

INDICADORES FITOTÉCNICOS DA INOCULAÇÃO DE MICRORGANISMOS, REMINERALIZADOR EM SEMENTES DE SOJA E DA UTILIZAÇÃO DE PÓ DE ROCHA NO SOLO

QUINTINO, G. H. A.¹; LOPES, G. S.¹; CAMPOS, D. T. S.²; AZEVEDO, P. H.²; AZEVEDO, V. H.²

¹Filiação: Discentes de Agronomia, UFMT campus de Cuiabá, MT/FAAZ, email: gabriellopesj20@gmail.com; gustavoahaq2017@gmail.com

²Filiação: Prof^a. UFMT campus de Cuiabá, MT/FAAZ/ Dep. Fitotecnia e Fitossanidade, email: daniela.campos@ufmt.br; patricia.azevedo@ufmt.br; virginia.azevedo@ufmt.br

RESUMO

Em função da necessidade de novas estratégias para aumentar a produtividade da soja por meio de solos saudáveis e da redução do uso de produtos químicos, desenvolveu-se este trabalho. O objetivo foi avaliar, em casa de vegetação, o efeito da aplicação de pó de rocha em combinação com microrganismos no desenvolvimento da soja até os 45 dias após a germinação. Utilizou-se um Latossolo Vermelho Amarelo eutrófico e soja da cultivar intacta RR2 PRO. O primeiro tratamento consistiu em sementes apenas com o tratamento químico, o segundo com *Bradyrhizobium japonicum* (BJ) e *Azospirillum brasilense* (AB), o terceiro com BJ, AB, *Bacillus Methylophilus* e MagmaHume e o quarto com BJ, AB e *Bacillus Methylophilus*. As plantas foram colhidas 45 dias após a germinação. Foram efetuadas análises fitotécnicas como altura, estágio vegetativo, índice de área foliar, biomassa fresca da planta e raiz e biomassa seca da planta e raiz. Para as condições em que o trabalho foi realizado, não houve diferenças significativas entre as médias dos tratamentos indicando que o uso de rocha basáltica associado à inoculação de microrganismos do tipo *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense* e *Bacillus methylophilus* na semente não proporcionaram incrementos na altura, estágio vegetativo, índice de área foliar biomassa seca e fresca da planta e raiz no desenvolvimento inicial da soja.

Palavras-chave: leguminosa; coinoculação; condicionador

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L) é um grão de suma importância e amplamente utilizado, pois possui diversas finalidades, tais como a produção de óleos, biocombustíveis e também está presente na nutrição animal e humana. Por esses motivos, essa leguminosa é mundialmente utilizada em diversos países, uma vez que se tornou a principal fonte de proteína para a alimentação animal (CONAB, 2021).

A área de cultivo de soja, no país, deve aumentar em 3,6% dos 38,53 milhões de hectares já cultivados resultando, assim, na estimativa de 39,91 milhões de hectares de soja cultivada no ano de 2022. Caso não haja problemas climáticos nos principais estados produtores do Brasil, 3,539 kg/ha é a média estimada para a safra de 2022. Como resultado dessa crescente demanda, a produção de 2021/22 é considerada a maior produção da história,

estimando em 141,26 milhões de toneladas de soja, ou seja, com um aumento de 3,9% em relação à safra de 2020/21 (CONAB, 2021).

A cultura da soja é exigente em relação à adubação, uma vez que, durante o seu desenvolvimento, absorve cerca de $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de nitrogênio e esse nutriente, por vezes, não é disponibilizado nas proporções necessárias para uma boa produtividade. Por esse motivo, para que essa demanda possa ser suprida, bactérias que fornecem nitrogênio às plantas são introduzidas no solo por meio da inoculação (PELOZO et al. 2020).

Por esse motivo, para garantir alto rendimento no ciclo final da soja, microrganismos de forma geral têm sido alvo de constantes pesquisas a fim de descobrir novos métodos de manejo que sejam eficientes e eficazes em aumentar a produtividade. O principal microrganismo estudado tem sido as bactérias diazotróficas que são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, especificamente, e são do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* (LACERDA, 2021). Essas bactérias permitem a fixação biológica de nitrogênio por meio da associação com as raízes da planta, reduzindo o custo com fertilizantes nitrogenados e influenciando no melhoramento de outras características fisiológicas, bem como na promoção de altura devido a produção de fito-hormônios (COPETTI, 2021).

O uso de produtos biológicos em geral, bactérias e fungos está em expansão, pois são tecnologias desenvolvidas pautadas em microrganismos nativos do solo que desempenham funções benéficas quando associadas com a planta. À vista disso, descobriu-se por meio de estudos que as bactérias do gênero *Bacillus* promovem o enraizamento de plantas, podem atuar diretamente como antibiose, promover resistência à seca e ataques de nematoides, estimular solubilização de nutrientes e fito-hormônios pela planta, entre outros benefícios (KORBE, et al. 2021). A utilização de diferentes microrganismos combinados tem surtido efeito superiores quando comparados com microrganismos isolados. Essa técnica é chamada de coinoculação e é amplamente diversificada, uma vez que podem existir inúmeras combinações devido a ampla disponibilidade de microrganismos destinados a agricultura (COPETTI, 2021).

Além dos microrganismos outras produtos que favorecem o aumento da disponibilidade de nutrientes às plantas têm sido utilizados como as substâncias húmicas, o pó de rocha, conhecido como um remineralizador e o manejo adequado do solo.

A utilização de remineralizadores possui um potencial para reduzir a dependência de insumos externos e melhorar a fertilidade do solo por meio da redução no uso de fertilizantes industriais. O pó de rocha, um condicionador e remineralizador do solo, além dessas características citadas, também permite o incremento de matéria orgânica no solo e promove condições favoráveis para a sobrevivência e permanência de microrganismos do solo que, por sua vez, aceleram o processo de intemperismo quando em contato com o pó de rocha e, assim, liberam nutrientes para a solução do solo (PASSOS, 2007).

Em função da necessidade de novas estratégias para aumentar a produtividade da soja por meio de solos saudáveis e da redução do uso de produtos químicos, desenvolveu-se este trabalho. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito nos atributos fitotécnicos da inoculação de remineralizador e microrganismos em sementes de soja e da utilização de pó de rocha no solo durante 45 dias após a germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Cuiabá, localizada no município de Cuiabá no Laboratório de Microbiologia do Solo, de 22 de setembro a 06 novembro, no ano agrícola 2021/22. A caracterização química do solo apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no experimento.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	Mat. Org.	Areia	Silte	Argila	Soma de bases (S)	CTC	Sat. Por bases (V)
(Água)			(mg/dm ³)				(g/dm ³)		(g/kg)		(cmol _c /dm ³)		(%)
6,1	31,1	47,5	2,4	0,91	0	2,95	23,3	823	28	149	3,43	6,38	53,76

FONTE: Souza Neto & Souza LTDA – Agroanálises Laboratório Integrado.

Os tratamentos que foram realizados estão descritos no quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos utilizados na inoculação da soja.

Tratamentos	Descrição dos tratamentos
T1	Semente só com químico
T2	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (BJ) + <i>Azospirillum brasilense</i> (AB)
T3	BJ + AB + <i>Bacillus methylotrophicus</i> + 50 kg ha ⁻¹ MagmaHume
T4	BJ e AB + <i>B. methylotrophicus</i>

FONTE: Gabriel de Souza Lopes

As sementes de soja *Glycine max* L. da variedade Intacta RR2 PRO foram previamente tratadas com o fungicida comercial Standak Top, na dose de 2 mL kg⁻¹ de semente. Após o tratamento químico, as sementes foram secadas em temperatura ambiente e então inoculadas com microrganismos na dose de 100 mL ha⁻¹.

O MagmaHume é uma combinação de basalto, uma fonte de micronutrientes secundários e micronutrientes, e húmicos ativados, para melhorar a fertilidade e a saúde do solo e, por ser sólido, foi aplicado diretamente no solo antes da semeadura.

A inoculação consistiu em utilizar inoculantes comerciais à base de *Bradyrhizobium japonicum* Semia 5079 e 5080, *Azospirillum brasilense* abv5 e abv6, *Bacillus methylotrophicus* foi inoculado nas sementes de soja utilizando as doses recomendadas pelos fabricantes, 100 mL ha⁻¹.

O experimento foi instalado no dia 22 de setembro de 2022 e conduzido até o dia 06 de novembro de 2022. Após a inoculação, as sementes foram semeadas em vasos de plásticos contendo 3 kg de solo peneirado em peneira de 2 cm de malha.

Em cada vaso foram colocadas 4 sementes equidistantes entre si por 5 cm. O desbaste foi realizado 10 dias após a germinação das sementes, sendo deixadas 2 plantas por vaso. O

solo foi mantido com 60 % da capacidade de campo, sendo realizada a irrigação quando necessária.

O desbaste foi realizado após 5 dias da germinação de todas as sementes e aos 45 dias, avaliou-se a altura das plantas, índice de área foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea e das raízes.

O trabalho foi instalado na casa de vegetação em delineamento de blocos casualizados com três repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, às análises estatísticas pelo teste de Scott-Knot, no nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão na Tabela 2 e é possível verificar que não houveram diferenças significativas em nenhum dos tratamentos realizados para os atributos fitotécnicos.

Tabela 2. Valores médios para o parâmetro altura, estágio vegetativo, índice de área foliar, biomassa fresca e biomassa seca das plantas de soja. Ano agrícola 2021/22.

Tratamentos	Altura (cm)	Estádio Vegetativo	Índice de área Foliar (m ²)	Biomassa Fresca (g)		Biomassa Seca (g)	
				Planta	Raiz	Planta	Raiz
T1	30,3a	6,41a	1,43a	5,66a	2,66a	1,40a	0,70a
T2	30,6a	6,66a	1,47a	6,66a	4,00a	1,36a	0,96a
T3	30,2a	6,50a	1,58a	6,33a	4,00a	1,53a	1,30a
T4	28,8a	6,50a	1,35a	5,66a	4,33a	1,26a	1,00a
CV(%)	8,19	5,96	13,88	9,49	21,79	14,81	22,74

FONTE: Gabriel de Souza Lopes; Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (Scott-Knott).

É possível visualizar que os resultados das análises da altura não tiveram diferenças estatísticas, porém, é possível notar que a planta que recebeu o tratamento 2 obteve média maior que as plantas que receberam os demais tratamentos. Deve-se perceber que alguns tratamentos não tiveram grande variação em comparação com o tratamento 2. Por outro lado, as plantas que receberam o tratamento 4 obtiveram a menor média em relação à altura.

Em relação ao Estádio Vegetativo, nota-se que não houve diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, entretanto, nesse espectro é possível perceber que o tratamento 2 resultou em um melhor estágio vegetativo na planta. Já o tratamento 1 obteve a menor média em comparação com os demais tratamentos.

A análise do índice de área foliar realizada pelo teste do Scott-Knott indicou que não houve diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, por outro lado, percebe-se que o tratamento 3 obteve a melhor média em relação ao índice de área foliar. Em contrapartida, o tratamento 4 obteve a menor média em comparação com os demais tratamentos.

Em relação à biomassa fresca da planta, não houve diferença significativa, sendo os tratamentos 2 e 3 os detentores das maiores médias. Para a biomassa seca da raiz e planta não houve diferenças significativas. Percebe-se que o tratamento 3 se destacou em relação aos demais, obtendo as maiores médias de biomassa seca.

Entre os atributos fitotécnicos analisados e os tratamentos, percebe-se que o tratamento 3 (BJ e AB + B. *methylotrophicus* + 50 Kg ha⁻¹ MagmaHume) foi o que mostrou melhores médias quando comparadas com os demais tratamentos. Por outro lado, o tratamento 1 e 4, como efeito oposto, foi o tratamento que demonstrou menores médias dos atributos fitotécnicos quando comparadas com os demais tratamentos. É importante ressaltar, também, que a falta de diferenças significativas entre os tratamentos nos atributos analisados se deve ao alto coeficiente de variação obtido nos tratamentos.

Quando se trabalha com o pó de rocha, substâncias húmicas e microrganismos, é sabido que há a necessidade de um tempo maior para que a mistura possa fazer efeito no desenvolvimento das plantas. Isso porque o pó de rocha precisa de algumas safras para incorporar ao solo e, conseqüentemente, o resultado é percebido ao decorrer do tempo. O tempo maior pode ser em relação ao desenvolvimento das plantas em uma ou várias safras.

Além disso, a inoculação da soja com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* promovem o crescimento das plantas devido à sua capacidade de produzir fitohormônios em quantidades expressivas, que, por sua vez, melhora o crescimento radicular aumentando, então, a capacidade de absorção de água e nutrientes pela planta resultando em melhor crescimento e desenvolvimento vegetal (BAZZO et al. 2020).

Bazzo et al. (2020) realizou o experimento em Astorga-PR coinoculando a semente de soja com *Bradyrhizobium Japonicum* e *Azospirillum brasilense*, entretanto, os resultados obtidos em relação à massa seca da raiz e da planta diferiram significativamente, oposto ao encontrado por este trabalho. Isso pode indicar um estresse das células bacterianas pela aplicação do tratamento químico, uma vez que a aplicação de inoculantes associadas à fungicidas podem promover o estresse das células bacterianas, e como consequência podem diminuir a atividade destas, acarretando em uma menor fixação biológica de nitrogênio. Outros fatores que podem interferir nos efeitos das bactérias é a qualidade do substrato e, como já dito, tratamentos fitossanitários de sementes. (COPETTI, 2021).

Dessa forma, vale ressaltar que não foram encontrados trabalhos que relacionavam a inoculação de microrganismos em sementes de soja com o cultivo dessas sementes em solos que possuíam remineralizadores. Sendo assim, recomenda-se que mais estudos sejam realizados sobre essa perspectiva para que seja comparada com este trabalho e para que se possa conhecer mais a respeito da utilização de remineralizadores associados a inoculação de microrganismos.

CONCLUSÕES

Para as condições em que o trabalho foi realizado, não houve diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, indicando que o uso de rocha basáltica associado à inoculação de microrganismos do tipo *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense* e *Bacillus methylotrophicus* na semente não proporcionaram incrementos na altura, estágio vegetativo, índice de área foliar biomassa seca e fresca da planta e raiz no desenvolvimento inicial da soja.

REFERÊNCIAS

BAZZO, José Henrique Bizzarri; MONTEIRO, Jaqueline; MARINHO, Jéssica de Lucena. Inoculação e coinoculação de *Azospirillum* e *Bradyrhizobium*, via sementes e em cobertura, na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Cultura Agronômica*, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 426-436, 2 fev. 2021. Semanal. *Revista Cultura Agronômica*. <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n4p426-436>. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2020v29n4p426-436>. Acesso em: 04 abr. 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Perspectiva para a agropecuária safra 2021/2022*. Brasília: Conab, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>. Acesso em: 04 abr. 2022.

COPETTI, Jeferson Felipe. INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* E *Bradyrhizobium japonicum*, EM CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO. 2021. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2021. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/4315/1/COPETTI.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2022.

KORBER, Luana Patrícia Pinto; KORBER, Ângelo Henrique Canan; GRANGE, Luciana; KLAHOLD, Celestina Alflen. Eficiência de produtos biológicos na coinoculação de sementes de soja. *South American Sciences Issn 2675-7222*, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 01-17, 30 set. 2021. *South American Sciences*. <http://dx.doi.org/10.52755/sas.v2i2.109>. Disponível em: <https://www.southamericansciences.com.br/index.php/sas/article/view/109/114>. Acesso em: 06 abr. 2022.

LACERDA, Maíra Paes; UMBURANAS, Renan Caldas; MARTINS, Karla Vilaça; RODRIGUES, Marco Antonio Tavares; REICHARDT, Klaus; DOURADO-NETO, Durval. Vigor and oxidation reactions in soybean seedlings submitted to different seed chemical treatments. *Journal Of Seed Science*, Piracicaba, v. 43, n. 8, p. 01-05, 2021. Semanal. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v43247033>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/ygXS4BqrCxMmvcQjWqVRFWf/?lang=en>. Acesso em: 06 abr. 2022.

PASSOS, Renato Ribeiro; RUIZ, Hugo Alberto; MENDONÇA, Eduardo de Sá; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; SOUZA, Adailson Pereira de. Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono orgânico lábil em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Sete Lagoas, v. 31, n. 5, p. 1119-1129, out. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832007000500027>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/gyrThQPg6kfwCTgSgTswKyp/?lang=pt>. Acesso em: 04 abr. 2022.

PELOZO, G.; VALE, W. G.; CHAVES, M. V. S.; VALE, P. A. C. B.; PACHECO, E. P.. Use of inoculants and nitrogen fertilization related to yield and quality of soybean grains. **Scientific Electronic Archives**, [S.L.], v. 13, n. 7, p. 52, 1 jul. 2020. Scientific Electronic Archives. <http://dx.doi.org/10.36560/13720201017>. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1017>. Acesso em: 06 abr. 2022.