Isso ocorre porque o aumento da eficiência na absorção de nutrientes proporcionado pelo inoculante reduz a necessidade da planta de expandir tanto o sistema radicular para buscar recursos no solo.

Souza et al., (2021) destacam que as bactérias do gênero *Bacillus* ao estimular a produção de fitormônios e aumentar a solubilidade de nutrientes promovem o crescimento de raízes mais finas e eficientes, com maior superfície de absorção, mas de comprimento menor. Assim, o uso das cepas de *B. megaterium* e *B. subtilis* resulta em uma maior eficiência na captação de nutrientes pela planta, o que leva a um crescimento mais robusto da parte aérea, como a altura, mas pode reduzir o comprimento das raízes, já que o sistema radicular não precisa se expandir tanto em busca de nutrientes.

Essas observações também foram corroboradas por Velloso et al. (2020), que ao investigar as estirpes de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *B. megaterium* (CNPMS B119), presentes no inoculante BiomaPhos®, destacaram que essas espécies se diferenciam de outros bioinoculantes comerciais por induzirem a produção de sideróforos, exopolissacarídeos e biofilmes. Esses compostos bioativos promovem o aumento da superfície radicular, especialmente em raízes finas, otimizando a captação de nutrientes. Com isso, é possível afirmar no presente trabalho que as cepas de *B. megaterium* e *B. subtilis* influenciaram na redução do comprimento das raízes sem prejudicar o crescimento da planta, como observado na análise da altura.

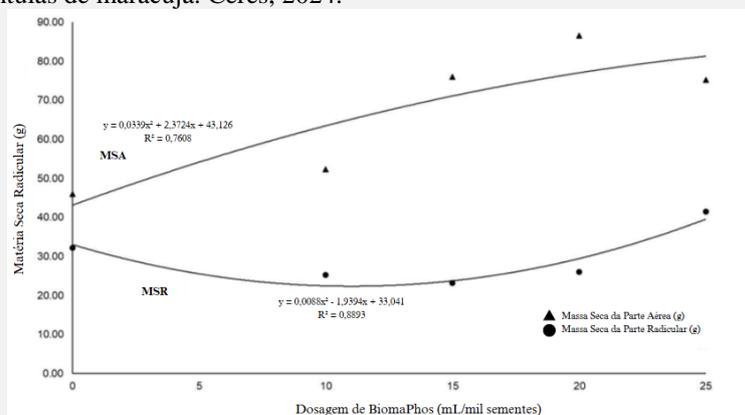
A inoculação com *B. megaterium* e *Bacillus subtilis* influenciou no número de folhas de plântulas de maracujá e o maior número de folhas foi obtido na dose de 15 mL com 4,95 folhas (Figura 1). No tratamento controle foi observado um número médio de 3,57 folhas. A curva de resposta sugere que a dose de 15 mL representa o ponto ideal de aplicação, enquanto doses superiores apresentaram uma redução no número de folhas, possivelmente, devido a um efeito de saturação ou outros fatores limitantes, destacando a importância de ajustes nas recomendações de uso.

Resultados semelhantes foram obtidos em um estudo com duas variedades de mamão, onde, Silva et al. (2023) com a aplicação das cepas de *B. megaterium* e *B. subtilis* propiciou aumento no número de folhas, embora o efeito tenha variado conforme a dosagem e a combinação de insumos. Na variedade Papaya os tratamentos não apresentaram diferença estatística, com o número de folhas variando de 9,5 na testemunha para 10,3 no tratamento com *B. megaterium* e *B. subtilis*. Já na variedade Formosa, o número de folhas aumentou de 8,1 com o *B. megaterium* e *B. subtilis* isolados para 10,2 quando combinado com o bioativador Nemax Ultra®, na concentração de 0,5%. Portanto, o estudo com as variedades de mamão, indicam que as cepas *B. megaterium* e *B. subtilis* têm impacto positivo no número de folhas, embora a magnitude do efeito dependa da dosagem e de possíveis combinações com outros insumos.

Na análise da massa seca da raiz (Figura 2), o tratamento controle apresentou 32,25 g e observou-se um maior incremento na massa da raiz com a última dose com 41,50 g, o que proporcionou um incremento de 28,68% na sua massa. O incremento na massa seca da raiz observado com o uso de *B. megaterium* e *B. subtilis* indica que o sistema radicular está mais eficiente, possivelmente devido à maior disponibilidade ou aproveitamento de fósforo no substrato.

O aumento da massa seca da raiz está diretamente relacionado à melhoria do desenvolvimento geral da planta, pois reflete uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes, além de maior vigor vegetativo (Carvalho et al., 2023). Segundo o autor, esse aumento na massa radicular proporciona uma base estrutural mais robusta para suportar o crescimento da parte aérea, resultando em plantas mais saudáveis, com maior potencial para adaptação a condições ambientais adversas, maior produtividade e eficiência no uso de recursos.

Figura 2. Inoculação com *B. megaterium* e *B. subtilis* na massa seca da parte aérea (g) e massa seca da parte radicular (g) em plântulas de maracujá. Ceres, 2024.



Fonte: VALE L. S. R. *et al.* (2024)

Há relatos de que a utilização de *B. megaterium* e *B. subtilis* proporciona crescimento das raízes mais finas em plantas, possivelmente contribuindo para o aumento da massa das raízes neste estudo. Além disso, o incremento na produção de raízes finas tem sido conectado a uma maior presença de fósforo disponível na região da rizosfera, devido à atividade de microrganismos solubilizadores (Oliveira-Paiva et al., 2020).

A análise da massa seca da parte aérea (Figura 2) demonstrou um crescimento linear até a dosagem de 20 mL do produto biológico aplicado. A massa aumentou de 46 g no tratamento controle para 52,25 g e até 86,5 g com 20 mL. Os resultados desta análise estão alinhados com as variáveis altura da plântula e número de folhas, que apresentaram resultados superiores ao tratamento controle nas mesmas dosagens.

Resultados diferentes foram reportados por Pereira (2022), ao avaliar que os tratamentos com inoculação de BiomaPhos® via semente (120 mL ha⁻¹) e via sulco de semeadura (150 mL ha⁻¹) não apresentaram diferenças significativas em relação à massa seca da parte aérea em plantas de soja.

O autor Brozeguini (2023), apresentou uma análise do impacto dos bioestimulantes no desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, com destaque para a massa seca da parte aérea. Os resultados apresentaram que no tratamento onde ocorreu a aplicação simultânea dos bioestimulantes Stim, Phyl e BiomaPhos®, ocorreu o maior aumento da massa seca da parte aérea, obtendo 92,84 g, um resultado duas vezes superior ao do tratamento controle, gerando um resultado estatisticamente significativo. O autor sugere que a combinação dos três bioestimulantes favoreceu o acúmulo de biomassa na parte aérea em detrimento do

sistema radicular, o que pode estar associado a mudanças no metabolismo vegetal.

Dados sobre o desempenho das bactérias estudadas foram apresentados por Maia et al., (2023), segundo os resultados, ao associar *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* com fertilizantes fosfatados, no crescimento de milho, ocorreu um impacto nas características de crescimento das plantas, dependendo da fonte de fósforo utilizada. Foram testados os produtos comerciais SFS, FNR Bayóvar, FN Araxá, e FN Catalão, onde a associação dos bacilos com FN Araxá apresentou resultado significativo. Nos demais tratamentos, não houve impacto significativo no aumento da massa seca da raiz.

A redução no crescimento radicular observada pode ser interpretada como um efeito compensatório: com maior eficiência na absorção de nutrientes a planta prioriza o acúmulo de biomassa na parte aérea, como evidenciado pelos resultados positivos nas Figuras 1 e 2. Assim, mesmo com a diminuição no comprimento das raízes, o crescimento da parte aérea não foi comprometido, reforçando o papel benéfico da inoculação em promover maior eficiência nutricional e desenvolvimento das plantas.

Dessa forma, os dados sugerem que a inoculação com *B. megaterium* e *B. subtilis* é benéfica, especialmente quando associada a fontes de fósforo adequadas. Além disso, o produto biológico demonstra potencial para otimizar a alocação de recursos na planta, favorecendo o crescimento aéreo, o que é desejável em muitas culturas agrícolas.

Conclusão

A aplicação do BiomaPhos® em sementes de maracujá não apresenta resultado significativo na emergência e no IVE das plântulas.

O produto BiomaPhos® influencia positivamente no crescimento da parte aérea e no número de folhas.

As bactérias *B. megaterium* e *B. subtilis* presentes no BiomaPhos® promovem aumento na massa seca da parte aérea e menor crescimento no comprimento das raízes à medida que as dosagens aumentam.

Os resultados sugerem que a eficiência do BiomaPhos® pode variar conforme a dose e as características específicas da cultura.

Reforça-se a importância de estudos adicionais para melhor compreensão de sua aplicabilidade em diferentes contextos agrônômicos.

Referências

- ALMEIDA, E. S., ARAÚJO, M. P., MOURA, L. B., LIMA, J. M., LACERDA, A. V. **Análise de comprimento da raiz de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl em sistema de produção vegetal no cariri paraibano.** Anais do Congresso Nacional de Diversidade no Semi-Árido. Natal, Rio Grande do Norte. 2018.
- BARROS, D. N., MEDEIROS, E. V., CLAUDINO, E. S., LIMA, K. M. V., DELMIRO, V. S., CHINELATE, G. C. B. Caracterização físico-química do maracujá amarelo comercializado em diferentes estabelecimentos comerciais. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 8, n. 2, p. 01-06, 2018.
- BOTELHO, S. C. C., HAUTH, M. R., BOTELHO, F. M., RONCATTO, G. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 62, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** 2009. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2023.
- BRITO, L. E. M. et al. Desenvolvimento e nutrição inicial do milho com inoculação do BiomaPhos® associado a fontes fosfatadas. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 8, n. 2, p. 12-12, 2022.
- BROZEGUINI, V. G. **Bioestimulantes no crescimento de colmos da cana de açúcar.** Trabalho de Conclusão de Curso, 25p. Bacharelado em Agronomia. Universidade Federal de Uberlândia. 2023.
- BUHELDT, A. C., METZLER, C. R., CASTIGLIONI, J. L., DASSOLLER, T. F., LUBIAN, M. S. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 6, n. 4, p. 69-74, out./dez. 2019.
- CABRAL, R. G. et al. Efeitos de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de maracujá. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 9, n. 2, p. 5-5, 2023.
- CARVALHO, D. A. et al. Emprego de solubilizador de fósforo na produção de tomate. In: XI Seminário de Iniciação Científica do IFMG-SIC 2023. 2023.
- CONUS, L. A. et al. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 67-74, 2009.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 32-45, jun. 2025. ISSN 1981-4089

FREDO, C. E.; BEZERRA, L. M. C., PURQUERIO, L. F., PELEGRINI, D. F., MELETTI, L. M. M., BIN, A., & CAMPAGNUCI, B. C. G. Adoção e difusão de cultivares de Maracujá-azedo desenvolvidos pelo IAC no Brasil. **Informações Econômicas**, SP, v. 51, 2021.

GANDRA, L. C. et al. Desempenho de plantas forrageiras bioinoculadas com BiomaPhos®. *Peer Review*, v. 6, n. 3, p. 255-275, 2024.

GUIMARÃES, V. F., KLEIN, J. Inoculante líquido contendo *Bacillus megaterium* e *B. subtilis* é eficiente em promover crescimento e disponibilizar fósforo para a soja. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, Curitiba, v.16, n.46, p. 2029-2060, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. (2023). **Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e permanentes** Recuperado em 19 de novembro de 2023, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>

LIMA, A. A. A. **Uso de BiomaPhos® no tratamento de sementes de híbridos de milho cultivado na safrinha**. Trabalho de Conclusão de Curso, 25 pág. Bacharelado em Agronomia. Instituto Federal Goiano. Campus Ceres. 2021.

MAIA, J. et al. Crescimento de milho em função da aplicação de fertilizantes fosfatados associados a bactérias solubilizadoras de fósforo. **Revista Sociedade e Ambiente**, v. 4, n. 3, p. 56-66, 2023.

MASCHIO, H. A. Fornecimento de fósforo mineral associado à inoculação de microrganismos solubilizadores de fosfato na cultura do sorgo. 2021.

MAGUIERE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Revista Crop Science**. v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MENDES, R. M. L., ANDRADE, R. H.C., MARQUES, M. F. F., ANDRADE, E. R. Potential use of the passion fruit from caatinga in kefir. **Food Bioscience**, [S.L.], v. 39, p. 100809, 2021.
MONTEIRO, S. S., BESERRA, Y. A. S., OLIVEIRA, H. M. L., PASQUALI, M. A. B. Produção de Bebida Probiótica de Maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa Deg.) Utilizando *Lactobacillus reuteri* e Microencapsulação via Spray Drying. **Foods**. Mar 12;9(3):335. 2020.

OLIVEIRA-PAIVA. C. A. et al. **Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas culturas de milho e soja**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

ONGENA, M. et al. Involvement of fengycin-type lipopeptides in the multifaceted biocontrol potential of *Bacillus subtilis*. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 69, p. 29-38, 2005.

ORTIZ, L. C. O. et al. Morphology and Biochemistry of Microbial Antagonists and Their Effect in the Growth of Garbanzo and Control of Fusariosis. **Open Access Library Journal**, v. 3, n. 12, p. 1-19, 2016.

PEREIRA, G. M. F. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da soja em função da inoculação de bactérias solubilizadoras de fósforo e adubação fosfatada. 2022.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria. 2025.

RODRIGUES, D. H. S. et al. Uso de bactérias solubilizadoras de fosfato para potencializar o crescimento de variedades de cana-de-açúcar. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 27, n. 3, p. 254-260, 2023.

SANTOS, L. N. *et al.* Superação de dormência em sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis). **Recital-Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 5, n. 2, p. 57-75, 2023.

SILVA, C. G. M., SOUZA, F. A., CAMPANHA, M. M., MATRANGOLO, W. J. R., MAIA, M. P. PASSOS, A. M. A. **Qualidade fisiológica de semente crioula de milho em função do manejo com diferentes bioinsumos**. Anais do XXXIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, Minas Gerais, 2022.

SILVA, F. L., EURICH DE MEDEIROS, F. D., ROSA, M. F., PIOVESAN, J. C. G., & LEÃO, E. U. Desenvolvimento inicial de variedades de mamão com insumos biológicos. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, 9(2), 7-7. 2023.

SILVA, K. R. C., SOUZA, L. A. M., SILVA, FABÍOLA, L. S., AZEVEDO, J. L. X., SILVA, I. A., PINTO JUNIOR, F. F., SILVA, B. G., ANDRADE, H. A. F., DOIHARA, I. P., SILVA-MATOS, R. R. S. *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* no crescimento inicial de melancia ‘Sugar Baby’. **Research, Society and Development**, v. 11, n.13, 2022

SILVA, L. G. F., SALES, R. A., ROSSINI, F. P., VITÓRIA, Y. T., BERILLI, S. S. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujá-amarelo em diferentes substratos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 18-27, janeiro-março, 2019.

SOUSA, S. M.; OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; ANDRADE, D. L.; CARVALHO, C. G.; RIBEIRO, V. P.; PASTINA, M. M.; MARRIEL, I. E.; LANA, U. G.P.; GOMES, E. A. Tropical *Bacillus* strains inoculation enhances maize root surface area, dry weight, nutrient uptake and grain yield. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 40, p. 867-877, 2021.

VELLOSO, C. C. V.; OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; GOMES, E. A.; LANA, U. G. P.; CARVALHO, C. G.; GUIMARÃES, L. J. M.; PASTINA, M. M.; SOUSA, S. M. de. Genome-guided insights of tropical *Bacillus* strains efficient in maize growth promotion. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 96, n. 9, f157, 2020.