“Revista SciLab”
Artigo

Análise do desenvolvimento de mudas de tomate em função do tratamento de sementes com bioestimulante e da composição do substrato

[1]Paula de Paiva Manfredini
[2]Camila Karen Reis Barbosa

[1]Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado. Machado, MG, Brasil. Discente.; [2]Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado. Machado, MG, Brasil. Docente.

RESUMO

O sucesso da cadeia produtiva do tomateiro está diretamente ligado à qualidade das mudas utilizadas. O presente trabalho teve como objetivo analisar o desenvolvimento de mudas de tomate em função do tratamento de sementes com bioestimulante e da composição do substrato. O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, avaliando dois tipos de substrato e quatro doses de extrato de alga marinha. Aos 30 dias após a semeadura, foram avaliados parâmetros morfológicos de crescimento e biomassa. A análise de variância revelou que ambos os fatores influenciaram significativamente o desenvolvimento das mudas de forma independente para a maioria das variáveis, ocorrendo interação significativa dos fatores apenas para a massa fresca da raiz. O substrato comercial proporcionou desempenho superior ao caseiro em todas as variáveis. Adicionalmente, verificou-se um comportamento linear crescente com o incremento das doses do bioestimulante, em que a dose de 50% acima da recomendada promoveu os maiores valores de altura, comprimento radicular e acúmulo de massas frescas. Conclui-se que o uso do substrato comercial associado a doses elevadas de extrato de algas favorece de forma sinérgica a produção de mudas de tomate com maior vigor e qualidade agronômica.

Palavras-chave: Horticultura. Olericultura. *Solanum lycopersicum*. Fitormônios.

Analysis of tomato seedling development as affected by seed treatment with a biostimulant and substrate composition

ABSTRACT

The success of the tomato production chain is directly associated with the quality of the seedlings used. The present study aimed to evaluate the development of tomato seedlings as affected by seed treatment with a biostimulant and substrate composition. The experiment was conducted in a completely randomized design, using a 2 × 4 factorial arrangement, with two substrate types and four doses of seaweed extract. At 30 days after

sowing, morphological growth and biomass parameters were evaluated. Analysis of variance revealed that both factors significantly affected seedling development independently for most variables, with a significant interaction between the factors occurring only for root fresh mass. The commercial substrate provided superior performance compared with the homemade substrate for all evaluated variables. Additionally, an increasing linear response was observed with increasing biostimulant doses, with the dose 50% above the recommended rate resulting in the highest values for seedling height, root length, and fresh mass accumulation. It is concluded that the use of commercial substrate combined with high doses of seaweed extract synergistically promotes the production of tomato seedlings with greater vigor and agronomic quality.
Keywords: Horticulture. Olericulture. Solanum lycopersicum. Phytohormones

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma cultura de expressiva relevância no panorama agrícola nacional. Sua ampla aceitação se deve ao sabor versátil, permitindo o consumo in natura ou em diversas formas processadas, o que o consolida como uma das hortaliças de maior consumo global.

De acordo com o instituto Brasileiro de geografia e estatística (IBGE, 2025), no Brasil a média de área plantada da cultura se aproxima de 62,3 mil Hectares com uma produção média de 4,5 milhões de toneladas. Sendo responsável pela maior produção o estado do Goiás seguido por São Paulo e Minas Gerais. O estado de Goiás se destaca como maior produtor do segmento voltado para o processamento industrial, característico pelo cultivo em grandes áreas e com elevada tecnologia. Já no segmento adotado pelo tomate de mesa, os estados de Minas Gerais e São Paulo são os maiores produtores e consumidores do fruto in natura. (Ávila et al., 2021).

Em 2025 a expectativa é que a safra seja de 4,7 milhões de toneladas, crescimento de 0,9% em relação ao volume produzido em 2024. Os maiores produtores de tomate são Goiás, com 1,7 milhão de toneladas ou 36,3% do total nacional; São Paulo, com 1,1 milhão de toneladas e participação de 22,9%; e Minas Gerais, com 557,6 mil toneladas e participação de 11,8%.(IBGE, 2025). Os bioestimulantes agrícolas servem como uma ferramenta para melhorar o desempenho da cultura, a absorção de nutrientes e até o crescimento e desenvolvimento da cultura. Eles podem ser divididos em dois grupos, os não microbianos, como os aminoácidos, ácido húmico e fúlvico, extratos de algas marinhas etc. e os microbianos, como fungos micorrízicos, inóculos, bactérias promotoras de crescimento e outros. Todos eles possuem produto comercial hoje no mercado agrícola, contendo variações em concentrações ou misturas. Todavia, segundo Zandonadi (2016), a utilização de bioestimulantes comerciais na olericultura é uma realidade ainda restrita a um pequeno grupo de produtores.

Muito se fala sobre a utilização dos extratos de algas marinhas, principalmente da espécie *Ascophyllum nodosum*, que vem se destacando como uma alternativa promissora e sustentável na agricultura. Diferente dos fertilizantes que fornecem nutrientes diretamente as plantas, o extrato de algas atua otimizando a fisiologia da planta. Sua composição formada por fito-hormônios, aminoácidos e vitaminas promove uma série de benefícios que podem variar desde o aumento na absorção, translocação e partição de nutrientes, como também no enraizamento, crescimento e florescimento. Estes efeitos são atribuídos ao sinergismo entre os diferentes compostos orgânicos presentes no extrato de algas que atuam nos mais diversos processos metabólicos da planta (Araújo, 2016).

Em olerícolas, sua maior utilização é feita via foliar. E sua utilização via tratamento de sementes ainda foi pouco explorada. Entretanto, são conhecidos seus tratamentos em semente em outras culturas como por exemplo o feijão (Almeida et al. 2014), milho (Araújo, 2016), soja (Melo et al. 2021), entre outros. Os resultados apontaram benefícios diversos como aumento de vigor, germinação de sementes e velocidade de emergência de plântulas.

Em um estudo realizado por Souza et al. (2017), investigou-se o efeito do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* no crescimento e desenvolvimento de mudas de tomate da variedade IPA 6. O experimento testou quatro doses do extrato (0; 0,3; 0,6 e 0,9 mL^{-1}) em aplicações foliares a cada 7 dias. As análises incluíram a avaliação de diversas características morfológicas das plântulas: número de folhas (NF), altura de plântula (AP), comprimento da raiz (CR), diâmetro de caule (DC) e matéria seca total (MS). Os resultados demonstraram que, com exceção da relação AP/DC, todas as características avaliadas obtiveram os melhores resultados na dose de 0,9 mL L^{-1}. A eficácia dessa dose em promover o crescimento do sistema radicular e da parte aérea reforça o potencial do extrato de Ascophyllum nodosum como um biofertilizante viável e eficaz para a produção de mudas de tomate. O estudo confirma a literatura existente ao sugerir que o aumento do desenvolvimento vegetativo é uma resposta à concentração de fitohormônios, como auxinas e giberelinas, presentes no extrato de algas, reforçando o seu potencial como um biofertilizante eficaz e de baixo risco ambiental.

A escolha do substrato é fundamental para o sucesso na fase inicial da produção de mudas, pois oferece as condições ideais para o desenvolvimento da planta. O substrato pode ser composto por material de origem vegetal, animal ou mineral que sozinho ou em mistura com outros materiais, é utilizado para a formação de mudas ou cultivo de plantas envasadas. O substrato é colocado em recipientes como sacos de polietileno, bandejas, tubetes, vasos, entre outros ou em leito de canteiros para formação de mudas ou cultivo de plantas. (Souza, 2001).

Um substrato ideal para a produção de mudas deve ser leve, homogêneo, livre de patógenos ou sementes. Devido ao limitado volume para o crescimento das raízes, os substratos devem ser capazes de proporcionar fornecimento constante de água, oxigênio e nutrientes para as plantas (Fermino, 2002). No Brasil, por muitos anos a turfa era o substrato mais utilizado para produções de muda. Entretanto, a turfa, derivada de áreas úmidas como turfeiras, é rica em carbono e atua como um reservatório significativo de CO_2.

Por essa razão, muitos países e empresas estão buscando alternativas mais sustentáveis como fibra de coco, húmus de minhoca, vermiculita, entre outros.

Em estudo experimental realizado por Nascimento et al. (2020) buscou-se avaliar a eficácia de diferentes substratos na produção de mudas de tomate da variedade IPA 6 Caline. A pesquisa comparou o desempenho de oito formulações de substrato, incluindo opções comerciais e misturas alternativas compostas por solo, esterco, húmus e composto orgânico. Após 21 dias de cultivo, a análise dos resultados demonstrou que o substrato de número 7, uma mistura de solo, húmus e composto orgânico, obteve o melhor desempenho, apresentando resultados superiores no crescimento radicular das mudas. Esses dados evidenciam a viabilidade de se utilizar formulações alternativas, que podem ser economicamente mais acessíveis, como uma opção eficiente para a produção de mudas de tomateiro. Os achados reforçam a importância de pesquisas que buscam aprimorar as misturas de substratos, visando a obtenção de mudas de alta qualidade, essenciais para uma cultura de tomate produtiva e rentável.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Machado, no sul de Minas Gerais, situada nas coordenadas 21º40’ S e 45º55’ W (GOOGLE MAPS, 2026). O clima predominante da região é classificado como Cwa, de acordo com Köppen-Geiger (ano), caracterizado por inverno seco e verão quente, com temperatura média anual de 20,3 ºC.

Foram utilizadas sementes de tomate do cultivar Campestre, híbrido de crescimento indeterminado.

O experimento foi conduzido sob delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, com 3 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. O fator A correspondeu ao tipo de substrato, com dois níveis: 1) substrato comercial e 2) substrato caseiro. O fator B correspondeu às doses do extrato de algas, com quatro níveis: 1) dose 0 (testemunha); 2) dose 50% abaixo da recomendada pelo fabricante; 3) dose recomendada pelo fabricante; e 4) dose 50% acima da recomendada pelo fabricante.

Cada unidade experimental foi composta por dez mudas. Inicialmente, foram semeadas cinco sementes por unidade experimental. Após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por unidade experimental.

O substrato comercial utilizado foi o Pró Vaso®, da empresa Genfértil, composto por bagaço de cana, turfa, rocha calcária, resíduo orgânico agroindustrial classe A, estercos e cama de aviário, cinzas e torta vegetal. O substrato caseiro utilizado teve sua formulação baseada em Vidal (EMBRAPA, 2007), sendo composto por fibra de coco (3,6 L; 0,36 kg), composto orgânico (2,4 L; 1,20 kg), vermiculita fina (1,8 L; 0,18 kg), areia lavada (1,2 L; 1,8 kg), húmus de minhoca (1,2 L; 0,72 kg), cama de aviário (0,6 L; 0,3 kg) e composto de farelos (1,2 L; 0,6 kg). Os materiais utilizados já se encontravam decompostos, sendo posteriormente homogeneizados manualmente em uma bacia antes do acondicionamento nas bandejas.

Os substratos foram acondicionados em bandejas plásticas multicelulares, fabricadas em poliestireno, contendo 50 células para produção de mudas.

O bioestimulante utilizado foi um extrato de algas marinhas *Ascophyllum nodosum* 60%, comercialmente conhecido como Alga+®. A dose recomendada pelo fabricante correspondeu a 3 mL kg^{-1} de sementes, equivalente a 0,003 mL g^{-1}. As sementes utilizadas apresentavam aproximadamente 400 sementes por grama, sendo utilizadas 50 sementes por parcela, correspondendo a 0,125 g de sementes. Dessa forma, a dose recomendada por parcela correspondeu a 0,000375 mL do produto comercial.

Para possibilitar a aplicação do produto, o bioestimulante foi diluído em água na proporção de 1:100. No tratamento correspondente a 50% abaixo da dose recomendada, foram utilizados 1,9 mL do produto comercial e 8,15 mL de água, resultando em uma solução contendo 0,001875 mL do produto por mL da mistura, sendo aplicado 1 mL da solução por parcela.

No tratamento correspondente à dose recomendada, foram utilizados 3,75 mL do produto comercial e 6,25 mL de água, resultando em uma solução contendo 0,00375 mL do produto por mL da mistura, sendo aplicado 1 mL da solução por parcela.

No tratamento correspondente a 50% acima da dose recomendada, foram utilizados 5,7 mL do produto comercial e 4,4 mL de água, resultando em uma solução contendo 0,005625 mL do produto por mL da mistura, sendo aplicado 1 mL da solução por parcela.

O tratamento das sementes foi realizado em sacos plásticos, visando homogeneizar o contato das sementes com a solução do bioestimulante. Posteriormente, as sementes foram transferidas para papel toalha e mantidas em repouso por aproximadamente duas horas para secagem antes da semeadura.

As mudas permaneceram em desenvolvimento por 30 dias após a semeadura, quando foram realizadas as avaliações experimenta.

As variáveis avaliadas foram: Altura da parte aérea (ALT); Comprimento da maior raiz (CR); Diâmetro do caule (DC); Massa fresca da parte aérea (MFPA); Massa fresca da raiz (MFR).

Em cada parcela, as mudas foram coletadas de maneira aleatória e destrutiva para análise. A altura da parte aérea (ALT) e o comprimento da maior raiz (CR) foram determinados com auxílio de régua milimetrada. As medidas de ALT foram realizadas do colo da planta até a extremidade da última folha, enquanto as medidas de CR foram realizadas do colo até a extremidade da raiz mais longa. O diâmetro do caule (DC) foi determinado na região do colo da planta utilizando paquímetro. A massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa fresca da raiz (MFR) foram obtidas por meio da pesagem das amostras em balança de precisão de 1 g.

Os dados coletados forão submetidos a análise de variância utilizando o software Sisvar® (Ferreira, 2023). As médias obtidas pelos fatores qualitativos submetidas ao teste Tukey à 5% de probabilidade e quando constatado efeito significativo das doses foi realizada análise de regressão polinomial, ajustando-se os modelos linear e quadrático, selecionando-se aquele de maior significância biológica e estatística

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANAVA) demonstrou que os tratamentos avaliados influenciaram significativamente o crescimento e o desenvolvimento das mudas de tomate. Observou-se efeito do tipo de substrato e das doses do bioestimulante para a maioria das características analisadas, comprovando que ambos os fatores desempenham papel importante na qualidade das mudas produzidas.

Os resultados indicam propensão de superioridade do substrato comercial em comparação ao substrato caseiro, refletindo em maiores valores de crescimento. Além disso, verificou-se melhora significativa no desenvolvimento das mudas à medida que as doses do bioestimulante aumentaram, especialmente nas doses recomendada (3,0 mL) e 50% acima da recomendada (4,5 mL). Esses resultados sugerem que a combinação entre um substrato com melhores características físicas e químicas e o uso adequado do bioestimulante favorece o desempenho das mudas.

Comprimento da maior raiz

O resultado da análise de variância não demonstrou efeito significativo da interação dos fatores analisados neste experimento. No entanto, foi possível identificar efeito isolado tanto o tipo de substrato quanto as doses do bioestimulante no comprimento da maior raiz. O substrato comercial resultou em maior desenvolvimento radicular em comparação ao substrato caseiro. Da mesma forma, as doses de bioestimulante também exerceram efeito positivo.

O substrato comercial proporcionou maior desenvolvimento radicular em comparação ao substrato caseiro. As médias obtidas para os tratamentos são apresentadas na Tabela 1.

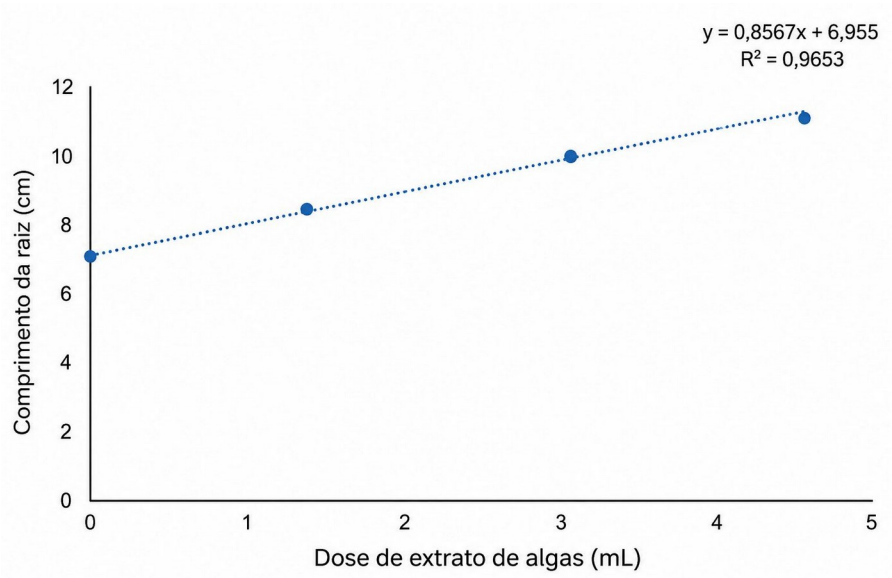
Tabela 1. Comprimento médio da maior raiz (cm) de mudas de tomate submetidas a diferentes tipos de substrato. Machado. 2026.

TRATAMENTO	Comprimento da maior raiz (cm)
1= Substrato caseiro	7,42 b
2= Substrato comercial	10,36 a

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As doses do bioestimulante influenciaram significativamente o comprimento da maior raiz das mudas de tomate. Observou-se aumento progressivo do comprimento radicular à medida que as doses foram elevadas, indicando resposta positiva das plantas à aplicação do produto. A relação entre as doses do bioestimulante e o comprimento da maior raiz é apresentada na Figura 1.

Figura 1. Comprimento da maior raiz de mudas de tomate em função das doses de bioestimulante. Machado-MG. 2026.



Verificou-se comportamento linear crescente para o comprimento da maior raiz em função do aumento das doses do bioestimulante. A maior média observada foi de 10,56 cm na dose de 4,5 mL, enquanto a menor média foi de 6,91 cm na ausência de aplicação.

Resultados parecidos foram encontrados por Souza et al. (2017) destacando que que o biestimulante contribui para a formação de um sistema radicular mais vigoroso. Segundo Koyama et al. (2012), o estímulo ao crescimento radicular promovido pelo extrato de algas aumenta a capacidade de absorção de água e nutrientes, favorecendo o estabelecimento inicial das plantas.

Altura da parte aérea

A análise de variância demonstrou que tanto o tipo de substrato quanto as doses do bioestimulante influenciaram significativamente a altura da parte aérea das mudas de tomate. Entretanto não foi observada interação significativa entre os fatores, indicando que os efeitos do substrato e das doses ocorreram de forma independente.

Para a variável altura da parte aérea, observou-se efeito significativo do tipo de substrato e da dose do bioestimulante individualmente.

O substrato comercial proporcionou maior desenvolvimento radicular em comparação ao substrato caseiro. As médias obtidas para os tratamentos são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Altura média da parte aérea (cm) de mudas de tomate submetidas a diferentes tipos de substrato. Machado-MG. 2026.

TRATAMENTO	Altura da parte aérea (cm)
1= Substrato caseiro	10,83 b

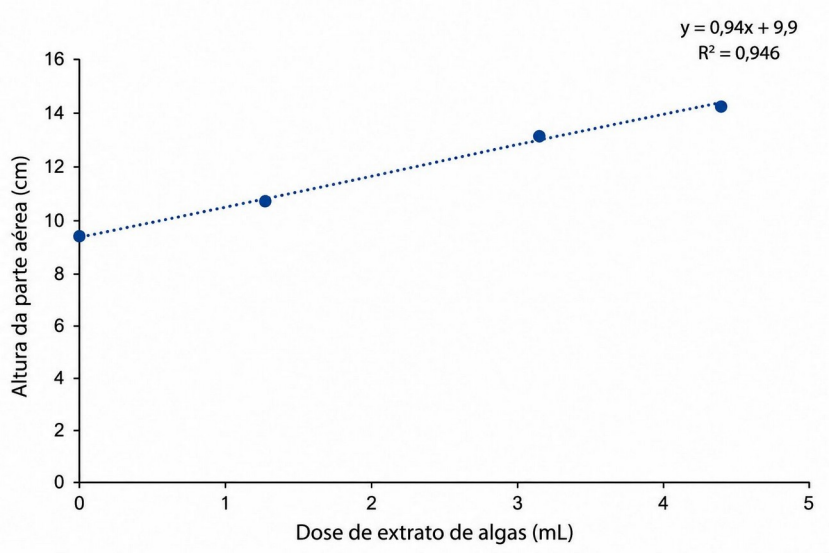
2= Substrato comercial	13,20 a

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com o teste de Tukey, o substrato comercial proporcionou maior altura da parte aérea em comparação ao substrato caseiro. Esses resultados sugerem que o substrato comercial oferece condições mais favoráveis ao crescimento das mudas, contribuindo para maior desenvolvimento vegetativo.

A resposta das plantas em função das doses aplicadas é apresentada no Figura 2.

Figura 2. Altura da parte aérea de mudas de tomate em função das doses de bioestimulante. Machado- MG. 2026.



Verificou-se comportamento linear crescente para a altura da parte aérea em função do aumento das doses do bioestimulante. A maior média observada foi de 13,77 cm na dose de 4,5 mL, enquanto a menor média foi de 9,81 cm na ausência de aplicação.

Os resultados observados para a altura da parte aérea indicam que a utilização do substrato comercial e o aumento das doses do bioestimulante favoreceram o crescimento das mudas de tomate. Esse comportamento reforça o potencial desses fatores na melhoria da qualidade das mudas.

Da mesma forma, Koyama et al. (2012) observaram que a utilização desse bioestimulante favoreceu o crescimento das plantas de tomate, atribuindo esse efeito à presença de compostos bioativos, como aminoácidos, vitaminas e substâncias com ação semelhante a fitormônios, capazes de estimular a divisão e o alongamento celular.

Diâmetro do caule

Para a variável diâmetro do caule, a análise de variância indicou efeito significativo do tipo de substrato e das doses do bioestimulante. Entretanto, não foi observada interação significativa entre os fatores, demonstrando que seus efeitos ocorreram de forma independente.

Para a diâmetro do caule, observou-se efeito significativo do tipo de substrato e doses de biofertilizante, individualmente.

O substrato comercial proporcionou maior desenvolvimento radicular em comparação ao substrato caseiro. As médias obtidas para os tratamentos são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Diâmetro do caule de mudas de tomate submetidas a diferentes tipos de substrato.

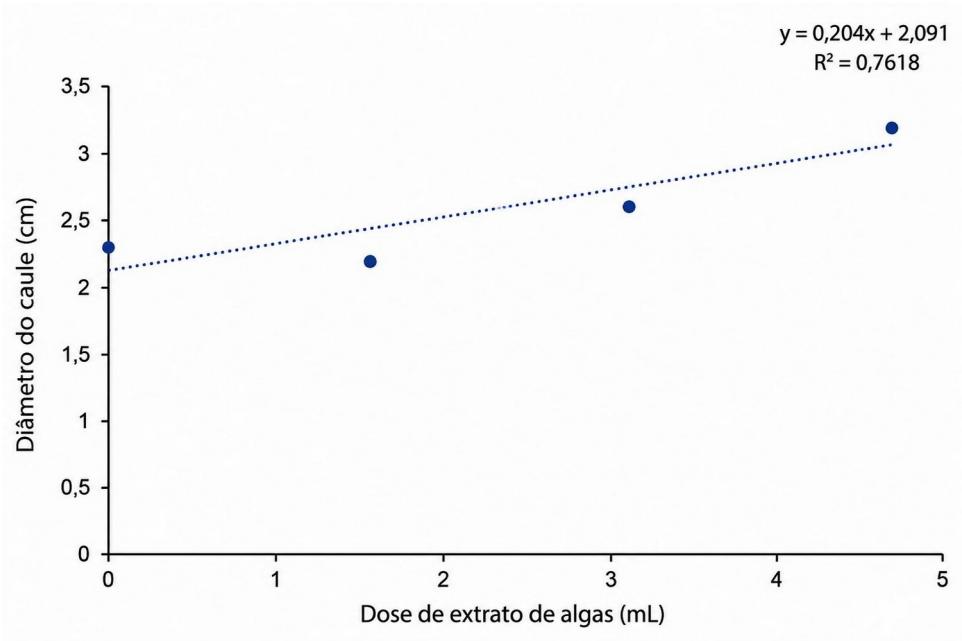
TRATAMENTO	Diâmetro do caule (cm)
1= Substrato caseiro	2,20 b
2= Substrato comercial	2,90 a

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com o teste de Tukey, verificou-se diferença significativa entre os substratos avaliados. O substrato comercial proporcionou maior diâmetro do caule em comparação ao substrato caseiro, evidenciando melhores condições para o desenvolvimento das mudas.

Com relação às doses do bioestimulante, observou-se efeito significativo sobre o diâmetro do caule. A resposta das plantas em função das doses aplicadas é apresentada na figura 3.

Figura 3. Diâmetro do caule de mudas de tomate em função das doses de bioestimulante. Machado-MG.2026.



Para essa dosagem, gostaria de sugerir que testasse a curva polinomial de segundo grau. Acredito de seu R2 ficará melhor. Está relativamente baixo.

Os resultados indicaram variação do diâmetro do caule em função das doses do bioestimulante. Observou-se redução da média na dose de 1,5 mL em relação à testemunha, seguida de aumento nas doses de 3,0 e 4,5 mL, sendo o maior diâmetro observado na dose de 4,5 mL. Apesar da oscilação observada entre as menores doses, a regressão ajustada indicou tendência geral de aumento do diâmetro do caule com o incremento das doses do bioestimulante.

De modo geral, os resultados obtidos para o diâmetro do caule demonstram que tanto o substrato quanto as doses do bioestimulante contribuíram para o desenvolvimento das mudas de tomate. O maior diâmetro observado no substrato comercial, associado as maiores doses do bioestimulante, evidencia a importância desses fatores na produção de mudas mais vigorosas.

Resultados semelhantes foram observados por Koyama et al. (2012), que verificaram efeito positivo da aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento vegetativo do tomateiro.

Massa fresca da parte aérea

Para a variável massa fresca da parte aérea, a análise de variância indicou efeito significativo do tipo de substrato e das doses do bioestimulante. Entretanto, não foi observada interação significativa entre os fatores, demonstrando que seus efeitos ocorreram de forma independente.

Para a massa fresca da parte aérea, observou-se efeito significativo do tipo de substrato e doses de biofertilizante individualmente.

O substrato comercial proporcionou maior desenvolvimento radicular em comparação ao substrato caseiro. As médias obtidas para os tratamentos são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Massa fresca da parte aérea de mudas de tomate submetidas a diferentes tipos de substrato.

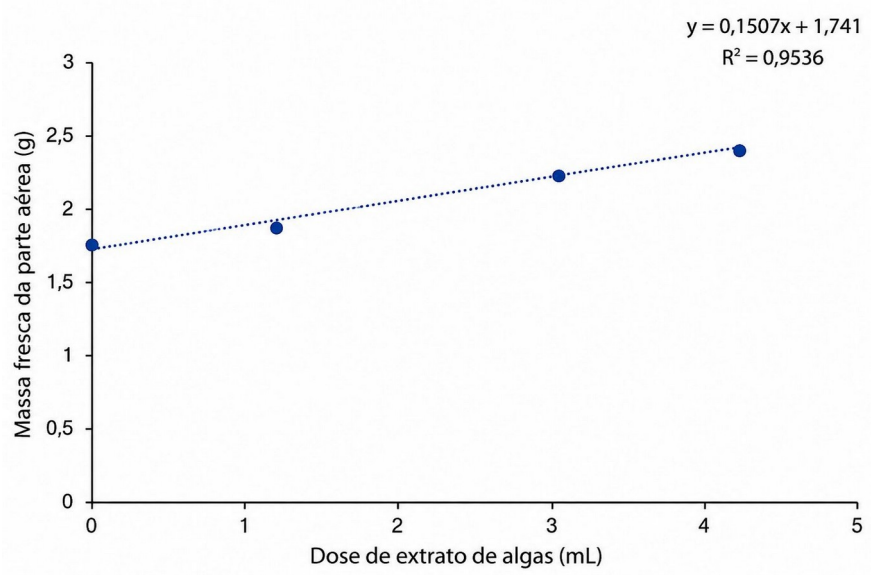
TRATAMENTO	Massa fresca da parte aérea (g)
1= Substrato caseiro	1,60 b
2= Substrato comercial	2,55 a

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com o teste de Tukey, verificou-se diferença significativa entre os substratos avaliados. O substrato comercial proporcionou maior peso de massa fresca em comparação ao substrato caseiro, evidenciando melhores condições para o desenvolvimento das mudas.

Com relação às doses do bioestimulante, observou-se efeito significativo sobre a massa frescada parte aérea. A resposta das plantas em função das doses aplicadas é apresentada na figura 4.

Figura 4. Massa fresca da parte aérea de mudas de tomate em função das doses de bioestimulante. Machado-MG.2026.



Verificou-se comportamento linear crescente para a massa fresca da parte aérea em função do aumento das doses do bioestimulante. A maior média observada foi na dose de 4,5 mL, enquanto a menor média foi na ausência de aplicação.

De modo geral, os resultados obtidos para a massa fresca da parte aérea mostram que tanto o substrato quanto as doses do bioestimulante exerceram influência positiva sobre o desenvolvimento das mudas de tomate. O maior acúmulo de biomassa observado no

substrato comercial e nas maiores doses do bioestimulante demonstra o potencial desses fatores para a produção de mudas mais vigorosas.

Os resultados obtidos para massa fresca da parte aérea assemelham-se aos encontrados por Souza et al. (2017), que observaram incremento no crescimento de mudas de tomate tratadas com extrato de *Ascophyllum nodosum*. Segundo Esayama (2022), esses efeitos podem estar relacionados à presença de compostos bioativos capazes de estimular processos fisiológicos associados ao crescimento vegetal.

Massa fresca da raiz

Para a variável massa fresca da raiz, a análise de variância indicou efeito significativo do tipo de substrato, das doses do bioestimulante e da interação entre esses fatores. Dessa forma, o comportamento das doses foi dependente do substrato utilizado e vice-versa, sendo necessária a avaliação conjunta dos tratamentos. Os resultados da interação entre substratos e doses são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Massa fresca da raiz de mudas de tomate submetidas a diferentes tipos de substrato. Machado-MG.2026

Doses/Substratos	Substrato caseiro	Substrato comercial
1 (0 mL)	0,50 bA	1,07 aB
2 (1,5 mL)	0,63 bA	1,33 aB
3 (3,0 mL)	0,90 bA	1,30 aB
4 (4,5 mL)	0,70 bA	1,90 aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A interação significativa entre substratos e doses do bioestimulante indica que a resposta da massa fresca da raiz foi influenciada pela combinação desses fatores. No substrato caseiro, não foram observadas diferenças significativas entre as doses avaliadas. Ao utilizar o substrato comercial, as doses de 0; 1,5 e 3,0 mL não diferiram entre si, enquanto a dose de 4,5 mL proporcionou a maior média de massa fresca da raiz.

O substrato comercial promoveu valores superiores de massa fresca da raiz em todas as doses avaliadas, diferindo significativamente do substrato caseiro. Esse resultado sugere que as características físicas e nutricionais do substrato comercial favoreceram o desenvolvimento radicular das mudas de tomate, potencializando a resposta ao bioestimulante.

Souza et al. (2017) relataram resultados semelhantes em mudas de tomate submetidas à aplicação de *Ascophyllum nodosum*, verificando aumento da biomassa radicular. Esse efeito pode estar relacionado à presença de compostos bioativos presentes no extrato, como auxinas, citocininas, aminoácidos e polissacarídeos, que atuam estimulando processos fisiológicos relacionados ao crescimento vegetal e radicular.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que o tipo de substrato e as doses do bioestimulante influenciaram significativamente o desenvolvimento das mudas de tomate do cultivar Campestre.

A utilização do substrato comercial associada à aplicação do bioestimulante, especialmente na dose de 4,5 mL, constitui uma alternativa eficiente para a produção de mudas de tomate de maior qualidade, favorecendo o crescimento inicial e o potencial de estabelecimento das plantas após o transplantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NASCIMENTO, Warley M.; PEREIRA, Ricardo B. (ed.). **Produção de mudas de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 308 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1050963. Acesso em: 17 ago. 2026.

ALMEIDA, Adriana Q. de. et al. Nodulação, aspectos bioquímicos, crescimento e produtividade do feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 77-88, 2014. DOI: https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p77.

ARAUJO, Diego K.. **Extratos de *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes de milho e soja: avaliações fisiológicas e moleculares**. 2016. 108 f. Tese (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11144/tde-07062016-155617/pt-br.html. Acesso em: 17 ago. 2026.

ÁVILA, Antõnio C. et al. **Como plantar tomate de mesa**. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/hortalicas/tomate-de-mesa/como-plantar. Acesso em: 30 ago. 2025.

BRASIL. Lei n. 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 ago. 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm. Acesso em: 30 ago. 2025.

FERMINO, Maria H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 2., 2002, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 29-37.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Em março, IBGE prevê safra de 327,6 milhões de toneladas para 2025. **Agência de Notícias**, 2025. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/43098-em-marco-ibge-preve-safra-de-327-6-milhoes-de-toneladas-para-2025. Acesso em: 30 ago. 2025.

MELO, Gabriel B. et at. Tratamento de sementes com doses do bioestimulante à base de algas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 1418-1431, 2021. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-097.

SOUZA, Francisco X. de. **Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2001. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 43). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/423625/1/Dc043.pdf. Acesso em: 05 set. 2025.

SOUZA, Bruno G. de A. et al. Crescimento e desenvolvimento de mudas de tomate sob efeito de extrato *Ascophyllum nodosum*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 4, p. 712-716, 2017. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7161850.pdf. Acesso em: 17 ago. 2026.

Cadernos de Agroecologia. ANAIS do 1º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v. 15, n. 4, 2020. Disponível em: https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/issue/view/8. Acesso em: 17 ago. 2026.

ZANDONADI, Daniel B. Bioestimulantes e produção de hortaliças. **Hortaliças em Revista**, Brasília, DF, ano 5, n. 19, p. 14-15, jan./jun. 2016. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1051012. Acesso em: 17 ago. 2026.

VIDAL, Mariane C. et al. **Substrato para produção de mudas: aprenda como se faz**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/750191/substrato-para-producao-de-mudas-aprenda-como-se-faz. Acesso em: 17 out. 2025.

KOYAMA, Renata et al. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 55, n. 4, p. 282-287, 2012.

ESAYAMA, Rafael T. **Uso de bioestimulante na produção de mudas.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres, GO, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2583. Acesso em: 17 ago. 2026.