

Efeito da inoculação e co inoculação em diferentes modos de aplicação na cultura da soja

Nome completo do(a) primeiro autor, Curso, Instituição, País, E-mail

Nome completo do(a) segundo autor, Curso, Instituição, País, E-mail

Nome completo do(a) orientador(a), Curso, Instituição, País, E-mail

Resumo: O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja *Glycine max*. Com o Brasil sendo o maior produtor de soja do mundo, a otimização da produtividade é crucial. A soja demanda bastante nitrogênio para seu desenvolvimento, e a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) apresenta-se como uma solução econômica e ecologicamente correta em relação aos fertilizantes químicos. Este estudo buscou analisar como diferentes tratamentos de inoculação e coinoculação afetam a formação de nódulos nas raízes, o crescimento da planta e a produção final de grãos. Os resultados indicaram que a altura das plantas foi significativamente influenciada pela inoculação e coinoculação, que foi a utilização de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura, mostrando-se mais eficaz nesse aspecto, pelo fato das plantas avaliadas desse tratamento obteve resultados superior comparado com aos outros tratamento. No entanto, para outros fatores importantes, como o número de vagens e grãos por vagem, o espaçamento entre os nós do caule, a quantidade total de nós, a massa de mil grãos e a produtividade final medida em quilos por hectare, não houve diferenças estatisticamente relevantes entre os tratamentos testados.

Palavras-chave: *Glycine max*. Fixação Biológica de Nitrogênio. *Bradyrhizobium*. *Azospirillum*. Produtividade.

Abstract: This study aimed to evaluate the influence of inoculation and coinoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* on soybean *Glycine max* crops. As Brazil is the world's largest soybean producer, optimizing productivity is crucial. Soybeans require significant nitrogen for growth, and Biological Nitrogen Fixation (BNF) offers an economical and environmentally friendly solution compared to chemical fertilizers. This study analyzed how different inoculation and coinoculation treatments affect root nodule formation, plant growth, and final grain yield. The results indicated that plant growth was significantly influenced by inoculation and coinoculation, which included the use of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* in the planting furrow, proving most effective in this regard. However, for other important factors, such as the number of pods and grains per pod, the spacing between stem nodes, the total number of nodes, the mass of a thousand grains and the final productivity measured in kilograms per hectare, there were no statistically relevant differences between the treatments tested.

Keywords: *Glycine max*, Biological Nitrogen Fixation, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, Productivity.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, seguido dos Estados Unidos em área cultivada. Os Estados Unidos sobressaem quando se diz em produção por hectare, devido às suas altas tecnologias que suprem as necessidades

desejadas. A soja no Brasil teve um grande aumento nos últimos anos, estima-se que a produção de 2024/25 será 13% maior que a de 2023/24 (1).

A soja *Glycine max* tem como o seu nutriente mais requisitado o nitrogênio. Dados afirmam que para produzir 3000 kg/ha são necessários 240 kg de nitrogênio, visto que desse cerca de 195 kg de nitrogênio é retirado pela lavoura. O restante do nutriente que fica é perdido com o tempo pela umidade, temperatura e decomposição da palhada. Desse modo a reposição do nutriente para uma ótima produção da cultura gera altíssimos custos, inviabilizando a produção por motivos econômicos (2).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN), foi desenvolvida com a finalidade retirar todo o uso de nutrientes a base de nitrogênio, com um custo mínimo considerando utilizar o nitrogênio como fertilizante. A fixação biológica de nitrogênio tem ação com diversas espécies de bactérias que habitam o solo. Na cultura da soja a principal bactéria que sobressai é a *Bradyrhizobium japonicum*. Após inoculada à planta ocorre a nodulação e maior crescimento radicular, as bactérias sintetizam polissacarídeos, após o reconhecimento pela planta elas param de crescer e mudam de forma, enrolando-se no ápice para prender os rizóbios aderidos na superfície, no entanto produzindo substância que quebra da parede celular interna da raiz e forma um canal de infecção onde formam nódulos captadores de nitrogênio (3).

As bactérias têm o papel de captar o nitrogênio na atmosfera (N_2), e promove a redução da amônia em compostos nitrogenados que vai ser disponibilizada em formato que a planta vai conseguir absorver, em troca as plantas vão disponibilizar alimentos para as bactérias e proteção (4).

A fixação biológica de nitrogênio pode ser feita de vários métodos têm como principal forma a aplicação de inoculante líquido, podendo ser de forma direta adicionando inoculante direto na semente e de forma indireta no sulco de semeadura. Na aplicação de inoculantes turfosos só pode ser adicionado diretamente na semente (5).

A inoculação com *Azospirillum brasilense* é uma técnica que está sendo bastante utilizada na cultura da soja, pelo fato de as bactérias estimularem o crescimento da região radicular, realizando a síntese de fitormônios que estimula o crescimento vegetal, com isso melhora a fixação biológica pelas bactérias *Bradyrhizobium*. Denominada de coinoculação, está técnica de inoculação das bactérias *Bradyrhizobium* juntamente com a *Azospirillum* está sendo bastante utilizada pelos produtores por melhorar a produtividade da cultura, gerando resultados positivos (4).

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes características de desenvolvimento e produtividade da cultura da soja em tratamentos utilizando a inoculação como base principal, realizando diferentes aplicações com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*.

MÉTODO

O trabalho foi realizado no Centro Universitário Integrado de Campo Mourão – PR, com latitude 23°59 '45''S e Longitude 52°21'47''O, com a altitude média de 528 metros em relação ao nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, as características climáticas que é predominante no município de Campo Mourão - PR é o CFA, clima subtropical úmido mesotérmico, com a presença de verão quente, e com temperatura do mês mais quente sendo superior a 22°C, e a do mês mais frio a temperatura é inferior a 18 °C, e a precipitação é bem distribuída ao longo do ano (6). Segundo o SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, as classes que possuem mais predominância são o Latossolos, Nitossolos, Argissolos e Neossolos, variando conforme cada região do município (7).

A cultivar de soja utilizada foi a Brasmax Torque I2X, que apresenta o grupo de maturação 5.7, sendo recomendada para regiões com altitude mais elevada, apresentando elevada produtividade, e tolerância aos herbicidas glifosato, dicamba e sulfonilureias (STS™).

Em primeiro momento foi realizada a escolha do local para semeadura da cultura da soja junto com as avaliações que serão realizadas. Para o tratamento de inoculação, foi utilizado um inoculante comercial contendo *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na concentração de 500 mL, dada para cada tratamento realizado seguindo a recomendação do fabricante.

Na área de execução do trabalho, foi dividido em tratamentos para avaliação separada de cada tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições entre elas separadas em faixa. Os tratamentos foram separados em testemunha sem aplicação de nada, tratamento com *Bradyrhizobium japonicum* em sulco de semeadura, e *Bradyrhizobium japonicum* somente na semente, *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em sulco de semeadura e *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* somente na semente. Para execução dos tratamentos foi utilizado produto de nome comercial (Masterfix L Premier), sendo um produto contendo *Bradyrhizobium japonicum*, e o outro contendo *Azospirillum brasilense*, sendo utilizada para ambas a dosagem de 200 mL de inoculante por hectare.

O manejo de implantação da cultura foi realizado com auxílio de trator com semeadora e tanque de inoculante no conjunto. O trabalho foi implantado no dia 21 de outubro de 2024, e como foram realizados os cada passada com a plantadeira na parcela foi realizado um tipo de tratamento. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,5 metros, utilizando 16 sementes por metro, numa área de parcela de 5 por 2,5 metros. A área total do campo era de 250 metros quadrados separados em 20 parcelas de 12,5 metros quadrados cada parcela.

Durante o crescimento e desenvolvimento da cultura foi realizado cuidados para controle de pragas conforme a necessidade, no controle de doenças foi realizado preventivos com aplicação de fungicidas. Controle de plantas daninhas durante o desenvolvimento.

No final do processo de maturação foi realizada a colheita de cada parcela separadamente, colhendo 2 linhas de 4 metros, desprezando 0,5 metros da bordadura. Às plantas foram separadas de acordo com cada tratamento realizando todas as avaliações para cada parcela. Para avaliação de planta foram escolhidas aleatoriamente 10 plantas de cada parcela e foi feita a contagem de vagem, grãos por vagem, quantidade de vagens com 2 e com 3 grãos, tamanho de planta, quantidade de nós e distância entre nós de cada planta coletada na parcela.

A debulha foi realizada de forma manual, debulhando todos os tratamentos na técnica cambão, após a colheita as sementes foram todas peneiradas também de forma manual para separar todas as impurezas, e depois as sementes foram armazenadas em sacos de papel e separadas de acordo com cada tratamento. O próximo passo foi fazer a pesagem das amostras, pesando separado cada tratamento, para determinar o peso total dos tratamentos. Também foi realizado o peso de mil sementes o PMS, fazendo a contagem de mil sementes e realizando a pesagem, com o objetivo de determinar a densidade da semente.

Os dados biométricos obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise de variância comprovou que houve efeito significativo dos tratamentos sobre algumas das características avaliadas. Entre as variáveis analisadas, observou-se que apenas a altura de planta apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos, enquanto as demais características como número de vagens, grãos por vagem, distância entre nós, quantidade de nós, massa de mil grãos e produtividade não foram influenciadas de forma significativa. Na Tabela 1 as médias observadas para todas as variáveis analisadas, juntamente com os resultados do teste de comparação de médias.

Tabela 1 – Tabela 1. Médias de altura de planta (AP cm), médias de número de vagens (NV), média de grãos por vagem (MG), média de distância entre nós (DE), média quantidade de nós (QN), massa de mil grãos (MMG) e produtividade em Kg ha⁻¹ (PROD).

Tratamentos	AP (cm)	NV	MG	DE (cm)	QN	MMG (g)	PROD (kg ha ¹)
1	53,36 c	43,57 a	113,25 a	36,26 a	13,2 a	152,13 a	1998,12 a
2	73,78 ab	42,57 a	116,18 a	50,11 a	12,27 a	134,47 a	3076,87 a
3	81,95 a	54,05 a	144,70 a	53,25 a	13,95 a	147,73 a	2616,25 a

4	75,9 ab	54,80 a	155,52 a	49,75 a	14,05 a	140,28 a	2328,75 a
5	70,57 b	55,5 a	157,47 a	45,86 a	13,82 a	140,57 a	2685,62 a
DMS	11,00	18,65	63,00	23,65	2,49	11,04	1780,82
CV%	6,86	16,51	20,34	22,3	8,23	35,61	31,09

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre pelo teste de Tukey a 0,05%. Tratamento 1: testemunha, Tratamento 2: *Bradyrhizobium japonicum* no sulco de semeadura, tratamento 3: *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura, tratamento 4: *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na semente, Tratamento 5: *Bradyrhizobium japonicum* na semente.

É possível observar que os tratamentos influenciaram a altura das plantas, indicando que pelo menos um tratamento teve efeito significativo comparado com os outros tratamentos. Embora seja possível identificar que no Tratamento 3 apresentou um maior crescimento em altura, sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos. Os Tratamentos 2, 4 e 5 apresentaram alturas intermediárias, mas não diferindo significativamente do Tratamento 3, já o tratamento 1 apresentou uma menor altura, sendo estatisticamente inferior a todos os outros tratamentos.

A coinoculação de *Azospirillum brasilense* com *Bradyrhizobium japonicum* influencia positivamente na altura de planta, resultando em plantas mais vigorosas, devido a capacidade de proporcionar um melhoramento nos fatores fotossintéticos das plantas, que conseqüentemente proporciona maior quantidade de clorofila para planta. Isso ocorre pelo fato das bactérias do *Azospirillum brasilense* influenciar na fisiologia e morfologia das plantas e raiz, sendo responsável por liberar os hormônios AIA (ácido 3- indolacético), citocininas e giberelinas, esses hormônios vai atuar no desenvolver do crescimento radicular, junto a bactérias *Bradyrhizobium japonicum* vai ajudar no desenvolvimento da nodulação, e aumento no desenvolvimento radicular, proporcionando uma maior absorção de nutrientes (8).

De acordo com os dados da Tabela 1, as variáveis grãos por viagem, distância de entre nós, quantidade de nós e massa de mil grãos, foi possível observar que não ocorreu efeito significativo dos tratamentos. Com esses resultados foi possível definir que os tratamentos não impactaram significativamente nas variáveis, e algumas variáveis ocorreu uma variabilidade de blocos menores, e outras uns poucos maiores, mas mesmo assim não expressaram dados estatísticos significativos não influenciando na produtividade da área.

Em solos compactados há uma alta restrição no crescimento radicular, diminuindo os sítios de infecção para as bactérias. Além disso, por serem solos mais densos a baixa porosidade limita a difusão de oxigênio, essencial para a respiração das raízes e das bactérias, limitando a formação de nódulos

responsáveis pela fixação de nutrientes impactando diretamente na produção (9).

A falta de umidade é letal, em solos secos, a mobilidade da bactéria é nula e a mortalidade bacteriana é altíssima. As bactérias do inoculante, como todos os seres vivos, são compostas majoritariamente por água. Ao serem colocadas num solo seco, elas perdem água para o ambiente (um processo chamado desidratação ou dessecação) e morrem rapidamente. A semente pode até sobreviver em estado de dormência, mas as bactérias na superfície não tem capacidade de sobreviver em condições inadequadas (10).

Efeitos como altas temperaturas do solo acima, comuns em semeaduras rasas sob sol intenso, sendo letal para as bactérias do inoculante. O calor excessivo age como uma febre que desnatura as proteínas e enzimas essenciais para a vida da bactéria. Esse dano celular é irreversível e causa a morte do inoculante, levando à falha total da nodulação (11).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir com esse trabalho que a inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense* pode influenciar significativamente na altura das plantas, destacando o tratamento 3, que foi realizado *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em sulco de semeadura com maior eficiência, apresentando interferência estatística. Nas demais variáveis analisadas, apresentou dados relevantes estatisticamente, mas mesmo assim não houve diferença estatística entre os tratamentos com inoculação e coinoculação.

AGRADECIMENTOS (Gabriel Toledo Alves)

Aos agradecimentos venho em primeiro agradecer a Deus por me iluminar em toda minha jornada até aqui, aos meus pais e familiares que me apoiaram e me ajudaram a passar por todos problemas e dificuldades, pois sempre estive junto não importa a gravidade do problema. Agradeço também aos docentes por todos os conhecimentos repassados, e agradeço também a todos os discentes que estive comigo todos esses anos, pois foram risadas, diversões e muitas preocupações que passamos juntos. E por fim agradeço ao meu companheiro de projeto pois juntos seremos mais fortes para vencer até o fim dessa caminhada. Do mais obrigado e que Deus abençoe em toda a carreira profissional.

AGRADECIMENTOS (Matheus Henrique Domingues e Silva)

Em agradecimento agradeço a Deus por me abençoado chegar até nessa fase, também agradeço a minha família por me dar apoio, agradeço ao professor Antonio Krenski por aceitar ser nosso orientador, também agradeço o professor João Rafael de Alencar pelo o auxílio durante o período acadêmico, também

agradeço todos os professores pelos os conhecimentos, e todos os companheiro de sala que conheci durante o período universitário.

REFERÊNCIAS

- 1) EMBRAPA. **Dados econômicos de cultivo de soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 11 de abril de 2025.
- 2) HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPO, R.J.; GALERANI, P.R. **Adubação nitrogenada na soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1997. 4 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 57).
- 3) CAMPOS, B.H.C.; GNATTA, V. **Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de Bradyrhizobium sob sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, v. 30, n.1, p.69-76, 2006.
- 4) NOGUEIRA, M.A.; PRANDO, A.M.; OLIVEIRA, OLIVEIRA, A.B.D.; LIMA, D.D.; CONTE, A.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F.T.D.; HUNGRIA, M. **Ações de transferência de tecnologia em inoculação/coinoculação com Bradyrhizobium e Azospirillum na Cultura da soja na safra 2017/18 no Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2018.
- 5) VIEIRA NETO, SANTIÉL ALVES. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 861-870, 2008.
- 6) Szapak, L. E. F.; Baldo, M. C.; Zandonadi, L. ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS PLUVIOMÉTRICAS EM MARINGÁ E CAMPO MOURÃO-PR. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v.9, 2023.
- 7) GAMA, F. S. S. Avaliação dos impactos da mudança no uso da terra de floresta para cultura temporária nas propriedades de solos da região centro-ocidental do Paraná. 2025. 55 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia)** – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2025. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2025-10/Resultado_AUTO_02_25.pdf. Acesso em: 14 nov. 2025.
- 8) BIASOTTO, J. V. C. Influência da inoculação com microrganismos promotores de crescimento de plantas no crescimento e produtividade da cultura da soja. 2025. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, 2025. 1 disco laser. Dissertação (Mestrado em em Produção vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2025.

SIMPAR

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação do Paraná

Realização



Apoio



FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA
Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná

- 9) SANTOS, A. C. F., LEÃO, P. A. R., LIMA, R. P. A importância da inoculação da semente na cultura da soja. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 4, n. 1, 2024.
- 10) SANTOS, M. M. Efeitos das bactérias *Bradyrhizobium elkanii* e *Bacillus aryabhattai* no crescimento e desenvolvimento de soja (*Glycine max*) em condições de restrição hídrica. 2024. 57f. **Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas)** - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2024.
- 11) OLIVEIRA, J. G., da SILVA, V. S. G., COSTA, J. P. V. Comportamento de soja submetida a materiais fertilizantes e inoculação com *bradyrhizobium*. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 66-72, 2017.