REVISTA CONEXÃO ELETRÔNICA

CULTIVO DE ALFACE (Lactuca sativa L.) HIDROPÔNICA COM MICRORGANISMOS BIOESTIMULANTES

Marcos Paulo Assis de Oliveira[1]; Adriele Queiroz de Souza[1]; Jefferson Anthony Gabriel de Oliveira[2,4]; Matheus Pereira de Brito Mateus[3,4]*

[1] Graduando em Engenharia Agronômica, Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS; [2] Engenheiro Agrônomo, Doutor em Sistemas de Produção – UNESP; [3] Mestre em Sistemas de Produção – UNESP, Engenheiro Agrônomo – UNESP; [4] Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS
* autor correspondente: matheus.cpcs@gmail.com

RESUMO
A alface, hortaliça de significativa importância econômica global, é amplamente cultivada via métodos convencionais, orgânicos e hidropônicos, especialmente em cinturões verdes urbanos. A técnica hidropônica pelo sistema NFT, destaca-se pela eficiência na gestão hídrica e na proteção contra intempéries, promovendo alta produtividade. A utilização de microrganismos promotores do crescimento, como o Trichoderma spp., representa uma abordagem promissora para aumentar a produtividade sem comprometer a sustentabilidade ambiental. O objetivo deste presente estudo foi avaliar o potencial de promoção de crescimento de Bacillus thuringiensis e Trichoderma spp. Em sistema de alface hidropônico. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na unidade experimental da fazenda escola Estância da Mata em Três Lagoas – MS. A cultivar de alface utilizada foi a Jade, que apresenta crescimento vigoroso, folhas verde intenso e brilhante. Os tratamentos foram constituídos por B. thuringiensis, Trichoderma spp., na dose utilizada de 5 mL L-1 do produto comercial, e um grupo controle sem agentes biológicos. A solução nutritiva foi ajustada para um volume total de 200 L de água. Os dados foram submetidos ao teste F e posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste t “LSD” de Fisher a P < 0,05. Foi observado que 94% da massa das folhas e 97% da massa das raízes são constituídas por água, enquanto que para o diâmetro, a aplicação dos biológicos resultou em plantas maiores e mais viçosas. Desta forma, os agentes biológicos avaliados não aumentaram a massa das plantas porém propiciou plantas com maior diâmetro, sendo mais atrativo ao consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: sustentável, hortaliça, hidroponia.

1 INTRODUÇÃO

Mundialmente, a cultura da alface tem grande importância econômica, e é a hortaliça mais consumida (BUENO, 1998). Seu cultivo se concentra nos cinturões verdes próximos aos grandes centros urbanos e pode ser realizado da forma convencional, orgânica ou hidropônica. No Brasil, a alface é a principal cultura produzida em sistemas hidropônicos, principalmente no de circulação laminar de nutrientes, conhecido como NFT (*nutrient film technique*). De fácil manejo e ciclo rápido (FAQUIN; FURLANI, 1999), sua otimização é realizada pelo controle da frequência de aplicação de água, condutividade elétrica (CE) e

do pH da solução nutritiva (JENSEN; COLLINS, 1985)

O constante cultivo pela modalidade convencional implica na degradação e erosão do solo (SOUZA, 2021), além de contribuir significativamente para o aumento do uso de defensivos, por ser comum neste tipo de cultivo, maior incidência de pragas e de doenças (FAVARATO; GUARÇONI; SIQUEIRA, 2017). Nos países tropicais, como o Brasil, o uso de defensivos tende a ser maior, pois o clima tropical favorece o desenvolvimento e proliferação de insetos herbívoros, os quais podem se tornar pragas (VASCONCELOS, 2018). Mediante essas limitações, o cultivo protegido tem adquirido importância no cenário atual (SILVA et al., 2014; GUALBERTO et al., 2009), dada suas características, como promover a diminuição de perdas, proporcionar previsibilidade e constância da produção, sobretudo, no período de verão (AZEVEDO FILHO, 2017). Assim, oferece produtos de maiores qualidades quando comparados aos obtidos em campo aberto (BRZEZINSKI et al, 2017).

A hidroponia é um sistema de cultivo de plantas sem solo que crescem em solução aquosa contendo nutrientes (RAKOCY, 2012). Tem ganhado destaque na agricultura moderna devido à sua eficiência no uso de recursos hídricos e espaciais. Além disso, protege as plantas de problemas adversos (fortes chuvas e ventos, geadas e granizo, dependendo da região) e resulta em maior produtividade (FERNANDES et al., 2002). Embora seja o método mais avançado de produção em larga escala sem o uso de solo, é uma técnica que exige cuidado especial quanto à sanidade das plantas por parte dos produtores, pois são um sistema com baixa diversidade biológica, elevada densidade e uniformidade genética de plantas, características que favorecem o desenvolvimento de epidemias (MULLER et al., 2017). Além disso, devido à solução nutritiva circular por todo o sistema, a disseminação dos patógenos é alta (PAULITZ, 1997; STANGHELLINI, 1988; ZINNEN, 1988).

Tradicionalmente, o controle fitossanitário na hidroponia recorre a produtos químicos, porém a crescente preocupação com a sustentabilidade tem impulsionado a busca por alternativas biológicas. Os microrganismos promotores do crescimento em plantas (MPCPs) são uma opção viável para diminuir o custo de produção e o impacto ambiental dos cultivos, além de diminuir o uso de adubos nitrogenados e auxiliar nos incrementos de produtividade (MATOSO et al., 2016). Entre os MPCPs, encontra-se o fungo *Trichoderma spp.*, facilmente encontrado em diversos tipos de solos, presentes na rizosfera. Este fungo está relacionado ao aumento de produtividade e fotossíntese, são amplamente estudados quanto à capacidade de promoção de crescimento vegetal e vários produtos são comercializados (MELO,1996).

Os principais problemas que acometem culturas desenvolvidas em hidroponia são as podridões radiculares. Dentre os mais importantes e destrutivos patógenos de diferentes culturas, destacam-se as espécies do gênero *Pythium* (UTKHEDE; LÉVESQUE; DINH, 2000). Diversas espécies de *Pythium* são capazes de causar podridão de raiz em diferentes culturas. No entanto, *Pythium ultimum* e *Pythium aphanidermatum* são as espécies mais comuns e destrutivas da cultura da alface hidropônica (STANGHELLINI; RASMUSSEM, 1994). A utilização de agentes biológicos para controle de pragas e doenças tem ganhado reconhecimento devido à sua eficácia e baixo impacto ambiental. Microrganismos como *Bacillus* e *Trichoderma* têm demonstrado habilidade em competir e suprimir patógenos, tornando-se promissores candidatos para controle biológico na hidroponia e, assim otimizar a eficiência no desenvolvimento da plântula. Essa pesquisa avalia a eficácia desses agentes biológicos como alternativas aos métodos convencionais de controle

REVISTA CONEXÃO ELETRÔNICA

fitossanitário para o desenvolvimento de práticas sustentáveis e economicamente viáveis na agricultura hidropônica.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é investigar a eficácia de *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma spp.* para o crescimento das plantas de alface em sistema hidropônico e na sua viabilidade econômica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização e localização da área experimental

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na unidade experimental da fazenda escola Estância da Mata, das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS, Três Lagoas, MS, Brasil. O clima local é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, e caracterizado por ser tropical com chuvas no verão e inverno seco. A temperatura média anual do município é de 24,7 ºC com precipitação média de 1340 mm.

Foi utilizada a alface crespa (Figura 1), da cultivar Jade, que apresenta crescimento vigoroso com espigas alongadas, compactas e uniformes quando cultivada em solo e sistemas hidropônicos, níveis moderados de resistência à bacteriose, folhas verdes intenso e brilhante, e segurança de plantio em períodos de oscilações climáticas (alta adaptação às condições tropicais de cultivo).

Figura 1. Bancada do sistema hidropônico utilizado para a condução do experimento.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As mudas foram desenvolvidas em duas bandejas de 200 células (15 dias) e, posteriormente transplantadas para as bancadas do sistema NFT, onde permaneceram até a colheita (30 dias). A solução nutritiva, composta por fertilizantes concentrados da HortiMult, foi utilizada na concentração de 0,67 g L-1, indicada para todos os estádios de desenvolvimento da cultura. Os nutrientes com suas respectivas concentrações são nitrogênio (N, 10%), fósforo (P, 9%), potássio (K, 28%), enxofre (S, 4,3%), magnésio (Mg, 3,3%), boro (B, 0,06%), cobre (Cu, 0,01%), manganês (Mn, 0,05%), molibdênio (Mo, 0,07%) e zinco (Zn, 0,02%). Também foram utilizados nitrato de cálcio (0,495 g L^{-1}) e quelato de ferro (0,020 g L^{-1}).

A adubação da solução nutritiva para o cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) foi formulada com base nas necessidades específicas da planta e formas químicas de nutrientes facilmente absorvíveis. A composição da solução nutritiva foi preparada para o volume total de 200 litros de água e ajuste das concentrações dos nutrientes conforme as necessidades de reposição.

Durante o experimento, a condutividade elétrica (CE) e o pH da solução nutritiva foram monitorados diariamente pela manhã. A CE foi ajustada conforme necessário para a bancada de cultivo, o que incluiu substituição de fertilizantes para manter os valores ideais ao longo

do ciclo das plantas. Os ajustes específicos da CE ocorreram no 1º, 9º, 17° e 25º dia após o transplante (DAT). Inicialmente, a CE foi estabelecida em 1,2 dS m^{-1} e foi aumentada progressivamente para 1,3 dS m^{-1} no 9º DAT, e para 1,5 dS m^{-1} no 17º DAT, mantendo-se esse valor até a colheita.

Os tratamentos com microrganismos promotores de crescimento em plantas foram compostos por *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma spp.*, mais um grupo controle sem aplicação de agentes biológicos. A aplicação dos microrganismos foi realizada conforme recomendações de cada produto, com dosagem de 5 mL L^{-1}, aplicados diretamente nas mudas de alface antes do plantio no sistema hidropônico.

A composição da solução nutritiva foi ajustada para um volume total de 200 litros de água, monitorando-se regularmente a condutividade elétrica para garantir condições ideais de crescimento. Os resultados foram analisados estatisticamente com teste F e, quando aplicável, o teste t “LSD” de Fisher, considerando um nível de significância de 5%.

A condutividade elétrica da solução nutritiva foi monitorada regularmente e manteve-se dentro dos valores ideais para o crescimento saudável das plantas. A média da condutividade elétrica medida durante o experimento foi de 1,2-1,5 µS/cm (microsiemens por centímetro). Esses parâmetros foram controlados ao longo do período experimental para assegurar condições estáveis e ideais de crescimento para as plantas do cultivo.

O pH se manteve dentro da média ideal (5,6-6,1), conforme constatado pelo pHmetro. O sensor de pH é um dispositivo fundamental para determinar a acidez ou alcalinidade de soluções, variando de 0-14, com precisão de 0,1. Sua principal aplicação reside na agricultura, onde monitora e ajusta o pH da água em sistemas hidropônicos, garantindo um ambiente ideal para o crescimento das plantas (entre 6,5-7,0). Além disso, o sensor de pH tem ampla utilidade em diversas áreas, como indústria, controle ambiental e tratamento de piscinas. Seu funcionamento baseia-se no potencial de Nernst, medido por um eletrodo de vidro sensível aos íons H^+. A calibração periódica e a manutenção adequada garantem a precisão e a vida útil do sensor (SNEINECH; SHABANECH, 2023).

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, contendo três tratamentos e quatro repetições, totalizando 12 unidades experimentais, totalizando 36 furos por tratamento (Figura 2). Os tratamentos avaliados foram constituídos de microrganismos promotores de crescimento em plantas, *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma spp.*, mais um grupo controle isento de biológicos (testemunha), as pulverizações seguiram conforme a recomendação do fabricante na concentração de 5 mL L^{-1} de produto comercial, medida com auxílio de seringa para precisão na dosagem. A aplicação foi realizada diretamente nas bandejas contendo mudas de alface. Após a aplicação, as mudas foram mantidas em reservadas por 1 hora para absorção dos produtos, com o objetivo de evitar contaminação entre tratamentos. Posteriormente, as mudas foram plantadas na bancada hidropônica.

Utilizou-se uma estratégia de alocação dos tratamentos de forma intercalada. Iniciando pelo Bloco A, os tratamentos foram distribuídos em três partes, *Bacillus thuringiensis*, *Trichoderma* e testemunha. O Bloco B atingiu com a seguinte ordem, *Trichoderma*, Testemunha e *Bacillus thuringiensis*. No Bloco C, os tratamentos foram desejados na sequência, Testemunha, *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma*. Finalmente, o Bloco D repetiu a organização do Bloco B, com *Trichoderma*, Testemunha e *Bacillus thuringiensis*. Abaixo, está o croqui

demonstrando a separação de cada teste no experimento.

Figura 2. Croqui da distribuição dos tratamentos em seus respectivos blocos. Esquema ilustrativo do sistema de hidroponia utilizado na condução do experimento, nota-se a distribuição em blocos com seus respectivos tratamentos de forma casualizada.

0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	7ºCANO
0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	6ºCANO
0 0 0 0 0 0	0 0 ,0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	5ºCANO
0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	4ºCANO
0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	3ºCANO
0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	2ºCANO
0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	1º CANO
BLOCO - 4	BLOCO - 3	BLOCO - 2	BLOCO - 1	

Legenda
Bacillos Thuringiensis
Trichoderma
Testemunha

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Produtos comerciais à base de biológicos *Trichoderma spp*. (esquerda) e B. thuringiensis (direita). (A) *Bacillus thuringiensis* (Bt): O Bacillus thuringiensis é uma bactéria gram-positiva que produz proteínas inseticidas específicas contra larvas de insetos. Para este estudo, utilizou-se uma formulação comercial de Bacillus thuringiensis subsp. israelensis, aplicada conforme as recomendações do fabricante para o controle de mosquitos e outros insetos aquáticos. (B) *Trichoderma spp*.: O gênero Trichoderma é conhecido por suas propriedades antagônicas contra patógenos de plantas, além de promover o crescimento vegetal e melhorar a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos. Foi utilizado um produto comercial contendo uma mistura de espécies de Trichoderma, aplicado na forma de inoculante líquido de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.1 Produtos aplicados nas mudas

Para avaliar a eficácia no desenvolvimento das mudas, foram utilizados dois agentes, *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma* (Figura 3). Ambos são reconhecidos por suas propriedades benéfi-

REVISTA CONEXÃO ELETRÔNICA

cas no manejo integrado de pragas e doenças, promovendo o equilíbrio ecológico sem impactos adversos significativos ao ambiente ou à saúde humana.

3.2.2 Procedimentos do preparo de calda e aplicação dos produtos

Para garantir uma aplicação precisa e eficaz dos produtos de controle biológico nas mudas, segui-se o seguinte procedimento, (i) preparação da solução para o *Bacillus thuringiensis* (Bt. (utilizou-se uma seringa para medir 5 mL do produto comercial de Bt. Este volume foi diluído em 1 litro de água, agitando-se bem para garantir a homogeneização da solução). Para o *Trichoderma spp.* (da mesma forma, utilizou-se uma seringa para medir 5 mL do inoculante de *Trichoderma*. Este volume foi diluído em 1 litro de água, também agitando-se para obter uma solução homogênea); (ii) aplicação (utilizando um pulverizador manual, a solução de *Bacillus thuringiensis* foi aplicada uniformemente sobre as folhas das mudas. Foi assegurado que todas as partes das plantas fossem cobertas pela solução, garantindo uma aplicação completa. A solução de *Trichoderma* foi utilizada para regar as raízes das mudas. Cada uma destas foi cuidadosamente irrigada para promover a colonização das raízes pelas bactérias benéficas); (iii) procedimentos de segurança e controle (durante todo o processo, medidas de biossegurança foram seguidas para evitar contaminações cruzadas e assegurar a eficácia dos tratamentos biológicos. A aplicação foi realizada durante o período matinal e as plantas estavam com cerca de 15 dias de idade. Após aplicação dos testes, as plantas passaram por um período de carência de 1h30min, antes de serem plantadas no perfil hidropônico, para maximizar a absorção e o efeito dos produtos nas mudas).

3.3 Características avaliadas

Para a análise estatística foram avaliados parâmetros relativos ao desenvolvimento das plantas, como (i) massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA, g) (pesou-se a parte aérea das plantas (folhas e caule) recém retiradas da hidroponia, em balança comercial) (ii) massa de matéria seca da parte aérea (MSPA, g): (pesou-se após secagem em estufa à 65 ºC durante 72 h, até atingirem peso constante, em balança analítica); (iii) teor de água das folhas (TAF, %) (mensurado pela diferença entre peso fresco e peso seco, após secagem em estufa, expressos em porcentagem); (iv) massa de matéria fresca de raiz (MFR, g) (pesou-se a parte radicular das plantas (corte basal) recém retiradas da hidroponia, em balança comercial); (v) massa de matéria seca de raiz (MSR, g) (pesou-se após secagem das raízes em estufa à 65 ºC, durante 72 h, até atingirem peso constante, em balança analítica); (vi) teor de água das raízes (TAR, %) (mensurado pela diferença entre peso fresco e peso seco, após secagem em estufa, expressos em porcentagem) e (vii) diâmetro da copa (DMT, cm) (mensurado com trena o diâmetro total da parte aérea de plantas recém retiradas da hidroponia, expresso em centímetros).

3.4 Análise estatística

Os dados foram previamente submetidos ao teste de normalidade proposto por Shapiro e Wilk (1965) ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste t “LSD” de Fisher ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o teste F, os dados MFPA, MSPA, TAF, MFR, MSR e TAR não apresentaram dados significativos, entretanto, a variável DMT foi significativa ao nível de 5% de significância, conforme pode ser observado na Tabela 1.

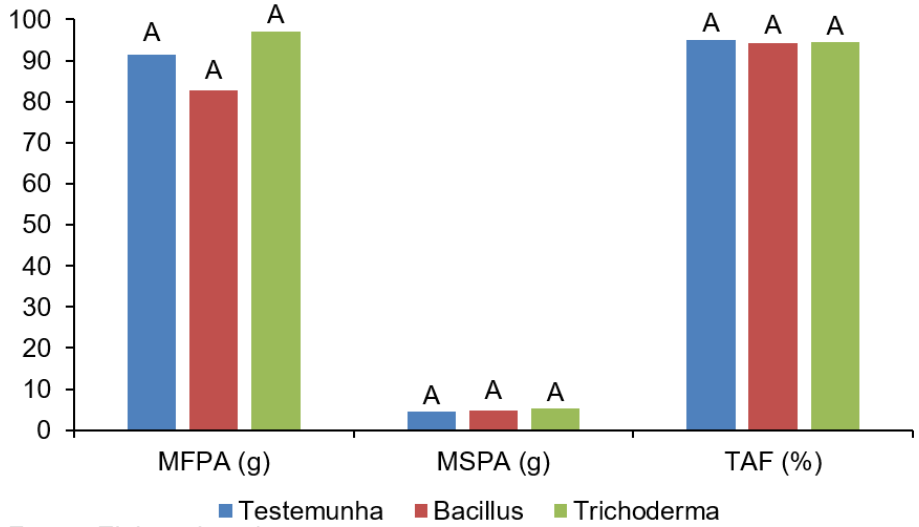
Tabela 1. Quadrados médios (variâncias) de MFPA, MSPA, TAF, MFR, MSR, TAR e DMT testadas.

FV	GL	Quadrados Médios						
		MFPA	MSPA	TAF	MFR	MSR	TAR	DMT
bloco	3	103,31ns	0,82ns	0,53ns	5,33ns	0,03ns	1,36ns	14,76ns
Tratamento	2	203,99ns	0,44ns	0,44ns	9,59ns	0,03ns	1,02ns	14,06*
resíduo	6	264,45	0,99	0,90	3,37	0,01	0,61	2,84
C.V. (%)	-	18,00	20,22	1,00	9,20	21,53	0,81	4,08
Média geral	-	90,36	4,92	94,52	19,97	0,58	97,04	41,28

ns – não significativo; * – significativo ao nível de 5% de significância.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar a Figura 4 para massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA), verificou-se que o tratamento utilizando *Trichoderma* apresentou a maior massa (96,91 g), porém não diferiu estatísticamente dos demais tratamentos Testemunha e *Bacillus* (91,41 e 82,75 g). Esse resultado também foi verificado para a MSPA e TAF. De mesmo modo ao analisar o TAF, ficou evidente que a alface, independentemente da aplicação de microrganismos bioestimulantes, é constituída em sua maioria por água, correspondendo a aproximadamente 94% de seu peso fresco.

Figura 4. Valores médios de massa de MFPA, MSPA e TAF.



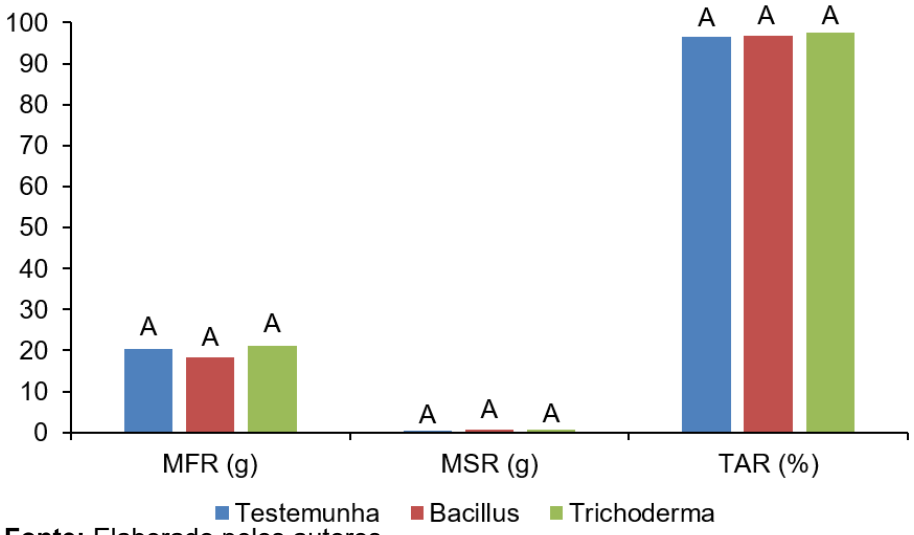
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados encontrados para o TAF corroboram com aqueles encontrados por Rehman, Khan e Ali (2017). Os autores investigaram o impacto de microrganismos bioestimulantes, especificamente as espécies de *Trichoderma* e *Bacillus*, no crescimento e rendimento da alface e concluíram que a alface possui um alto teor de água nas folhas, representando cerca de 95% do peso fresco, alinhando-se com o observado no presente trabalho de aproximadamente 94%. Assim como nos resultados encontrados para a massa de matéria fresca da parte aérea em comparação com os outros tratamentos, não foram observadas diferenças significativas (REHMAN; KHAN; ALI, 2017). De mesmo modo, nos estudos de Domingues et al. (2021) não foi verificada diferença entre os microrganismos promotores de crescimento (*Trichoderma atroviridae*, *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense*) para a massa fresca total da parte aérea em alface e área foliar.

Na Figura 5 se observa que os valores médios de massa de MFR, MSR e TAR nos tratamentos com *Trichoderma*, testemunha e *Bacillus* também não foram significativamente diferentes de

acordo com o teste t "LSD" de Fisher a P<0,05. Porém, assim como verificado anteriormente, as raízes de alface apresentaram aproximadamente 97% de água em sua constituição.

Figura 5. Valores médios de MFR, MSR e TAR.

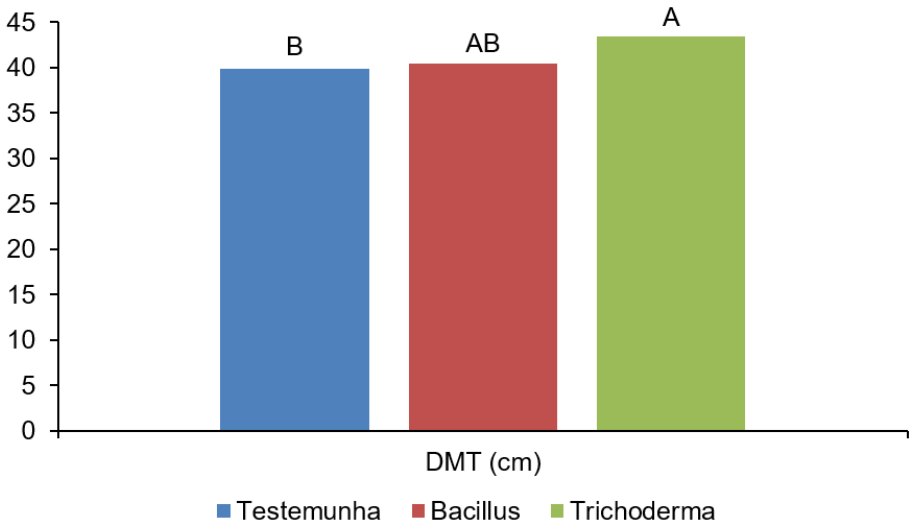


Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação à massa de MFR, MSR e TAR, também não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 5).

A relação entre TAR/TAF indicou que o teor de água nas raízes é maior em relação às folhas, e isso pode ser benéfico pois as folhas são as partes comestíveis da planta e quanto maior seu peso seco, maior será a concentração de nutrientes e consequentemente, melhor valor nutricional da parte consumida.

Figura 6. Valores médios do diâmetro da parte aérea em plantas de alface (DMT).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Já para a Figura 6, verificou-se que o tratamento com aplicação de *Trichoderma* via foliar nas mudas propiciou plantas com maior diâmetro (43,42 cm) em relação ao tratamento Testemunha (39,31 cm), diferindo estatisticamente pelo teste t "LSD" de Fisher a P<0,05, o que correspondeu a um incremento de

REVISTA CONEXÃO ELETRÔNICA

8,0%. O que possa ser reflexo do estímulo ao crescimento da folha da planta, entretanto, como o tempo de aplicação até colheita foi curto, de 30 dias, os efeitos no crescimento proporcionado por esses microrganismos podem ser melhor observados a longo prazo, ou seja, para culturas que possuem maior ciclo de desenvolvimento os resultados podem ser mais significativos.

Referente ao diâmetro das plantas, os resultados que se destacou no estudo de Rehman et al. é o aumento significativo no diâmetro das plantas tratadas com *Trichoderma*, semelhante ao que observamos no estudo realizado. Plantas tratadas com *Trichoderma* apresentaram um incremento de 7,5% no diâmetro em relação ao controle, o que é próximo do incremento de 8,08% que constatamos através do presente estudo.

Plantas maiores e mais viçosas são geralmente as primeiras a serem escolhidas nas gôndolas de mercado, e neste caso como foi observado para a aplicação de *Trichoderma* em mudas, pode auxiliar o produtor posicionar melhor suas hortaliças no mercado frente aos concorrentes.

Este estudo também abriu a possibilidade de aplicação dos microrganismos promotores de crescimento em períodos iniciais da cultura, como no estabelecimento das mudas, devido ao seu rápido ciclo de desenvolvimento até a colheita. Isso pode permitir a melhor ação desses biológicos na promoção de crescimento.

5 CONCLUSÃO

Os tratamentos avaliados não aumentaram a MFPA ou MSPA das plantas de alface, porém, a aplicação de *Trichoderma* nas mudas propiciou plantas com maior diâmetro, o que pode ser mais atrativo ao consumidor.

Devido ao rápido ciclo de cultivo, a promoção de crescimento esperada pelos microrganismos não foi observada no tempo proposto, surgindo novas possibilidades de aplicação em períodos iniciais de desenvolvimento das mudas de alface.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO FILHO, J. A. A cultura da alface. In: COLARICCIO, A.; CHAVES, A. L. R. Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface. Boletim Técnico Instituto Biológico São Paulo, SP, v. 29, p. 1-126, jul. 2017.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, v. 8 e 9, p.107-137, 2012.

BRZEZINSKI, C. R et al. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. Revista Ceres, Viçosa, v. 64, n.1, p. 83-89, 2017.

DOMINGUES, S. C. O. et. al. Microrganismos promotores de crescimento em cultivares de alface. Nativa, v. 9, n. 2, p. 100-105, 2021. doi: 10.31413/nativa.v9i2.10435.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. Informe Agropecuário, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, 1999.

JENSEN, M. H.; COLLINS, W. L. Hydroponic Vegetable Production. Horticultural Reviews, v. 7, p. 483-558, 1985.

MATOSO, E. S. et al. Sobrevivência de bactérias diazotróficas em substratos alternativos para a cana-de-açúcar. Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp, p. 996-1008, 2016.

MELO, I. S. Trichoderma e Gliocladium como bioprotetores de plantas. Revisão

Anual de Patologia de Plantas, v. 4, p. 261-295, 1996.

MULLER, A. et al. Can soil-less crop production be a sustainable option for soil conservation and future agriculture?. Land use policy, v. 69, p. 102-105, 2017.

PAULITZ, T. C. Biological control of root pathogens in soilless and hydroponic systems. HortScience, v. 32, n. 2, p. 193-196, 1997.

RAKOCY, J. E. Aquaponics—integrating fish and plant culture. Aquaculture production systems, p. 344-386, 2012.

REHMAN, M. A.; KHAN, S. M.; ALI, S.; AHMAD, N. Effects of Trichoderma and Bacillus Species on the Growth and Yield of Lettuce (Lactuca sativa L.). Journal of Agricultural Science, v. 9, n. 2, p. 112-121, 2017. doi: 10.1234/jas.2017.

SNEINEH. A.; SHABANEH.A. Projeto de um sistema de monitoramento hidropônico inteligente usando um microcontrolador ESP32 e a internet das coisas. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10561115/>. Acesso em: 05 jul. 2024.

SOUZA, S. V. et al. Análise do crescimento de alface sob diferentes sistemas de cultivo. Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento, v. 14, n. 2, p. 107-120, 2021.

STANGHELLINI, M. E. et al. Root rot of hydroponically grown cucumbers caused by zoospore-producing isolates of Pythium intermedium. Plant disease, v. 72, n. 4, p. 358-359, 1988.

STANGHELLINI, M. E.; RASMUSSEN, S. L. Hidroponics: A solution for zoosporic pathogens. Plant Disease, St. Paul, v. 78, n. 12, p. 1129-1138, dez. 1994.

UTKHEDE, R. S.; LÉVESQUE, C. A.; DINH, D. Pythium aphanidermatum root rot in hydroponically grown lettuce and the effect of chemical and biological agents on its control. Canadian Journal of Plant Pathology, v. 22, n. 2, p. 138-144, 2000.

ZINNEN, T. M. Assessment of plant diseases in hydroponic culture. Plant Disease, v. 72, n. 2, p. 96, 1988.