

DESEMPENHO DE ALFACE CRESPA SOB INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

Patrick Zanette Schmitt*, Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho**, Leila Alves Netto***, Leandro Friedrich****, Graciela Maiara Dalastra*****, Juliana Cristina Kreutz*****

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: patrickzs2013@hotmail.com.

** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

*** Professora mestre em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: leilaalvesnetto@gmail.com.

**** Mestre em engenharia de energia na agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: leandroprof10@gmail.com.

***** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

***** Mestre em química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: juli_cristinakreutz@hotmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 27 fev. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

A alface se destaca entre as culturas mais produzidas e consumidas do Brasil, sendo muito importante buscar sempre por tecnologias que proporcionem incrementos na produção e qualidade do produto. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do uso de *Azospirillum brasilense* como promotor de crescimento em plantas de alface. O experimento foi conduzido a campo, em uma área situada no distrito de Aurora do Iguazu, município de São Miguel do Iguazu, estado do Paraná. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizados (DIC), com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando em 24 unidades experimentais (UEs), onde os tratamentos consistiram em (T1) testemunha (sem aplicação), (T2) 0,01 ml/planta (50% da dose), (T3) 0,02 ml/planta (100% da dose) e (T4) 0,04 ml/planta (200% da dose). O inoculante utilizado foi o AZOTROP, um inoculante líquido composto de uma cultura pura de bactérias *Azospirillum brasilense*, promotoras de crescimento de plantas, com estirpes AbV5 e AbV6; densidade de 1,00g/cm³, e concentração de 2x10¹¹ UFC/L, aplicado no sulco antes do plantio. As plantas foram conduzidas até 30 dias após plantio, avaliando os parâmetros de desenvolvimento da planta, como comprimento radicular e altura de parte aérea; número de folhas; massa verde de raiz e parte aérea. Os resultados foram submetidos a análise de variância e posteriormente ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* promoveu efeitos positivos significativos em relação a testemunha, somente no parâmetro de massa verde de parte aérea, com a dose 0,02 ml/planta resultando em maior peso de massa verde.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*; promotor de crescimento; produção; inoculação; sustentabilidade agrícola.

ABSTRACT

Lettuce stands out among the most produced and consumed crops in Brazil, and it is very important to always look for technologies that provide increases in production and product quality. The objective of the present work was to evaluate the effects of using *Azospirillum brasilense* as a growth promoter in lettuce plants. The experiment was conducted in the field, in an area located in the district of Aurora do Iguazu, municipality of São Miguel do Iguazu, state of Paraná. The experimental design was completely randomized (DIC), with treatments and 6 replications, totaling 24 experimental units (UEs), where the treatments consisted of (T1) control (without application), (T2) 0.01 ml/plant (50% of the dose), (T3) 0.02 ml/plant (100% of the dose) and (T4) 0.04 ml/plant (200% of the dose). The inoculant used was AZOTROP, a liquid inoculant composed of a pure culture of *Azospirillum brasilense* bacteria, which promote plant growth, with strains AbV5 and AbV6; density of 1.00 g/cm³; and concentration of 2x10¹¹ UFC/L, applied in the furrow before planting. The plants were trained

up to 30 days after planting, evaluating plant development parameters, such as root length and shoot height; number of leaves; green mass of roots and shoots. The results were subjected to analysis of variance and subsequently to the Tukey test at 5% probability. The inoculation of the bacterium *Azospirillum brasilense* promoted significant positive effects in relation to the control, only in the parameter of green mass of shoots, with the dose 0.02 ml/plant resulting in greater green mass weight.

Keywords: *Lactuca sativa*; growth promoter; production; inoculation; agricultural sustainability.

Copyright © 2024, Patrick Zanette Schmitt; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Leila Alves Netto; Leandro Friedrich; Graciela Maiara Dalastra; Juliana Cristina Kreutz. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: SCHMITT, Patrick Zanette; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; NETTO, Leila Alves; FRIEDRICH, Leandro; DALASTRA, Graciela Maiara; KREUTZ, Juliana Cristina. Desempenho de alface crespa sob inoculação com *azospirillum brasilense*. **Iguazu Science**, São Miguel do Iguacu, v. 2, n. 3, p. 19-23, maio 2024.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de hortaliças é muito diversificada e segmentada, onde dezenas de olerícolas são consumidas e comercializadas em todas as regiões do País. A geração de grandes números de empregos é uma consequência da grande necessidade de mão de obra em diversas etapas de produção de hortaliças. Com produção durante o ano todo em diferentes regiões, essa cadeia produtiva se torna muito dinâmica, com muitos desafios, contando com diferentes níveis de tecnologia, disponibilidade financeira e produtividade (NASCIMENTO, 2023).

Sendo uma das hortaliças mais produzidas e consumidas no Brasil e no mundo, a alface (*Lactuca sativa* L.) se trata de uma planta anual, pertencente à família das Asteraceae, com origem em climas temperados. O ciclo cultural pode ser acelerado em decorrência de temperaturas elevadas, resultando em redução de tamanho devido pendoamento mais precoce (HENZ; SUINAGA, 2009). As variadas cultivares de alface se desenvolvem de melhor forma quando submetidas a climas mais amenos, principalmente no período vegetativo.

O grupo de alface crespa, é mais importante dentro da economia brasileira, sendo inseridas dentro de sistemas de produção convencional, produção orgânica, hidropônico, campo aberto e cultivo protegido, na maioria das vezes produzidas em regiões próximas aos grandes centros urbanos (FILGUEIRA, 2013). Atualmente a sociedade vem demandando por produtos de qualidade, reduzindo o uso de produtos químicos no sistema produtivo.

Fonte principal de renda de subsistência na agricultura familiar, a produção de hortaliças é a responsável pelo abastecimento dos centros urbanos com estes produtos. O uso de uma tecnologia barata, que não altere o produto final e que não gere impacto ambiental é uma alternativa muito importante para esse ramo. A fixação biológica de nitrogênio juntamente com a utilização de fungos micorrízicos arbusculares é uma técnica de manejo muito utilizada na produção de hortaliças. Porém é necessário realizar

pesquisas para melhorar e qualificar o uso desta técnica em demais tipos de produção agrícola (SOUZA et al., 2014).

Alguns microrganismos possuem a capacidade de auxiliar a planta na captura de nitrogênio e ainda, estimular a produção de hormônios vegetais promotores de crescimento e desenvolvimento vegetativo, por meio do aumento proporcional das superfícies radiculares e pelos absorventes, proporcionando maior absorção de água e nutrientes, beneficiando as plantas com maior qualidade e produtividade final (SILVA; GOUVEIA, 2022).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são as mais encontradas em inoculantes disponíveis para uso na agricultura no Brasil, e os mecanismos de promoção de crescimento variam de acordo com a associação que exerce com as diferentes espécies vegetais. Dentre os mecanismos, podem consistir em fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fosfato, produção de hormônios vegetais e entre outros (BASÁ; BASHAN, 2010).

Segundo Hungria (2011), existe a fragilidade do mercado brasileiro de fertilizantes, com grande dependência de importações, com cerca de 73% do nitrogênio oriundo de outros países. Por consequência, o uso de microrganismos promotores de crescimento em plantas, responsáveis por aumentar a eficiência no aproveitamento de fertilizantes, além da fixação biológica de N, representam uma estratégia economicamente viável e sustentável, visto que reduz impactos ambientais causados pelo uso excessivo de fertilizantes nitrogenados.

Utilizando como base os mecanismos e efeitos citados por estudos de Kirmse (2022) e Nascimento (2022), sobre o que o *Azospirillum brasiliense* proporciona as plantas, no cultivo de hortaliças se expressa como uma alternativa excelente para obtenção de plantas e melhora na produção. Todavia, os efeitos proporcionados as culturas, prendem-se as avaliações como dosagem do inóculo, época e número de inoculações. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense* no

crescimento e desenvolvimento de plantas de alface crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*).

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no período de setembro a outubro de 2023, em uma área situada no distrito de Aurora do Iguazu, município de São Miguel do Iguazu, estado do Paraná, com 323 metros de altitude, com as coordenadas geográficas, latitude 25° 20' 50" S, longitude 54° 14' 6" O, com área de aproximadamente 849 km² que exercem agricultura e pecuária, com clima subtropical úmido, apresentando verões quentes com poucas geadas no inverno, e grandes pluviosidades no verão. A temperatura média anual é de 22,14 °C e pluviosidade com média de 2052 mm (ALVARES et al., 2013).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizados (DIC), com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando 24 unidades experimentais (UEs), sendo cada vaso uma unidade experimental (Figura 1). Os tratamentos foram (T1) testemunha (sem aplicação de inoculante); (T2) aplicação de 50% da dose de inoculante; (T3) aplicação de 100% da dose de inoculante; (T4) aplicação de 200% da dose de inoculante.

O produto utilizado foi o AZOTROP, um inoculante líquido composto de uma cultura pura de bactérias *Azospirillum brasilense*, promotoras de crescimento de plantas, com estirpes AbV5 e AbV6; densidade de 1,00g/cm³; e concentração de 2x10¹¹ UFC/L.

As concentrações do produto para a inoculação das mudas de alface foram calculadas baseadas na recomendação para milho, sendo 0,200 litros de produto por hectare, resultando em 0,02 ml para cada planta, equivalentes a cada unidade experimental. Diante da recomendação, as doses foram definidas como (T1) 0 ml/planta; (T2) 0,01 ml/planta; (T3) 0,02 ml/planta e (T4) 0,04 ml/planta.

Os vasos 5 L utilizados no estudo foram preenchidos com solo, sendo realizado coleta de solo dos vasos para a realização de uma análise químicas, os dados, onde o pH (CaCl₂) foi de 6,38; P 67mg dm⁻³; Al³⁺ 0cmol^c dm³; H⁺+Al³⁺ 3,18cmol^c dm³; Ca²⁺ 7,53cmol^c dm³; Mg²⁺ 2,88cmol^c dm³; k⁺ 0,76cmol^c dm³; SB11,17 cmol^c dm³; CTC14,35 cmol^c dm³; V 77,84%; areia 12g kg⁻¹; silte 18,65g kg⁻¹ e argila 69,25g kg⁻¹.

Após preenchimento dos vasos com o solo coletado, foi incorporado o fertilizante mineral misto formulado 14-18-18, nas concentrações de: 14% de N; 18 % de P₂O₅ e 18% de K₂O. A quantidade de fertilizante foi calculada de acordo com a recomendação da cultura (FILGUEIRA, 2013).

Os vasos dos tratamentos inoculados receberam a aplicação do produto diretamente na cova preparada para o plantio das mudas, de forma manual, na qual foi utilizado uma seringa como dosador. O produto

aplicado foi pré diluído em água, utilizando a dose para 10 plantas, em cada tratamento e diluído em 50 ml de água, posteriormente divididos igualmente entre cada planta do tratamento.

As mudas de alface crespa utilizadas no plantio foram adquiridas em uma revenda agropecuária do Município de São Miguel do Iguazu. A cultivar utilizada foi a alface Vera, desenvolvida no Brasil pela empresa Sakata. É uma variedade crespa, com plantas grandes, de coloração verde brilhante. É adaptada ao cultivo de inverno e como possui ciclo rápido e resistência à queima de bordos, está também adaptada as condições de clima tropical. As mudas de alface foram transplantadas quando atingiram 35 dias após a sementeira.

A adubação foi feita manualmente e diretamente incorporada no solo de cada vaso, na concentração indicada, utilizando uma balança precisa para pesagem e dosagem do fertilizante. Foi realizado a irrigação das mudas diariamente, de forma manual, utilizando um regador.

O experimento se estendeu pelo período de 30 dias, desde o plantio das mudas até a colheita e avaliação. Para realização das análises e avaliações, foram retiradas as plantas inteiras de cada unidade experimental, sendo feito através do corte lateral dos vasos, e auxílio de água corrente, para preservar todo o sistema radicular, além de facilitar a separação.

Após a retirada total das plantas, as mesmas foram colocadas sobre uma bancada e foram submetidas as avaliações de comprimento radicular e altura de parte aérea; número de folhas; e posteriormente foram separadas as raízes e a parte aérea e feito a pesagem de ambas separadamente para obter dados de massa verde.

Os dados de comprimento de raiz e parte aérea foram obtidos com auxílio de uma trena de medição, a massa verde foram obtidos com auxílio de uma balança digital.

Após a obtenção dos dados, foram submetidos a Análise de variância (ANOVA) e os parâmetros comparados pelo teste de Tukey (P<0,05), com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância, constatou-se que a aplicação de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* não apresentou diferença estatística para as variáveis comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), número de folhas (NF) e matéria verde de raiz (MVR). No entanto, para a variável massa verde de parte aérea (MVPA), apresentou diferença significativa (Tabela 2).

O comprimento de raiz não apresentou diferença significativa para as diferentes doses de inoculante, com uma média entre 26,33 e 30,50 cm. Nos estudos

de Nascimento (2022), avaliou-se as características agronômicas em plantas de alface em ambiente controlado, sob aplicação de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* e *Trichoderma harzianum* na semeadura, onde se obteve resultados significativos em todas as variáveis analisadas, quando aplicado o *Azospirillum* de forma individual.

Tabela 1. Médias de comprimento de raiz (CR),

Doses de <i>Azospirillum</i> (ml/planta)	CR (cm)	CPA (cm)	NF	MVR (g)	MVPA (g)
0	24,00a	18,00a	11,33a	17,00a	63,83b
0,01	26,33a	16,58a	12,00a	14,16a	63,00b
0,02	30,50a	17,91a	12,33a	15,66a	92,50a
0,04	28,33a	16,91a	12,00a	14,33a	78,50ab
CV%	17,37	9,26	10,39	25,73	14,51
DMS	7,66	2,59	2,00	6,35	17,46

comprimento de parte aérea (CPA), número de folhas (NF), matéria verde de raiz (MVR) e matéria verde de parte aérea (MVPA), sob influência de diferentes doses de *Azospirillum brasilense*.

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autor, 2023.

No presente trabalho, a falta de estrutura protegida e as variações bruscas de temperatura ocorridas durante o cultivo do estudo, podem ter afetado o desenvolvimento das plantas e a viabilidade das bactérias aplicadas no solo. As temperaturas atingidas variaram entre 20 °C a 38 °C, no decorrer do experimento (ACCUWEATHER, 2023). Em novas avaliações submetidas a melhores condições de proteção de ambiente, como o cultivo protegido em viveiros, provavelmente os resultados seriam mais significativos.

No presente trabalho a aplicação do inoculante foi realizada via sulco de plantio, para o comprimento de parte aérea, não se obteve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto no estudo a campo de Barros (2019), avaliou-se mudas de alface cultivar Samira com inoculação aplicada via sementes e folhas, analisando aos 11 e 21 dias após semeadura, os parâmetros como massa seca e úmida, comprimento de raiz e da parte aérea, onde se obteve efeitos positivos significativos somente no comprimento radicular.

Segundo Nascimento et al. (2021), avaliaram as características morfológicas e bioquímicas de cultivares de alface crespa em estufa e campo, utilizando seis cultivares de alface da tipologia crespa (Camila, Isabela, Vanda, Vera, Pira Roxa e Scarlet), onde não obtiveram interação significativa entre as cultivares e os ambientes para as análises morfológicas. Porém, de forma isolada, houve interação para o fator ambiente de cultivo protegido e

para as cultivares em todas as variáveis analisadas, entre elas, o número de folhas. No presente estudo, os dados relativos ao número de folhas por planta não apresentaram resultados significativos a aplicação de inoculante, o que evidencia a influência do ambiente de cultivo nos parâmetros agronômicos.

Em alface, um maior número de folhas por planta agrega em geral, no aumento de área foliar, aumento na massa fresca e, conseqüentemente, produtividade (ARAÚJO et al., 2011).

A massa verde de raiz não apresentou resultados significativos entre os tratamentos, observando ainda que a testemunha, sem inoculante apresentou uma média de comprimento superior aos demais tratamentos inoculados. Kirmse (2022), obteve resultado parecido ao avaliar a influência das diferentes fontes de nitrogênio (mineral e orgânica), com e sem a inoculação de microrganismos eficientes no desenvolvimento e produtividade da alface, onde os resultados para matéria verde de raiz não apresentaram diferença significativa.

Resultados com diferença significativa foram obtidos para o parâmetro massa verde de parte aérea, onde os tratamentos T3 (0,02 ml/planta) e T4 (0,04 ml/planta) atingiram maior média comparado com tratamento 1 (testemunha) e os tratamentos T2 (0,01 ml/planta). Lima et al. (2017), ao avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* com e sem enraizador, no crescimento, produção de biomassa e resistência a pragas da alface, cultivar Lucy Brown, em casa de vegetação, também apresentou resultados significativos para massa verde de parte aérea na presença da bactéria inoculante com e sem enraizador.

Embora os resultados no presente estudo não tenham fornecido uma resposta definitiva sobre a eficácia do uso de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* na produção de alface, esta área de pesquisa apresenta grande potencial, visto que efeitos dessas aplicações levam a promoção do desenvolvimento de características essenciais para a produção de plantas adequadas, e também podem, potencialmente, levar a uma redução no uso de insumos na fase de produção.

Para avançar nessa direção, é fundamental continuar os estudos dessa aplicação, com destaque a identificação de estirpes eficazes, e também em ambientes controlados, como estufas ou sistemas de cultivo hidropônico, visando investigar as condições ideais de temperatura, umidade, pH e nutrientes, para uma melhor interação entre as bactérias e plantas em ambientes controlados.

CONCLUSÕES

A aplicação de *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento inicial da cultura da alface, apresentou promoção de crescimento apenas em peso

de massa verde de parte aérea, com a dose de 0,02 ml/planta.

REFERÊNCIAS

- ACCUWEATHER. **Meteorologia mensal em São Miguel do Iguacu**, Paraná. AccuWeather, 2023. Disponível em: <<https://www.accuweather.com/pt/br/sao-miguel-do-iguacu/40050/october-weather/40050>>. Acesso em: 01 Novembro 2023.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAÚJO, W.F.; SOUSA, K.T.S.; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; BARROS, M.M.; MARCOLINO, E. Resposta da alface a adubação nitrogenada. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 5, n. 2, p.12-17, 2011.
- BARROS, L.V. **Uso de inoculante comercial de *Azospirillum brasilense* na produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) sob cultivo orgânico**. 2019. 52f. Monografia (Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília.
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN L.E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth – a critical assessment. **Advances in Agronomy**, v. 108, p. 77-136, 2010.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013.
- HENZ, G.P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**, Brasília: Embrapa - Comunicado Técnico, 2009.
- HUNGRIA, Mariangela. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.
- KIRMSE, R. **Cultivo de alface com uso de diferentes fontes de nitrogênio associados ou não a inoculação de microrganismos eficientes**. 2022. 49f. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – campus Itapina, Colatina.
- LIMA, A.A.D.; VENTUROSO, L.R.; SILVA, B.A.A.; GOMES, A.F.; SCHIMIDT, O. Eficiência da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado com enraizador no crescimento e na produção de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.12, n. 2, p. 233-240, 2017.
- NASCIMENTO, A.S.; SILVA, R.H.; ECHER, M.M.; COUTINHO, P.W.R.; KLEIN, D.K. Desempenho produtivo e bioquímico de alface crespa sob diferentes ambientes de cultivo. **Scientia Plena**, v. 17, n. 11, 2021.
- NASCIMENTO, P.C.F. **Efeito da utilização de microrganismos (*Azospirillum brasilense* e *Trichoderma harzianum*), no desenvolvimento inicial da cultura da alface em ambiente controlado**. 2022. 30f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul.
- NASCIMENTO, W.M. **A Cadeia Produtiva de Hortaliças e o Valor Bruto da Produção**. Ceagesp: Embrapa Hortaliças, 2023.
- SILVA, B.G.; GOUVEIA, A.M.S. A inoculação com bactérias promotoras de crescimento em plantas melhora o crescimento e a qualidade do rabanete (*Raphanus sativus* L.)?. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2022, Ourinhos. Resumos dos trabalhos apresentados... São Paulo: Editora Nova, 2022. p. 49.