



Bactéria promotora de crescimento vegetal e adubação orgânica no cultivo de tomate

Daniele de Brito Trindade^{1*}, Talita Bezerra Soares¹, Leandro da Silva Oliveira¹
Joice Andrade Bonfim¹, Daiane Rocha Fernandes¹, Taís Carolane Souza Almeida¹

RESUMO: O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das oleráceas mais consumidas no Brasil, tornando relevante o estudo de estratégias sustentáveis de manejo nutricional e do uso de microrganismos promotores de crescimento vegetal. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento anatômico, morfológico e produtivo do tomateiro inoculado com *Azospirillum brasilense* e adubado com esterco de poedeira e casca de mamona, aos 81 dias após o transplante. O experimento foi conduzido em vasos, no IF Baiano, Campus Guanambi, Bahia, utilizando a cultivar longa-vida, em delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 2×4 , envolvendo duas doses de inoculante e quatro fontes de adubação orgânica. Os resultados indicaram que a inoculação com *A. brasilense* não promoveu incrementos expressivos no crescimento e na produção do tomateiro quando comparada ao tratamento sem inoculação, exceto para o diâmetro do caule e a altura das plantas em situações específicas. Em contraste, a adubação orgânica exerceu influência significativa no desempenho da cultura, com destaque para o esterco de poedeira, isolado ou combinado à casca de mamona, que proporcionou maior crescimento vegetativo e maior peso de frutos. Conclui-se que a elevada fertilidade do solo pode atenuar os efeitos da inoculação, enquanto a adubação orgânica se mostrou uma estratégia.

Palavras-chave: Casca de mamona, Esterco de poedeira, *Azospirillum brasilense*.

Plant growth-promoting bacteria and organic fertilization in tomato cultivation

ABSTRACT: Tomato (*Solanum lycopersicum*) is one of the most widely consumed vegetable crops in Brazil, making the study of sustainable nutrient management strategies and the use of plant growth-promoting microorganisms highly relevant. This study aimed to evaluate the anatomical, morphological, and productive development of tomato plants inoculated with *Azospirillum brasilense* and fertilized with laying hen manure and castor bean husk, at 81 days after transplanting. The experiment was conducted in pots at the IF Baiano, Guanambi Campus (BA), using a long-life cultivar, in a randomized block design with a 2×4 factorial scheme, involving two inoculant doses and four organic fertilization sources. The results indicated that inoculation with *A. brasilense* did not promote significant increases in tomato plant growth and yield compared to the non-inoculated treatment, except for stem diameter and plant height under specific conditions. In contrast, organic fertilization had a significant influence on crop performance, with laying hen manure—alone or combined with castor bean husk—standing out for promoting greater vegetative growth and higher fruit weight. It is concluded that high soil fertility may attenuate the effects of inoculation, while organic fertilization proved to be an effective strategy.

Keywords: Castor bean shell, Layer manure, *Azospirillum brasilense*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, dentre a gama de oleráceas cultivadas, o tomate se destaca como uma das mais consumidas no país, tanto na forma *in natura* (tomate de mesa) quanto processado (tomate industrial ou rasteiro). A produção brasileira de tomate apresentou expressiva relevância nos últimos anos. Em 2021, o Brasil produziu aproximadamente 3,6 milhões de toneladas, sendo a Bahia o quarto maior produtor nacional, com uma produção estimada de 261.404 toneladas, evidenciando a importância do cultivo para a economia agrícola do estado (IBGE, 2021).

Dados mais recentes indicam que a produção nacional de tomate tem se mantido elevada, superando 4 milhões de toneladas anuais, reflexo da ampliação da área cultivada e do aumento da

produtividade média. De acordo com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o tomate permanece entre as hortaliças de maior valor econômico no país, com destaque para estados como Goiás, São Paulo e Minas Gerais, além do crescimento expressivo da produção na região Nordeste, especialmente no Ceará, que recentemente ultrapassou a Bahia em volume produzido (IBGE, 2023; Paraíba Business, 2023).

Esse cenário reforça a importância estratégica do tomate para a agricultura brasileira, ao mesmo tempo em que evidencia os desafios relacionados aos custos de produção, à dependência de insumos e às oscilações climáticas. Nesse contexto, têm ganhado destaque práticas agrícolas mais sustentáveis, como o

Recebido em 20/01/2026; Aceito para publicação em 17/06/2026

¹ Instituto Federal Baiano - Campus Guanambi

*e-mail: danybt19@gmail.com

uso de adubação orgânica e microrganismos promotores de crescimento vegetal, visando maior eficiência produtiva e redução dos impactos ambientais (Vittia, 2023).

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicon* L.) tem uma alta exigência nutricional e o rendimento comercial de frutos tem sido restrito pela insuficiente nutrição das plantas conforme demonstrado por Schwarz *et al.* (2013) em trabalho com híbridos com *S. lycopersicon*, que verificaram influência no potencial produtivo decorrente de alterações nas condições edafoclimáticas. Nesse contexto, o uso de cultivares com alto potencial produtivo tem exigido uma maior aplicação de insumos, com destaque para a adubação nitrogenada (Melo, 2017).

O nitrogênio é o segundo nutriente em ordem de extração pelas plantas, favorecendo o desenvolvimento vegetativo e, quando suprido adequadamente, contribuindo para a obtenção de elevada produtividade (Vieira, 2017). Entretanto, os fertilizantes nitrogenados utilizados em plantas não leguminosas, como em *S. lycopersicon*, constituem um dos mais altos custos da agricultura (Lucena *et al.*, 2013).

Com o intuito de contornar essa situação, muitos pesquisadores vêm estudando a utilização de microrganismos que estimulam o crescimento vegetativo das plantas, chamados de bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV). Essas bactérias colonizam a rizosfera, a filosfera e os tecidos internos das plantas (Cohen *et al.*, 2015).

Dentre as BPCV, destaca-se *Azospirillum brasilense*, uma rizobactéria gram-negativa encontrada em diversas partes das plantas, com maior concentração nas raízes. Sua principal função é a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, além de estimular o desenvolvimento do sistema radicular e a síntese de fitormônios. Esses efeitos positivos estão relacionados a respostas metabólicas que favorecem o crescimento das raízes, melhorando a absorção de nitrogênio disponibilizado pela adubação (Oliveira *et al.*, 2022 *apud* Alvarez *et al.*, 2019).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN), através de *A. brasilense*, é uma técnica que pode potencializar o uso dos recursos naturais e garantir o manejo sustentável do sistema de produção (Hungria, 2010). Além disso, esse grupo tem potencial em promover o aumento da altura e a massa da raiz das plantas por meio da produção de fitormônios (Leite *et al.*, 2018).

O uso de resíduos sólidos agropecuários como fertilizantes orgânicos é uma prática amplamente adotada por agricultores familiares, desempenhando um papel fundamental na construção da fertilidade do solo. Esse efeito foi confirmado por Krause *et al.* (2017), ao observarem um melhor desenvolvimento de mudas de *S. lycopersicum* quando diferentes resíduos agrícolas foram combinados.

A utilização desses compostos orgânicos melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso, o reaproveitamento dos resíduos possibilita estabelecer sistemas sustentáveis de produção, reduzindo os impactos ambientais e custos (Primo *et al.*, 2012). Dentre os materiais que podem ser empregados, o esterco de poedeira e a casca da mamona são subprodutos da exploração agropecuária do Território Identidade Sertão Produtivo, que se configuram como uma alternativa de melhoria do sistema produtivo e que podem promover aumento de produtividade do tomateiro nesse sistema de produção.

A utilização dessas estratégias combinadas pode representar uma alternativa eficaz para minimizar o impacto dos fertilizantes químicos. Um exemplo disso é o estudo de Soares e colaboradores (2023), que avaliaram a interação do *A. brasilense* com a adubação orgânica e seus efeitos no desenvolvimento do tomateiro, desde o transplantio até 81 dias após o transplante (DAT). Entretanto, de forma geral, estudos sobre a inoculação de *Azospirillum sp* em tomateiro ainda são escassos, principalmente quando associada com fonte de adubação nitrogenada alternativa como o esterco de poedeira e a casca de mamona, o que torna a pesquisa nesta área imprescindível.

Neste sentido, o objetivo deste artigo é avaliar o desenvolvimento anatômico, morfológico e produtivo do tomateiro inoculado com *Azospirillum brasilense* e adubado com esterco de poedeira e casca de mamona aos 81 dias após o transplante (DAT).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano) - Campus Guanambi, localizado no município de Guanambi, Bahia, nas coordenadas geográficas de 14°17'41" S e 42°41'38" W, a 546 m de altitude (Reis, 2018).

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, caracteriza-se como uma zona de transição entre os tipos Aw e BSw'h', apresentando características de clima tropical com estação seca e semiárido quente, com temperatura média anual de aproximadamente 26 °C e precipitação pluviométrica média de 680 mm (Codevasf *apud* Azevedo, 2017).

O delineamento adotado foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições, de modo que os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 4 (Duarte, 1996; Banzatto; Kronka, 2013; Pereira, 2015), combinando-se duas doses de inoculante (0 e 5 mL kg⁻¹ de sementes) e quatro tipos de adubações (A0 = Sem adubação; A1 = 20,2 t.ha⁻¹ de casca de mamona; A2 = 12 t.ha⁻¹ de esterco de

poedeira e A3 = 10,1 t.ha⁻¹ casca de mamona + 6 t.ha⁻¹ de esterco de poedeira).

Foram realizadas análises químicas do solo e dos resíduos utilizados, cujos resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no ensaio. Guanambi-BA. 2022.

pH		7,29
M.O	%	3,00
P	mg dm ⁻³	67,90
K		156,00
Ca	cmolc dm ⁻³	3,40
Mg		1,10
Al		0,00
H + AL		0,50
Zn	mg dm ⁻³	2,60
B		0,56
Cu		1,70
Fe		42,80
Mn		3,30
CTC	cmolc dm ⁻³	5,40
V	%	90,74

Fonte: Agrolab - Laboratório agropecuário, 2022. MO - matéria orgânica do solo; H+Al - acidez potencial; CTC - capacidade de troca de cátions; V - saturação por bases.

Tabela 2. Composição química (%) dos resíduos utilizados. Guanambi-BA. 2022.

Resíduo		Esterco de poedeira	Casca de mamona
MS	%	66,4	90,0
MO		31,0	66,0
C		18,6	38,4
N		3,2	4,3
P		6,0	1,2
Ca		1,8	1,5
K		8,0	0,6
Mg		0,6	0,4
S	mg Kg ⁻¹	1,0	0,3
Zn		0,8	1,1
B		0,3	89,0
Cu		0,5	74,0
Mn		1,9	220,0

Fonte: Agrolab - Laboratório agropecuário, 2022. MS - matéria seca; MO - matéria orgânica do solo; C - carbono; N - nitrogênio; Ca - Cálcio; K - Potássio; Mg - Magnésio; S - Enxofre; Zn - Zinco; B - Boro; Cu - Cobre; Mn = Manganês.

Para inoculação via semente, utilizou-se a bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6 na concentração de 2,0 x 10⁸ UFC por mL⁻¹. A produção de mudas de tomateiro da cultivar de mesa tipo salada, também conhecido como tomate longa-vida, foi realizada em bandejas de polietileno, germinadas em substrato orgânico. O transplante ocorreu quando as mudas apresentaram dois pares de folhas expandidas, sendo escolhidas pela uniformidade e transferidas uma planta por vaso de 21 L, e conduzidas com uma haste e tutoradas com uso de fitilhos plásticos.

A adubação foi parcelada em duas etapas: a primeira, correspondendo à 70% do total, foi

realizada no momento do transplante e a segunda, correspondendo à 30% do total, realizada 45 dias após o transplante (DAT). Com os frutos ainda jovens, foram aplicados jatos dirigidos a eles com nitrato de cálcio a 0,75% para reduzir os efeitos da podridão apical na parte distal dos frutos. Essa foi uma medida paliativa para amenizar os efeitos de deficiência de cálcio detectados durante o ciclo de crescimento e de desenvolvimento da planta.

As coletas de dados foram realizadas, quinzenalmente, após o transplante até os 81 DAT, sendo avaliados: altura da planta, diâmetro de caule e número de folhas, peso médio e pH dos frutos. Para a coleta dos dados utilizou-se trena (m), desde o colo até a última folha e o diâmetro do caule foi medido cinco centímetros acima da região do colo, usando paquímetro digital (mm).

Os frutos foram colhidos duas vezes por semana e o seu peso (g) foi obtido utilizando uma balança de precisão. Para a avaliação química foram selecionados três frutos retirados da segunda e/ou terceira inflorescência da planta. Para a determinação do pH, os frutos foram triturados em liquidificador e posteriormente levados a um peagômetro de bancada.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida da verificação dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente (Shapiro; Wilk, 1965A; Bartlett, 1937). Após a validação desses pressupostos, quando a ANOVA indicou significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico R, versão 4.4.0 (R Development Core Team, 2023; Venable; Smith, 2009; Frery; Cribari-Neto, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão os *p*-valores da ANOVA e, avaliando-se a interação entre as fontes de adubação e a inoculação, verificou-se que houve significância somente para diâmetro do caule (*p*-valor < 0,05). Desta forma, para o diâmetro do caule, as fontes adubação e a ausência ou presença de inoculação não atuam independentemente, sendo necessário realizar o desdobramento da interação. As fontes de adubação foram significativas (*p*-valor < 0,05) para diâmetro do caule, altura de planta, número de folhas e peso de frutos. Já para a ausência ou presença de inoculação, houve significância (*p*-valor < 0,05) apenas para altura de planta (Tabela 3).

Tabela 3. *P*-valores dos fatores (tipo de adubação e inoculação) e da interação, utilizando a Análise de Variância (ANOVA), para as variáveis diâmetro do caule, altura de planta, número de folhas, pH e peso dos frutos do tomateiro aos 81 dias após o transplante (DAT). Guanambi-BA, 2022.

Fonte de Variação	DC (mm)	AP (cm)	NF	pH	PF (g)
Adubação	0,00*	0,00*	0,01*	0,84 ^{ns}	0,00*
Inoculação	0,10 ^{ns}	0,03*	0,14 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Adubação x Inoculação	0,01*	0,94 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,87 ^{ns}
Bloco	0,42 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,92 ^{ns}
CV (%)	8,68	9,38	8,23	4,33	4,33

Fonte: Autores (2022). ns - não significativo e *significativo a 5% de significância, segundo teste F da ANOVA. CV - Coeficiente de Variação. DC = diâmetro do caule; AP = altura da planta; NF = número de folhas; pH = pH do fruto (pH); PF = peso médio dos frutos.

De acordo com os resultados dos testes de normalidade e homoscedasticidade (Tabela 4), verificou-se que os dados seguem distribuição normal e as variâncias são homoscedásticas, ao nível de 5% de significância. Desta forma, os resultados da ANOVA foram validados, procedendo-se a comparação das médias pelo teste de Tukey.

Tabela 4. P-valores para os testes de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Teste de Bartlett). Guanambi-BA, 2022.

Validação da ANOVA	DC (mm)	AP (cm)	NF	pH	PF (g)
Teste de Shapiro-Wilk	0,37 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Teste de Bartlett	0,11 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,99 ^{ns}

Fonte: Autores, 2022. ns - não significativo e * significativo a 5% de significância, segundo teste F. DC = diâmetro do caule; AT = altura da planta; NF = número de folhas; pH = pH do fruto (pH); PF = peso médio dos frutos.

A análise do desdobramento da interação revelou que, na ausência de inoculação com *A. brasilense* (I0), a adubação com 12 t.ha⁻¹ de esterco de poedeira (A2) proporcionou a maior média de diâmetro do caule (13,663 mm), diferindo estatisticamente apenas da adubação com 10,1 t.ha⁻¹ de casca de mamona + 6 t ha⁻¹ de esterco de poedeira (A3).

Na presença da inoculação com *A. brasilense* (I1), o tratamento A2 manteve-se como o mais eficiente, registrando a maior média (14,033 mm), com diferença significativa apenas em relação ao tratamento A1 (9,407 mm), ao nível de 5% de significância (Tabela 5). Percebe-se, então, que a adubação com esterco de poedeira pode favorecer o desenvolvimento do caule, sendo potencializada pela inoculação com *A. brasilense*.

Tabela 5. Diâmetro médio dos caules (mm) do tomateiro aos 81 dias após o transplante (DAT) considerando a interação entre os tipos de adubação e a ausência ou presença da inoculação com *Azospirillum brasilense*, sob um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC). Guanambi - BA, 2022.

Inoculante	Tipos de adubação			
	A0	A1	A2	A3
I0	11,44 ^{abB}	11,22 ^{abA}	13,66 ^{aA}	10,91 ^{bB}
I1	13,48 ^{aA}	9,41 ^{bA}	14,03 ^{aA}	13,39 ^{aA}

Fonte: Autores, (2022). A0 = Sem adubação; A1 = 20,2 t.ha⁻¹ de casca de mamona; A2 = 12 t.ha⁻¹ de esterco de poedeira; A3 = 10,1 t.ha⁻¹ casca de mamona + 6 t.ha⁻¹ de esterco de poedeira; I0 = sem inoculação; I1 = com inoculação. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem significativamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os tratamentos com 12 t.ha⁻¹ de esterco de poedeira (A2) e 20,2 t.ha⁻¹ de casca de mamona (A1) não apresentaram diferenças no diâmetro médio do caule entre a ausência (I0) e a presença (I1) da inoculação com *A. brasilense*.

Para os tratamentos sem adubação (A0) e com a combinação de 10,1 t.ha⁻¹ de casca de mamona + 6 t.ha⁻¹ de esterco de poedeira (A3), verificou-se diferença entre os tratamentos inoculados e não inoculados, ao nível de significância de 5%. Pelos resultados, pode-se inferir que a inoculação com *Azospirillum brasilense* favoreceu o crescimento do diâmetro do caule do tomateiro, uma vez que os tratamentos inoculados apresentaram médias superiores em comparação aos não inoculados, com exceção do tratamento A1.

Esses achados estão em consonância com os de Terry, Pino e Medina (2000), que relataram valores de diâmetro do caule de 13,3 mm aos 80 dias após a semeadura, quando utilizaram *A. brasilense* associado à aplicação de 30 kg N.ha⁻¹ na semeadura. Além disso, observaram um diâmetro de 13,1 mm ao combinarem 30 kg N.ha⁻¹ na semeadura com *A. brasilense* e uma aplicação adicional de 45 kg N.ha⁻¹ três dias após o plantio. No presente estudo, mesmo sem a utilização de fertilizantes minerais, foram obtidos valores de diâmetro do caule semelhantes, evidenciando o potencial da inoculação e das fontes orgânicas de adubação na promoção do crescimento do tomate.

Resultados semelhantes foram relatados por Lima (2018), que verificou um maior diâmetro de caule em mudas de tomateiro inoculadas em comparação às não inoculadas. Este aumento do diâmetro do caule pode estar associado à maior necessidade por translocação de água e nutrientes, resultante do aumento do volume radicular da planta.

Como a interação entre as fontes de adubação (A0, A1, A2 e A3) e a ausência (I0) ou presença (I1) da inoculação com *A. brasilense* não apresentou significância estatística (p-valor < 0,05) para as variáveis altura das plantas (AP), número de folhas (NF), pH dos frutos (pH) e peso médio dos frutos (PF), a análise foi direcionada para a avaliação dos efeitos principais de cada fator, adubação e inoculação.

A análise do fator inoculação com *A. brasilense* revelou que os tomateiros não inoculados (I0) apresentaram maior altura média (85,79 cm) em comparação aos que receberam a inoculação (I1), conforme demonstrado na Tabela 6. Segundo Laconski *et al.* (2022), essa ausência de resposta ao crescimento pode estar relacionada à baixa eficiência na colonização radicular pela bactéria, seja por uma colonização insuficiente ou limitada, o que restringe os efeitos benéficos sobre o desenvolvimento das plantas.

Tabela 6. Influência da Inoculação na altura média das plantas (cm) do tomateiro aos 81 dias após o transplante (DAT). Guanambi-BA, 2022.

Tratamentos	AP
I0	85,79 ^a
I1	77,92 ^b

Fonte: Autores, (2022).

I0 = Sem inoculação; I1 = Com inoculação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Dentre as fontes de adubação avaliadas, a combinação de esterco de poedeira e casca de mamona (A3) proporcionou a maior altura média das plantas (98,50 cm). Esse resultado pode estar relacionado à complementaridade nutricional desses fertilizantes, criando condições mais favoráveis ao crescimento vegetativo (Tabela 7). Diferentemente, Lima *et al.* (2011) observaram um efeito contrário no crescimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), onde a incorporação de casca de mamona moída ao solo resultou em menor desenvolvimento das plantas.

Tabela 7. Comparação de médias para as variáveis altura de planta, número de folhas e peso dos frutos do tomateiro aos 81 dias após o transplante (DAT), considerando as quatro fontes de variação. Guanambi-BA, 2022.

Tratamento	AP	NF	PF
A0	81,58 ^b	24,00 ^b	712,70 ^c
A1	76,58 ^b	24,00 ^b	777,43 ^{bc}
A2	70,75 ^b	26,33 ^{ab}	891,47 ^a
A3	98,50 ^a	28,00 ^a	874,36 ^{ab}

Fonte: Autores, (2022).

A0 - Sem adubação; A1 - 20,2 t.ha⁻¹ de casca de mamona; A2 - 12 t.ha⁻¹ de esterco de poedeira; A3 - 10,1 t.ha⁻¹ casca de mamona + 6 t.ha⁻¹ de esterco de poedeira. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Além disso, tanto o tratamento A3 quanto o tratamento com esterco de poedeira isolado (A2) apresentaram os maiores valores para número de folhas e peso dos frutos. Esse resultado pode estar

relacionado à liberação gradual de nutrientes essenciais, como nitrogênio e matéria orgânica, que favorecem o desenvolvimento anatômico, fisiológico e produtivo do tomateiro. De forma semelhante, Lima *et al.* (2011) observaram um efeito positivo no crescimento vegetativo de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) ao combinar torta de mamona com nutrientes provenientes de resíduos urbanos e lodo de esgoto incorporados ao substrato.

Alguns estudos já têm comprovado que os resíduos de aves têm um bom potencial fertilizante, pois é um material rico em macronutrientes (Carvalho *et al.*, 2011; Araújo *et al.*, 2017). Estes elementos essenciais são atuantes na estrutura celular, desenvolvimento radicular e movimento estomático, respectivamente; o que favorece a formação de novos tecidos, bem como a emissão de folhas.

Schalleberger *et al.* (2019), ao analisarem os efeitos da aplicação de cama de aviário em solos sob cultivo de tifton (*Cynodon spp.*), sucessão milho/aveia (*Zea mays* / *Avena sativa*), olerícolas e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e mata nativa como referência, observaram aumento na saturação por bases (V%) e nos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) e zinco (Zn) no solo, evidenciando o potencial desse resíduo orgânico na melhoria da fertilidade química do solo.

Além disso, verificaram uma redução nos teores de carbono orgânico e nitrogênio mineral total, evidenciando a influência desse fertilizante orgânico na dinâmica dos nutrientes do solo. Resultado semelhante foi encontrado por Roos *et al.* (2020), cujo estudo demonstrou haver resposta para as doses de esterco de frango, sendo a dose de 60 t ha⁻¹ a que proporcionou melhor produtividade e número de frutos de tomate por planta.

Com o início do processo de frutificação, observou-se a presença da podridão apical na parte distal do fruto. Este problema está relacionado com a baixa disponibilidade de cálcio (Ca) (Júnior, 2011). Segundo Vacheron *et al.* (2013), somente o uso de adubos orgânicos não é suficiente para suprir as necessidades da cultura, mas quando associado a adubação mineral é possível obter bons níveis de produtividade.

Neste estudo, a inoculação com *A. brasilense* não apresentou efeito significativo no crescimento e desenvolvimento do tomateiro, exceto para o diâmetro do caule. Esse resultado pode ser atribuído à elevada fertilidade do solo, rico em nutrientes e matéria orgânica (Tabela 1), o que possivelmente mascarou os benefícios da bactéria.

De maneira semelhante, Dartora *et al.* (2013) observaram que a inoculação de *A. brasilense* associada à adubação nitrogenada nem sempre resultou em melhorias expressivas no crescimento vegetal. Os autores destacam que, apesar do potencial

das bactérias diazotróficas em estimular o desenvolvimento das plantas, sua eficácia pode ser limitada devido ao fato de estarem livres na rizosfera ou dentro dos tecidos vegetais, tornando-se suscetíveis a fatores ambientais e edáficos.

Esses resultados contrastam com os encontrados por Lima (2018), que observou uma resposta positiva do tomateiro à inoculação com *A. brasilense*. Em seu estudo, conduzido com as variedades Gaúcho Melhorado e San Marzano, o autor avaliou a interação do *Azospirillum* sp. e seus efeitos no desenvolvimento morfológico e produtivo da cultura. Os resultados indicaram um maior crescimento das plantas inoculadas em comparação às não inoculadas, sugerindo que a utilização da bactéria pode contribuir para a redução dos custos com adubação nitrogenada nessas variedades.

Como o solo utilizado não foi autoclavado, a presença de uma microbiota natural pode ter influenciado a disponibilidade de nutrientes e a interação entre microrganismos, contribuindo para a nutrição das plantas de tomate. Dessa forma, a biodiversidade microbiana presente nos tratamentos sem inoculação pode ter favorecido o crescimento vegetal de maneira semelhante aos tratamentos inoculados com *A. brasilense*. Esse efeito pode estar relacionado à presença de bactérias e fungos benéficos no solo, que auxiliam na fixação biológica de nitrogênio, na solubilização de nutrientes e na promoção do desenvolvimento radicular, fatores que impactam diretamente o crescimento da parte aérea e a produtividade das plantas.

A literatura destaca a influência da microbiota natural do solo na interação entre microrganismos e na disponibilidade de nutrientes para as plantas. Brandão (1992) enfatiza que a sobrevivência e atividade de microrganismos inoculados no solo podem ser afetadas por fatores ambientais como temperatura, umidade, pH e, principalmente, pela competição com outros microrganismos já presentes no perfil edáfico. Esse argumento reforça a ideia de que a biodiversidade microbiana presente no solo não autoclavado pode ter contribuído para a nutrição das plantas de tomate nos tratamentos sem inoculação, promovendo um crescimento semelhante ao das plantas inoculadas com *A. Brasilense*.

Além disso, Moreira et al. (2010) destacam que as propriedades físico-químicas do solo, juntamente com fatores como vegetação e condições climáticas, influenciam significativamente a composição da microbiota edáfica. Isso sugere que o ambiente natural do solo pode favorecer a presença de microrganismos benéficos, que auxiliam na solubilização de nutrientes e no desenvolvimento radicular, impactando positivamente o crescimento vegetal.

Por fim, Baldani *et al.* (1986) reforçam que, em solos com alta biodiversidade microbiana, a inoculação com *A. brasilense* pode não resultar em benefícios expressivos para as plantas devido à competição com outros microrganismos que já colonizam o sistema radicular. Isso corrobora a hipótese de que a microbiota nativa do solo pode ter desempenhado um papel significativo no fornecimento de nutrientes, reduzindo a necessidade da interação com a bactéria inoculada para promover o crescimento do tomateiro.

Vale salientar que a adubação com casca de mamona por si só não apresentou bons resultados provavelmente em função da sua lenta decomposição, de forma que sua contribuição como material fornecedor de nutrientes foi pouco significativa. Entretanto, em conjunto com esterco de poedeira obteve-se bom resultado, visto que um material com relação C/N mais baixa, como o esterco de poedeira, contribui com o fornecimento de nutrientes no início e a casca de mamona com relação C/N mais alta contribui com fornecimento de nutriente mais por final do ciclo da cultura.

CONCLUSÕES

A inoculação com *Azospirillum brasilense* não foi eficiente para promover incrementos significativos no crescimento e na produção do tomateiro, exceto para a variável diâmetro do caule em tratamentos específicos.

O esterco de poedeira, isoladamente ou em combinação com a casca de mamona, favoreceu o desempenho agrônômico do tomateiro, promovendo maior crescimento vegetativo e maior peso dos frutos.

A combinação entre esterco de poedeira e casca de mamona proporcionou maior altura das plantas, evidenciando potencial como alternativa de adubação orgânica para a cultura.

Em condições de elevada fertilidade do solo, a resposta à inoculação com *A. brasilense* pode ser limitada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (PROPES) do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano) pelo apoio financeiro para execução do Projeto de Iniciação Científica através do Edital Interno nº 53 de 07.04.2020 CHAMADA INTERNA PROPES No 01/2020 Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica FAPESB/IF BAIANO.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, V. F.; SILVA, É. S. B.; MORESCO, C.; ULBINSKI, A. F. Utilização do resíduo de cama de frango em diferentes dosagens na produção de cebolinha. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 36-44, 8 ago. 2017

- AZEVEDO, Geovane Teixeira. **Avaliações fisiológicas de híbrido de maracujazeiro amarelo enxertado em maracujazeiro silvestre submetido ao déficit hídrico**. 2017. 56f. Dissertação (Mestrado Profissional de Produção Vegetal do Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi.
- BALDANI, V. L. D.; ALVAREZ, B.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. Establishment of inoculated *Azospirillum* spp. in the rhizosphere and in roots of field grown wheat and sorghum. **Plant and Soil**, Rio de Janeiro, v. 90, p. 35-46, 1986.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Estatística experimental**. 2013. 237p. ISBN: 85-87632-71-X. Editora: Funep.
- BARTLETT, M. S. (1937). Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Statistical Society**, Series A 160, 268–282 JSTOR 96803.
- CARVALHO, E. R. *et al.* Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p.930-939, 2011. DOI: 10.1590/ S1806-66902011000400015.
- COHEN, A. C.; BOTTINI, R.; PONTIN, M.; BERLI, F. J.; MORENO, D.; BOCCANLANDRO, H.; TRAVAGLIA, C. N.; PICCOLI, P.N. *Azospirillum* brasilense melhora a resposta de *Arabidopsis thaliana* à seca, principalmente via aumento dos níveis de ABA. **Planta Fisiol**, v. 153, p. 79-90, 2015. DOI: 10.1111/ppl.12221. PMID: 24796562.
- DUARTE, J. B. **Princípios sobre delineamentos em experimentação agrícola**. 1996.
- FRERY, A. C.; CRIBARI-NETO, F. **Elementos de Estatística Computacional Usando Plataformas de Software Livre/Gratuito**. Impa, 2011.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum* brasilense and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, n. 1-2, p.413-425, 2010.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em 12 de junho de 2023.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agropecuária: tomate**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>. Acesso em: 10 jan. 2026.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal – PAM 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.
- JUNIOR, S. J. A.; NETO, E. B.; BARRETO, L. P.; RESENDE, L. V. Podridão apical e produtividade do tomateiro em função dos teores de cálcio e amônio. **Revista Caatinga**. Recife, v. 24, n. 4, p. 20-26. 2011.
- LEITE, R. D. C.; SANTOS, J. G.; SILVA, E. L.; ALVES, C. R.; HUNGRIA, M.; LEITE, R. D. C.; SANTOS, A. C. Productivity increase, reduction of nitrogen fertiliser use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with *Azospirillum brasilense*. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 1, p. 61-67, 2018.
- LIMA, N. de S. A. de. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do tomateiro**. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Fronteira Sul, curso de Agronomia com ênfase em Agroecologia, Laranjeiras do Sul, 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2916/1/LIMA.pdf>. Acesso em 03 ago. 2022.
- LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M.Z.; MEDEIROS, J.F.; BATISTA, T. M. V; BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R. Acúmulo de massa seca e nutrientes pelo tomateiro ‘SM-16’ cultivado em solo com diferentes coberturas. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 401-409, 2013.
- MELO, P. C. T. **Desenvolvimento tecnológico no cultivo do tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais**. 217. Texto sistematizado apresentado como parte dos requisitos para o Concurso de Professor Livre-Docente junto ao departamento de Produção de Vegetal (Professor Livre-Docente/Produção de Vegetal) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2017.
- PARAÍBA BUSINESS. **Ceará ultrapassa a Bahia e se destaca como um dos maiores produtores de tomate do Brasil**. Disponível em: <https://paraibabusiness.com.br/ceara-ultrapassa-a-bahia-e-se-destaca-como/>. Acesso em: 10 jan. 2026.
- PEREIRA, G. T. **Estatística Experimental - Medicina Veterinária**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Campus de Jaboticabal-SP. Material didático, 2015. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/benitoag/apostilaestatexper.pdf>.
- PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O.; GARRIDO, M. S.; CABRAL, P. K. T. Contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade de milho no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p.81-88, 2012.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, R. A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <http://www.R-project.org>.
- REIS, Giliarde Alves dos. **Rendimento e taxa de sobrevivência da palma forrageira gigante, cultivada com aplicação de água residuária**. 2018. 43f. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal do

Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus Guanambi*.

ROOS, E.; SOARES, A.; MOREIRA, A.; SANTOS, E.; FONSECA, P.; SILVA, W. Influência do esterco de aves na produção orgânica de tomate tipo cereja. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, São Cristóvão, Sergipe, v. 15, n. 2, 2020.

SCHALLEMBERGER, J. B.; MATSUOKA, M.; PAVEGLIO, S.S.; LAZZARETTI, G.; BETTIO, I.; DA ROS, C. O. Efeito da utilização de cama de aviário como adubo orgânico na qualidade química e microbiológica do solo. **Anu. Inst. Geoc.**, v.42, n.1, p.580-592, 2019. DOI: https://doi.org/10.11137/2019_1_580_592

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. (1965a). **Testing the normality of several samples**. (Unpublished manuscript).

SOARES, T. B. et al. EFEITO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum* brasilense ASSOCIADA A ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO TOMATEIRO. **Cadernos Macambira**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 33–34, 2023. DOI: 10.59033/cm.v8i4.1074. Disponível em: <https://revista.lapprudes.net/index.php/CM/article/view/1074>. Acesso em: 14 jun. 2024.

TERRY, E.; PINO, M.; MEDINA, N. Application times of an *Azospirillum* bioproduct in tomato growth, development and yield. **Cultivos Tropicales**, v. 21, n. 4, 2000.

VACHERON, J.; DESBROSSES, G.; BOUFFAUD, M.; TOURAINE, B.; MOËNNE-LOCCOZ, Y.; MULLER, D.; LEGENDRE, L.; WISNIEWSKI-DYÉ, F.; PRIGENT-COMBARET, C. Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 356, 2013.

VENABLES, W. N.; SMITH, D. M. **An Introduction to R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics**. Notes on R: Version 2.9.0, 2009.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. nº 1 ed. Brasília: Embrapa meio ambiente, p. 163, 2017.

VITTIA. **O tomate na agricultura brasileira: desafios e oportunidades**. Disponível em: <https://vittia.com.br/o-tomate-na-agricultura-brasileira-desafios-e-oportunidades/>. Acesso em: 10 jan. 2026.