



RESPOSTA DE ALFACE AMERICANA A DOSES DA BACTÉRIA *Bacillus subtilis*

Alyson Pablo Pereira Cotrim¹, Bruno Ignácio Tadioto¹, Guilherme Bonifácio dos Santos¹, Gustavo Luiz Missio Daltoé¹, Maria Fernanda Lira Kondrat¹, Gabriela Ellen Citron Di Prieto Faria¹, Vitor Artur Bueno dos Santos¹, Karina Sanderson Adame¹

RESUMO

A alface americana (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica e alimentar no Brasil. A utilização de bioinoculantes, como *Bacillus subtilis*, tem se mostrado uma alternativa promissora para a promoção do crescimento vegetal e redução do uso de insumos químicos. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento inicial da alface americana submetida a diferentes doses da bactéria *Bacillus subtilis*. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos (0, 200, 400, 600 e 800 mL ha⁻¹) e quatro repetições. Aos 20 dias após o transplante das mudas, foram avaliados o comprimento de raiz (cm), número de folhas e massa fresca (g). Os dados com a suposição de normalidade aceita foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de significância e os com a suposição de normalidade rejeitada utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Conclui-se que, sob as condições avaliadas, a inoculação com *Bacillus subtilis* não promoveu aumentos significativos no crescimento inicial da cultura. Porém, a dose de 800 mL ha⁻¹ da bactéria *Bacillus subtilis* foi a que apresentou as melhores médias de comprimento de raiz (6,72 cm), número de folhas (5,19 unidades) e massa fresca (0,98 g).

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa*, bioinoculante, desenvolvimento inicial.

1. INTRODUÇÃO

As hortaliças ocupam um papel fundamental na nossa alimentação, já que são fontes valiosas de micronutrientes, fibras e outros compostos que trazem benefícios para a saúde. Além disso, elas têm baixa densidade energética, oferecem poucas calorias em comparação ao volume ingerido, o que ajuda a manter o metabolismo equilibrado e contribui para o bem-estar geral (Jaime, 2009).

Entre essas hortaliças, a alface (*Lactuca sativa* L.) se destaca não apenas pela importância econômica, mas também pelo papel essencial na dieta dos brasileiros. Nos últimos anos, o consumo dessa verdura tem crescido bastante, impulsionado pelas mudanças nos hábitos alimentares e pelo aumento da preocupação das pessoas com a saúde. Para atender a essa demanda constante, é preciso garantir uma produção diária ao longo de todo o ano, oferecendo produtos frescos e de qualidade (Gualberto, 2018; Ruiz, 2019).

Pesquisas mostram que a aplicação da bactéria *Bacillus subtilis* em soluções nutritivas traz benefícios importantes para o cultivo da alface americana. Essa bactéria ajuda a planta a absorver melhor nutrientes essenciais, como fósforo, ferro e potássio, tanto nas raízes quanto nas folhas. Com isso, há um aumento expressivo no tamanho, volume e massa seca das raízes, além de melhorias na parte aérea e no peso total da planta (Silva, 2024).

Os benefícios estão ligados à capacidade do *Bacillus subtilis* de estimular o crescimento das plantas por meio de processos como a fixação biológica de nitrogênio, a solubilização de fosfatos e a produção de fitormônios (Cruz, 2018). Outro ponto relevante é que o uso dessa bactéria pode diminuir a necessidade de fertilizantes químicos, contribuindo para uma agricultura mais sustentável e ecológica. Além disso, sua eficácia já foi comprovada em diferentes tipos de cultivo, incluindo sistemas hidropônicos e cultivo em solo, ampliando ainda mais suas possibilidades de uso (Cruz, 2018; Silva, 2024).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial da alface americana submetida a diferentes doses da bactéria *Bacillus subtilis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Escola do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, Cascavel - PR, nos meses de março a maio de 2025. O clima é do tipo subtropical mesotérmico super úmido, apresentando temperatura média anual de 19° C, precipitação anual média de 2000 mm. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, o qual caracteriza o solo da região (EMBRAPA, 2009).

¹Instituição: Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz E-mail: gbdsantos@minha.fag.edu.br



O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro blocos, os tratamentos foram compostos com doses distintas da bactéria *Bacillus subtilis*, sendo eles: T1: testemunha (sem aplicação); T2: 200 mL ha⁻¹; T3: 400 mL ha⁻¹; T4: 600 mL ha⁻¹ e T5: 800 mL ha⁻¹.

Para a produção das mudas de alface, semeou-se as sementes em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, utilizando substrato comercial Plantmax®. Foram semeadas 360 mudas de alface, as quais foram mantidas em ambiente protegido, com irrigação programada e condições adequadas de temperatura e umidade. O experimento foi conduzido com a alface americana (*Lactuca sativa* var.), marca Sakata, plantas grandes e vigorosas, alta formação de saia e boa formação de cabeça grandes e volumosas de moderada compacidade.

Após 30 dias da semeadura, transplantou 9 mudas por tratamento. As mudas foram transplantadas para a área experimental, quando apresentaram, em média, quatro a cinco folhas definitivas, em delineamento em blocos casualizados.

Os tratamentos foram preparados com água e com as doses de *Bacillus subtilis* e aplicados nas mudas já transplantadas, utilizando-se um pulverizador costal. O *Bacillus* utilizado foi o *Bacillus subtilis*, marca Hubio Biopar é um agente microbiológico com propriedades fungicidas e bactericidas, atuando de forma multifatorial. Essa bactéria age por competição por espaço e nutrientes tanto na superfície vegetal quanto no solo, favorecendo a saúde do sistema radicular da planta.

A irrigação foi conduzida por aspersores, com aplicações duas vezes ao dia, garantindo um suprimento hídrico adequado para o desenvolvimento das plantas. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente ao longo do experimento. Não houve necessidade de um controle de pragas, uma vez que não impactaram significativamente o desenvolvimento da cultura.

A colheita foi realizada 20 dias após o transplante das mudas e avaliou-se 4 plantas por tratamentos foram efetuadas as seguintes avaliações: comprimento de raiz (cm), número de folhas (unidades) e massa fresca (g).

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas de acordo com o modelo matemático apropriado para o delineamento adotado. Para avaliar a normalidade utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Os dados com a suposição de normalidade aceita foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de significância e os com a suposição de normalidade rejeitada utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa computacional ActionStat®, versão 2.4 maio/2012.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk a 5%, não apresentou normalidade para o comprimento de raiz ($p=0,0124$) e número de folhas ($p=0,0040$). Para a massa fresca os dados seguem uma distribuição normal ($p=0,0601$). Os p-valores a 5% de significância, em relação análise de variância dos dados por meio do teste F, para os parâmetros avaliados, não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) para as diferentes doses da bactéria *Bacillus subtilis* e a média geral foi de 6,09 cm, 5,06 unidades e 0,95 g, respectivamente, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Média do comprimento de raiz (cm), número de folhas (unidades) e massa fresca (g).

Doses <i>Bacillus subtilis</i> (mL ha ⁻¹)	C.R (cm)	N.F (unidades)	M.F (g)
0	5,83 a	5,00 a	0,92 a
200	6,25 a	5,06 a	0,96 a
400	5,27 a	5,00 a	0,93 a
600	6,39 a	5,07 a	0,96 a
800	6,72 a	5,19 a	0,98 a
Média	6,09	5,06	0,95
C.V. (%)	18,58	8,85	38,64
Shapiro Wilk	0,0124	0,0040	0,0601
p-valor ANOVA	-	-	0,9981 ^{ns}
p-valor Kruskal-Wallis	0,4522 ^{ns}	0,9740 ^{ns}	-

CV%: Coeficiente de variação; C.R.: comprimento de raiz; N.F.: número de folhas; M.F.: massa fresca ns.: não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si.



Embora os testes de comparações de médias, mostrando que não houve diferença significativa, pode-se observar que as melhores médias de comprimento de raiz (6,72 cm), número de folhas (5,19 unidades) e massa fresca (0,98 g) foram na dose de 800 mL ha⁻¹ da bactéria *Bacillus subtilis*.

Em seu estudo, Silva (2024) verificou incrementos significativos na biomassa aérea e radicular de alface americana cultivada em sistema hidropônico com inoculação de *Bacillus subtilis*. Diferenças observadas entre os estudos podem ser atribuídas a fatores como o sistema de cultivo utilizado (solo vs. hidroponia), condições edafoclimáticas e formulação comercial do inoculante.

De acordo com Cruz. (2018), a atuação de *Bacillus subtilis* como promotor de crescimento vegetal depende de fatores como dose, época de aplicação, forma de inoculação e microbiota nativa do solo, os quais podem ter influenciado os resultados encontrados. A ausência de efeitos significativos em nosso estudo pode estar associada à competição entre os microrganismos inoculados e os já presentes no solo, hipótese também discutida por Ferreira *et al.* (2021).

O comportamento variável na resposta das plantas a inoculantes biológicos foi igualmente relatado por Marques. (2022), que apontam a influência das condições ambientais e do estágio fenológico das plantas na eficácia desses produtos. Embora sem diferenças estatísticas, a menor variabilidade observada nos tratamentos com doses superiores de *B. subtilis* sugere possível uniformidade no desenvolvimento, o que pode ser agronomicamente relevante, conforme salientado por Ribeiro. (2020).

O coeficiente de variação para o comprimento de raiz (18,58%) foi médio, para o número de folhas (8,85%)

foi baixo e para a massa fresca (38,64%) foi muito alto. Essa classificação segue a proposta por Pimentel-Gomes (1985), na qual o coeficiente de variação é considerado baixo quando inferior a 10%; médio, entre 10 e 20%; alto, quando entre 20 e 30%; e muito alto, quando superior a 30%.

O coeficiente de variação observado para a massa fresca indicou alta variabilidade entre as repetições. Situação semelhante foi relatada por Gomes e Garcia (2017), destacando que experimentos conduzidos em campo aberto estão mais sujeitos a fatores não controlados, como microvariações no solo e disponibilidade hídrica. Diante disso, recomenda-se a repetição do experimento em diferentes épocas do ano, com aumento no número de repetições e inclusão de análises microbiológicas do solo, conforme sugerido por Oliveira. (2019), a fim de monitorar a persistência e colonização de *Bacillus subtilis* e elucidar melhor a interação entre planta e microrganismo em condições reais de campo.

4. CONCLUSÃO

Os resultados indicam que, sob as condições avaliadas, a inoculação com *Bacillus subtilis* não promoveu aumentos estatisticamente significativos no crescimento inicial da cultura. Porém, a dose de 800 mL ha⁻¹ da bactéria *Bacillus subtilis* foi a que apresentou as melhores médias de comprimento de raiz (6,72 cm), número de folhas (5,19 unidades) e massa fresca (0,98 g).

6. REFERÊNCIAS

CRUZ, B. J. E.; PARIS, C.; POLYCARPO, G. V.; COSTA, L.; LIMA, M. H. S.; FELICIANI, M. B.; PIVARO, R. S.; FERRARI, S. Cultivo de alface americana com doses de *Bacillus subtilis* em Dracena - SP. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGRÁRIA, 2., 2018. **Anais [...]**.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de Classificação do Solo**. Brasília, EMBRAPA produção de informações, 2009.

FERREIRA, M. L. Performance de bioinoculantes na produção de hortaliças sob diferentes condições de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 156-162, 2021.



GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2017.

GUALBERTO, R.; ALCALDE, G. L. L.; SILVA, C. L. Desempenho de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia a partir de mudas produzidas em floating e espuma fenólica. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 14, n.1, Jan-Mar., p.147-152, 2018.

JAIME, P. C.; FIGUEIREDO, I. C. R.; MOURA, E. C.; MALTA, D. C. **Fatores associados ao consumo de frutas e hortaliças no Brasil**, 2006. Rev Saúde Pública; 43(Supl 2):57-64, 2009.

MARQUES, T. R. Efeito de *Bacillus subtilis* em mudas de alface cultivadas em substrato orgânico. **Revista de Agricultura Orgânica**, v. 20, n. 1, p. 45-53, 2022.

OLIVEIRA, R. A. Persistência e colonização de rizobactérias em solo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, e0180106, 2019.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 467p., 1985.

RIBEIRO, L. F. Uniformidade e qualidade de mudas de alface sob diferentes doses de microrganismos promotores de crescimento. **Ciência Rural**, v. 50, n. 4, e20190674, 2020.

RUIZ, A. S.; SOUZA, S. V.; SABBAG, O. J. Sustentabilidade em cultivos tradicional e hidropônico de alface. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR), v. 12, n. 3, p. 815-835, 2019.

SILVA, N. M. L. da. **Nutrição e produção de alface americana hidropônica inoculada com *Bacillus subtilis***. 2024. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Graduação em Engenharia Agrônoma. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 43, 2024.