

Efeito da inoculação de probióticos no substrato de cultivo sobre parâmetros biométricos de mudas de tomate-cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

Effect of probiotic inoculation in the growing substrate on biometric parameters of cherry tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

Efecto de la inoculación de probióticos en el sustrato del cultivo sobre parámetros biométricos de plántulas de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

Vinícius Reis de Figueirêdo¹, Abdon Santos Nogueira²

¹ Docente no Instituto Federal Baiano; Doutor em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Uruçuca, BA-Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7384-7059>; E-mail: vinicius.figueiredo@ifbaiano.edu.br.

² Docente no Instituto Federal Baiano; Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa. Uruçuca, BA-Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3342-4064>; E-mail: abdon.nogueira@ifbaiano.edu.br.

Recebido em: 29 set 2025 - Aceito em: 17 dez 2025 - Publicado em: 01 abr 2026

Resumo

O uso de microrganismos probióticos no substrato tem se destacado como uma estratégia promissora para potencializar o desenvolvimento vegetal em sistemas agrícolas. Nessa pesquisa, a dose de 1,5 g de probióticos (T4), de acordo com os parâmetros analisados, destacou-se como o melhor tratamento para o desenvolvimento das mudas de tomate-cereja, especialmente quanto à altura e ao diâmetro do colo, promovendo incrementos superiores no crescimento e na qualidade das mudas, quando comparado aos demais tratamentos avaliados. Avaliou-se o desempenho de mudas de tomate-cereja submetidas a diferentes inoculações de probióticos no substrato, por meio da mensuração do diâmetro do colo, da altura das mudas, do número total de folhas, além da massa fresca e seca das raízes e da parte aérea. De modo geral, todos os tratamentos com probióticos superaram o tratamento controle, evidenciando ganhos significativos nos parâmetros morfológicos e biométricos avaliados. Os resultados demonstram que a inoculação probiótica no substrato é uma alternativa biotecnológica eficaz para a produção de mudas de tomate-cereja de maior qualidade, contribuindo para a definição de formulações de substratos mais eficientes na fase inicial de cultivo.

Palavras-chave: Tomate-cereja, Probióticos, Mudas, Substrato.

Abstract

The use of probiotic microorganisms in the substrate has emerged as a promising strategy to enhance plant development in agricultural systems. In this study, the application of 1.5 g of probiotics (T4) according to the evaluated parameters was the most effective treatment for the development of cherry tomato seedlings, particularly for plant height and stem diameter, promoting greater increases in growth and seedling quality compared to the other treatments assessed. The performance of cherry tomato seedlings subjected to different probiotic inoculations in the substrate was evaluated by measuring stem diameter, seedling height, total leaf number, and the fresh and dry mass of roots and shoots. Overall, all probiotic treatments outperformed the control treatment, demonstrating significant gains in the evaluated morphological and biometric parameters. The results indicate that probiotic inoculation in the substrate is an effective biotechnological alternative for producing higher-quality cherry tomato seedlings, contributing to the development of more efficient substrate formulations during the initial cultivation stage.

Keywords: Cherry tomato, Probiotics, Seedlings, Substrate.

Resumen

El uso de microorganismos probióticos en el sustrato se ha destacado como una estrategia prometedora para potenciar el desarrollo vegetal en sistemas agrícolas. En este estudio, la dosis de 1,5 g de probióticos (T4), según los parámetros analizados, se destacó como el mejor tratamiento para el desarrollo de las plántulas de tomate cereza, especialmente en lo que respecta a la altura y al diámetro del cuello, promoviendo incrementos superiores en el crecimiento y la calidad de las plántulas en comparación con los demás tratamientos evaluados. Se evaluó el desempeño de plántulas de tomate cereza sometidas a diferentes inoculaciones de probióticos en el sustrato mediante la medición del diámetro del cuello, la altura de las plántulas, el número total de hojas, así como la masa fresca y seca de las raíces y de la parte aérea. En general, todos los tratamientos con probióticos superaron al tratamiento control, evidenciando ganancias significativas en los parámetros morfológicos y biométricos evaluados. Los resultados demuestran que la inoculación probiótica en el sustrato constituye una alternativa biotecnológica eficaz para la producción de plántulas de tomate cereza de mayor calidad, lo que contribuye a la definición de formulaciones de sustrato más eficientes en la fase inicial del cultivo.

Palabras clave: Tomate cherry, Probióticos, Plántulas, Sustrato.

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de hortaliças. Associado ao grande volume de produção, nos últimos anos, o consumidor tem procurado por alimentos mais saudáveis e livres de agentes químicos. Diante desse cenário, produzir em grande volume e com qualidade é uma tarefa complexa. Por esses motivos, cultivos alternativos se destacam na produção de alimentos com ausência ou redução de fertilizantes químicos, contribuindo sensivelmente para a mitigação de impactos ambientais. O uso de diferentes formulações de substratos é essencial entre os recursos alternativos disponíveis, com destaque para resíduos de origem vegetal e animal (Alves Pradela *et al.*, 2021).

Além de resíduos vegetais e animais, a literatura também descreve a importante atividade benéfica dos microrganismos no solo. A microbiota do solo que direta ou indiretamente participa do processo de fluxo de material do solo e de fluxo de energia, tem efeitos diretos na manutenção e recuperação da produtividade da terra (George *et al.*, 2019).

A utilização de probióticos, os quais são um tipo de bioinsumo, na agricultura e pecuária, consistindo em microrganismos benéficos (como bactérias dos gêneros *Bacillus* e *Lactobacillus*), como prática regenerativa agrícola, está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, em especial os relacionados à segurança alimentar e melhoria da nutrição e promoção da agricultura sustentável (Nações Unidas Brasil, 2025).

Produzir tomate-cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) mostra-se uma excelente alternativa de renda para o pequeno e médio produtor, devido ao seu elevado valor agregado e à simplicidade dos tratos culturais (Dias *et al.*, 2019). Contudo, a escolha do substrato adequado é um fator primordial no momento da implantação da cultura, uma vez que este tem a função de sustentar a planta e proporcionar suporte físico, além de atender às suas demandas químicas e biológicas (Santos *et al.*, 2017).

O tomate-cereja costuma ser produzido em sistemas intensivos, geralmente em estufas, e possui ampla aceitação no mercado devido ao seu sabor adocicado, valor nutricional e potencial de consumo in natura. A qualidade das mudas é determinante para o estabelecimento, a uniformidade inicial e a produtividade final.

Por isso, práticas adequadas no manejo de mudas no viveiro são fundamentais, como: escolha de substrato, regime hídrico, sanidade e eventuais técnicas (uso de inoculantes microbianos), de modo que recebem crescente atenção na literatura. Dessa forma, a produção de mudas vigorosas torna-se uma etapa fundamental para o estabelecimento de lavouras produtivas (Chowdhury *et al.*, 2024).

Utilizar mudas de boa qualidade proporciona melhor desenvolvimento e formação do sistema radicular, o que se reflete em maior capacidade de adaptação após o transplante (Silva *et al.*, 2019). Estudos sobre a atividade microbiana no cultivo do tomate demonstram potencial para aprimorar o estabelecimento de mudas, a tolerância a diferentes estresses e o controle de patógenos do solo.

Recentes pesquisas com microrganismos indicam que a inoculação na fase de muda pode modular a microbiota subsequente. Contudo, a eficácia depende de fatores como o substrato e o manejo hídrico. A utilização de inoculantes microbianos é apontada como um método promissor para reduzir insumos químicos e melhorar a sanidade de mudas e, conseqüentemente, proporcionar maior capacidade produtiva.

Os probióticos, como bactérias promotoras de crescimento de plantas e leveduras, podem atuar na rizosfera, estimulando o desenvolvimento radicular e a biomassa aérea (Meshram; Adhikari, 2024). Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de mudas de tomate-cereja submetidas a diferentes doses de inoculação de probióticos no substrato, por meio da análise de parâmetros morfológicos e biométricos.

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Unidade Educativa de Campo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – campus Uruçuca. A pesquisa adotou uma abordagem quantitativa. Foram testados cinco tratamentos: T1 - substrato orgânico comercial Bioplant® (controle); T2 - substrato + 0,5 g de probiótico; T3 - substrato + 1,0 g de probiótico; T4 - substrato + 1,5 g de probiótico; T5 - substrato + 2,0 g de probiótico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições de cada tratamento, totalizando 25 unidades experimentais. Cada repetição correspondeu a uma muda cultivada em recipiente individual contendo substrato padronizado.

Para a produção de mudas, foi utilizado substrato orgânico, com sementes de tomate-cereja vermelho (cereja), sem tratamento químico. A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido com substrato orgânico. Foram utilizados probióticos de origem comercial à base de *Lactobacillus*, inoculados no momento da semeadura, conforme a descrição dos tratamentos. As irrigações foram realizadas diariamente, de forma uniforme, para todos os tratamentos.

Após 25 dias da semeadura, as plantas foram coletadas, sendo retiradas, de cada parcela, as 5 plantas centrais (parcela útil) para avaliar o desenvolvimento. Foi realizada lavagem em água corrente para eliminação do substrato e, em seguida, foram avaliados: altura das mudas (cm), número de folhas, diâmetro do colo (mm), comprimento da raiz principal (cm), massa fresca da parte aérea (g), massa fresca da raiz (g), massa seca da parte aérea (g) e massa seca da raiz (g). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, e os contrastes foram analisados por regressão, utilizando o programa estatístico Sisvar® (Ferreira, 2008).

Os dados de altura de mudas (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do colo (DC), comprimento da raiz principal (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) foram devidamente registrados, comprovando que a dose aplicada de 1,5 g de probióticos (T4), de acordo com os parâmetros analisados, destacou-se como o melhor tratamento para o desenvolvimento das mudas de tomate-cereja (Tabela 1).

O tratamento 4 apresentou 12,1 cm de altura média das mudas, representando uma diferença de 48,84% quando comparado com o tratamento 1, ao qual não foi adicionado probióticos ao substrato, resultando em uma média de 5,9 cm de altura das mudas. Na pesquisa realizada por Costa *et al.* (2015), utilizando rama de mandioca + substrato comercial + esterco aviário + esterco bovino, produziu-se mudas de tomate-cereja consideradas de elevada qualidade com altura de 5,09 cm, entretanto, após 28 dias desde a semeadura.

Para o parâmetro altura de plantas, os menores valores foram obtidos no tratamento 1, que apresentava somente o substrato (controle), com diferença entre os demais

tratamentos variando entre 3,0 e 6,2 cm. Portanto, os resultados obtidos no presente trabalho, comparando substratos de cultivo para mudas de tomate-cereja com e sem adição de probióticos, demonstram uma alternativa promissora para a produção de mudas, uma vez que os dados de crescimento de mudas variaram de 9,6 a 12,1 cm (T2 e T4, respectivamente), enquanto que o tratamento 1 (sem adição de probióticos) obteve crescimento de 5,9 cm. Comparados ao tratamento T1 (referência), os aumentos médios de altura foram: T2: +3,7 cm; T3: +5,3 cm; T4: +6,2 cm; T5: +5,7 cm.

Tabela 1. Parâmetros agrônômicos de mudas da cultura do tomate cereja inoculadas com probiótico.

Parâmetro s	(Inoculante Probiótico)					EPM	R ²	Valor de P	
	0	0,5	1,0	1,5	2,0			L	Q
ALT ^a	5,9	9,6	11,2	12,1	11,6	0,4742	99,7	0,0000	0,0000
NF	4,8	5,6	6,0	6,0	6,0	0,1414	98,3	0,0000	0,0012
DC ^b	1,2	1,8	2,0	2,6	2,1	0,1430	88,0	0,0001	0,0022
CR ^a	4,8	5,0	5,8	5,9	5,4	0,4835	****	0,1970	0,2460
MFPAC ^c	0,2	0,7	0,8	1,0	0,8	0,0207	97,0	0,0000	0,0000
MFR ^c	0,02	0,04	0,05	0,11	0,08	0,0091	78,0	0,0007	0,0467
MSPA ^c	0,170	0,200	0,224	0,272	0,196	0,0131	69,0	0,0002	0,0010
MSR ^c	0,010	0,022	0,046	0,066	0,066	0,0047	94,0	0,0000	0,1295

a-Centímetros; b-Milímetros; c-Gramas. Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; EPM: Erro padrão da média; R²: coeficiente de determinação; Valor de probabilidade: “L” linear, “Q” quadrático.

Fonte: Autores, 2025.

Quanto ao número de folhas, não houve diferença entre os tratamentos T3, T4 e T5. Os resultados demonstram que a formulação do substrato deve proporcionar condições adequadas para o suporte de toda a estrutura vegetal, além de favorecer o crescimento e o desenvolvimento, incluindo a parte aérea, como as folhas. O tratamento 1 apresentou menor quantidade de folhas. De acordo com Bes *et al.* (2025), não existe um substrato ideal, uma vez que cada formulação apresenta vantagens e desvantagens, de modo que o substrato a ser utilizado dependerá da espécie cultivada.

Para o diâmetro do colo, constatou-se que o T4 apresentou melhor desenvolvimento com resultado de 2,6 mm. A maior média de comprimento da raiz principal foi observada no T4, com 5,9 cm, enquanto o tratamento sem inoculação de probiótico obteve média de

4,8 cm. Quanto à massa fresca da parte aérea e da raiz, observa-se maior acúmulo de biomassa no T4. Igualmente ao parâmetro de massa fresca, os valores de massa seca da parte aérea no T4 são superiores aos dos demais tratamentos. Quando foram aplicados 1,5 e 2,0 g de probiótico, a massa seca da raiz foi igual entre os tratamentos T4 e T5.

O tratamento 4 (Figura 1) destacou-se como o mais eficaz, apresentando os valores médios mais altos em indicadores-chave de vigor, tais como altura da muda, diâmetro do colo e biomassa (massa fresca e massa seca), o que reflete crescimento superior e maior acumulação de matéria seca. O tratamento 1 apresentou o pior desempenho, sugerindo que a formulação do substrato, sem inoculação, é pouco eficaz para induzir o crescimento quando comparada aos tratamentos com aditivo microbiano. Já o T2 evidenciou melhora em relação ao controle, mas ainda está inferior ao T3 e ao T4. O tratamento 5 apresentou resultados próximos aos do T3 em alguns parâmetros, como altura de mudas, número de folhas, diâmetro do colo e massa fresca da parte aérea.

O desempenho superior do T4 pode indicar uma colonização mais efetiva por microrganismos probióticos, resultando em melhor absorção de nutrientes, especialmente de nitrogênio, fósforo e microelementos essenciais para a elongação e o espessamento do colo, processos diretamente ligados ao vigor da planta (Backer *et al.*, 2018).

De acordo com Singh *et al.* (2020), a adição de probióticos permite maior atividade enzimática do substrato, com liberação de fitormônios como auxinas e citocininas, promovendo divisão celular e alongamento tecidual; melhor equilíbrio hormonal, favorecendo alocação de carboidratos na parte aérea e sistema radicular, observada na massa fresca e seca. Silva *et al.* (2019) afirma que a utilização de mudas de tomate-cereja de boa qualidade permite melhor formação do sistema radicular e, conseqüentemente, uma capacidade de adaptação mais rápida e mais vigorosa pós-transplante.

Estudos realizados por Vargas *et al.* (2020) e Matos *et al.* (2021), detalham que inoculações probióticas resultam em aumento no diâmetro do colo (um indicador de robustez estrutural das mudas), estimulam maior quantidade de massa seca, resultando em maior acúmulo de reservas e melhor qualidade fisiológica e apresentam sistemas radiculares mais extensos e vigorosos, o que beneficia estabelecimento e sobrevivência

pós-transplante. Portanto, o T4 se adequa a esses resultados, reforçando que essa formulação/inoculação oferece um substrato promissor para produção de mudas de tomate-cereja promovendo vigor, maior qualidade de biomassa e potencial de estabelecimento futuro.

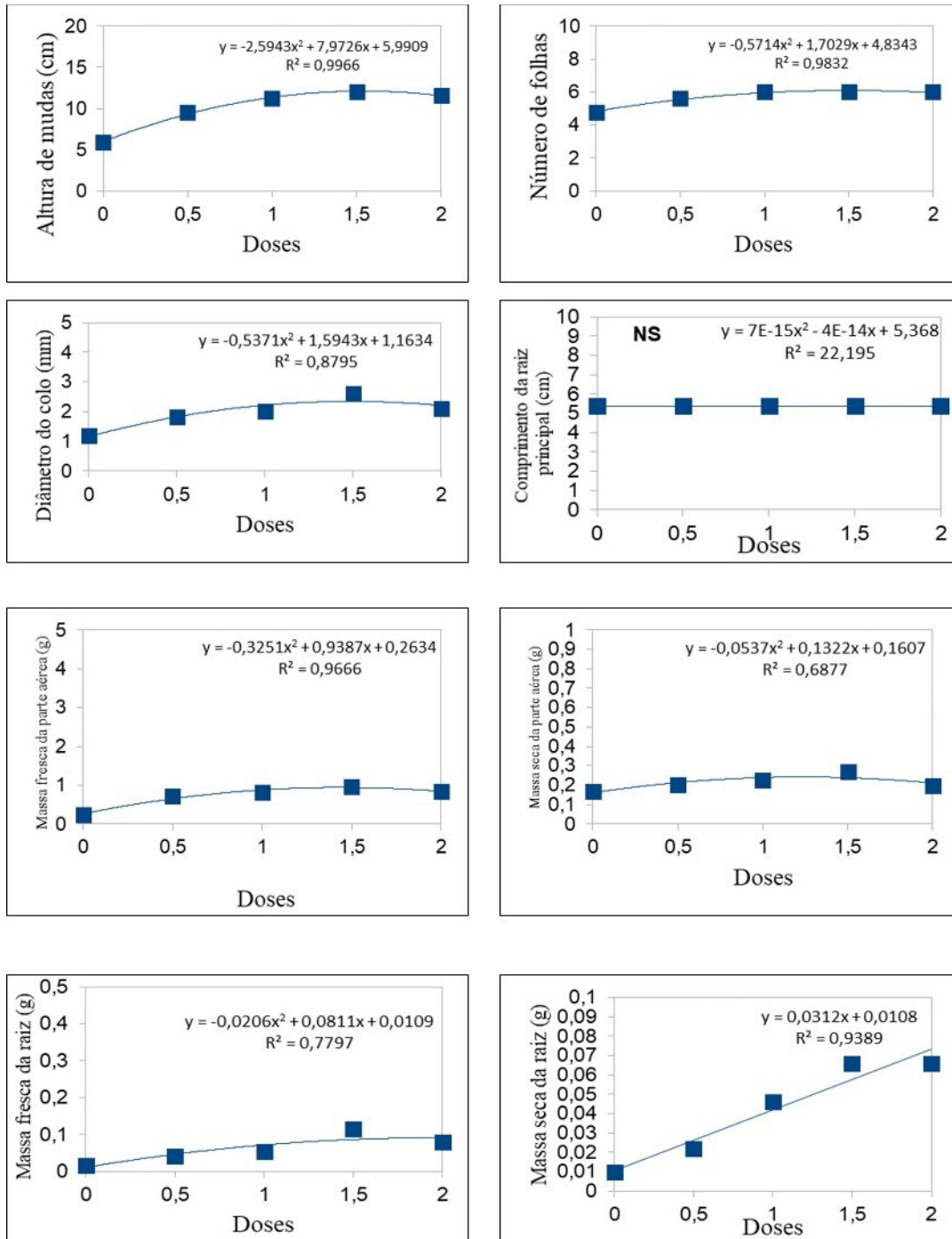


Figura1 – Desempenho de mudas submetidas a diferentes doses de probióticos.

Fonte: Autores, 2025.

Dessa forma, com base no desempenho superior aos demais tratamentos, o T4 deve ser considerado como a melhor opção para produção de mudas de tomate-cereja, uma vez que tem a capacidade de potencializar o desenvolvimento inicial da muda, reduzindo a mortalidade e melhorando a uniformidade; aumentar produtividade futura; e contribuir para processos mais sustentáveis, pois os microrganismos inoculados podem reduzir a necessidade de fertilizantes químicos.

A partir dos modelos quadráticos e lineares ajustados, foi possível observar diferentes padrões de resposta, indicando que o efeito da dose não foi homogêneo entre as variáveis, o que evidencia a complexidade da interação entre a dose de probióticos e o crescimento vegetal. O crescimento em altura apresentou ajuste quadrático muito elevado ($R^2 = 0,9966$), com incremento até a dose intermediária e posterior redução em doses mais altas. Esse comportamento é comum em experimentos de adubação: doses moderadas tendem a suprir a demanda nutricional inicial da planta, enquanto doses excessivas podem causar efeitos fitotóxicos ou desequilíbrios fisiológicos. Em estudos sobre a influência de fontes de nitrogênio em tomate-cereja, autores demonstraram que há uma dose ótima para crescimento vegetativo, sendo que, acima dessa dose, as plantas apresentam crescimento reduzido ou comprometido (Saavedra, Figueroa e Cauih, 2017).

Ao analisar o número de folhas, verifica-se também uma resposta quadrática, com pico em dose intermediária ($R^2 = 0,9832$), sugerindo que a disponibilidade equilibrada de nutrientes estimula fortemente a emissão foliar. As folhas são órgãos centrais da fotossíntese; assim, sua expansão precoce favorece o acúmulo de biomassa aérea. Estudos de crescimento vegetativo em tomate-cereja sob diferentes regimes nutricionais mostram padrões semelhantes, em que o número de folhas aumenta com a dose até certo ponto, depois estabiliza ou diminui (Roque *et al.*, 2022).

O diâmetro do colo apresentou aumento até doses intermediárias, seguido de estabilização ou ligeira queda ($R^2 = 0,8795$). De acordo com Soldateli *et al.* (2020), essa variável é crítica para qualidade das mudas, pois colos mais espessos conferem maior resistência mecânica e melhor estabelecimento após o transplante. O comprimento da raiz principal não apresentou resposta significativa às doses aplicadas (R^2 muito baixo, NS). Segundo Lynch (2011), esse resultado sugere que esse tipo de insumo pode não influenciar

fortemente o crescimento em profundidade das raízes em estágio de muda, possivelmente porque a raiz responde mais a fatores como a disponibilidade de água, a estrutura do substrato e o ambiente físico. Outro fator a considerar, no que diz respeito à resposta do comprimento da raiz principal, é a possibilidade dos probióticos auxiliarem na captura de nutrientes e sua consequente disponibilização à raiz, assim, a tendência é um crescimento radicular estável mesmo com doses extras de probióticos, o que sugere limitação de resposta para esse tipo de variável ou a necessidade de mais tempo ou condições específicas para manifestação.

A massa fresca da parte aérea apresentou resposta quadrática ($R^2 = 0,9666$), o que corresponde ao observado para altura e número de folhas. A massa seca da parte aérea apresentou ajuste menos firme ($R^2 = 0,6877$), o que indica maior variabilidade e menor sensibilidade às doses. A produção de matéria seca aérea depende não só da nutrição, mas também da eficiência fotossintética, das condições de luz, da água, da temperatura, entre outros fatores. A massa fresca da raiz aumentou até doses intermediárias com ajuste quadrático ($R^2 = 0,7797$). Em contraste, a massa seca da raiz apresentou incremento linear ($R^2 = 0,9389$) com a dose, sugerindo que quanto maior a dose, mais reservas secas são acumuladas no sistema radicular. Esse comportamento é relevante do ponto de vista do vigor pós-transplante, pois um sistema radicular bem desenvolvido e com boa reserva pode sustentar melhor a planta sob estresse hídrico ou nutricional (Lynch, 2011).

Os resultados obtidos neste estudo demonstram clara superioridade do tratamento com aplicação de 1,5 g de probiótico (T4), evidenciada pelo incremento significativo em praticamente todos os parâmetros biométricos avaliados, como altura de mudas, diâmetro do colo, biomassa fresca e seca da parte aérea e das raízes. Os resultados corroboram com a literatura, que aponta a inoculação microbiana como estratégia eficaz para a melhoria do crescimento inicial e da qualidade fisiológica de mudas hortícolas.

A superioridade do T4 em relação ao tratamento controle (T1) corrobora os resultados de Backer *et al.* (2018) e Singh *et al.* (2020), que destacam que microrganismos probióticos atuam na promoção do crescimento vegetal por meio do aumento da absorção de nutrientes, da maior atividade enzimática no substrato e da produção de fitohormônios,

como auxinas e citocininas. Esses mecanismos explicam o maior alongamento da parte aérea, o espessamento do colo e o acúmulo de biomassa observados neste estudo.

No que se refere à altura das mudas, os valores obtidos no T4 (12,1 cm) superaram significativamente os relatados por Costa *et al.* (2015), que observaram mudas de tomate-cereja com cerca de 5,09 cm de altura aos 28 dias após a semeadura, utilizando substratos orgânicos alternativos. Essa divergência pode estar associada à presença de microrganismos probióticos no presente estudo, que potencializam processos fisiológicos, além do fornecimento físico-químico do substrato, indicando um diferencial biológico relevante da formulação testada.

Quanto ao número de folhas, a ausência de diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos T3, T4 e T5 está em consonância com Bes *et al.* (2025), que afirmam não existir um substrato universalmente ideal, sendo o desempenho dependente da espécie, da formulação e do equilíbrio entre os componentes. Ainda assim, o menor desempenho do tratamento controle reforça a importância da inoculação de probióticos para o desenvolvimento da parte aérea, sobretudo em estágios iniciais.

O diâmetro do colo, parâmetro considerado essencial para a qualidade de mudas, apresentou valores mais elevados no T4, em concordância com Vargas *et al.* (2020) e Matos *et al.* (2021), que relatam aumento da robustez estrutural e maior acúmulo de reservas em mudas submetidas à inoculação probiótica. Esse resultado é particularmente relevante, pois colos mais espessos estão diretamente associados à maior resistência mecânica e à melhor sobrevivência após o transplante (Soldateli *et al.* 2020).

Em relação ao sistema radicular, o maior comprimento médio da raiz principal e o aumento significativo da massa fresca e seca das raízes no T4 reforçam as observações de Lynch (2011), segundo as quais a qualidade do sistema radicular, mais do que o simples alongamento, é fundamental para o estabelecimento inicial da planta. A resposta linear observada para a massa seca da raiz indica maior acúmulo de reservas estruturais, o que é um aspecto positivo para a tolerância a estresses hídricos e nutricionais no pós-transplante.

Os modelos de regressão ajustados evidenciaram respostas predominantemente quadráticas para a maioria das variáveis, com máximo em doses intermediárias de probióticos, padrão amplamente descrito em estudos de nutrição vegetal (Medina-Saavedra *et al.*, 2017; Roque *et al.*, 2022). Tal comportamento reforça a hipótese de que doses moderadas promovem o equilíbrio fisiológico, enquanto doses elevadas podem gerar competição microbiana excessiva ou desequilíbrios metabólicos, limitando o crescimento.

A originalidade deste trabalho se apoia na avaliação integrada de diferentes doses de probióticos aplicadas diretamente ao substrato para a produção de mudas de tomate-cereja, aliada à análise detalhada de múltiplos parâmetros biométricos e ao ajuste de modelos de regressão para identificar a dose ótima. Diferentemente de estudos anteriores que focam apenas na comparação entre tipos de substrato, este trabalho demonstra que a inoculação probiótica é capaz de potencializar significativamente o crescimento inicial das mudas, destacando a dose de 1,5 g como a mais eficiente.

Assim, os resultados ampliam o conhecimento sobre o uso de probióticos na fase de viveiro, indicando uma alternativa sustentável, de baixo impacto ambiental e com potencial para reduzir a dependência de fertilizantes químicos, contribuindo para sistemas de produção mais eficientes e resilientes.

A análise evidencia, de forma consistente, que o tratamento T4 é a melhor formulação, promovendo crescimento significativamente superior em altura, diâmetro e biomassa em comparação com todos os demais tratamentos. Essa evidência sugere que seu uso resulta em mudas de tomate-cereja mais vigorosas e com maior potencial de estabelecimento e produtividade.

A inoculação de probióticos no substrato tem potencial para promover melhorias no crescimento inicial de mudas de tomate-cereja, refletidas em parâmetros biométricos, como diâmetro do colo, massas fresca e seca, altura e número de folhas. O tratamento T4 apresentou o melhor desempenho, o que indica seu uso como alternativa sustentável para a produção de mudas de qualidade. Testes adicionais são necessários para verificar se os resultados obtidos irão refletir na produtividade no campo.

Do ponto de vista prático, a adoção do tratamento T4 apresenta elevado potencial de aplicação em viveiros comerciais, podendo contribuir para a produção de mudas mais uniformes, com menor taxa de mortalidade após o transplante e maior eficiência no uso de insumos. Além disso, o uso de probióticos no substrato configura-se como uma alternativa sustentável, com possibilidade de reduzir a dependência de fertilizantes minerais, favorecendo sistemas de produção mais ambientalmente equilibrados.

Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas. O presente estudo foi conduzido em condições controladas de viveiro e avaliou o desempenho das mudas apenas na fase inicial de desenvolvimento, não contemplando a resposta das plantas em condições de campo, sob diferentes manejos, solos e condições climáticas. Ademais, a dinâmica da microbiota do solo e sua interação com os microrganismos inoculados ao longo do ciclo da cultura não foram avaliadas, o que pode ter influenciado os efeitos observados.

Dessa forma, recomenda-se a realização de estudos adicionais em campo para validar os resultados obtidos, avaliando o impacto do uso do probiótico no crescimento, na produtividade e na qualidade dos frutos do tomate-cereja, bem como a persistência dos efeitos benéficos ao longo do ciclo produtivo. Ensaios em diferentes ambientes edafoclimáticos e em sistemas de manejo poderão contribuir para a consolidação dessa tecnologia como uma prática agrônoma eficiente e sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua sincera gratidão ao Dr. Leandro Sampaio Oliveira Ribeiro, do Instituto Federal Baiano, pela inestimável contribuição prestada na condução das análises estatísticas desta pesquisa.

Copyright (©) 2026 - Vinícius Reis de Figueirêdo, Abdon Santos Nogueira.

REFERÊNCIAS

ALVES PRADELA, Valter *et al.* Combinações de substratos e urina de vaca na produção de mudas de tomate cereja. **Revista Alomorfia**, v. 5, n. 1, p. 235–240, 2021. Disponível em: <https://www.alomorfia.com.br/index.php/alomorfia/article/view/92>. Acesso em: 4 set. 2025.

- BACKER, Rachel *et al.* Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1473, 2018. DOI: 10.3389/fpls.2018.01473.
- BES, Gabriela; SILVA, Ana Carolina S.; SILVA, Vanessa N. Desempenho de diferentes substratos na produção de tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*), em ambiente protegido. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, v. 15, n. esp., p. 1-12, 2025. DOI: 10.35700/2316-8382.2025.v15Nesp.3550.
- CHOWDHURY, Milon *et al.* Substrate comparison for tomato propagation under different fertigation protocols. **Agriculture**, v. 14, p. 382, 2024. DOI: 10.3390/agriculture14030382.
- COSTA, Edilson *et al.* Ambientes e substratos na formação de mudas e produção de frutos de cultivares de tomate cereja. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 110-118, jan./mar. 2015. DOI: 10.1590/S0102-053620150000100018.
- DIAS, Nildo S. *et al.* Yield and quality of cherry tomato fruits in hydroponic cultivation. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 5, p. 1470–1477, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n5a2019-42345>
- FERREIRA, Daniel F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- GEORGE, Paul *et al.* Divergent national-scale trends of microbial and animal biodiversity revealed across diverse temperate soil ecosystems. **Nature Communications**, v. 10, p. 1107, 2019.
- LYNCH, Jonathan. Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: tools for future crops. **Plant Physiology**, v.156, n. 3, p. 1041–1049, 2011.
- MATOS, Rigoberto *et al.* Fertilização orgânica como alternativa à química no cultivo de tomate cereja sob diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**. v. 37, e37006, 2021. DOI:10.14393/BJ-v37n0a2021-48270.
- MEDINA-SAAVEDRA, Tarcísio; ARROYO-FIGUEROA, Gabriela; DZUL CAUIH, Jorge Gustavo. Origin and evolution of tomato production *Lycopersicon esculentum* in México. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 3, 2017. DOI: 10.1590/0103-8478cr20160526.
- MESHAM, Shweta; ADHIKARI, Tika. Microbiome-mediated strategies to manage major soil-borne diseases of tomato. **Plants (Basel)**, v. 13, n. 3, p. 364, 2024. DOI: 10.3390/plants13030364.
- NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília: Casa ONU Brasil. 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> . Acesso em: 8 set. 2025.
- ROQUE, Iara A. *et al.* Biomass, Gas Exchange and Production of Cherry Tomato Cultivated Under Saline Water and Nitrogen Fertilization. **Rev. Caatinga** v. 35, n.3, p. 686-696, 2022. <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n320rc>.
- SANTOS, Patrick Luan F. *et al.* Germinação e desenvolvimento de mudas do tomateiro cereja em diferentes substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 11, n. 5, p. 41-45, 2017.
- SILVA, Lucely P. *et al.* Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 3, p. 104-115, 2019. DOI: 10.5747/ca.2019.v15.n3.a303.
- SINGH, Raghuveer *et al.* Crop residue management in rice–wheat cropping system for resource conservation and environmental protection in north-western India. **Environ Dev Sustain**, v. 22, p. 3871–3896, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00370-z>.
- SOLDATELI, Francis Júnior *et al.* Crescimento e produtividade de cultivares de tomateiro cereja utilizando substratos de base ecológica. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2020. DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n1.a342



VARGAS, John E.E.; AGUIRRE, Nelson C.; CORONADO, Yacenia M. Study of the genetic diversity of tomato (*Solanum* spp.) with ISSR markers. Crop Production. **Rev. Ceres**, v. 67 n. 3, p. 199-206, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X202067030005>