

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

KAREN GABRIELA DA SILVA OLIVEIRA

**BIOESTIMULANTES E PROTETOR SOLAR NO CRESCIMENTO INICIAL
DE MUDAS DE CAFÉ**

CHAPADÃO DO SUL-MS

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

**BIOESTIMULANTES E PROTETOR SOLAR NO CRESCIMENTO INICIAL
DE MUDAS DE CAFÉ**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
de Mato Grosso do Sul, como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima

CHAPADÃO DO SUL-MS
2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: **KAREN GABRIELA DA SILVA OLIVEIRA JANDREY.**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima.**

Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHARELA EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima
Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Eng^a. Agr^a. Vitória Carolina Dantas Alves
Membro da Banca Examinadora

Eng. Agr. Arthur Renan Fernandes Nogueira
Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 04 de dezembro de 2024.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Sebastiao Ferreira de Lima, Professor do Magisterio Superior**, em 04/12/2024, às 10:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Vitória Carolina Dantas Alves, Usuário Externo**, em 05/12/2024, às 06:34, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **ARTHUR RENAN FERNANDES NOGUEIRA, Usuário Externo**, em 05/12/2024, às 07:19, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5290055** e o código CRC **BD6ADE19**.

05/12/2024, 23:36

SEI/UFMS - 5290055 - Certificado

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000745/2024-10

SEI nº 5290055

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo dom da vida, por ter me dado força, determinação e discernimento para vencer obstáculos com persistência e dedicação ao longo da graduação.

Aos meus pais, Roberta Maria e José Claudemir, pelo incentivo e acolhimento em todos os momentos. O apoio de vocês proporcionou luz a minha caminhada.

Aos meus irmãos Vitor Eduardo e José Roberto, e a minha irmã Mariana Rosa que sempre torceram e torcem por mim. Amo todos vocês.

Agradeço ao meu esposo Lucas Jandrey por compartilhar a vida comigo, pelo amor e companheirismo, por acreditar no meu sonho, sonhar comigo e me incentivar. Essa conquista também é sua. Sou grata.

A minha sogra Noemi Jandrey pelo acolhimento, amizade e carinho a mim dedicado. Agradeço.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-CPCS e todo seu corpo docente pelos ensinamentos durante o curso, fornecimento de recurso e estrutura para que o trabalho fosse realizado. Agradeço.

Ao meu professor e orientador Dr. Sebastião pela sapiência compartilhada, ajuda durante a realização deste trabalho e por me incentivar sempre. Sou grata!

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

BIOESTIMULANTES E PROTETOR SOLAR NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAFÉ

RESUMO: A busca pelo desenvolvimento agrícola aliado à agricultura sustentável, está em destaque. O uso de bioinsumos é uma alternativa para maximizar sustentavelmente a produção agrícola, como o uso de protetor solar e os bioestimulantes. O protetor solar previne o estresse foto-oxidativo nas plantas, enquanto os bioestimulantes podem promover seu maior desenvolvimento, produzindo compostos de interesse na agricultura. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de protetor solar e de bioestimulantes no crescimento inicial de mudas de café. O experimento foi instalado na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Chapadão do Sul, instalado em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de presença e ausência de protetor solar, cinco bioestimulantes e o controle, sem bioestimulante. Os parâmetros avaliados foram altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, volume de raiz, área foliar, massa seca de folhas, massa seca de caule, massa seca de raiz e massa seca total. O Protetor solar associado aos bioestimulantes proporcionou melhores resultados em todos os parâmetros analisados inclusive no tratamento controle, sem bioestimulante. Independente da associação com protetor solar tratamentos com *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* (BAC1) influenciou positivamente na altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca de folha, caule, raiz e massa seca total das mudas de café. O tratamento com *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens* (BAC2) garantiu melhores resultados em altura de planta, números de folhas, massa seca de folha, caule raiz, massa seca total das mudas de café quando aplicado sozinho, sem associação ao protetor solar.

PALAVRAS-CHAVES: *Coffea arabica*, *Bacillus* spp., fitohormônios, vitaminas, extrato de algas.

BIOSTIMULANTS AND SUNSCREENS ON THE INITIAL GROWTH OF COFFEE SEEDLINGS

ABSTRACT: The search for agricultural development combined with sustainable agriculture is in the spotlight. The use of bioactives is an alternative to sustainably maximize agricultural production, such as the use of sunscreens and biostimulants. Sunscreens prevent photo-oxidative stress in plants, while biostimulants can promote their greater development, constituting inputs of interest in agriculture. Thus, the objective of this research was to evaluate the effects of sunscreens and biostimulants on the initial growth of coffee seedlings. The experiment was installed in the experimental area of the Federal University of Mato Grosso do Sul – Chapadão do Sul Campus, installed in randomized blocks in a 2 x 6 factorial scheme, with four replications, with IPR 100 Arabica coffee, grown in tubes. The treatments resulted from the presence and absence of sunscreen, five biostimulants and the control, without biostimulant. The parameters evaluated were plant height, stem diameter, number of leaves, root volume, leaf area, leaf dry mass, stem dry mass, root dry mass and total dry mass. Sunscreen associated with biostimulants provided better results in all parameters analyzed, including the control treatment without biostimulant. Regardless of the association with sunscreen, treatments with *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* (BAC1) positively influenced plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, dry mass of leaves, stems, roots and total dry mass of coffee seedlings. Treatment with *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens* (BAC2) provided better results in plant height, number of leaves, dry mass of leaves, stems, roots and total dry mass of coffee seedlings when applied alone, without association with sunscreen.

KEYWORDS: *Coffea arabica*, *Bacillus* spp., phytohormones, vitamins, seaweed extract.

INTRODUÇÃO

O café no Brasil tem grande destaque na economia, sendo o maior país produtor e exportador mundial e o segundo maior consumidor do produto a nível global (MAPA, 2023). A produção de café no Brasil ocupa área de 1,90 milhões de hectares (CONAB, 2024).

Para se obter mudas de qualidade existem alguns fatores importantes, como a produção de mudas de café com boa sanidade, livres de doenças e bem desenvolvidas na hora do transplante, para a obtenção de crescimento uniforme, maior produção por área e longevidade (Baliza et al., 2013; Campos et al., 2012; Leao et al., 2013).

Tecnologias e técnicas de manejo, como o uso de bioestimulantes, estão sendo utilizadas também na agricultura. Um bioestimulante é qualquer substância natural ou sintética que melhora a eficiência da planta, as respostas aos estresses abióticos, a produtividade e qualidade dos cultivos (Cavalcante et al., 2020). São misturas de reguladores vegetais naturais ou sintéticos e compostos de natureza química (vitaminas e nutrientes) (Santos et al., 2017), extratos de algas, microrganismos e aminoácidos (Dabadia, 2015; Buchelt et al., 2019).

Podem ser aplicados no tratamento de sementes ou diretamente na planta via aplicação foliar (Buchelt et al., 2019), agindo na divisão, alongamento e diferenciação celular. Essas ações causam alteração nas reservas das sementes, promovendo equilíbrio hormonal, melhorando o desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea das plantas, permitindo-a que atinjam seu maior potencial produtivo (Ramos et al., 2015).

Os bioinsumos melhoram a absorção de nutrientes e água, e quando associado com fertilizantes foliares a absorção e utilização dos nutrientes pela planta é maior (Silva et al., 2013). São diversas as opções de bioestimulantes para uso na agricultura, que buscam principalmente a redução do uso de insumos químicos e sustentabilidade do sistema produtivo (Calvo et al., 2014).

Dentre estes bioinsumos, a nicotinamida e vitamina do complexo B, proporcionam melhor condução de energia nas células vegetais e maior resistência dos tecidos, auxiliando no desenvolvimento das plantas (Dong et al., 2015), beneficiando o crescimento e produção das plantas, tendo como resultado maiores produtividades (Berglund, et al., 2017).

Além dos bioinsumos, tem-se os fitormônios auxina, citocinina e giberelina atuam no crescimento vegetal, com foco na maior absorção de nutrientes pelas plantas. A concentração e a composição desses fitormônios juntos, tem função mediadora de

processos fisiológicos, ajudando na absorção de água e nutrientes, no crescimento e divisão celular (Bertolin et al., 2010).

Outro grupo importante de bioestimulantes são os diferentes gêneros de *Bacillus* que constituem importantes microrganismos capazes de promover crescimento das plantas e biocontrole (Barea et al., 2009; Harthmann et al., 2010; Melo, 2015), atua indiretamente na eliminação de doenças, fixação de nitrogênio e solubilização de fosfatos (Gagné-Bourque et al., 2015). Entre estes produtos, os protetores solares podem ser uma opção, por promoverem redução de temperatura nas folhas, maior abertura estomática, melhorando assimilação de CO₂ (Medina et al., 2002; Jifon; Syvertsen, 2003), esse controle da temperatura foliar e de irradiância podem minimizar estresse foto-oxidativo (Miranda et al., 2018).

Outro destaque de agente que atua como bioestimulante na agricultura é o extrato de algas marinhas, como *Ascophyllum nodosum*, atuando sobre processos fisiológicos capazes de induzir o crescimento vegetal, devido a produção de citocininas, atuante na divisão celular e retarda a senescência da planta. Também aumentam a eficiência da absorção de nutrientes e agem na fotossíntese das plantas (Nair et al. 2011). Com isso, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de protetor solar e de bioestimulantes no crescimento inicial de mudas de café.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul com latitude de 18°48'45" Sul, longitude de 52°36'00" Oeste e altitude de 820 metros, de dezembro de 2021 a junho de 2022 em estufa de produção de mudas. O clima é classificado como tropical úmido e a temperatura anual fica compreendida entre 13 a 28°C, a precipitação pluvial média é de 1.850 mm, com concentração de chuvas no verão e seca no inverno (Cunha et al., 2013).

O solo utilizado foi obtido em barranco, eliminando-se a camada superior. O substrato utilizado foi o Tropstrato HT e foi realizado o enriquecimento desse substrato final com aplicação de 6 kg m⁻³ do adubo Osmocote (NPK 19-19-19) de liberação controlada (7-9 meses).

Para a produção das mudas, os tubetes foram dispostos em suportes para 96 unidades, preenchidos com substrato na proporção 1:1 (solo:substrato comercial), sendo colocadas duas sementes de café em cada tubete, na profundidade de 2 cm.

A germinação ocorreu dos 40 aos 90 dias após a semeadura. Após o

estabelecimento das mudas, que ocorreu 10 dias após a finalização da germinação, realizou-se o raleio deixando somente uma planta por recipiente. Logo após o raleio das mudas foram feitas as aplicações dos tratamentos utilizando uma bomba elétrica de pressão constante e vazão de 136 L ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2, com quatro repetições. Foi utilizado a cultivar de café arábica IPR 100. As parcelas foram formadas por 10 tubetes de polietileno de formato cônico e capacidade de 120 cm³.

O ambiente de produção das mudas era equipado com irrigação por microaspersores, cobertura com filme plástico de 100 micras e sobreposição de sombrite 50% na parte superior e revestimento lateral também com sombrite 50%. O piso de solo revestido com brita para facilitar a drenagem.

O protetor solar (PS) usado foi a base de carbonato de cálcio e óxido de zinco. Os tratamentos foram realizados com a presença e ausência de protetor solar, cinco bioestimulantes e o controle, sem uso de bioestimulante. Os bioestimulantes foram compostos por: *Ascophyllum nodosum* = ALGA extrato de alga, *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis* = BAC1, *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens* = BAC2, nicotinamida = NICO e solução de fitohormônios contendo auxina, giberelina e citocinina = FITO (Tabela 1).

O protetor solar comercial utilizado foi o Sombryt® é composto de água, carbonato de cálcio e óxido de zinco que protege as folhas e frutos contra os efeitos da radiação do solar, formando uma fina camada protetora na superfície desses órgãos.

Tabela 1. Produtos e doses dos produtos utilizados no experimento. Descrição dos tratamentos e doses. Protetor solar quando aplicado foi na dose de 1,0 L ha⁻¹.

Tratamentos	Doses
Com e sem protetor solar	
Controle	-
Alga	0,5 L ha ⁻¹
BAC1	0,8 L ha ⁻¹
BAC2	0,4 L ha ⁻¹
NICO	100 mg L ⁻¹
FITO	0,5 L ha ⁻¹

Os tratamentos ALGA foi realizado com produto comercial Bionatus®, composto 100% de extrato de *Ascophyllum nodosum*. Sendo ele um fertilizante organomineral que além da alga, tem em sua composição carbono orgânico e potássio solúvel em água.

Já o bioestimulante BAC2 de nome comercial Bombardeiro® têm em sua composição três *Bacillus* na forma de endósporos.

O tratamento NICO composto por nicotinamida, mais conhecida como vitamina B3 ou niacina

O tratamento FITO composto pelo produto comercial Stimulate® que é um regulador de crescimento vegetal, os ingredientes ativos ocorrem naturalmente na planta: Cinetina, ácido giberélico e ácido ilbutírico.

Ao completar 150 dias após a sementeira, foram mensuradas em cinco plantas por parcela, as variáveis:

- a) Altura de plantas: Expressa em cm, medida com régua milimetrada, considerando-se a região compreendida entre o coleto e a gema apical;
- b) Diâmetro do caule: Expresso em milímetro (mm), utilizando-se um paquímetro digital, medido logo acima da linha do substrato;
- c) Número de folhas: unidade
- d) Volume de raiz: Expresso em centímetro cúbico (cm³), determinado pelo deslocamento de água causado pelas raízes de cinco plantas em uma proveta;
- e) Área foliar: Em centímetro quadrado (cm²), determinado a partir da medida do comprimento (C) e largura média (L) de todas as folhas, aplicados a fórmula: Área foliar = C x L x 0,667;
- f) Massa seca de folhas; g) Massa seca de caule; h) Massa seca da raiz; i) Massa seca total: Expressas em gramas, os componentes foram coletados e colocados em saco de papel, levado a estufa para secagem em circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade no software Sisvar (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com protetor solar e bioestimulantes tiveram efeito sobre as variáveis

altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas, volume de raiz, área foliar, massa seca de folhas, massa seca de caule, massa seca de raiz e massa seca total, bem como a interação entre eles (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), volume de raiz (VR), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e área foliar (AF) em função da aplicação de protetor solar e bioestimulantes em mudas de café.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		ALT	DC	NF	VR	MSF
Bloco	3	0,3674	0,0013	0,0216	0,4097	0,0076
Protetor (P)	1	7,1271**	0,1513**	1,3400**	17,5208**	1,2025**
Bio (B)	5	16,8042**	0,1496**	4,4815**	6,0958**	0,9142**
P X B	5	2,6547**	0,0133**	0,4138*	1,2958**	0,2384**
Erro	33	0,2270	0,0024	0,1418	0,2355	0,0219
CV (%)		3,73	2,18	4,18	5,53	5,66
Média		12,79	2,26	9,02	8,77	2,61
		MSC	MSR	MST	AF	
Bloco	3	0,0005	0,0048	0,0185	2,2814	
Protetor (P)	1	0,0975**	0,3845**	4,1166**	718,6678**	
Bio (B)	5	0,1750**	0,5113**	4,2010**	1129,4336**	
P X B	5	0,0142**	0,0228**	0,4593**	123,4336**	
Erro	33	0,0023	0,0053	0,0365	2,5600	
CV (%)		6,34	6,96	4,31	2,31	
Média		0,76	1,05	4,43	69,35	

FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; Altura de plantas, ALT (cm), diâmetro de caule, DC (mm), número de folhas, NF (n°), volume de raiz, VR (cm³), massa seca de folha, MSF (g), massa seca de caule (g), massa seca de raiz (g), massa seca total (g) e área foliar (m²), CV = coeficiente de variação = tratamento. *, ** = significativo a 5 e 1%, respectivamente pela análise de variância.

Para variável altura de plantas, quando comparado a associação dos bioestimulantes com o protetor solar, foi observado que os tratamentos com BAC1 e ALGA proporcionaram incremento em 9,7% e 26,6%, respectivamente, do que quando aplicados isoladamente. O

tratamento BAC1 quando comparado com o controle, ambos associados com protetor solar, proporcionou incremento de 23,4% (Figura 1).

Isso aconteceu devido a composição carbonato de cálcio do protetor solar utilizado. Uma das principais funções do cálcio é na estrutura da planta, integrando a parede celular, incrementa em resistência mecânica dos tecidos (Prado, 2020). O protetor solar associado no tratamento com *Bacillus* (*Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*) e *Ascophyllum nodosum* (extrato de algas) acelera o desenvolvimento inicial das plantas, fortalece o sistema radicular estabelecendo equilíbrio biológico da rizosfera, garante o melhor desenvolvimento vegetal resultando consequentemente maior altura de planta (BIOTROP, 2024).

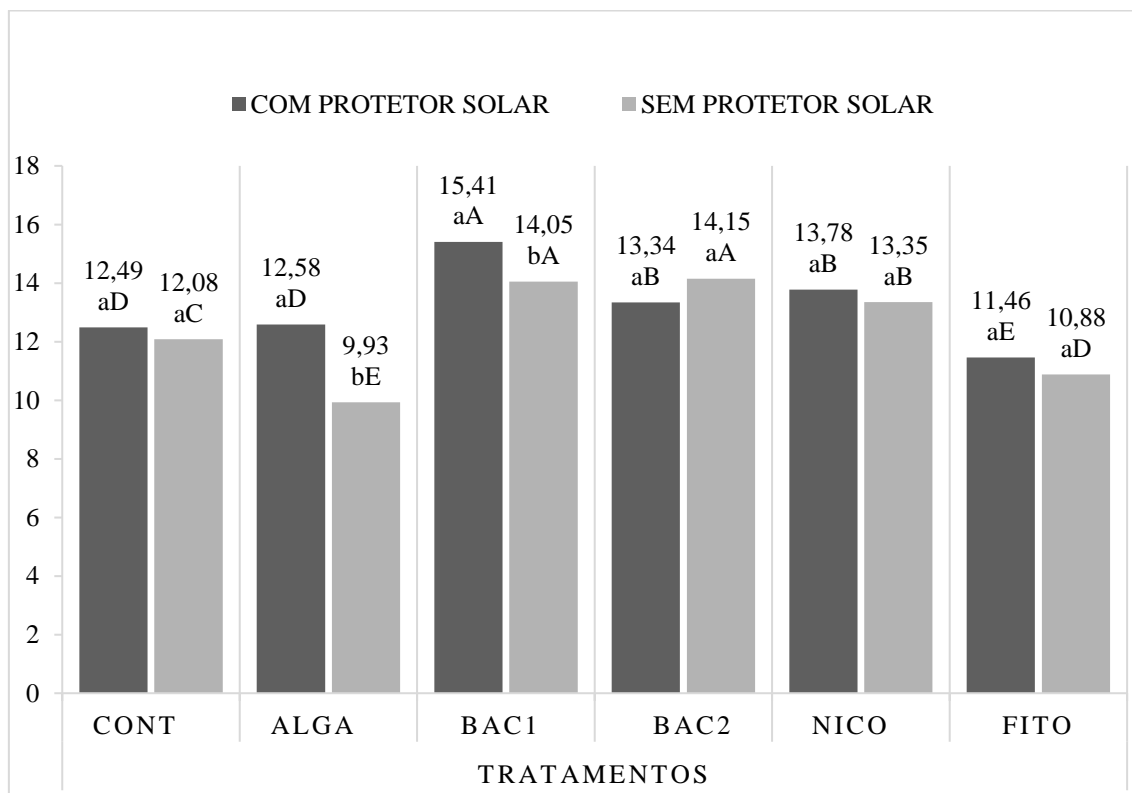


Figura 01. Altura de plantas (cm) dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis*+ *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina

Os diferentes bioestimulantes aplicados sem o protetor solar também possuíram efeito em relação aos demais tratamentos, foram os tratamentos com BAC1 e BAC2. Esse resultado ocorreu possivelmente em função da ação do *Bacillus pumillus* presentes nos dois produtos aplicados nesses tratamentos que promovem crescimento das estruturas das plantas (EMBRAPA, 2020).

Os tratamentos BAC1 e NICO o diâmetro do caule foi maior quando comparado com os tratamentos de protetor solar. Mas, não apresentaram efeito dos tratamentos no aumento do diâmetro do caule independente do uso de protetor solar. Pode ter ocorrido devido a ação do *B. pulmillus* que atua na promoção de crescimento das plantas e suas estruturas (EMBRAPA 2020). E o tratamento FITO, compostos por fitohormônios com papel direto na regulação de crescimento vegetal, podendo proporcionar incremento no desenvolvimento das estruturas das plantas.

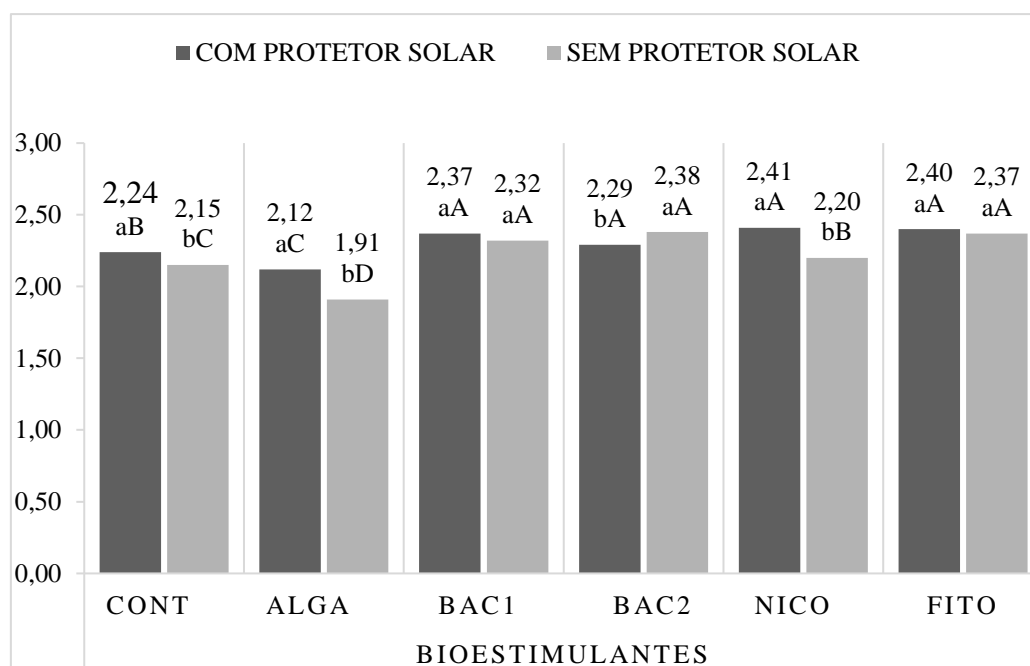


Figura 02. Diâmetro do caule (mm) dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina

Isso pode ser explicado devido o cálcio que compõe o PS que foi utilizado. O Ca participa de componentes estruturais da planta, do alongamento e divisão mitótica celular refletindo no crescimento radicular e é importante para estabilidade da membrana e na absorção seletiva dos íons (Prado, 2020). Trazendo a planta melhor crescimento do diâmetro do caule, sendo mais robusta, e resistente a geadas.

O tratamento NICO associado ao protetor solar apresentou efeito dos tratamentos também devido a contribuição das vitaminas do complexo B, grupo qual a nicotinamida pertence, essas vitaminas proporcionam maior resistência dos tecidos vegetais e levam um aumento das atividades metabólicas, ativação de enzimas que reduzem o carbono no processo da fotossíntese e também compõe transportadores de elétrons, NAD E NADP, no metabolismo energético das plantas (Kirkland; Meyer-Ficca, 2018 e o cálcio presente na composição do protetor solar.

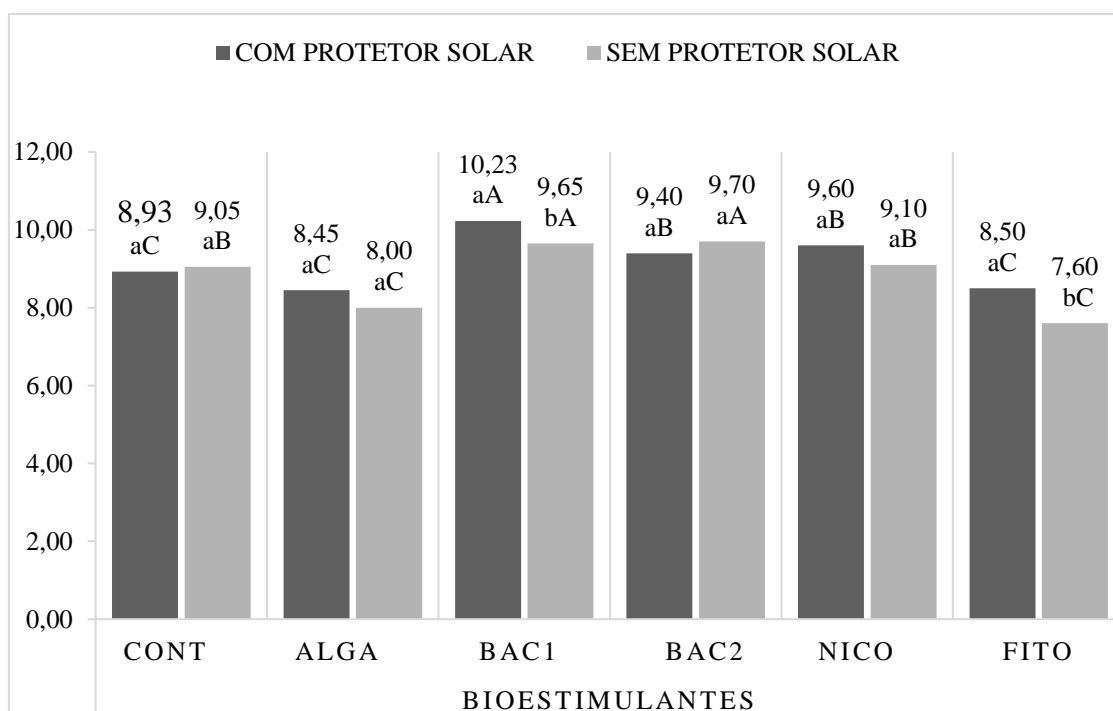


Figura 03. Número de folha dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina

Para a análise de número de folha, os bioestimulantes a base de *Bacillus* com associação do protetor solar apresentaram maiores valores, porque o PS contém cálcio, que participa da estrutura da planta compondo a parede celular, atua como mensageiro secundário na condução de sinais para resposta das plantas a fatores ambientais, altera o metabolismo de crescimento e desenvolvimento vegetal, reduzindo o estresse da planta a fatores bióticos e abióticos, bem como reagindo com hormônios vegetais (Prado, 2020).

Considerando o parâmetro volume de raiz, todos bioestimulantes associados ao protetor solar não diferiram estatisticamente entre si. Ambos também não diferiram estatisticamente dos tratamentos BAC2 e NICO sem o uso de protetor solar (Figura 4).

Os tratamentos BAC2 e NICO tiveram maiores volumes de raiz e independeram do uso do PS.

O tratamento BAC2 tem em sua composição, *Bacillus subtilis* e *B. amyloliquefaciens*. Esses microrganismos agem diretamente na promoção do crescimento das raízes, produção de hormônios vegetais e indução de resistência. Proporcionam proteção contra agentes causadores de doenças em plantas que estão no solo, devido à supressão de fitopatógenos, por sintetizar diversas enzimas e metabólitos secundários benéficos a planta, como antibióticos e sideróforos (EMBRAPA, 2020).

O *B. subtilis* encontrado na rizosfera é capaz de produzir biofilmes hidrofílicos na superfície da raiz que proporcionam uma colonização benéfica para as raízes das plantas. O biofilme é constituído por um composto hidratado, incluindo 97% de água em uma matriz polimérica, que pode aumentar o crescimento e garantir a sobrevivência das plantas sob condições de estresse hídrico (Nocker et al., 2012; Rossi et al., 2012; EMBRAPA, 2020), por protegerem a planta contra a perda de água.

Já o *Bacillus amyloliquefaciens* também coloniza as raízes das plantas atuando na promoção do crescimento vegetal com a capacidade de formar estruturas resistentes (endósporos) sob condições ambientais adversas, como a elevada temperatura, salinidade e baixa disponibilidade hídrica (Tiwari et al. 2017).

O tratamento NICO também proporcionou maior volume de raiz independente do uso de PS em função da vitamina B3 ou nicotinamida que age no metabolismo vegetal, auxilia no crescimento e desenvolvimento vegetativo através do alongamento celular (Dong et al., 2015). Atua diretamente sobre os tecidos vegetais e proporciona acréscimo nas características produtivas, atuando também em condições adversas

(Berglund et al., 2017).

Devido a esses efeitos os tratamentos BAC2 e NICO não tiveram seus volumes de raiz interferidos pelo uso ou não do protetor solar (Figura 4).

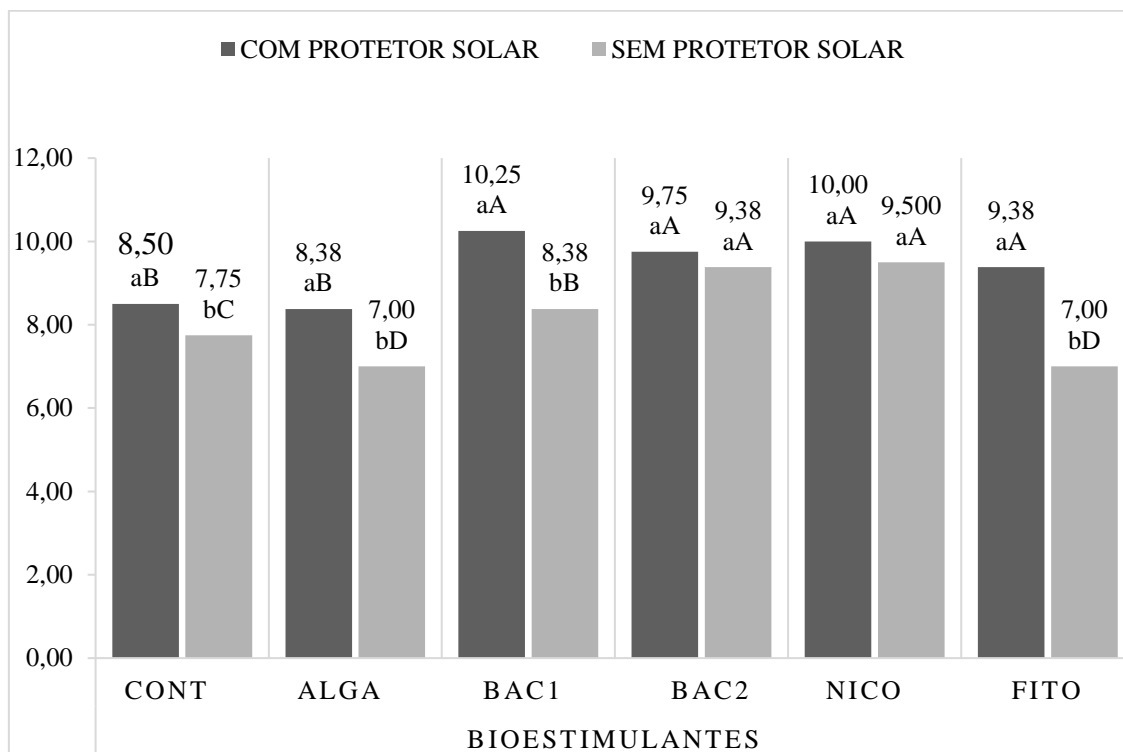


Figura 04. Volume de raíz (cm³) dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis*+ *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina

Para os tratamentos associados ao protetor solar, constatou que o tratamento BAC1 foi de maior área foliar com incremento de 38,4%, mas não diferiu do tratamento NICO que obteve valor maior em 35,4%, comparando-os com o tratamento controle (Figura 5).

O protetor solar utilizado, além do cálcio que atua na redução dos efeitos de estresse biótico e abiótico da planta, incrementa em resistência mecânica dos tecidos, e ianda participa da estrutura da planta por integra a parede celular (Prado, 2020). Contém também o zinco, é o nutriente requerido na síntese do aminoácido triptofano, precursor da biosíntese de AIA com efeito fisiológico na alongação celular. Os locais da síntese de auxinas são os tecidos

meristemáticos de diferentes órgãos – folhas, raízes, flores (Prado, 2020).

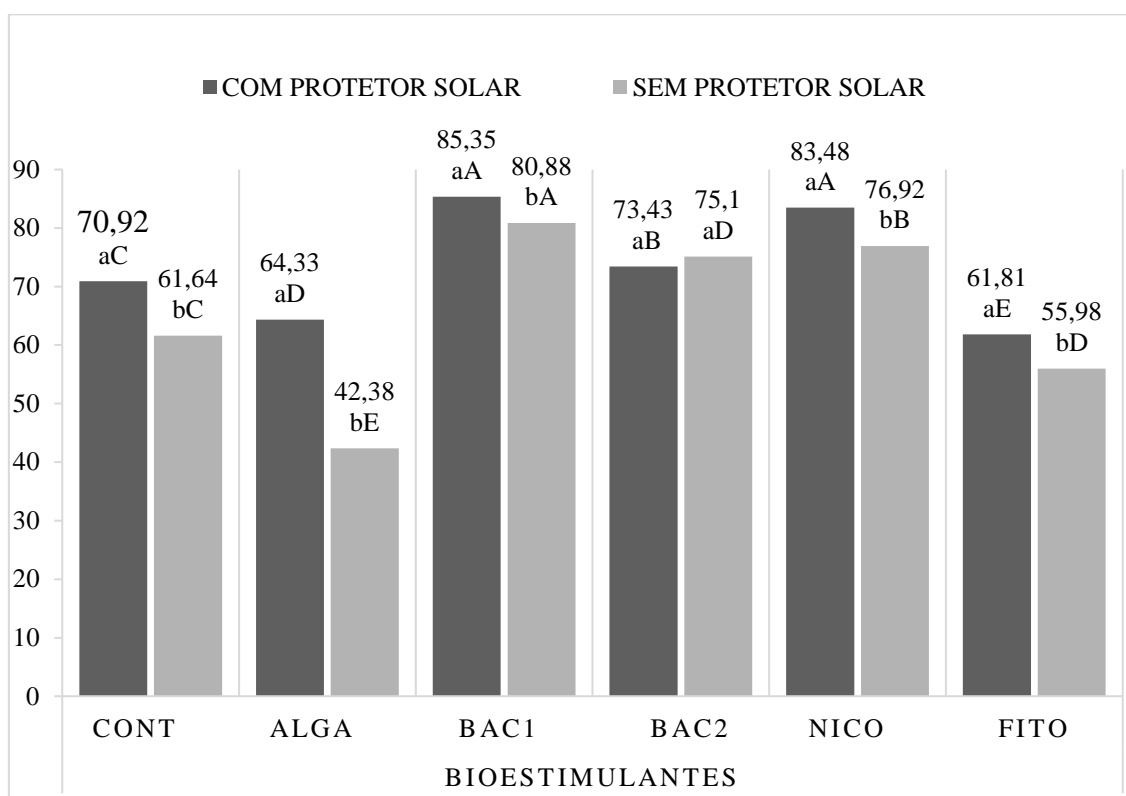


Figura 05. Área foliar (cm²) dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina.

A massa seca de folhas dos tratamentos BAC1 e NICO com o uso do protetor solar proporcionaram incremento de 22,5% e 24,5%, respectivamente, e não diferiram entre si estatisticamente (Figura 6).

Com esses resultados é observado que a associação dos bioestimulantes e protetor solar, foi benéfica para os parâmetros avaliados. O protetor solar possui carbonato de cálcio em sua composição e o Ca atua na potencialização da absorção, mobilização e aproveitamento dos nutrientes pela planta (Ahmed, 2013; Badran, 2015).

O tratamento BAC2 teve melhor resultado em massa seca das folhas quando aplicado sem associação de protetor solar (Figura 6).

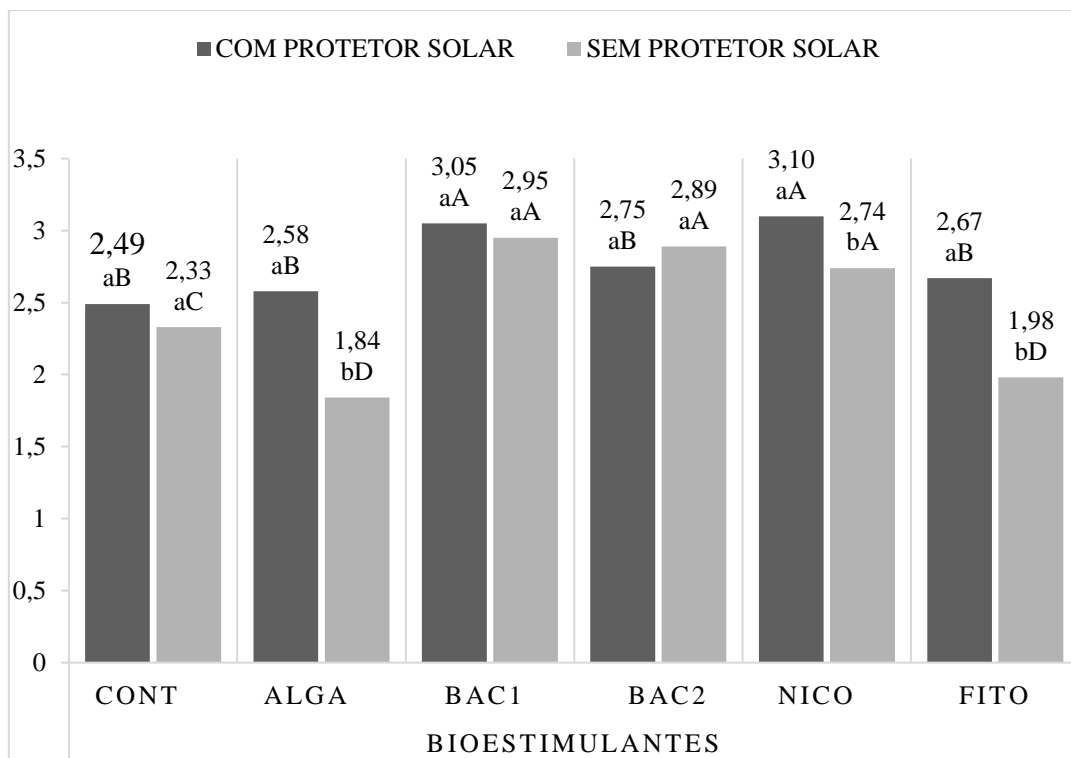


Figura 06. Massa seca das folhas (g) dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina

Com relação ao parâmetro massa seca do caule, os tratamentos com o uso do protetor solar foram os de melhores resultados, não diferiram estatisticamente entre si e também não diferiram estatisticamente entre os tratamentos BAC2 e FITO sem o uso de protetor solar (Figura 7).

Quando observado os resultados dos bioestimulantes que independe ao protetor solar, o melhor foi obtido com BAC1.

Para os resultados dos tratamentos com o uso do protetor solar, NICO apresentou o maior peso, porém não diferiu estatisticamente do tratamento BAC1.

Entre os tratamentos sem associação do PS, o tratamento BAC2 apresentou melhor resultado diferindo estatisticamente dos demais. (Figura 7).

Os resultados dos tratamentos com o uso do protetor solar proporcionaram melhores incremento em massa seca do caule, porém é possível observar que os tratamentos BAC2 e FITO não dependem dessa associação para proporcionar bons resultados.

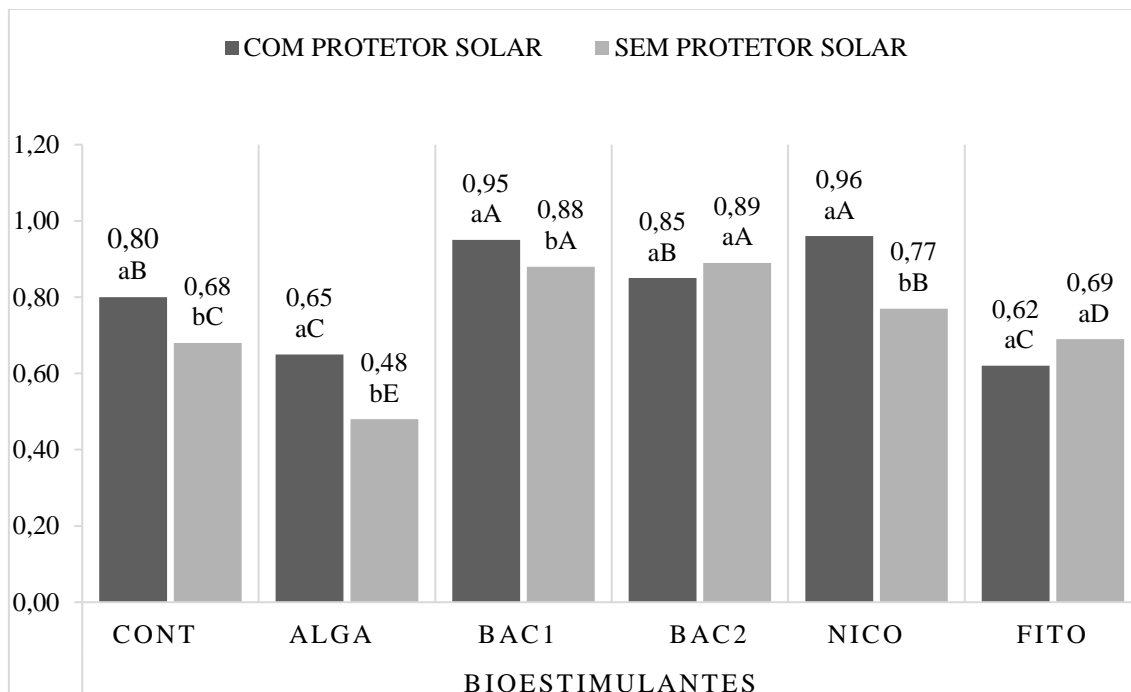


Figura 07. Massa seca de caule (g) dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina.

Nos parâmetros massa seca de raiz (Figura 8) e massa seca total (Figura 9) a maior parte dos tratamentos com os bioestimulantes em associação com protetor solar apresentaram os melhores resultados, mas não diferiram estatisticamente entre si e também não diferiram estatisticamente do tratamento BAC2 sem protetor solar.

A massa seca de raiz foi maior no tratamento NICO associado ao protetor solar e BAC2 sem protetor solar, proporcionando incremento de 60,2% e 32,2%, respectivamente, quando comparados ao controle sem protetor solar. Estes dois tratamentos não se diferiram estatisticamente (Figura 8).

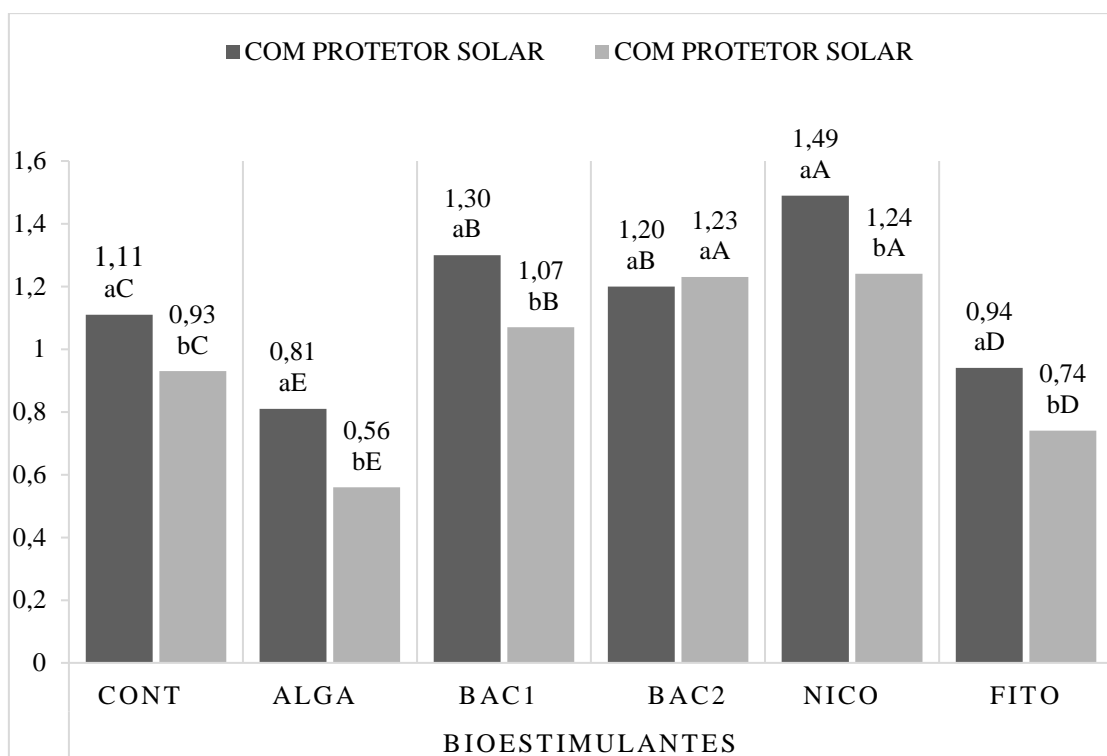


Figura 08. Massa de seca raiz (g) dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina.

A massa seca total houve aumento em 34,8%, 40,6% e 26,9% com os tratamentos BAC1 e NICO associado ao protetor solar e BAC2 sem protetor solar, respectivamente, e estes não diferiram entre si (Figura 9). Isso porque a utilização de isolados do gênero *Bacillus* promovem crescimento de plantas e o uso da vitamina nicotinamida favorecer diferentes processos na planta, tendo em vista que sua atuação como precursores do NAD e NADP promove maiores ganhos energéticos e, por conseguinte, incrementos nas taxas de crescimento (Berglund et al., 2017).

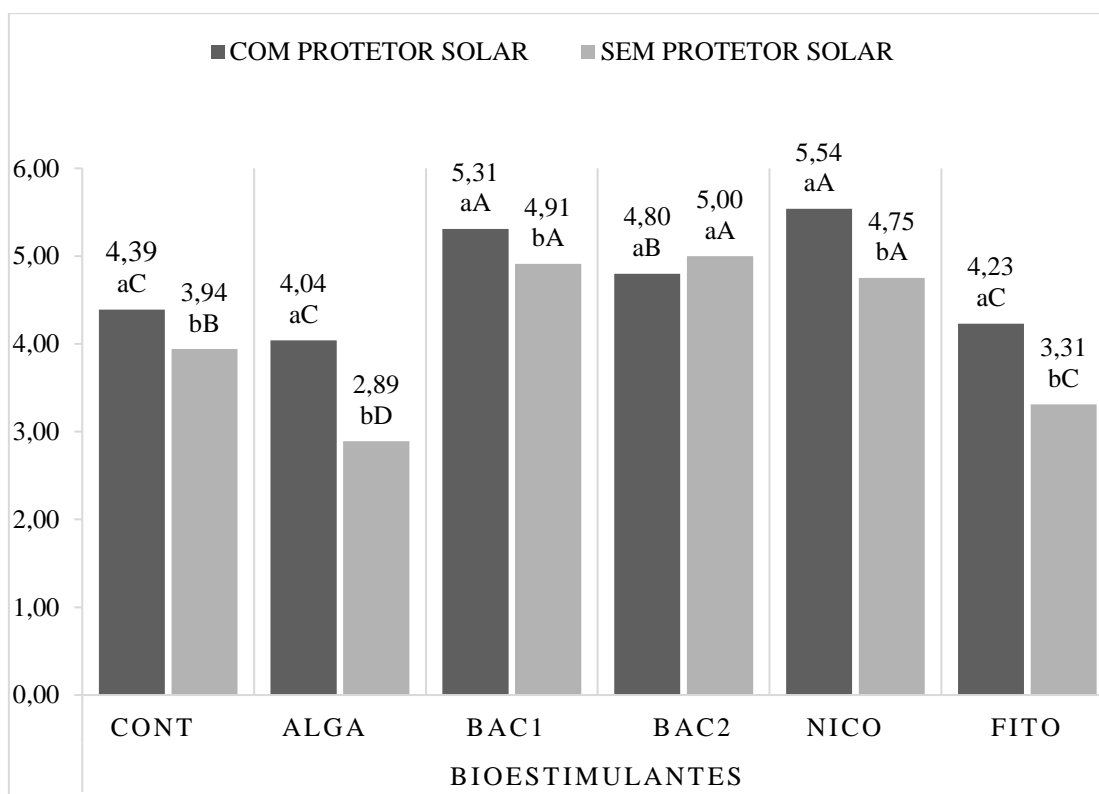


Figura 09. Massa de seca total (g) dos tratamentos com e sem o uso de protetor solar.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na primeira posição e maiúsculas iguais na segunda posição não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$). TRATAMENTOS: CONT= Controle; ALGA=*Ascophyllum nodosum*; BAC1= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. velezensis*; BAC2= *Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. amyloliquefaciens*; NICO= nicotinamida; FITO= Solução contendo auxina, giberelina e citocinina

CONCLUSÃO

O tratamento BAC1(*Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. Velezensis*) na dose de $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ associado ao protetor solar apresentou os melhores resultados nas variáveis altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas, volume de raiz e área foliar, e o mesmo quando aplicado isoladamente proporcionou bons resultados, exceto para variável volume de raiz. Os tratamentos a base de *Bacillus* (BAC1 e BAC2) obtiveram resultados parecidos, porém o tratamento BAC2(*Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. Amyloliquefaciens*) na dose de $0,4 \text{ L ha}^{-1}$ apresentou melhores desempenhos quando aplicado isoladamente.

Para as variáveis massa seca de folha, massa seca de caule, massa seca de raiz e massa seca total, o tratamento NICO (nicotinamida) na dose de 100 mg L^{-1} e

BAC1(*Bacillus pumillus* + *B. subtilis* + *B. Velezensis*) associados ao protetor solar, apresentara melhores resultados para estes parâmetros, exceto para massa seca de raiz, onde apenas o tratamento NICO se destacou.

REFERÊNCIA

AHMED, Y. M. A.; AHMED, M. Impact of spraying some antitranspirants on fruiting of williams bananas grown under Aswan region conditions. **Stem Cell**, v. 5, n. 4, p. 34-39, 2014.

BALIZA, D. P.; BARBOSA, C.R.; DIAS, R. A. A.; GRIMARÃES, R. J.; OLIVEIRA, A. L.; Antecipação da produção e desenvolvimento da lavoura cafeeira implantada com diferentes tipos de mudas: **Coffee Science**, v. 8, p. 61-68, 2013.

BAREA, J. M.; AZCÓN, R.; MARULANDA, A. Stimulation of Plant Growth and Drought Tolerance by Native Microorganisms (AM Fungi and Bacteria) from Dry Environments. Mechanisms Related to Bacterial Effectiveness: **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 115-124, 2009.

BERGLUND, T.; OHLSSON, A. B.; LAURELL, C.; NGUEN, T.; WALLSTROM, A. Nicotinamide; antioxidative and DNA hypomethylation effects in plant cells. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 118, p. 551-560, 2017.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

BIOTROP – Soluções em Tecnologia Biológica. **Bionatus**. Disponível em: <<https://biotrop.com.br/produto/bionatus/>>. Acesso em: 11 out. 2024a.

BIOTROP – Soluções em Tecnologia Biológica. **Biotrio**. Disponível em: <<https://biotrop.com.br/produto/biotrio/>>. Acesso em: 11 out. 2024b.

BIOTROP – Soluções em Tecnologia Biológica. **Bombardeiro**. Disponível em: <<https://biotrop.com.br/produto/bombardeiro/>>. Acesso em: 11 out. 2024c.

BADRAN, M. A. Benefits of calcium carbonate sprays on yield and fruit quality of samany and zaghoul date palm under new reclaimed soils. **Assiut J. Agric. Sci.**, v. 46, n. 5, p. 48-57, 2015.

BUHELDT, A. C.; METZLER, C. R.; CASTIGLIONI, J. L.; DASSOLLER, T. F.; LUBIAN, M. S. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 4, p. 69-74, 2019.

CALVO, P.; KLOEPPER, J. W.; NELSON, L. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v. 383, p. 3-41, 2014.

CAMPOS, K. A.; COGO, F. D.; SILVA, E. A. Formação de mudas de cafeeiro sob doses crescentes de fósforo: **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 598-605, 2012.

CAVALCANTE, W.S.; SILVA, N.F; TEIXEIRA, M. B.; CABRAL FILHO, F. R.; NASCIMENTO, P. E. R.; CORRÊA, F. R. Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. **IRRIGA**, v. 25, n. 4, p. 754-763, 2020. DOI:10.15809/irriga.2020v25n4p754-763

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, v. 10, 2024.

CUNHA, C.; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul – MS. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, n. 1, p. 159-172, 2013.

DABADIA, A. C. A. Uso de bioestimulante na assimilação do nitrato e nos caracteres agronômicos em feijoeiro. **Cultura Agronômica**, v. 24, n. 4, p. 321- 332, 2015.

DONG, W.; STOCKWELL, V. O.; GOYER, A. Enhancement of Thiamin Content in *Arabidopsis thaliana* by Metabolic Engineering. **Plant and Cell Physiology**, v. 56, p. 2285–2296, 2015.

EMBRAPA. **Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura**. 2020. 47p. (Documento 369).

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.

GAGNÉ-BOURQUE, F., MAYER, B. F., CHARRON, J. B., VALI, H., BERTRAND, A., JABAJI, S. Accelerated growth rate and increased drought stress resilience of the model grass *Brachypodium distachyon* colonized by *Bacillus subtilis* B26. **Plos One**, v. 10, n.6, p. 1-23, 2015.

GURURANI, M. A.; VENKATESH, J.; TRAN, L. S. P. Regulation of photosynthesis during abiotic stress-induced photoinhibition. **Molecular Plant** v. 8, n. 9, p.1304- 1320, 2015.

HARTHMANN, O. E. L.; MÓGOR, A. F.; WORDELL FILHO, J. A.; DA LUZ, W.C. Rizobactérias no crescimento e na produtividade da cebola. **Ciência Rural**, v. 40, p. 462-465, 2010.

STOLLER – **Stimulate**. Bula. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 14 ago. 2024.

JIFON, J. L.; SYVERTSEN, J. P. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of “Ruby Red” grapefruit leaves. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.128, n. 1, p. 107-112, 2003.

KIRKLAND, J. B.; MEYER-FICCA, M. L. Niacin. Adv. **Food Nutr. Res**, ed. 83:83 – p. 149, 2018.

LEAO, P. C. S.; LIMA, L. O.; SILVA, D. J.; SOUZA, D. R. M. Efeito de bioestimulantes sobre as características de produção de videiras Thompson Seedless. In:

Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34. Florianópolis. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

LITHO PLANT. Produtos e tecnologias – **Sombryt**. Disponível em: <<https://lithoplant.com.br/produto/sombryt/>>. Acesso em: 01 set. 2024.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. **Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café**. 2023.

MEDINA, C. L.; SOUZA, R. P.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V.; SILVA, J. A. B. Photosynthetic response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets. **Scientia Horticulturae**, v. 96, p.115- 125, 2002.

MELO, I. S. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. In: MELO, I.S. DE & AZEVEDO, J.L. de (Eds.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 87-116, 2015.

MIRANDA, M.P., ZANARDI, O.Z., TOMASETO, A.F., VOLPE, H.X.L., GARCIA, R.B., PRADO, E. Processed Kaolim affects the probing and settling behavior of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Pest Management Science**, v. 74, p. 1964- 1972, 2018.

MOLASSIOTIS, A.; JOB, D.; ZIOGAS, V.; TANOU, G. Citrus plants: a model system for unlocking the secrets of NO and ROS-inspired priming against salinity and drought. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, 2016.

NAIR, P.; KANDASAMY, S.; ZHANG, J.; JI, X.; KIRBY, C.; BENKEL, B.; HODGES, M.D.; CRITCHLEY, A.T.; HILTZ, D.; PRITHIVIRAJ, B. Transcriptional and metabolomic analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **BMC Genomics**, v. 13, p. 643, 2011.

NOCKER, A.; FERNÁNDEZ, P. S.; MONTIJN, R.; SCHUREN, F. Effect of air drying on bacterial viability: a multiparameter viability assessment. **Journal of Microbiological Methods**, v. 90, n. 2, p. 86-95, 2012.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. 2 ed. São Paulo: UNESP Digital. 2020. 407p. ISBN: 9788595463783

RAMOS, A. R.; BINOTTI, F. F. S.; SILVA, T. R.; SILVA, U. R. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 76-88, 2015.

ROSSI, F.; POTRAFKA, R. M.; PICHEL, F. G.; DE PHILIPPIS, R. The role of the exopolysaccharides in enhancing hydraulic conductivity of biological soil crusts. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 46, p. 33-40, 2012.

SANTOS, D. S. 2014. **Influência da temperatura, ácido giberélico e cálcio no desenvolvimento de segmentos nodais in vitro da bromélia ornamental *Acanthostachys strobilacea* (Schult. f.) Link, Klotzsch & Otto**. 94f. Tese (Doutorado em biodiversidade vegetal e meio ambiente). Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, 2014.

SANTOS, J. P.; BORGES, T. S.; SILVA, N. T.; ALCANTARA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 815-824, 2017.

TIWARI, S.; PRASAD, V.; CHAUHAN, O. S.; LATA, C. *Bacillus amyloliquefaciens* confers tolerance to various abiotic stresses and modulates plant response to phytohormones through osmoprotection and gene expression regulation in rice. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1510, 2017.