



APLICAÇÃO DE MICRORGANISMOS VIA SULCO DE SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA

OLIVEIRA, Luiz Gabriel Polli de^{1*}
BORSOI, Augustinho¹
WALIGURA, Isadora de Souza¹

RESUMO

A atividade agrícola brasileira vem crescendo em ritmo cada vez maior, atendendo a necessidade de um aumento na produção de alimentos para uma população cada vez maior. A utilização de produtos microbiológicos na cultura da soja além de promover uma produção de alimentos saudáveis, ainda se torna uma alternativa no auxílio na preservação do meio ambiente. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar uso de diferentes microorganismos aplicados via solo na cultura da soja. O trabalho foi realizado em uma propriedade rural no município de Céu Azul/PR, na safra de verão 21/22, utilizando a cultivar NA 5909. O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados (DBC), contendo seis tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram T1 – Testemunha; T2- *Bradyrhizobium japonicum*; T3- *B. japonicum* + *Azospirillum Brasiliense*; T4 – *B. japonicum* + *A. Brasiliense* + *Trichoderma harzianum*; T5 – *B. japonicum* + *A. Brasiliense* + *T. harzianum* + *Bacillus amyloliquefaciens* e T6– *B. japonicum* + *A. Brasiliense* + *T. harzianum* + *B. amyloliquefaciens* + *Bacillus subtilis* (B20084) e *Bacillus megaterium* (B119). Os parâmetros avaliados foram: comprimento de raiz, altura de plantas, massa de mil grãos e produtividade. Não foram observados efeitos significativos para as variáveis analisadas. Para a produtividade com as condições desfavoráveis da safra 2021/22 obteve-se média de 2.242,28 kg ha⁻¹ abaixo da média de um ano com precipitações de chuva normal. Portanto, o uso de microorganismos acabou não influenciando significativamente as características agrônômicas e a produtividade da soja, nas condições estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fósforo, microbiológicos, *Glycine max* L. (Merril).

1. INTRODUÇÃO

Com a chegada no mercado do agronegócio a atividade agrícola brasileira vem crescendo em ritmos cada vez maiores, atendendo a necessidade de um aumento na produção de alimentos para população, a utilização de produtos microbiológicos na cultura da soja além de promover uma produção de alimentos saudáveis, ainda se torna uma alternativa no auxílio na preservação do meio ambiente.

Destacam-se no Sul do Brasil os cultivos de soja e trigo. Uma das principais commodities do Brasil é a soja, que vem sendo utilizada na alimentação humana, animal e na produção de energia, como o biodiesel. Seu cultivo é realizado em quase todo território nacional, obtendo destaque para a safra 2019/2020, atingindo o recorde de aproximadamente 125 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2020).

Segundo Marcon *et al.* (2017) observou-se aumento na produtividade devido a relação direta com os avanços tecnológicos recentes desenvolvidos, as melhorias do ambiente, manejo da cultura, melhoramento genético e maior eficiência dos produtos. De acordo Dourado Neto *et al.*, (2014) as novas tecnologias utilizadas com intuito de aumentar a produtividade da cultura da soja, o uso de



bioestimulantes vem obtendo grande destaque, essas substâncias que podem ser sintéticas ou naturais, são de fácil manejo podendo ser conduzidas tanto em aplicações no solo, aplicações foliares e no tratamento de sementes.

A inoculação de sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio na soja é uma tecnologia indispensável para a cultura no Brasil (ZILLI et al., 2010). A fixação biológica de nitrogênio (FBN) na cultura da soja é realizada por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (grupo rizóbio) que estabelecem uma simbiose com a planta que resulta na formação de nódulos nas raízes e nestes ocorre a FBN, as bactérias captam o N atmosférico e o disponibiliza a planta (ZILLI, 2012).

Já os bioestimulantes têm como objetivo aperfeiçoar uma maior produção de diversas culturas, e que tem crescido nos últimos anos. Os fitos hormônios contidos nos bioestimulantes são moléculas sinalizadoras, naturalmente presente nas plantas em concentrações basicamente pequenas, sendo responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Para Kelting (1997) alguns bioestimulantes também podem aumentar a concentração de nutrientes no tecido foliar devido à presença de ácidos húmicos em sua composição, os quais afetam positivamente a retenção de água e atuam como reserva de nutrientes pelo fato de terem alta capacidade de formarem complexos com íons metálicos solúveis em água.

Os bioestimulantes são produtos ou substâncias que estimulam processos naturais e vegetais, como absorção de nutrientes e tolerância a estresses abióticos (ZANDONADI, 2018). A aplicação via semente de bioestimulantes tem capacidade de gerar novas plantas, e deixar essas plantas mais robustas, com maior comprimento, matéria seca e porcentagem de emergência em areia e terra argilosa proporcional ao aumento de doses do produto (CARVALHO *et al.*, 1994).

Bertolin *et al.* (2010) estudaram o efeito do bioestimulante na soja e relataram que proporcionou incremento no número de vagens por planta e produtividade de grãos tanto em aplicação via sementes quanto via foliar. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar possíveis efeitos da aplicação de microorganismos sobre parâmetros morfológicos e produtivos da cultura da soja.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado em uma propriedade rural na safra de verão 21/22 no município de Céu Azul, no Paraná. As coordenadas geográficas do local do estudo são 25° 6'23.65"S 53° 49' 29.32"O. Segundo Aparecido *et al.* (2016) o clima em todo o Oeste do Paraná na classificação



Köppen-Geiger é Cfa (clima temperado úmido com verão quente). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (ITCG, 2008).

O delineamento utilizado foi em blocos casualizado (DBC), com seis tratamentos (Quadro 1). Foi realizado quatro repetições para cada tratamento, com uma dose padrão de 0,165 L ha⁻¹. As parcelas tinham dimensão de 5x5 m, sendo a área útil de 4x4 m.

Quadro 1 – Descrição dos tratamentos no sulco de semeadura da soja com diferentes microrganismos.

Tratamento	Microrganismo
T1	Sem inoculação
T2	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>
T3	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum Brasiliense</i>
T4	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum Brasiliense</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>
T5	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum Brasiliense</i> + <i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
T6	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum Brasiliense</i> + <i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + <i>Bacillus subtilis</i> (B20084) e <i>Bacillus megaterium</i> (B119).

A cultivar utilizada foi a NA 5909 RR, com uma adubação de base de 206 kg ha⁻¹ de NPK 03-23-23, com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A semeadura foi com uma plantadeira JD 1111 de 10 linhas com uma densidade de 13 sementes por metro linear, apenas com abertura de sulco e aplicado os tratamentos em cada parcela com um pulverizador costal JACTO 20 litros, e em seguida o fechamento do sulco.

Os parâmetros avaliados foram o comprimento de raiz (cm), altura de plantas (cm), massa de mil grãos e produtividade (kg ha⁻¹). A avaliação do comprimento das raízes e parte aérea das plântulas foi realizada na fase vegetativa da cultura com auxílio de um banner com medidas expressas em (cm), retirando 4 plantas por parcelas, e avaliando separadamente, gerando uma média de cada tratamento, a massa de mil grãos foi colhido dentro de cada parcela 4 m² eliminando as bordas e após a debulha foram separados cada tratamento e contados 100 grãos 4 vezes, foram pesados e feito a média e multiplicado por 10 para obtenção do resultado dos tratamentos.

Para produtividade foram colhidos 4 m² em cada parcela, pesados em uma balança analógica cada tratamento e feito o calculo para correção da umidade desejada a 13 %, e feito regra de 3 pelo qual, o resultado do peso de cada parcela já ajustado a umidade desejado.

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, análise de variância (ANOVA) e quando significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro, com auxílio do programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Durante a safra de verão 2021/2022, no início do mês de Outubro antes do plantio da soja choveu cerca de 368 mm conforme (Tabela 1), e após isso as precipitações de chuva não foram suficientes para o desenvolvimento da cultura, e com altas temperaturas que foram de aproximadamente 35 °C, houve o abortamento de flores e queima de folhas no qual as plantas entrou em condições de estresse, mantendo os estômatos fechados, sendo assim, diminuindo a respiração e fotossíntese, ocasionando percas na produção.

Tabela 1 – Precipitação pluviométrica ocorrida durante as três ultimas safras de verão no município de Céu Azul/PR.

Precipitação de chuva	Safra 2019/2020 (mm)	Safra 2020/2021 (mm)	Safra 2021/2022 (mm)
Outubro	193	72	368
Novembro	128	123	66
Dezembro	223	273	0
Janeiro	176	564	218
Fevereiro	95	68	136

Fonte: Coopavel de Céu Azul, 2022.

Linchtenthaler (1988) relata que as condições de estresse podem bloquear o transporte de elétrons fotossintéticos resultando no aumento da perda da energia luminosa absorvida via fluorescência da clorofila.

Algumas das primeiras respostas das plantas ao estresse parecem ser mediadas por eventos biofísicos, ao invés de mudanças em reações químicas resultantes da desidratação. O fechamento dos estômatos, a redução da fotossíntese e os ajustes osmóticos são as respostas de algumas plantas ao primeiro estágio de déficit hídrico (LAWLOR, 1995).



Sendo assim, observando avaliação da aplicação via solo de microorganismos em soja, os resultados mostraram que não houve diferença estatística em relação ao nível de significância para o comprimento de raiz, altura de planta, massa de mil grãos e produtividade (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para avaliação de comprimento de raiz, altura de planta, massa de mil grãos (MMG) e produtividade na cultura da soja em função da aplicação de microorganismos no solo. Céu Azul, 2021/2022.

	Valor de F			
	Comprimento de raiz	Altura de planta	MMG	Produtividade
Blocos	2,27	110,15	13,82	424.374,52
Tratamentos	8,004 ^{ns}	28,54 ^{ns}	16,817 ^{ns}	20.016,792 ^{ns}
CV%	12,82	5,81	2,6	21,38
DMS	4,98	18,41	10,03	643,13

Fonte: Dados da Pesquisa.

ns: não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F. CV: coeficiente de variação. DMS: diferença mínima significativa.

Os resultados apresentados em relação ao comprimento de raiz (Tabela 3) com aplicação dos microorganismos via solo não se diferem em relação ao comprimento da raiz, esses dados concordam com Castro *et al.* (2008) avaliaram o efeito do tratamento de sementes com inseticidas e bioestimulante na germinação de sementes de soja, constataram que o tratamento de sementes de soja com microorganismos não proporcionaram maior crescimento das raízes.

Sendo a raiz a principal fonte de entrada de água e nutrientes para o metabolismo da planta, durante o ciclo da cultura a demanda hídrica varia entre 450 a 800 mm, e durante o experimento choveu aproximadamente 420 mm no ciclo todo, podendo ter influenciado no desenvolvimento da raiz, prejudicando na parte que a planta mais precisa de água, que é na floração e enchimento de grãos, com consequência na diminuição da produtividade.



Tabela 3 – Médias para o comprimento de raiz, altura de haste principal, massa de mil grãos (MMG) e produtividade em função de aplicação de microorganismos via solo na cultura da soja.

Tratamento	Comprimento de raiz (cm)	Altura de haste Principal (cm)	MMG (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	15,88	136,00	168,93	1408,35
T2	15,97	136,25	168,55	1308,75
T3	16,66	134,50	170,51	1359,45
T4	17,88	141,75	167,51	1303,50
T5	15,78	139,00	166,07	1208,25
T6	19,31	139,25	164,83	1259,70

Fonte: Dados da Pesquisa

T1 – Testemunha, T2- *Bradyrhizobium japonicum*, T3- *B. japonicum* + *Azospirillum Brasiliense*, T4 – *B. japonicum* + *A. Brasiliense* + *Trichoderma harzianum*, T5 – *B. japonicum* + *A. Brasiliense* + *T. harzianum* + *Bacillus amyloliquefaciens* e T6– *B. japonicum* + *A. Brasiliense* + *T. harzianum* + *B. amyloliquefaciens* + *Bacillus subtilis* (B20084) e *Bacillus megaterium* (B119).

Klahold *et al.* (2006), que relatou que não encontrou diferenças significativas na altura das plantas em resposta a com a cultura da soja, porém, os dados são semelhantes ao resultado encontrado, pois, com a precipitação de chuvas não sendo suficientes durante o ciclo todo da cultura, presume-se que houve interferência no desenvolvimento da planta devido as exigências nutricionais que as plantas necessitam, podendo ter influenciado na altura da planta.

A massa de mil grãos pode variar de acordo com o tratamento empregado e com a condução da planta no campo, sendo uma característica muito influenciada pelo ambiente e de grande importância para o mercado consumidor (PERINA *et al.*, 2010).

E conforme as condições climáticas que foram desfavoráveis na parte da floração e enchimento de grãos, no período que a planta mais necessita de água, a massa de mil grãos com uma média dos tratamentos de 167,73 g observa-se que não houve diferença estatística sobre os tratamentos, no qual, os resultados corroboram com Vogel *et al.* (2015) verificaram efeito negativo do tratamento de sementes sobre a *A. Brasiliense* em plantas de trigo.

Para produtividade de grãos não foi observado diferença significativa entre os tratamentos, com média de 1.308 kg ha⁻¹. Este valor ficou abaixo da produtividade em anos normais da região entre 3.000 a 4.000 kg ha⁻¹, devido à forte estiagem ocorrida durante a safra. Estes fatores podem ter contribuído para as respostas encontradas neste experimento, pois além da área receber sementes inoculadas todos os anos, ocorreu menor exigência nutricional em função da menor produção de grãos.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições estudadas, com o uso de microorganismos via solo com condições desfavoráveis para o desenvolvimento da cultura, não houve diferenças estatística entre os tratamentos avaliados.

REFERÊNCIAS

- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; JUNIOR, E.F.; COLOMBO, A. .S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com aplicação de bioestimu lantes. **Bragantia**, Campinas, v. 6, p. 23-35, 2010.
- CARVALHO, L. H; CHIAVEGATO E. J.; CIA, E.; KONDO, J. I.; SABINO, J.C.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; BORTOLETTO, N.; GALLO, P.B. Fitorreguladores de crescimento e capação na cultura algodoeira. **Bragantia**, v. 53, 1994.
- CASTRO, G. S. I. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de Sementes de Soja com Inseticidas e um Bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.
- CONAB. **Soja Análise Mensal**. Brasília: Conab, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 29/08/2021.
- 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, p. 371-379. 2014.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas – Sisvar 5.6**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.
- ITCG – Instituto de Terras, **Cartografias e Geociências. Solos – Estado do Paraná**. 2008. Disponível em: http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Solos.pdf. Acesso em: 29/08/2021.
- KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, p.179-185, 2006.



KELTING, M. P. **Effects of soil amendments and biostimulants on the post-transplant growth of landscape trees.** 1997. 58 p. Thesis (PhD) – Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1997.

LAWLOR, D. W. The effects of water deficit on photosynthesis. In: SMIRNOFF, N. (Ed.). **Environment and plant metabolism: flexibility and acclimation.** Oxford: BIOS Scientific Publishers; Herndon: Books International, 1995. p. 129-160.

LINCHTENTHALER, K. H. In vivo chlorophyll fluorescence as a tool for stress detection in plants. In: LINCHTENTHALER, K.H (Ed.). **Applications of chlorophyll fluorescence in photosynthesis research, stress physiology, hydrobiology and remote sensing.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 129-142.

MARCON, E. C.; ROMIO, S. C.; MACCARI, V. M.; KLEIN, C.; LÁJUS, C. R. Uso de diferentes fontes de nitrogênio na cultura da soja. **Revista Thema**, v. 14, n. 2. pág. 298 a 308. 2017.

PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; CARBONELL, S. A. M. Avaliação de estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da performance genotípica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 398-406, 2010.

RENGEL, D.S.; MEERT, L.; HANEL, A.; ESPINDOLA, J.S.; BORGHI, W.A. Diferentes inoculantes e formas de inoculação e sua influência sobre os componentes de produção e teor de nitrogênio da cultura da soja. **Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**. v. 13, n. 1, p. 50, 2018.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. Auxina: o hormônio de crescimento. In: **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 19, p. 449-484.

VOGEL, G. F.; MARTINKOSKI, L.; JADOSKI, S. O.; FEY, R. Efeitos da combinação de *Azospirillum* brasilense com fungicidas no desenvolvimento de trigo. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 8, n. 3, 2015.

ZANDONADI, D. B. "Bioestimulantes e produção de hortaliças." **Embrapa Hortaliças**. Artigo de divulgação na mídia. INFOTECA-E (2018).

ZILLI, J. E.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-
semeadura da soja. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.45, n.3, p.335-338, mar. 2010.

ZILLI, J. E.; MARSON, L. C. Inoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium*. Artigos técnicos, **Grupo cultivar**, 2012. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br>>. Acesso em 08/05/2022.