

PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO VEGETAL POR MICRORGANISMOS EM ASSOCIAÇÃO COM HIDROGEL NA CULTURA DA SOJA

Rodrigo Ribeiro Fidelis¹, Danilo Alves Veloso², Karen Cristina Leite Silva³, Victor de Laia Nascimento⁴, Manoel Mota do Santos⁵, Nivaldo Ribeiro Mascena Junior⁶, Rodrigo Robson Cavalcante⁷

RESUMO:

Objetivou-se avaliar o efeito de microrganismos e hidrogel no desenvolvimento vegetal de plantas de soja no sul do estado do Tocantins. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, constituído por nove tratamentos e 4 repetições. Foram utilizados três microrganismos promotores de crescimento vegetal (Fungos: *Trichoderma harzianum* e *Pochonia chlamydosporia*, e a bactéria *Bacillus subtilis*). O uso associado de hidrogel e microrganismos promotores de crescimento estimularam o melhor desenvolvimento vegetal, além de contribuir para o aumento de massa de grãos. A associação entre hidrogel, *Bacillus subtilis* e *Trichoderma harzianum* foi mais efetiva, no que se refere a promoção do desenvolvimento vegetal.

Palavras-chave: *Glycine max*; Déficit hídrico, Condicionador de solo; Promotor de crescimento.

ABSTRACT:

The objective was to evaluate the effect of microorganisms and hydrogel on the plant development of soybean plants in the south of the state of Tocantins. The experiment was conducted in randomized blocks, consisting of nine treatments and four replications. Three microorganisms that promote plant growth were used (Fungi: *Trichoderma harzianum* and *Pochonia chlamydosporia*, and the bacterium *Bacillus subtilis*). The associated use of hydrogel and growth-promoting microorganisms stimulated better plant development, in addition to contributing to the increase in grain mass. The association between hydrogel, *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* was more effective in terms of promoting plant development.

Keywords: *Glycine max*; Water deficit, Soil conditioner; Growth promoter.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da soja é a atividade agrícola de maior destaque no mercado mundial, por ser o quarto grão mais consumido no mundo, e é a

oleaginosa mais cultivada. (HIRAKURI & LAZZAROTTO, 2014). De acordo com dados da CONAB (2021), na safra 2020/2021, o Brasil se tornou o maior produtor mundial de grãos de

¹ Professor Associado da Universidade Federal do Tocantins – UFT.

² Doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins – UFT.

³ Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Tocantins – UFT.

⁴ Professor Adjunto-A da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

⁵ Professor Adjunto da Universidade Federal do Tocantins – UFT.

⁶ Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Tocantins – UFT.

⁷ Doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins – UFT.

*E-mail para contato: rodrigo88agro@uft.edu.br

soja, com produção de 135,409 milhões de toneladas de grãos, em uma área de 38,502 milhões de hectares. O Tocantins é considerado o maior produtor da região Norte do Brasil, com aumento de área cultivada, chegando a 1,62 milhões de hectares com média de 3.397 kg/ha, representando uma colheita de 5,5 milhões de toneladas de grãos.

O uso de microrganismos objetivando a efetivação do controle biológico de doenças de plantas está sendo alvo de estudos no mundo inteiro, no entanto os microrganismos ainda são minimamente empregados nos campos de produção, devido ao pouco conhecimento técnico, carência de informações, sendo então, os principais motivos da difusão do controle biológico no cenário agrícola.

A aplicação de microrganismos na agricultura pode promover aumento na produtividade da cultura (PROVENZA & VILLALBA, 2010). Os efeitos do uso de inoculantes no crescimento das plantas são amplos, incluem benefícios na viabilidade, germinação de sementes e emergência (LAZARETTI & BETTIOL, 1997). O emprego de fungicidas químicos aplicados em sementes é amplamente utilizado na prevenção e na redução do inóculo inicial. Deste modo, o controle biológico tem sido utilizado como alternativa sustentável, por meio da aplicação de microrganismos antagonistas a patógenos

habitantes do solo (SAHARAN & MEHTA, 2008).

O fungo *Pochonia* vem se destacando por apresentar potencial como agente de controle biológico e também por produzir clamidósporos, estruturas de resistência que favorecem o estabelecimento e a sobrevivência no solo (VERDEJO-LUCAS et al., 2003). Alguns estudos apontaram resultados relevantes no que diz respeito à promoção de crescimento de plantas com a utilização do fungo *Pochonia chlamydosporia* (VIGGIANO et al., 2012; DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2015).

As bactérias do gênero *Bacillus* podem ser consideradas rizobactérias promotoras de crescimento de plantas, pois apresentam habilidade de colonizar a rizosfera e promover o crescimento vegetal, são essenciais para a reciclagem de nutrientes e possuem potencial como biofertilizantes para incremento da produtividade, além de poder beneficiar a planta durante períodos de estresses (BRAGA JUNIOR et al., 2018).

Embora o controle mais utilizado para fitopatógenos seja ainda a aplicação de moléculas para controle químico com fungicidas, o biocontrole de doenças promovido por *Trichoderma* spp. (além de outros táxons) possui vantagens ao uso de pesticidas convencionais, pois fornece alternativa para reduzir o potencial de autorregulação do inóculo no solo, sem efeitos prejudiciais ao meio

ambiente. Cerca de 60 % de todos os biofungicidas registrados no mundo têm sido executados com diferentes isolados pertencentes a este gênero (RAYMAEKERS et al., 2020).

As espécies do gênero *Trichoderma* são oportunistas, simbioses de plantas, possui ação de microparasitismo, antibiose e competição, tendo amplo espectro de ação (multissítios) contra vários fungos fitopatogênicos (LISBOA & FELIX, 2007; MARCELLO et al., 2010; MARQUES et al., 2018). A utilização de defensivos biológicos com comprovada ação antagônica no controle de doenças, são consideradas ações efetivas e menos danosas ao meio ambiente, tendo adoção tanto na agricultura orgânica quanto convencional. Cerca de 60 % de todos os biofungicidas registrados no mundo têm sido realizados com diferentes isolados pertencentes ao gênero *Trichoderma* (HARMAN et al., 2004; VERMA et al., 2007; KLERKX et al., 2019).

Uma técnica ainda pouco estudada que pode contribuir em relação à disponibilidade hídrica é a adição de polímeros hidrorretentores como condicionadores hídricos de solo, visando aumentar a capacidade de retenção de água em substratos (PREVEDELLO & BALENA, 2000; AKHTER et al., 2004). O polímero hidrorretentor, ou hidrogel, é caracterizado pela capacidade de absorver e liberar água e nutrientes solúveis. O polímero hidrorredentor, possui capacidade de absorver 150 a 400 vezes

sua massa seca, sendo um dos seus benefícios o armazenamento de água no solo, visando diminuir os problemas de déficit hídrico em regiões de baixa precipitação ou veranicos acentuados, sendo uma opção para a baixa disponibilidade de água no solo, uma vez que essa possa interferir de forma negativa o desempenho produtivo da planta (PREVEDELLO & LOYOLA, 2007).

Diante da importância que a cultura da soja apresenta nos cenários econômico, social e ambiental, objetiva-se com este trabalho, avaliar o efeito de microrganismos e hidrogel no desenvolvimento vegetal de plantas de soja no sul do estado do Tocantins.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sul do Estado do Tocantins, em altitude de 280 m, na localização de 11°43'45'' de latitude e 49°04'07'' de longitude. A classificação climática para região é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica. A temperatura média anual é de 29,5 °C, com precipitação anual média de 1804 mm.

O experimento foi conduzido em sacos de polietileno com volume de 8 L à campo. O solo utilizado foi coletado na camada de 0-20 cm na Fazenda Conquista em Alvorada (S

12°50,757' W 49°10,295'), sul do estado do Tocantins, classificado como Gleissolo Háplico Tb Eutrófico plúntico, de textura arenosa (EMBRAPA, 2013).

De acordo com a análise de solo, os resultados das avaliações físico – químicas do solo foram: pH em $\text{CaCl}_2 = 5,5$; M.O (%) = 1,5; P (Mel) = 8,4 mg dm^{-3} ; K = 54 mg dm^{-3} ; Ca+Mg = 1,9 cmolc dm^{-3} ; H+Al = 1,8 cmolc dm^{-3} ; Al = 0,0 cmolc dm^{-3} ; SB= 2,04 cmolc dm^{-3} ; V = 53%; 775 g kg^{-1} de areia; 50 g kg^{-1} de silte e 175 g kg^{-1} de argila. A adubação de plantio foi realizada de acordo com o laudo da análise do solo, aplicando-se 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples e 80 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio, 15 kg ha^{-1} de N na forma de ureia misturados no preparo do solo de forma homogênea.

A semeadura foi realizada no dia 25 de abril de 2018, onde foram semeadas 5 sementes por vaso e, posteriormente feito o desbaste, mantendo uma planta por vaso. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas, foi realizado à medida que se fez necessário. Quando as plantas atingiram o estágio R5.3, foram submetidas a estresse por déficit hídrico por período de cinco dias.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com nove tratamentos e oito repetições. Foram utilizados três microrganismos promotores de crescimento vegetal (Fungos: *Trichoderma harzianum* (Tr) e

Pochonia chlamydosporia (Pc), e a bactéria *Bacillus subtilis* (Bs)). A dose de hidrogel (H) utilizada foi de 6 g vaso^{-1} , na forma de pó. Sendo assim, os tratamentos empregados foram: T1- Bs + H; T2- Pc + H; T3- Tr + H; T4- Bs + Pc + H; T5- Bs + Tr + H; T6- Pc + Tr + H; T7- Bs + Pc + Tr + H; T8- H; T9- Testemunha. A cultivar de soja utilizada foi 96Y90.

Os tratamentos foram aplicados via solo, três dias antecedendo à semeadura, nas seguintes dosagens e concentrações: *Trichoderma harzianum* – 1,25 t ha^{-1} (2×10^8 UFC g^{-1}); *Pochonia chlamydosporia* - 1,25 t ha^{-1} (2×10^8 UFC g^{-1}); *Bacillus subtilis* – 3.000 l ha^{-1} (2×10^{12} UFC ml^{-1}).

Aos 50 dias após a emergência (estádio fisiológico R5.3), foram realizadas as primeiras avaliações qualitativas. As características avaliadas foram: altura de plantas, medida do colo das plantas até a extremidade mais alta das folhas utilizando-se trena graduada em cm; diâmetro do caule, obtido com auxílio de paquímetro digital expresso em cm, determinado a partir da região do caule; número de hastes, obtido pela contagem direta do número de hastes de cada planta; massa fresca da parte aérea e de raiz, obtidas pela pesagem direta da parte aérea e das raízes; massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, obtidas pela secagem das plantas em estufa a 65 ± 2 °C, durante 48 horas, até alcance de massa constante.

Após o período de 15 dias de déficit hídrico ao qual as plantas foram submetidas, avaliou-se as seguintes características: número de vagens por planta, determinado através da contagem direta desse indicador nas plantas amostradas; e massa de grãos por vaso, determinada em balança analítica de precisão com três casas decimais, utilizando-se as plantas colhidas com 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para todas as características e as médias foram comparadas

pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS

Por meio da análise de variância (Tabela 1), verificou-se efeito significativo à nível de 1% de probabilidade na fonte de variação tratamento para altura de planta, diâmetro do caule, número de hastes, massa fresca da raiz, massa seca da raiz e massa de grãos aos 50 dias após a emergência.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características altura de planta (AP), diâmetro de caule (D), número de hastes (NH), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), número de vagens por planta (NVP), massa de grãos (MG), de 8 tratamentos, mais o tratamento controle, na cultura da soja. 2018, Gurupi – TO.

F.V.	G.L.	Quadrado Médio				
		AP	D	NH	MFPA	MSPA
Bloco	3	9,86	0,03	0,31	46,54	1,21
Tratamento	8	44,90**	1,36**	0,75**	18,64 ^{ns}	2,59 ^{ns}
Erro	24	5,91	0,14	0,18	22,71	2,35
Média		39,84	5,69	7,07	41,59	9,94
CV%		6,10	6,70	6,05	11,46	9,94
F.V.	G.L.	MFR	MSR	NV	MG	-----
Bloco	3	38,93	2,91	34,09	0,46	-----
Tratamento	17	586,30**	45,05**	25,65 ^{ns}	2,86**	-----
Erro	51	19,54	2,40	11,24	0,45	-----
Média		43,28	9,15	23,93	3,06	-----
CV%		10,21	16,92	14,01	21,91	-----

^{ns}não significativo; **significativo para $p < 0.01$; *significativo para $p < 0.05$ pelo teste F.

De acordo com a avaliação científica proposta por Pimentel-Gomes (2000), os percentuais de coeficiente de variação expostos na tabela 1, se encontram dentro dos padrões técnico científicos, sendo estabelecidos como aceitáveis, exceto para a característica massa de grãos (21,91%). Portanto, considera-se que o

experimento teve boa precisão experimental, sendo que o maior coeficiente de variação observado pode ser justificado pelo estresse a que as plantas foram submetidas, existindo aquelas que expressaram maior tolerância.

Para altura de plantas (Figura 1-A), observa-se que os tratamentos Testemunha e

Pochonia chlamydosporia + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel apresentaram a maior e menor média se comparado aos demais tratamentos avaliados, com índice de 46,33 e 34,33 centímetros, respectivamente. A testemunha, apesar de atingir a maior média, não diferiu estatisticamente dos tratamentos *Bacillus subtilis* + Hidrogel, *Bacillus subtilis* + *Pochonia chlamydosporia* + Hidrogel, *Bacillus subtilis* + *Pochonia chlamydosporia* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel e Hidrogel.

Para a característica diâmetro (Figura 1-B), o tratamento Hidrogel resultou na maior média, apesar de não diferir dos tratamentos *Trichoderma harzianum* + Hidrogel, *Bacillus subtilis* + *Pochonia chlamydosporia* + Hidrogel, *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel e *Pochonia chlamydosporia* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel. Os tratamentos *Bacillus subtilis* + Hidrogel, *Pochonia chlamydosporia* + Hidrogel e *Bacillus subtilis* + *Pochonia chlamydosporia* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel apresentaram as menores médias. Já para a característica número de hastes (Figura 1-C), os tratamentos *Trichoderma harzianum* + Hidrogel e Testemunha foram os únicos a diferirem do tratamento *Pochonia chlamydosporia* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel. Os resultados mostram que a presença dos

microrganismos e do hidrogel não influenciou no desenvolvimento vegetativo das plantas.

Conforme apresentado na figura 2-A, para a variável massa fresca da parte aérea, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. As massas verificadas variaram de 39,33 a 45,67 g planta⁻¹ para o tratamento com *Pochonia chlamydosporia* + Hidrogel e *Pochonia chlamydosporia* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel. Com relação à matéria seca da parte aérea, as médias variaram entre 8,23 a 10,94 g planta⁻¹, para o tratamento com *Pochonia chlamydosporia* + Hidrogel e *Pochonia chlamydosporia* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel, não ocorrendo diferença estatística entre os tratamentos avaliados (Figura 2-B).

Na figura 2-C, os resultados demonstram, que o tratamento *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel apresentou a maior média para a característica massa fresca de raiz, não diferindo estatística dos tratamentos *Bacillus subtilis* + Hidrogel e Hidrogel. Já para a característica massa seca de raiz, os tratamentos *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel, Hidrogel e *Bacillus subtilis* + Hidrogel) apresentaram as maiores médias, não diferindo estatisticamente entre si (Figura 2-D)

Figura 1. Altura de Plantas (cm), diâmetro de plantas (cm) e número de hastes de plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos biológicos. Gurupi-TO, 2018. Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

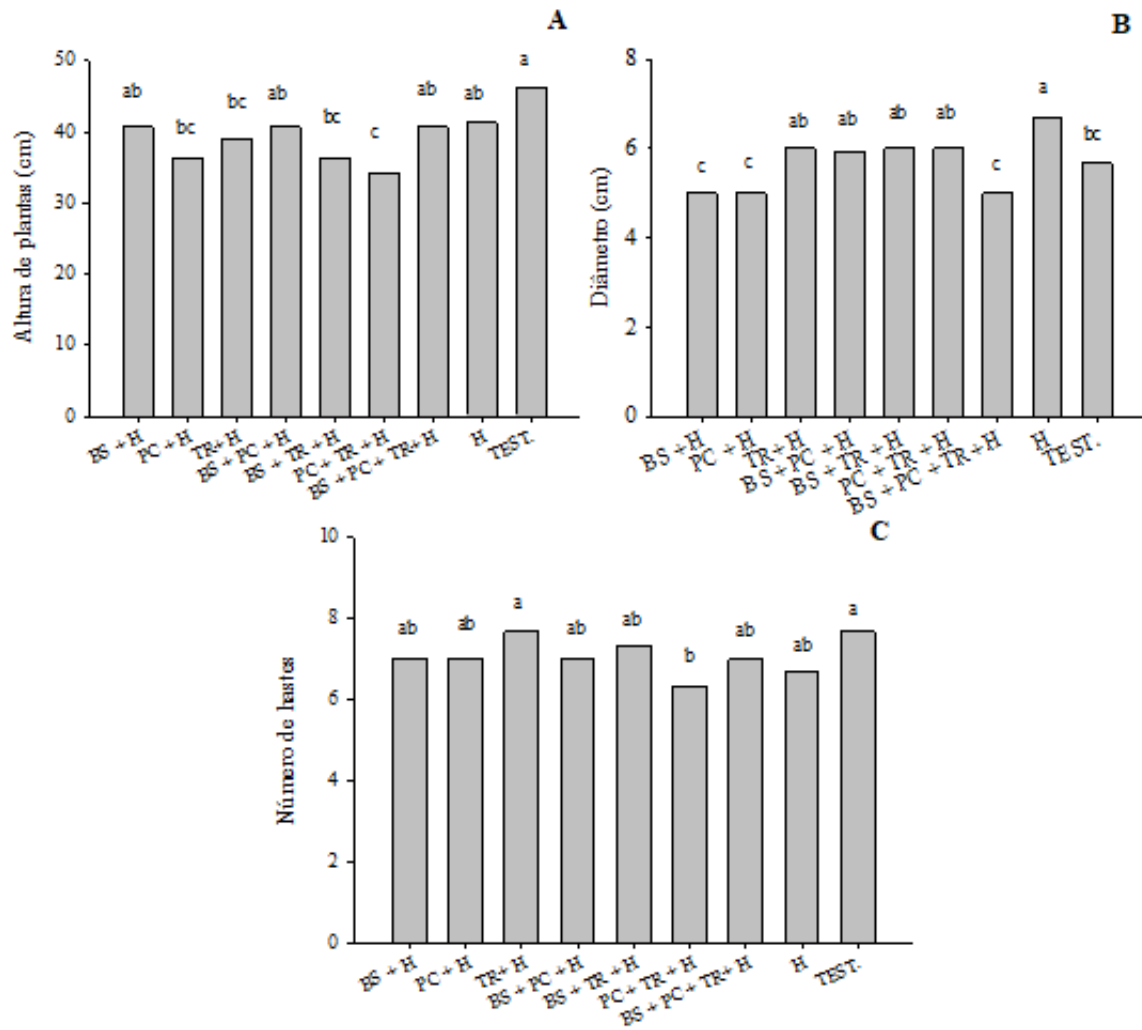
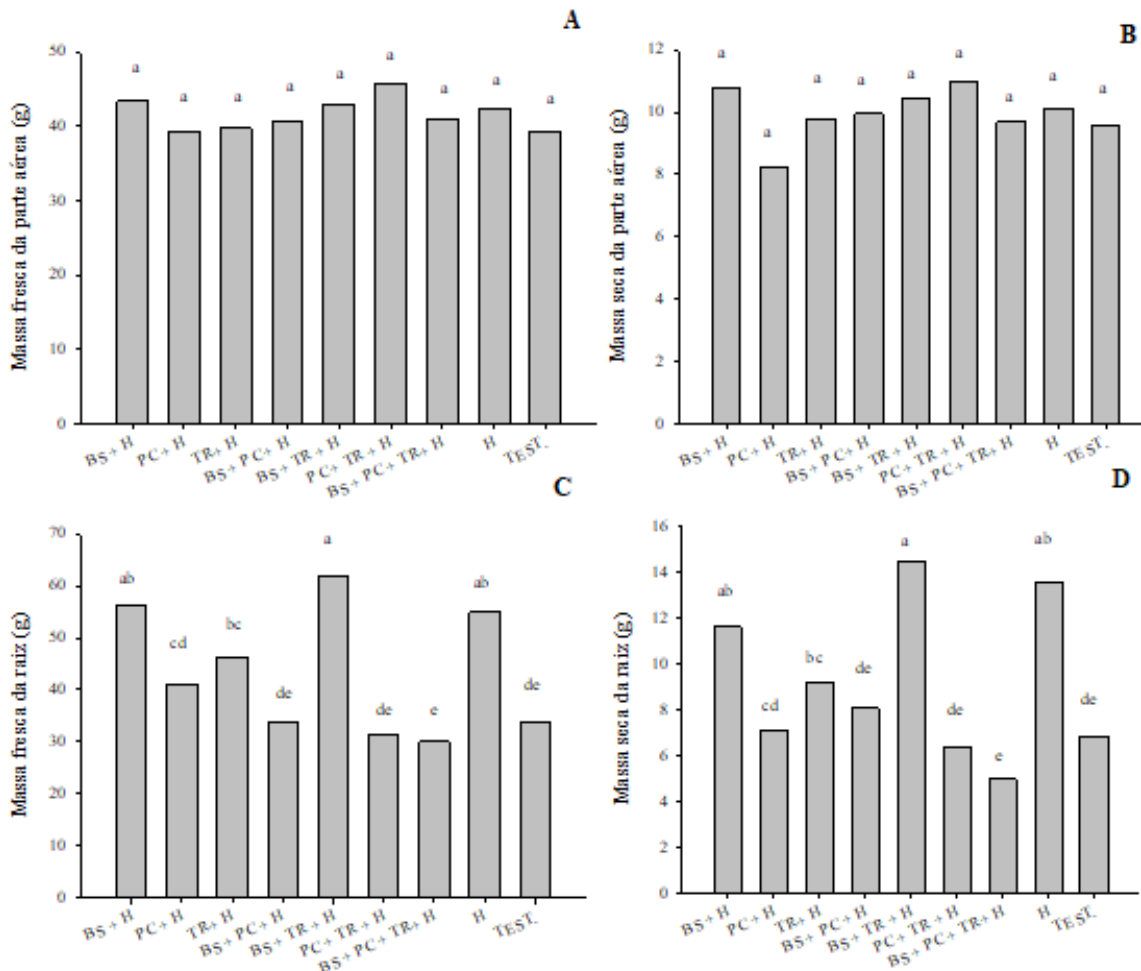


Figura 2. Massa fresca da parte aérea (g), massa seca da parte aérea (g), Massa fresca da raiz (g) e massa seca da raiz (g), de plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos biológicos. Gurupi-TO, 2018. Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

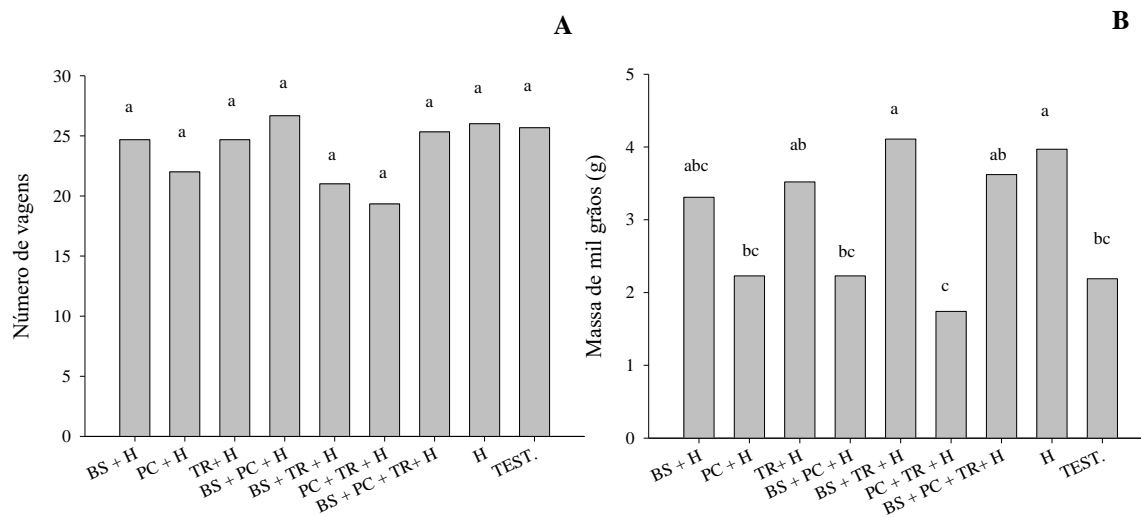


Na análise do número de vagens por planta, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos, sendo que as médias variaram de 19,33 a 26,67 (Figura 3-A).

Quanto à massa de grãos, os tratamentos *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel e Hidrogel apresentaram as maiores médias e não diferiram estatisticamente dos tratamentos *Bacillus subtilis* + Hidrogel,

Trichoderma harzianum + Hidrogel e *Bacillus subtilis* + *Pochonia chlamydosporia* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel) (Figura 3-B). Os resultados demonstram que a presença do hidrogel e dos microrganismos foram eficientes durante o ciclo da cultura, influenciando satisfatoriamente a massa de grãos.

Figura 3. Número de vagens e massa de mil grãos (g), de plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos biológicos. Gurupi-TO, 2018. Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



4. DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância (Tabela 1), verificou-se efeito significativo à nível de 1% de probabilidade na fonte de

No presente trabalho, nota-se que os tratamentos com presença ou ausência do hidrogel, e de microrganismos apresentaram diferença significativa. Contudo, observa-se que o tratamento *Pochonia chlamydosporia* + *Trichoderma harzianum* + Hidrogel resultou em menor porte das plantas, o que pode ser justificado pela ineficiência da associação dos dois microrganismos e, também, pela presença do hidrogel.

De acordo com o trabalho desenvolvido por Monteiro et al. (2018) os resultados confirmaram que *P. chlamydosporia* é capaz de

promover o desenvolvimento vegetativo da soja mesmo na ausência de nematoides fitoparasitas.

A presença de microrganismos pode levar a um maior desenvolvimento ou não das plantas. Por exemplo, a maioria dos genes de *P. chlamydosporia*, altamente expressos, está relacionada ao seu comportamento endofítico, incluindo a produção de enzimas hidrolíticas, transportadores, proteases, quitinases e um grande número de metabólitos secundários. Como resultado da interação com o hospedeiro, o fungo pode aumentar a tolerância da cultura a estresses bióticos e abióticos e promover o crescimento das plantas (DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2015).

Segundo Machado et al. (2012), o *Trichoderma sp.* pode ser considerado um bioestimulante de crescimento, aumentando a

absorção de nutrientes e a resistência à fatores bióticos não favoráveis ao desenvolvimento da planta. Isto pode permitir o aumento de produtividade e de altura de planta em comparação com a testemunha.

Dos Santos et al. (2014) avaliando o diâmetro do caule, encontrou resultados similares aos deste trabalho, onde a microbiolização com *Bacillus ssp.* em sementes de girassol proporcionou maior crescimento das plantas e maior expansão do diâmetro do caule.

O diâmetro do caule também reflete no desenvolvimento da planta. A presença do hidrogel reduz a perda de umidade e nutrientes incorporados ao solo, podendo melhorar ainda mais o meio em que as plantas irão se desenvolver (NAVROSKI et al., 2015). Além disso, fungos do gênero *Trichoderma*, por exemplo, são capazes de aumentar a solubilidade de nutrientes, bem como a capacidade de absorção de nutrientes da raiz e/ou sua distribuição dentro das partes da planta. Essas propriedades benéficas são explicadas via modulação da arquitetura radicular ou através da exsudação de substâncias que aumentam a disponibilidade de nutrientes, como ácidos orgânicos (LÓPEZ-BUCIO et al., 2015). Enquanto que *Bacillus subtilis* é um exemplo de rizobactéria promotora de crescimento de plantas que apresenta a capacidade de produção de fitohormônios, fixação de nitrogênio, antagonismo contra fitopatógenos e

solubilização de fosfatos insolúveis (TAHIR et al., 2017).

Os resultados deste trabalho demonstram, que os microrganismos avaliados são capazes de produzirem compostos que estimulam o desenvolvimento da planta, e do sistema radicular.

Em um trabalho executado por Araújo (2008), no qual o autor inoculou sementes de milho com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras, foi observado maior incremento da massa seca da parte aérea. Araújo et al. (2009) também observaram o incremento da massa seca de parte aérea e raiz em feijão-caupi inoculado com rizóbio, *Bacillus subtilis*, fósforo e potássio.

A eficiência do *Bacillus subtilis*, no aumento da produtividade da soja foi confirmada por Braga Júnior et al. (2018), onde os autores obtiveram produtividade 14,9% superiores comparadas com a soja não tratada com o *Bacillus subtilis*, e também encontraram efeitos positivos no aumento de massa fresca da parte aérea, massa fresca de raiz, nodulação e manutenção de estande.

Santos et al. (2019) verificaram que a redução no número de *P. brachyurus* na raiz de soja por meio do posicionamento de abamectina via tratamento de semente, promoveu o maior volume e comprimento do sistema radicular.

Sá et al. (2019), avaliando o efeito da microbiolização na germinação e sanidade de sementes de feijão-caupi, afirmaram que o *Bacillus subtilis* se destacou por promover aumento na massa seca da parte aérea e da raiz, além da redução de incidência de fungos nas sementes.

Nunes et al. (2011), em trabalho avaliando inoculação das sementes com *Bacillus subtilis* observaram que ocorreu maior desenvolvimento e aumentou a produtividade de grãos do milho. A inoculação de *Trichoderma* estimulou maior acúmulo de matéria seca em plantas de milho segundo Resende et al. (2004).

Resultados semelhantes foram encontrados por Dourado Neto et al. (2014), em trabalho que teve por objetivo avaliar o desempenho agrônômico das plantas e seu rendimento com o uso de bioestimuladores na cultura do feijão. Os autores verificaram que em diferentes aplicações, ocorreu aumento do número de grãos por planta e na produtividade.

Zandoná et al. (2019), avaliaram a interferência de insumos químicos e biológicos em tratamentos de sementes, no desenvolvimento e produção de soja. Segundo os autores, o número total de vagens, o tratamento contendo *Trichoderma sp.* e tratamentos conjugados com o produto biológico, aumentou em 77% o número de

vagens, em comparação com a testemunha, aumentando também em 14% a produtividade.

Pelegrin et al. (2017) ao compararem doses de hidrogel e o manejo de incorporação (hidrogel junto a semente e fertilizante + hidrogel na linha de semeadura), afirmaram que o polímero junto ao fertilizante proporciona maior rendimento aos grãos de soja; além disso, os autores destacam que a dose de 15 kg ha⁻¹ é a mais promissora para aumentar o rendimento de grãos, massa de mil grãos e número médio de grãos por legume.

A eficiência do hidrogel em condições de estiagem, nas fenofases críticas, como a do enchimento de grãos foi observada por Fidelis et al. (2018) que recomendaram doses entre 14 e 18 kg ha⁻¹ para a soja, no estado do Tocantins, promovendo maior altura de plantas, número de vagens, massa de cem grãos e produtividade de grãos. Ressalta-se que os referidos autores se depararam com baixa pluviosidade no estágio reprodutivo (ocorrendo 33 dias com precipitação abaixo de 5 mm).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso associado de hidrogel e microrganismos promotores de crescimento estimularam o melhor desenvolvimento vegetal, além de contribuir para o aumento de massa de grãos.

A associação entre hidrogel, *Bacillus subtilis* e *Trichoderma harzianum* foi mais efetiva, no que se refere a promoção do desenvolvimento vegetal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHTER, J.; MAHMOOD, K.; MALIK, K.A.; MARDAN, A.; AHMAD, M.; IQBAL, M.M. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. **Plant Soil Environ**, Faisalabad-Paquistão, v. 50, n. 10, p. 463-469, 2004.
- ARAÚJO, A. S. F., CARNEIRO, R. F. V., BEZERRA, A. A. C., ARAÚJO, F. F. Coinoculação rizóbio e *Bacillus subtilis* em feijão-caupi e leucena: efeito sobre a nodulação, a fixação de N₂ e o crescimento das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 40, n. 1, 2009.
- ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 32, n.2, p. 456-462, 2008.
- BRAGA JUNIOR, G.M.; CHAGAS, L.F.B.; AMARAL, L.R.O.; MILLER, L.O.; CHAGAS JUNIOR, A.F. Efficiency of inoculation by *Bacillus subtilis* on soybean biomass and productivity. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v.13, n.4, e5171, 2018.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **v.8 – safra 2020/21, nº12 – décimo segundo levantamento**, setembro 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>> Acesso em: 05/03/2022.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; SILVA, M.C.S.; KASUYA, M.C.M.; FERRAZ, S. *Pochonia chlamydosporia* promotes the growth of tomato and lettuce plants. **Acta Scientiarum**, Maringá-PR, v. 37, n. 4, p. 417-423, 2015.
- DOS SANTOS, J.F.; SACRAMENTO, B.L.; MORA, K.N.A.B.; SOUZA, J.T.; AZEVEDO NETO, A.D. Crescimento de girassol em função da inoculação de sementes com bactérias endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, Goiânia-GO, v. 2, n. 1, p. 142-150, 2014.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. rev. amp. – Brasília-DF: EMBRAPA. 353 p, 2013.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computerstatisticalanalysisystem. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIDELIS, R. R.; LOPES, M. B. S.; MARTINEZ, R. A. S; MARQUES, K. R.; AGUIAR, R. W. S.; VELOSO, D.A. Influence of hydrogel use on soybean cultivation hydric stress. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 34, n. 5, p. 1219-1224, 2018.
- HARMAM, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Review of Microbiology**, London-England, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2004.
- HIRAKURI, M.H; LAZZAROTTO, J.J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina-PR, Embrapa Soja, Documento 349, 70p., 2014.
- KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. **NJAS -Wageningen Journal of Life Sciences**,

Wageningen-Holland, v. 90-91, n. 1, p. 1-16, 2019.

LAZZARETI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado a base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 54, n. 2, p.89-96, 1997.

LISBOA, J.; FELIX, C.R. Purification and characterization of a β -glucanase produced by *Trichoderma harzianum* showing biocontrol potential. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba-PR, v. 50, n. 2, p. 21–29, 2007.

LÓPEZ-BUCIO, J.; PELAGIO-FLORES, R.; HERRERA-ESTRELLA, A. *Trichoderma* as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam-Holland v. 196, p. 109-123, 2015.

MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A.C.F.; ANTONIOLLI, Z.I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**. Lisboa-Portugal, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MARCELLO, C.M.; STEINDORFF, A.S.; NASCIMENTO, R.S.; BATAUSB, L.A.M.; SILAVA, S.P.; ULHOAB, I.S. Expression analysis of the exo-b-1,3-glucanase from the mycoparasitic fungus *Trichoderma asperellum*. **Microbiological Research**, Munique-Germany, v. 165, n.1, p. 75–81, 2010.

MARQUES, E.; MARTINS, I.; MELLO, S.C.M. Potencial antifúngico de extratos brutos de *Trichoderma* spp. **Biota Neotropica**, Campinas-SP vol. 18, n.1, p. 1-5, 2018.

MONTEIRO, T.S.A., VALADARES, S.V., DE MELLO, I.N.K., MOREIRA, B.C., KASUYA, M.C.M., ARAÚJO, J.V., & FREITAS, L.G. Nematophagus fungi increasing phosphorus uptake and promoting plant growth. **Biological Control**, San Diego-EUA v. 123, p.71-75, 2018.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.;

PEREIRA, M. O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, Viçosa-MG, v. 45, n. 2, p. 315-328, 2015.

NUNES, L.A.P.L.; LIMA, F.F.; FIGUEIREDO, M.V.B.; ARAÚJO, F.F.; LIMA, L.M. & ARAÚJO, A.S.F. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, Recife-PE, v. 6, n. 4, p. 657-661, 2011.

PELEGRIN, A.J.; NARDINO, M.; FERRARI, M.; CARVALHO, I.R.; SZARESKEI, V.J.; BELLE, R.; CARON, B.O.; SOUZA, V.Q. Polímeros hidroretentores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa-Portugal, v. 40, n. 1, p. 175-182, 2017.

PIMENTEL-GOMES, Frederico. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. São Paulo-SP: Nobel, 2000. 479 p.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J.M.T. Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, Curitiba-PR, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

PREVEDELLO, C.L.; BALENA, S.P. Efeitos de polímeros hidroretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 251-258, 2000.

PROVENZA, F. D.; VILLALBA, J. J. The role of natural plant products in modulating the immune system: an adaptable approach for combating disease in grazing animals. **Small Ruminant Research**, Amsterdam-Holland, v.89, n.2, p.131-139, 2010.

RAYMAEKERS, K.; PONET, L.; HOLTAPPELS, D.; BERCKMANS, B. Screening for novel biocontrol agents applicable in plant disease management – **A review Biological Control Academic Press Inc.**, San Diego-EUA, v. 144, 2020.

RESENDE, M.L.; OLIVEIRA, J.A.D.; GUIMARÃES, R.M.; VON PINHO, R.G. &

VIEIRA, A.R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 28 n.4, p. 793-798, 2004.

SÁ, M.N.F.; LIMAB, J.S.; JESUS, F.N.; PEREZ, J.O. Microbiolização na qualidade de sementes e crescimento inicial de plantas de *Vigna unguiculata* L. Walp. **Acta Brasiliensis**, Campina Grande-PB, v. 3, n. 3, p. 111-115, 2019.

SAHARAN, G. S.; MEHTA, N. Sclerotinia diseases of crop plants: biology, ecology and disease management. **New Delly: Springer Science**, New Delhi– India, v. 1, 550p, 2008.

SANTOS, A.R.B.; ALMEIDA, F.A.; LEITE, M.L.T.; FONSECA, W.L.; ALCÂNTARA NETO, F.; PEREIRA, F.F.; CARVALHO, R.M.; BARRETO, A.F.; SANTOS, T.S. Biocontrole no manejo de *Pratylenchus brachyurus* na soja. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa-Portugal, v. 42, n. 3, p. 776-785, 2019.

TAHIR, H. A.S.; GU, Q.; WASEEM, H.W.; ALWINA, R.; HANIF.; WU, L.; COLMAN, M.V.; GAO, X. Plant growth promotion by volatile organic compounds produced by *Bacillus subtilis* SYST2. **Frontiers in Microbiology**, Bethesda-EUA, v. 8, n. 11, 171p, 2017.

VERDEJO-LUCAS, S.; SORRIBAS, F. J.; ORNAT, C.; GALEANO, M. Evaluating *Pochonia chlamydosporia* in a double-cropping system of lettuce and tomato in plastic houses infested with *Meloidogyne javanica*. **Plant Pathology**, Hoboken- EUA, v. 52, n. 4, p. 521-528, 2003.

VERMA, M.; BRAR, S. K.; TYAGI, R. D.; SURAMPALLI, R. Y.; VALÉRO, J. R. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. **Biochemical Engineering Journal**, Amsterdam-Netherlands, v. 37, n. 1, p. 1-20, 2007.

VIGGIANO, J. R.; FREITAS, L. G. de; FERREIRA, P. A. Resíduo da produção de

Pochonia chlamydosporia no desenvolvimento de mudas e plantas de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 47, n. 7, p. 983-990, 2012.

ZANDONÁ, R. R.; PAZDIORA, P. C.; PAZINI, J. B.; SEIDEL, E. J.; ETHUR, L. Z. Chemical and biological seed treatment and their effect on soybean development and yield. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 32, n.2, p. 559-565, 2019.