



INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* VIA VINHAÇA NO CULTIVO DE ALFACE

Oswaldo Leite da Silva Junior¹, Amanda Eustachio Pereira², Sabrina Pariz³, Edneia Aparecida de Souza Paccola⁴, Francieli Gasparotto⁵

¹Pós-graduando em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista ICETI.

²Pós-graduanda em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista ICETI.

³Pós-graduanda em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista ICETI-Fundação Araucária.

⁴Prof. Dra. do Curso de Agronomia e do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar – Unicesumar. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI).

⁵Prof. Dra. do Curso de Agronomia e do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar – Unicesumar, PR, Brasil. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI).
Email: francieli.gasparotto@unicesumar.edu.br

Recebido em: 15/11/2022 – Aprovado em: 15/12/2022 – Publicado em: 30/12/2022
DOI: 10.18677/EnciBio_2022D19

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea, anual, exigente em nutrientes ao longo do seu ciclo, como por exemplo, o nitrogênio. Porém, este não se encontra facilmente disponível no solo e uma alternativa para minimizar o uso de adubos minerais é utilizar a vinhaça em associação com bactérias diazotróficas. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do uso de vinhaça em combinação com a bactéria *Azospirillum brasilense* no cultivo de alface crespa. O experimento foi realizado em canteiros com delineamento inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 4 repetições/tratamento, sendo T1-Vinhaça concentrada antes do transplante (AT); T2-Somente *Azospirillum brasilense* (AT); T3- Vinhaça concentrada + *Azospirillum brasilense* (AT); T4-Vinhaça concentrada após transplante (PT); T5- Vinhaça concentrada + *Azospirillum brasilense* (PT); T6- Somente *Azospirillum brasilense* (PT); T7- Testemunha. Durante o período experimental o desenvolvimento das plantas foi determinado por meio dos parâmetros diâmetro e altura das plantas. Ao final do período experimental foram determinadas a massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca de raiz e produtividade. O tratamento com vinhaça concentrada e *Azospirillum brasilense* aplicados antes do transplante de muda obteve melhores médias em todas as variáveis analisadas. A utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* inoculada ou não a vinhaça contribui diretamente ao desenvolvimento da alface. A aplicação de vinhaça antes do transplante de mudas de alface é mais eficiente do que aplicada após o transplante de muda.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa*, Subproduto, Sustentabilidade agrícola.

INOCULATION OF *Azospirillum brasilense* VIA VINHAÇA IN LETTUCE GROWTH

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an annual herbaceous plant, demanding nutrients throughout its cycle, such as nitrogen. However, this is not easily available in the soil and an alternative to minimize the use of mineral fertilizers is to use vinasse in association with diazotrophic bacteria. Thus, the objective was to evaluate the effect of using vinasse in combination with the bacterium *Azospirillum brasilense* in the cultivation of curly lettuce. The experiment was carried out in beds with a completely randomized design, with 7 treatments and 4 replications/treatment, being T1-Vinhaça concentrated before transplanting (AT); T2- Only *Azospirillum brasilense* (AT); T3- Concentrated vinasse + *Azospirillum brasilense* (AT); T4-Concentrated vinasse after transplantation (PT); T5- Concentrated vinasse + *Azospirillum brasilense* (PT); T6- Only *Azospirillum brasilense* (PT); T7- Witness. During the experimental period, plant development was determined through the parameters diameter and height of the plants. At the end of the experimental period, the fresh and dry mass of the aerial part, fresh mass of the root and productivity were determined. The treatment with concentrated vinasse and *Azospirillum brasilense* applied before seedling transplanting obtained better means in all analyzed variables. The use of the bacterium *Azospirillum brasilense*, inoculated or not with vinasse, directly contributes to the development of lettuce. The application of vinasse before transplanting lettuce seedlings is more efficient than applied after transplanting the seedling.

KEYWORDS: *Lactuca sativa*, By-product, Agricultural sustainability.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea, anual, pertencente à família Asteraceae. Rica em vitaminas e sais minerais, é uma das hortaliças mais populares no Brasil e no mundo, podendo ser cultivada de forma hidropônica, convencional ou orgânica, em campo aberto ou sistema protegido (MOREIRA *et al.*, 2014). Ela é composta por sais minerais e vitaminas e na maioria das vezes é consumida de forma *in natura*, considerada um dos alimentos mais consumidos em dietas alimentares devido ao seu baixo índice de calorias e alto teor de fibras (CERQUEIRA *et al.*, 2022).

Segundo Kist *et al.* (2022) o último levantamento oficial de produção desta hortaliça no Brasil é de 2017 por meio do Censo Agro, e apurou-se que foram produzidas 671,5 mil toneladas de alface em uma área de 86,9 mil hectares, com destaque para o Estado de São Paulo (40%), seguido do Rio de Janeiro (14,6%), Paraná (7,7%), Minas Gerais (7,4%) e Rio Grande do Sul (5,8%). Os autores ainda destacam que a pandemia da Covid 19, principalmente em sua fase inicial, impactou de forma negativa sobre esta cultura, e diferente do que se esperava para o ano de 2022 as dificuldades persistiram, devido ao alto custo de produção, descapitalização dos consumidores e consequente redução da demanda.

A produção desta hortaliça é condicionada por diferentes fatores, sendo um deles, a disponibilidade de nutrientes essenciais ao longo do seu ciclo, com destaque para o nitrogênio (N) (TAVARES *et al.*, 2019). Na busca por suprir as necessidades nutricionais das plantas, muitos agricultores optam pela compra e aplicação de adubos químicos minerais, que elevam os custos e encarecem a produção (FERNANDES *et al.*, 2020).

Existem ainda agricultores que optam pela agricultura orgânica para a produção desta hortaliça, que consiste na produção de alimentos sem a utilização de

defensivos agrícolas e adubos minerais, definida também como agricultura sustentável. Este tipo de agricultura busca a produção de alimentos com sabores e características originais com base em processos tecnológicos que envolve a planta, o solo e as condições climáticas (DALRI *et al.*, 2014).

Na busca pela produção sustentável de alimentos e melhoria na segurança alimentar, o uso de microrganismos diazotróficos associativos no processo produtivo tem sido considerada importante alternativa para a aplicação de defensivos e fertilizantes químicos, podendo atuar como biofertilizante ou agentes de biocontrole (LOPES *et al.*, 2021). Estes microrganismos desempenham papel importante na ciclagem de nutrientes, na fixação biológica de nitrogênio, sistema imunológico da planta, etc. (VILA *et al.*, 2021).

Dentre estes organismos, as bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum spp.* são classificados como RPCP (Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas), pois além de fixarem N₂ promovem o desenvolvimento vegetativo das plantas, fator ligado a capacidade desses microrganismos em produzir fitohormônios reguladores de crescimento (RAMOS, *et al.*, 2022). Os insumos biológicos podem ser utilizados em tratamentos de sementes, irrigação, aplicação foliar ou no sulco de plantio, material propagativo, entre outros (VINCHIRA-VILLARRAGA, *et al.*, 2019).

O emprego destes organismos junto a fertirrigação das culturas agrícolas é um dos meios mais adotados pelos produtores rurais, por ser um processo que fornece de maneira uniforme nutrientes e água para as plantas, sendo o melhor método de adubação para as culturas, promovendo um maior rendimento e qualidade das hortaliças (DALRI *et al.*, 2014 ; VIDIGAL *et al.*; 2019).

Um resíduo que a muitos anos vem sendo empregado na fertirrigação da cultura da cana-de-açúcar e que hoje vem sendo avaliado em outras culturas como em hortaliças, é a vinhaça (MEDINA *et al.*;2020). A vinhaça é um resíduo líquido orgânico resultante da produção de álcool pelo setor sucroenergético a partir da cana-de-açúcar (MARQUES; PINTO, 2013). Esta possui em sua composição elevados teores de matéria orgânica, cálcio (Ca), potássio (K), nitrogênio (N), fósforo (P), entre outros nutrientes, além do pH ácido (SERAFIM, *et al.*, 2021).

A vinhaça reflete um problema ambiental para o setor sucroenergético, devido ao elevado volume produzido e ao seu alto teor poluente, estima-se que para cada litro de álcool produzido, são gerados em torno de 13,7 litros de vinhaça (GASPAROTTO, *et al.*, 2019). Esse resíduo, em doses adequadas, pode substituir a adubação mineral, sua utilização em quantidades acima da capacidade de uso do solo, ou das necessidades das culturas, segundo Bernardino *et al.* (2018), pode causar problemas ambientais associados a perda de nitrogênio, aumento da população de patógenos, elevação do teor de metais pesados, acidificação e salinização do solo.

O emprego da vinhaça na adubação de culturas agrícolas é uma forma sustentável para sua correta destinação, estima-se que seu uso possa acarretar um aumento de produtividade se utilizada em doses adequadas e ainda na redução da adubação mineral, diminuindo custos de produção. E a inoculação deste resíduo com bactérias diazotróficas, como por exemplo, *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*, pode aumentar a disponibilidade de nutrientes para a cultura da alface tornando ainda mais eficiente seu processo produtivo.

A reutilização de um resíduo industrial juntamente com materiais biológicos é uma fonte alternativa e sustentável para a produção de alimento. Porém, ainda são escassos os trabalhos com a aplicação conjunta de vinhaça e bactérias diazotróficas

em hortaliças, como a alface. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do uso de vinhaça em combinação com a bactéria *Azospirillum brasilense* no cultivo de alface crespa

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma propriedade rural localizada no Distrito de Iguatemi, Maringá- PR, que possui Latitude -23.38 e Longitude -52.06 e altitude de 550 metros. A classificação climática local é Cfa segundo a Köppen e Geiger, com temperatura média de 22.0 °C e pluviosidade média anual de 1561 mm. As avaliações foram conduzidas no laboratório de Fitopatologia da Universidade Cesumar, Maringá-PR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em canteiros com 4 repetições e 7 tratamentos apresentados no quadro 1, totalizando 28 unidades experimentais.

Os tratamentos AT foram aplicados no solo dos canteiros 10 dias antes do transplante das mudas de alface e os tratamentos PT (pós transplante) 10 dias após o transplante (PT) das mudas. A espécie bacteriana utilizada foi obtida comercialmente e aplicada na dose indicada por Gasparotto *et al.* (2019), de 4 mL ($4,0 \times 10^8$ células.mL⁻¹) da bactéria *Azospirillum brasilense* por litro vinhaça.

QUADRO 1. Tratamentos empregados na cultura da alface com aplicação antes do transplante das mudas (AT) e/ou depois do transplante das mudas (DT) contendo vinhaça concentrada e *Azospirillum brasilense*.

Tratamentos	
T1	Vinhaça concentrada aplicada antes do transplante (AT)
T2	<i>Azospirillum brasilense</i> (AT)
T3	Vinhaça concentrada + <i>Azospirillum brasilense</i> (AT)
T4	Vinhaça concentrada, após transplante de muda (PT)
T5	<i>Azospirillum brasilense</i> (PT)
T6	Vinhaça concentrada + <i>Azospirillum brasilense</i> (PT)
T7	Testemunha

*AT: antes do transplante; PT: pós transplante.

Fonte: Os autores (2022).

A vinhaça foi obtida de uma empresa sucroalcooleira localizada no município de Maringá-PR e a dose utilizada foi equivalente a 3 m³.ha⁻¹ de acordo com Dalri *et al.*, (2014), as características químicas da vinhaça empregada estão disponíveis na tabela 1.

TABELA 1. Análise química da vinhaça antes da aplicação e inoculação.

pH	N	P	K	Ca	Mg
	mg dm ⁻³				
4,73	191	37,2	2880	385	389

Fonte: Autores (2022)

A área em que foi realizado o cultivo da alface possuía histórico recente de cultivo de milho, apresentando ainda restos culturais e algumas plantas daninhas. Primeiramente, foi realizado o levantamento dos canteiros utilizando um encanteirador de hortaliças, isso foi eficaz no controle físico de plantas daninhas e ainda para incorporação da palhada de milho no solo, não necessitando do uso de herbicidas. Foram feitos 2 canteiros com 28 metros de comprimento. Excluindo a

camada superior, foi coletado uma amostra de solo na profundidade de 0-20 cm e esta foi destinado para análise química (Tabela 2).

TABELA 2. Análise de solo da área experimental antes do transplante das mudas.

Profundidade	pH	S	H+Al	K	Ca	Mg	SB	V%	CTC
(cm)	(CaCl ₂)		(g.cm ⁻³)			(mg.dm ⁻³)		(mmolc.dm ⁻³)	
0-20	7,0	3,0	1,8	1,3	7,9	1,7	10,9	85,7	10,9

Fonte: Autores (2022)

O manejo da cultura foi realizado de acordo com Figueira (2008). O espaçamento empregado foi de 30 centímetros entre plantas e entre fileiras. A irrigação foi realizada por 2 aspersores espaçados a cada 10 metros, com turno de rega de 1 hora por dia, em dias chuvosos a irrigação foi suspensa. O controle das plantas daninhas durante o ciclo da cultura foi realizado manualmente.

As mudas foram adquiridas comercialmente e transplantadas em canteiros contendo 10 plantas cada unidade experimental. Durante o período experimental o desenvolvimento das plantas foi determinado por meio dos parâmetros diâmetro e altura das plantas, com o auxílio de uma fita métrica de acordo com Borges (2019).

A primeira avaliação foi executada no décimo dia após o transplante das mudas, e em seguida a aferição destes parâmetros passou a ser realizada a cada 7 dias. A altura foi determinada colocando a fita métrica perpendicular ao solo e medindo o ponto mais alto da planta. Já para o diâmetro de plantas, tendo o solo como referência, a fita métrica foi colocada horizontalmente nos dois pontos extremos distantes da planta, obtendo então o seu diâmetro em centímetros.

A colheita e a avaliação final foram realizadas após 54 dias de cultivo. O desempenho agrônômico da cultura foi avaliado pela aferição da massa fresca da parte aérea (MFPA) das plantas amostradas, da massa seca da parte aérea (MSPA) e da produtividade obtida ao final do período experimental.

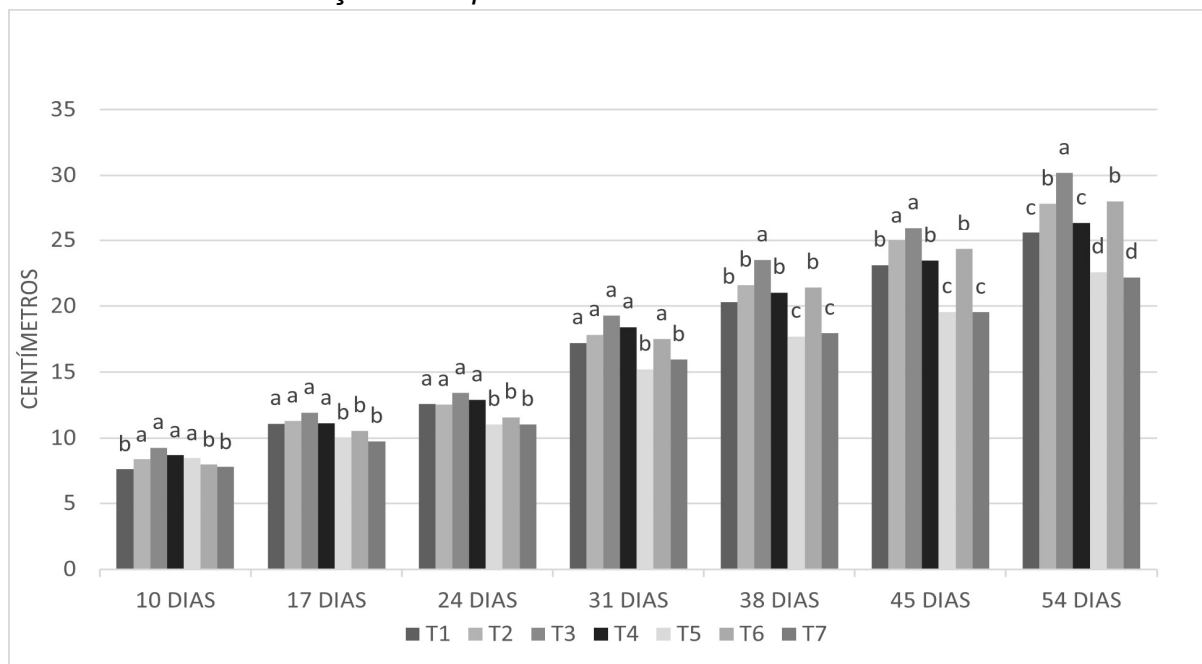
Para a obtenção da MFPA, as plantas foram colhidas e pesadas em balança analítica logo após serem retiradas do solo. A MSPA obteve-se por meio da pesagem das plantas, após a secagem das mesmas, e que para tal foram acondicionadas em sacos de papel, em estufas de circulação de ar forçada, durante 72 horas a temperatura de 75°C, até obtenção da massa constante. A estimativa da produtividade obteve-se através da pesagem de todas as plantas colhidas da área central medida previamente e projetada para área total.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, com uso do *software* estatístico Sisvar®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro de plantas foi aferido semanalmente, sendo que a primeira avaliação foi realizada 10 dias após o transplante de mudas, onde T1, T6 e a testemunha apresentaram diâmetro significativamente inferior aos demais tratamentos (Figura 1). No decorrer o período experimentou ocorreu uma variação em relação ao diâmetro das plantas, com destaque para o T3, que em todas as avaliações apresentou maior diâmetro e ao final do período foi significativamente superior aos demais.

FIGURA 1. Diâmetro médio (cm) de plantas de alface submetidas a diferentes tratamentos com vinhaça e *Azospirillum brasilense*.

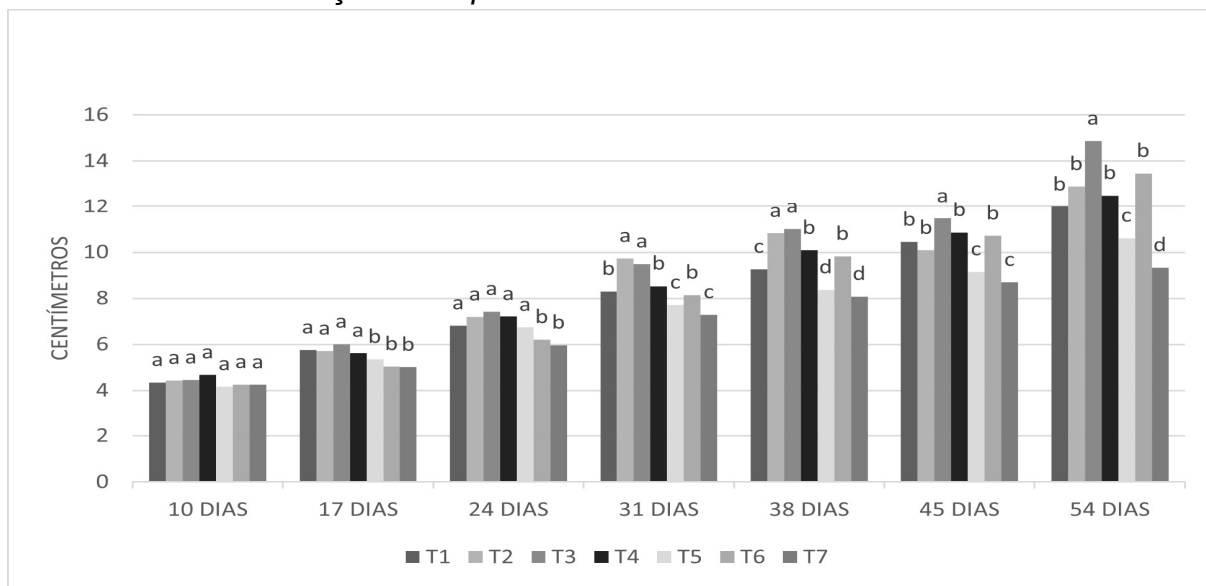


Tratamentos: T1- Vinhaça concentrada aplicada antes do transplante (AT); T2- *Azospirillum brasilense* (AT); T3- Vinhaça concentrada + *Azospirillum brasilense* (AT); T4- Vinhaça concentrada, após transplante de muda (PT); T5- *Azospirillum brasilense* (PT); T6- Vinhaça concentrada + *Azospirillum brasilense* (PT); T7- Testemunha.

Observou-se o mesmo padrão para altura de plantas (Figura 2), apenas na primeira avaliação todos os tratamentos foram equivalentes e nas demais ocorreu variação entre os melhores tratamentos. O tratamento T3, novamente, foi o permaneceu em entre os melhores e na última avaliações destacou-se significativamente em relação aos demais. De maneira similar, Lima *et al.* (2017) também observaram um incremento na altura de plantas de alface inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estes destacam que o aumento médio foi de 9,86%.

Da mesma forma, Fasciglione *et al.* (2015) verificaram maior desempenho em altura e diâmetro de plantas de alface inoculadas com esta espécie bacteriana e cultivadas sob estresse salino, os autores ainda relatam que a inoculação não só melhorou o rendimento, mas também proporcional maior valor nutricional das plantas e prolongou o tempo de armazenamento.

FIGURA 2. Altura média (cm) de plantas de alface submetidas a diferentes tratamentos com vinhaça e *Azospirillum brasilense*.



Tratamentos: T1- Vinhaça concentrada aplicada antes do transplante (AT); T2- *Azospirillum brasilense* (AT); T3- Vinhaça concentrada + *Azospirillum brasilense* (AT); T4- Vinhaça concentrada, após transplante de muda (PT); T5- *Azospirillum brasilense* (PT); T6- Vinhaça concentrada + *Azospirillum brasilense* (PT); T7- Testemunha.

Em relação a massa fresca das plantas (Tabela 3) a testemunha (T7) apresentou menor massa fresca que os demais tratamentos, e o T3 destacou-se significativamente, esta variável é considerada de extrema importância do ponto de vista comercial para a alface. Para o parâmetro massa seca, os tratamentos que se destacaram foram exatamente os mesmos da massa fresca, visto que a massa seca pode ser determinada como todo o acúmulo da atividade fotossintética da planta, sem a presença de água (PARANHOS, 1995).

TABELA 3. Média do peso do diâmetro da parte aérea, altura da parte aérea, massa verde, massa seca, massa de raiz e produtividade aos 54 dias após o transplatio de muda.

TRAT. ¹	DIÂMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MASSA FRESCA (g)	MASSA SECA (g)	MASSA DA RAÍZ (g)	PROD. (kg.ha ⁻¹)
T1	25,60 C	12,00 B	114,944 C	9,427 C	12,555 B	12.771,54 C
T2	27,82 B	12,89 B	199,555 B	16,277 B	12,500 B	22.172,82 B
T3	30,18 A	14,86 A	237,777 A	18,689 A	16,889 A	26.419,73 A
T4	26,37 C	12,50 B	186,444 B	14,100 B	12,277 B	20.716,03 B
T5	22,58 D	10,61 C	100,111 C	10,582 C	8,333 C	11.123,44 C
T6	28,03 B	13,46 B	191,222 B	15,073 B	10,722 B	21.246,89 B
T7	22,18 D	9,33 D	71,555 D	7,087 C	6,000 D	7.950,61 D
CV %	12,98	22,04	31,94	27,32	25,34	31,94

¹Tratamentos: T1- Vinhaça concentrada aplicada antes do transplante (AT); T2- *Azospirillum brasilense* (AT); T3- Vinhaça concentrada + *Azospirillum brasilense* (AT); T4- Vinhaça concentrada, após transplante de muda (PT); T5- *Azospirillum brasilense* (PT); T6- Vinhaça concentrada + *Azospirillum brasilense* (PT); T7- Testemunha.

² Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estaticamente pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Ressalta-se, que os fitohormônios apresentam a capacidade em produzir ou modificar hormônios responsáveis pelo crescimento de caule, número folhas, massa e altura da planta. Segundo Coniglio *et al.* (2019), a giberelina é um exemplo desses hormônios e a bactéria *Azospirillum brasilense* possui a capacidade em produzir esse hormônio. Assim, pode-se relacionar o emprego destas bactérias nos tratamentos que obtiveram melhores médias em massa seca, como relatados no trabalho de Lima *et al.* (2017).

Quanto a massa de raiz (Tabela 3) o tratamento que recebeu vinhaça inoculada com *Azospirillum brasilense* AT (T3) apresentou maior média, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Segundo Medina *et al.* (2002), o desenvolvimento de raiz está associado a capacidade dela em explorar o solo e aproveitar os nutrientes e água disponíveis, e uma aplicação equilibrada de vinhaça pode acarretar um aumento no enraizamento. Esse desenvolvimento da raiz também pode estar associado a bactéria *Azospirillum brasilense*, a mesma, tem a capacidade de produzir fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes, característica relatadas por Hungria (2011) e Gírio *et al.* (2015).

Neste sentido, os fitohormônios produzidos pelas bactérias diazotróficas, como por exemplo o ácido 3-indol-acético (AIA) afeta a morfologia das raízes aumentando a sua área superficial, conseqüentemente, aumenta a entrada de nutrientes para a planta (BULLIED, 2002), assim a associação dessas bactérias junto a vinhaça, subproduto com alta disponibilidade de matéria orgânica e nutrientes mostra-se benéfica, pois a inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* via vinhaça no solo antes do transplante das mudas promoveu maior crescimento radicular.

Corroborando estes resultados, verificou-se que a produtividade média dos tratamentos variou entre 7.509,22 kg.ha⁻¹ (T7) a 27.370,33 kg.ha⁻¹ (T3). Destaca-se que os tratamentos foram estatisticamente agrupados em quatro grupos, T3 apresentou significativamente maior produtividade média, seguido por T2, T4 e T6 que não apresentaram diferença significativa entre si, porém houve um incremento de produtividade de 1.456 kg.ha⁻¹ com a inoculação (T2) em relação ao emprego apenas da vinhaça (T4). E ainda, um terceiro grupo foi constituído por T1 e T5, e o tratamento com o pior desempenho produtivo foi a testemunha, que diferiu significativamente dos demais.

Ressalta-se que o emprego da inoculação com *Azospirillum brasilense* pós o transplante das mudas foi menos eficiente do que seu emprego isoladamente antes do transplante ou inoculado na vinhaça tanto antes quanto após o plantio. Com a utilização de fertilizante mineral e esterco de frango, Peixoto Filho *et al.* (2013), obtiveram produtividades médias de 21.636 kg.ha⁻¹ e 26.720 kg.ha⁻¹, respectivamente, sendo estas médias inferiores a obtida no T3 desta pesquisa, onde se empregou a vinhaça concentrada inoculada com *Azospirillum brasilense* antes do plantio.

Diante dos resultados pode-se observar que o tratamento que recebeu a vinhaça concentrada inoculada com *Azospirillum brasilense* antes do plantio (T3), foi o tratamento que obteve melhores médias em todas as variáveis aferidas nesse trabalho. A inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense*, provavelmente contribuiu para esses resultados, segundo Hungria (2011), várias pesquisas podem comprovar a eficiência dessa bactéria para as plantas, incluindo aumento de raiz, maior altura de planta, maior coloração por conta do acúmulo do teor clorofila e maior acúmulo de água na planta.

Silva *et al.* (2020) analisando a inoculação de diferentes concentrações de vinhaça com *Azospirillum brasilense* verificaram que as bactérias sobreviveram e se multiplicaram na vinhaça de cana-de-açúcar, ocasionando alterações como o aumento dos teores de fósforo e nitrogênio e a redução da carga orgânica, principalmente em vinhaça pura (100%), indicando que a viabilidade desta prática para aplicação destes organismos via fertirrigação. Estes resultados corroboram com o observado nesta pesquisa, melhor produtividade e desenvolvimento das plantas de alface fertirrigadas e inoculadas.

Pode-se observar também que os tratamentos contendo vinhaça antes do transplante das mudas obtiveram, para a maioria dos parâmetros, maiores médias em relação aos tratamentos com vinhaça aplicada após o transplante. A aplicação de vinhaça em quantidade adequada aliada a fatores externos, pode substituir adubos minerais, melhorar a atividade respiratória do solo através do aumento do CO₂ e contribuir para controle de plantas daninhas, facilitando o desenvolvimento e produtividade das culturas (GASPAROTTO *et al.*, 2019).

CONCLUSÃO

O tratamento com vinhaça concentrada e *Azospirillum brasiliense* aplicado no solo antes do transplante das mudas de alface apresentou significativamente maior diâmetro, altura, massa fresca e seca de parte aérea, maior massa de raiz e produtividade.

A utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* inoculada ou não em vinhaça contribuiu de forma benéfica para o desenvolvimento da alface.

A aplicação de vinhaça antes do transplante das mudas de alface mostrou-se mais eficiente do que aplicada após o transplante das mudas.

REFERÊNCIAS

BERNARDINO, C. A. R.; MAHLER, C. F.; VELOSO, M. C. C.; ROMEIRO, G. A.; SCHROEDER, P. Torta de Filtro, Resíduo da Indústria Sucroalcooleira – Uma Avaliação por Pirólise Lenta. **Revista Virtual Química**, v. 10, n.3, p. 1-23, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20180042>> doi: 10.21577/1984-6835.20180042.

BORGES, L. dos S.; PARREIRA, M. C., GONÇALVES, C. de J. B.; FILHO, D. M.; SILVA, C. H. S.; *et al.* Cultivo Consorciado de alface, cebolinha e coentro na Amazônia Tocantina / Consorciado cultivation of lettuce, chives and coriander in the Amazon Tocantina. **Brazilian Journal of Development**, 5(6), 6092–6106. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv5n6-120>>. doi: 10.34117/bjdv5n6-120

BULLIED, W. J.; BUSS, T. J.; VESSEY, J. K. *Bacillus cereus* UW85 inoculation effects on growth, nodulation, and N accumulation in grain legumes: field studies. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 82, n. 2, p. 291-298, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.4141/P01-048>>. doi: 10.4141/P01-048

CERQUEIRA, N. de A.; NUNES, E. R.; CEDRO, A. K. C. L.; OHARA, D.; MARIANO, A. P. M.; *et al.* Avaliação da contaminação por parasitos de importância médica em alfaves (*Lactuca sativa*) comercializadas em Itabuna, BA. **Conjecturas**, v.22, n.5, p.227– 241, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.53660/CONJ-937-K11>> . doi: 10.53660/CONJ-937-K11

CONIGLIO, A.; MORA, V.; PUENTE, M.; CASSÁN, F. *Azospirillum* as biofertilizer for sustainable agriculture: *Azospirillum brasilense* AZ39 as a Model of PGPR and Field Traceability. In: ZÚÑIGA-DÁVILA, D., GONZÁLEZ-ANDRÉS, F., ORMEÑO-ORRILLO, E. Microbial Probiotics for Agricultural Systems. **Sustainability in Plant and Crop Protection**, Springer, 44-70, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-17597-9_4>. doi: 10.1007/978-3-030-17597-9_4

DALRI, A. B.; CARVALHO NETO, O. F.; MAZZONETTO, F.; CORBANI, R. Z. Fertirrigação com vinhaça concentrada no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**. Vol. 6, n. 2, p.93-100, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.18406/2316-1817v6n22014559>>. Doi: 10.18406/2316-1817v6n22014559

FASCIGLIONE G.; CASANOVAS, E. M.; QUILLEHAUQUY, V.; YOMMI, A. K.; GOÑI, M. G.; ROURA, S. I.; BARASSI, C. A. *Azospirillum* inoculation effects on growth, product quality and storage life of lettuce plants grown under salt stress. **Scientia Horticulturae**, v.195, p.154-162, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.015>>. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.015

FERNANDES, P. H.; PORTO, D. W. B.; FRANÇA, A. C.; FRANCO, M. H. R.; Machado, C. M. M. Uso de fertilizantes organominerais fosfatados no cultivo da alface e de milho em sucessão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-365>>. doi: 10.34117/bjdv6n6-365

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. [s. l.]: Universidade Federal de Viçosa, p. 421. 2008.

GASPAROTTO, F.; SILVA, M. T.; WATANABE, A. Y. M.; MARTINS, G. M.; SILVA, C. N.; *et al.* Setor sucroenergético e estratégias microbiológicas para mitigação dos impactos ambientais da aplicação da vinhaça. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.1, p.241-251, 2019. Disponível em: <<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.001.0020>>. doi: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.001.0020

GÍRIO, L. A. S.; DIAS, F. L. F.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; SCHULTZ, N.; *et al.* Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 1, p. 33-43, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000100004>>. doi: 10.1590/S0100-204X2015000100004

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: **Embrapa Soja**, 2011. 36p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.325)

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro de Horti & Fruti 2022**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022.p.35

LIMA, A. A.; VENTIROSOS, L. R.; SILVA, B. A. Z.; GOMES, A. F.; SCHIMIDT. Eficiência da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado com enraizador no crescimento e na produção de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 233-240, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.18378/rvads.v12i2.4300>>. doi: 10.18378/rvads.v12i2.4300

LOPES, M. J. S.; SANTIAGO, B. S.; SILVA, I. N. B.; GURGEL, E. S. C. Biotecnologia microbiana: inoculação, mecanismos de ação e benefícios às plantas. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 12, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20585>>. doi: 10.33448/rsd-v10i12.20585

MARQUES, T. A.; PINTO, L. E. V.; Energia da biomassa de cana-de-açúcar sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 680–685, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000100007>>. doi: 10.1590/S0100-06832003000100007

MEDINA, E. C.; FRANCO, E. S. E. S.; PACHECO, A. B.; NOGUEIRA, K. B.; reuso da vinhaça na produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 14, n. 4, 2020. Disponível em: <http://inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/viewFile/1187/pdf_623> doi: 10.7127/rbai.v14n401187.

MOREIRA, M. A.; DOS SANTOS, C. A. P.; LUCAS, A. A. T.; BIANCHINI, F. G.; SOUZA, I. M.; *et al.* Lettuce production according to different sources of organic matter and soil cover. **Agricultural Sciences**. Vol. 5. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/as.2014.52013>>. doi : 10.4236/as.2014.52013

PARANHOS, J. T.; MARCHEZAN, E.; DUTRA, L. M. C. Acúmulo de massa seca em três cultivares de arroz irrigado com diferentes arquiteturas de plantas. **Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 55-60, 1995. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84781995000100011>>. doi: 10.1590/S0103-84781995000100011.

PEIXOTO FILHO, J. U; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOAS, L. G. M. *et al.* Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 419-424, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400010>>. doi: 10.1590/S1415-43662013000400010.

RAMOS, P. P.; MELLONI, R.; SILVA, N. L. P.; MELLONIE. G. P.; FERREIRA, G. M. R.; *et al.* Isolamento, caracterização de rizobactérias e análise da produção de ácido indolacético visando ao enraizamento de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.). **Ciência Florestal**, v. 31, p. 1612-1630, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/1980509838041>>. doi: 10.5902/1980509838041

SERAFIM, R. F.; YABUKI, L. N. M.; QUELUZ, J. G. T. .; GALDEANO, L. R. . .; GARCIA, M. L. . Efeitos da aplicação de vinhaça na fertilidade do solo. **IRRIGA, [S. l.]**, v. 26, n. 2, p. 439–459, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.15809/irriga.2021v26n2p439-459>.
10.15809/irriga.2021v26n2p439-459.

doi:

SILVA, M. T.; GASPAROTTO, F.; LUSTRI, B. M.; VASQUES, N. C.; YAMAGUSHI, N. U. Cultivation of *Azospirillum brasilense* in Vinasse and Potential Use in Fertigation. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, p. 726-734, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.5296/jas.v8i4.17862>>. doi: 10.5296/jas.v8i4.17862

TAVARES, A. T.; VAZ, J. C.; HAESBAERT, F. M.; REYES, I. D. P.; ROSA, P. H. L.; *et al.* Adubação NPK como promotor de crescimento em alface. **Agri-Environmental Sciences**, v. 5, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.1215>>. Doi: 10.36725/agries.v5i0.1215

VIDIGAL, S. M.; GUEDES, I. M. R.; SILVA JUNIOR, J. J.; SILVA, J.; OLIVEIRA, J. T.; OLIVEIRA, R. Fertirrigação de hortaliças. **Informe Agropecuário**, v.40, n.308, p.55-67, 2019.

VILA, V. V.; REZENDE, R.; MALDONADO-SILVA, L. H.; NOCCHI, R. C. de F.; ANDREAN, A. F. B.; *et al.* Soil microbiota on disease tolerance in plants: A review. **Research, Society and Development**. Vol. 10, n. 8, 2021. Disponível em:<<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17161>>. doi: 10.33448/rsd-v10i8.17161.

VINCHIRA-VILLARRAGA, D. M.; MORENO-SARMIENTO, N. Control biológico: Camino a la agricultura moderna. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 21, n. 1, p. 2-5, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860>>. doi: 10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860