

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**  
**MIKAEL EVANGELISTA GUIMARÃES**

**DIFERENTES MODOS DE APLICAÇÃO DE INOCULANTES NA CULTURA  
DA SOJA**

**CERES – GO**  
**2023**

**MIKAEL EVANGELISTA GUIMARÃES**

**DIFERENTES MODOS DE APLICAÇÃO DE INOCULANTES NA CULTURA  
DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso.

**CERES – GO  
2023**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

G963d      Guimarães, Mikael Evangelista  
             DIFERENTES MODOS DE APLICAÇÃO DE INOCULANTES NA  
             CULTURA DA SOJA / Mikael Evangelista Guimarães;  
             orientador Dr. Willian Henrique Diniz Buso. -- Ceres,  
             2023.  
             10 p.

             TCC (Graduação em AGRONOMIA) -- Instituto Federal  
             Goiano, Campus Ceres, 2023.

             1. Bactérias diazotróficas . 2. Glycine max. 3.  
             Nutrição de plantas. I. Buso, Dr. Willian Henrique  
             Diniz, orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome completo do autor:

Michelle Evangelista Guimarães

Matrícula:

1018100200240408

Título do trabalho:

Relatório com o objetivo de operações de incubação produtiva de soja

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

\_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 21/07/2024

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Goianópolis - GO

Local

22/07/2024

Data

Michelle Evangelista Guimarães  
Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


[Assinatura]  
Assinatura do(a) orientador(a)

**ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

Ao(s) 26 dia(s) do mês de MAIO do ano de dois mil e dois três realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) MIKKA EVANES LIMA GUIMARÃES do Curso de BACHARELADO EM AGRONOMIA matrícula 218103200240409 cujo título é "DIFERENTES MODOS DE APLICAÇÃO DE INOCULANTES NA CULTURA DA SOJA". A defesa iniciou-se às 13 horas e 17 minutos, finalizando-se às 14 horas e 03 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 8,0 no trabalho escrito, média 7,7 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 7,8 de pontos, estando o(a) estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

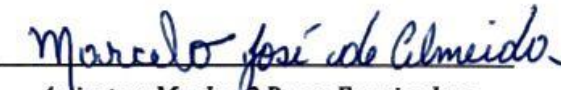
Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



Assinatura Presidente da Banca



Assinatura Membro 1 Banca Examinadora



Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força e coragem para finalizar esta etapa tão importante da minha vida.

Aos meus pais e irmã, por tudo que fizeram e fazem por mim, e por acreditarem no meu potencial.

Aos amigos verdadeiros que fiz durante esta caminhada, quero que saibam que reconheço tudo o que fizeram por mim, pela companhia e por tornarem a caminhada mais leve e prazerosa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso, por todos os ensinamentos transmitidos e pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos membros da banca avaliadora, pela disponibilidade em participar, e pelas contribuições para minha formação.

E a todos os professores e servidores do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. Foram eles que me deram recursos e ferramentas para evoluir um pouco mais a cada dia. Por se empenharem em fazer com que essa instituição seja uma referência em educação.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características químicas do solo na camada de 0–0,20 m, RIALMA, GO, 2019 .....	03
<b>Tabela 2</b> – Descrição dos tratamentos utilizados com aplicação de inoculantes. ....	04
<b>Tabela 3</b> – Quadrados médios de altura de planta (AP), número de hastes (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT), número de nós totais por planta (NTP), número de vagens na haste principal (NVHP), número de vagens nas hastes laterais (NVHL), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja.....	05
<b>Tabela 4</b> – Valores médios para altura de planta (AP), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT), número de nós totais por planta (NTP) de soja com aplicação de fertilizantes foliares em vários estádios fenológicos.....	07
<b>Tabela 5</b> – Valores médios número de vagens na haste principal (NVHP), número de vagens nas hastes laterais (NVHL), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja.....	09

## RESUMO

A inoculação serve para promover a associação entre microrganismos como pelos radiculares das plantas. Assim, as bactérias promovem a fixação biológica do nitrogênio atmosférico e fornece para a planta, podendo substituir a adubação nitrogenada. Desta forma, objetivou com a pesquisa avaliar a inoculação e co-inoculação com bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na soja. O estudo foi realizado na Fazenda Jenipapo Município de Rialma, GO. A semeadura foi realizada no dia 05/12/2019 e no segundo ano no dia 12/11/2020. A adubação foi com 8 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 52 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com oito tratamento e quatro repetições. Colheu em 05/04/2020 e no segundo ano no dia 16/03/2021. As variáveis testadas foram altura de planta e altura da inserção da primeira vagem, número de ramos por planta, número de nós, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1000 grãos e produtividade. O T4 (*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes) apresentou os melhores resultados para número de hastes por planta (4,17 hastes por planta). O número de nós totais apresentou diferença somente para a safra 2019/2020, cujo tratamento T4 foi o melhor com 42,17 NTP. A quantidade de grãos por vagem foi igual para todos os tratamentos na safra 2019/2020, cujas médias variaram entre 2,33 a 2,58 grãos por vagem. Para a produtividade o T4 foi o melhor em ambas as safras cujo valor foi de 5.327,50 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2019/2020 e na safra seguinte 6.291,50 ha<sup>-1</sup>. A inoculação das bactérias *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no tratamento de semente (T4) promoveu maior produtividade e foi o melhor tratamento para a maioria dos caracteres agronômicos e de produção.

**Palavras-chave:** Bactérias diazotróficas, *Glycine max*, Nutrição de plantas.



## ABSTRACT

The inoculation serves to promote the association between microorganisms with the root hairs of the plants. Thus, bacteria promote the biological fixation of atmospheric nitrogen and provide it to the plant, being able to replace nitrogen fertilization. Thus, the aim of this research was to evaluate inoculation and co-inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* bacteria in soybean. The study was carried out at the Jenipapo Farm in Rialma, GO. Sowing was carried out on 2019/12/05 and in the second year on 2020/11/12. Fertilization was with 8 kg ha<sup>-1</sup> of N, 100 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 52 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O. The experimental design was randomized blocks with eight treatments and four replications. Harvested on 2020/04/05 and in the second year on 2021/03/16. The variables tested were plant height and height of insertion of the first pod, number of branches per plant, number of nodes, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of 1000 grains and productivity. T4 (*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* in seed treatment) showed the best results for the number of stems per plant (4.17 stems per plant). The number of total nodes differed only for the 2019/2020 season, whose T4 treatment was the best with 42.17 NTP. The amount of grains per pod was the same for all treatments in the 2019/2020 season, whose averages ranged from 2.33 to 2.58 grains per pod. For productivity, T4 was the best in both harvests, whose value was 5,327.50 kg ha<sup>-1</sup> in the 2019/2020 harvest and 6,291.50 ha<sup>-1</sup> in the following harvest. The inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* bacteria in the seed treatment (T4) promoted higher productivity and was the best treatment for most agronomic and production traits.

**Keywords:** diazotropic bacteria, Glycine max, plant nutrition.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	2
MATERIAL E MÉTODOS .....	2
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	3
CONCLUSÃO .....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	10

# DIFERENTES MODOS DE APLICAÇÃO DE INOCULANTES NA CULTURA DA SOJA

## DIFFERENT APPLICATION MODES OF INOCULANTS IN SOYBEAN

**MIKAEL EVANGELISTA GUIMARÃES**

Acadêmico do curso de Agronomia no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres  
mikaelguimaraes22@outlook.com

**WILIAN HENRIQUE DINIZ BUSO**

Professor e Coordenador do curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres  
wilian.buso@ifgoiano.edu.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0568-2605>

**Resumo:** A inoculação serve para promover a associação entre microrganismos com os pelos radiculares das plantas. Assim, as bactérias promovem a fixação biológica do nitrogênio atmosférico e fornece para a planta, podendo substituir a adubação nitrogenada. Desta forma, objetivou com a pesquisa avaliar a inoculação e co-inoculação com bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na soja. O estudo foi realizado na Fazenda Jenipapo Município de Rialma, GO. A semeadura foi realizada no dia 05/12/2019 e no segundo ano no dia 12/11/2020. A adubação foi com 8 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 52 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com oito tratamento e quatro repetições. Colheu em 05/04/2020 e no segundo ano no dia 16/03/2021. As variáveis testadas foram altura de planta e altura da inserção da primeira vagem, número de ramos por planta, número de nós, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1000 grãos e produtividade. O T4 (*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes) apresentou os melhores resultados para número de hastes por planta (4,17 hastes por planta). O número de nós totais apresentou diferença somente para a safra 2019/2020, cujo tratamento T4 foi o melhor com 42,17 NTP. A quantidade de grãos por vagem foi igual para todos os tratamentos na safra 2019/2020, cujas médias variaram entre 2,33 a 2,58 grãos por vagem. Para a produtividade o T4 foi o melhor em ambas as safras cujo valor foi de 5.327,50 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2019/2020 e na safra seguinte 6.291,50 ha<sup>-1</sup>. A inoculação das bactérias *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no tratamento de semente (T4) promoveu maior produtividade e foi o melhor tratamento para a maioria dos caracteres agrônômicos e de produção.

**Palavras-chave:** bactérias diazotróficas, *Glycine max*, nutrição de plantas.

**Abstract:** The inoculation serves to promote the association between microorganisms with the root hairs of the plants. Thus, bacteria promote the biological fixation of atmospheric nitrogen and provide it to the plant, being able to replace nitrogen fertilization. Thus, the aim of this research was to evaluate inoculation and co-inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* bacteria in soybean. The study was carried out at the Jenipapo Farm in Rialma, GO. Sowing was carried out on 2019/12/05 and in the second year on 2020/11/12. Fertilization was with 8 kg ha<sup>-1</sup> of N, 100 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 52 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O. The experimental design was randomized blocks with eight treatments and four replications. Harvested on 2020/04/05 and in the second year on 2021/03/16. The variables tested were plant height and height of insertion of the first pod, number of branches per plant, number of nodes, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of 1000 grains and productivity. T4 (*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* in seed treatment) showed the best results for the number of stems per plant (4.17 stems per plant). The number of total nodes differed only for the 2019/2020 season, whose T4 treatment was the best with 42.17 NTP. The amount of grains per pod was the same for all treatments in the 2019/2020 season, whose averages ranged from 2.33 to 2.58 grains per pod. For productivity, T4 was the best in both harvests, whose value was 5,327.50 kg ha<sup>-1</sup> in the 2019/2020 harvest and 6,291.50 ha<sup>-1</sup> in the following harvest. The inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* bacteria in the seed treatment (T4) promoted higher productivity and was the best treatment for most agronomic and production traits.

**Keywords:** diazotrophic bacteria, *Glycine max*, plant nutrition.

## **Introdução**

A soja (*Glycine max*) é uma cultura de importância global, de origem asiática, amplamente cultivada em todo o planeta, a qual vem apresentando crescimento em sua oferta e demanda. O aumento da produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos produtores (CONAB, 2022).

Um dos principais fatores responsáveis pela expansão e competitividade da cultura da soja é a sua capacidade de em simbiose com bactérias pertencentes às espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*, fixar nitrogênio atmosférico. Quando esse sistema simbiótico for ineficiente, faz-se necessário à aplicação de fertilizantes nitrogenados, no entanto essa prática poderá afetar a nodulação e conseqüentemente a fixação biológica de nitrogênio (FBN). Por meio da FBN, o país economiza anualmente cerca de R\$ 14 bilhões que seriam gastos na compra de fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA et al., 2013). Sendo assim, pode-se afirmar que a competitividade econômica da soja brasileira no mercado mundial se deve em grande parte aos benefícios proporcionados pela FBN (GELAIN et al., 2011).

A inoculação serve para promover a associação entre microrganismos com os pelos radiculares das plantas de soja. Assim, as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* spp é o principal tipo de inoculação utilizado atualmente nas práticas agrícolas. E tudo porque esses microrganismos promove a FBN atmosférico para a planta, podendo tranquilamente substituir a adubação nitrogenada em culturas leguminosas. Segundo Taiz e Zeiger (2004), a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, fornece praticamente todo o nitrogênio que a planta necessita, fazendo com que os gastos com adubos nitrogenados sejam reduzidos.

Considerando as principais limitações atuais e potenciais das FBN na lavoura de soja e os benefícios causados em várias culturas pela inoculação com *Azospirillum* (diazotróficas de vida livre bactérias), especialmente maior desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, maior absorção de água e nutrientes, pode ser deduzido que a co-inoculação conjunta de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* pode melhorar o desempenho das culturas, em uma abordagem que respeite as demandas atuais de agricultura, economia, sustentabilidade social e ambiental (HUNGRIA et al., 2013).

Diante do exposto, objetivou com a pesquisa avaliar a inoculação e co-inoculação com bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja.

## **Material e métodos**

O estudo em campo foi realizado na Fazenda Jenipapo Município de Rialma, GO, na latitude 15° 22' 25" S, longitude 49°30'33" W e altitude de 570 metros. O clima da região é

Aw, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seco na temporada de inverno. Para fins de avaliação da fertilidade do solo experimental foi coletada amostras de solo para o auxílio na adubação de plantio (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas do solo na camada de 0–0,20 m, RIALMA, GO, 2019

Areia	Silte	Argila	pH em H <sub>2</sub> O	M.O.	Ca	Mg	Al
g kg <sup>-1</sup>				g dm <sup>-3</sup>	cmol dm <sup>-3</sup>		
170	300	530	5,82	27	2,8	1,4	0,00
H+AL		K	T	K	P	V	
cmoldm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>			
3,6		0,286	6,79	112,00	8,00	60%	

**Fonte:** Laboratório de análises de solo Terra, Goiânia, 2019

Após a chegada da estação chuvosa à área do experimento foi dessecada com herbicida glifosato (ZAP QI), na dosagem de 4 L ha<sup>-1</sup> + inseticida Fipronil na dosagem de 30g ha<sup>-1</sup> para o controle de formigas Saúva na área do experimento. A semeadura foi realizada no dia 05/12/2019 e no segundo ano no dia 12/11/2020. Primeiramente foi distribuído o fertilizante com a semeadora/adubadora na dosagem de 400 kg ha<sup>-1</sup> de 02-25-18 e espaçamento de 0,50 m.

O tratamento de semente utilizado foi cobalto+molibdênio (1 e 10%) com dose de 200 mL 100<sup>-1</sup> kg de sementes, fungicida Tiametoxan + thiram na dose de 200 mL para 100<sup>-1</sup> kg de sementes e inseticida Clorantraniprole (Dermarcor) na dosagem de 100mL 100<sup>-1</sup> kg de semente. A semeadura foi feita de forma manual. As plantas emergiram no dia 12/12/2019. Foram distribuídas 210.000 sementes ha<sup>-1</sup>. O pós-emergente utilizado foi o glifosato na dosagem de 4 L ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com oito tratamento e quatro repetições. Os tratamentos as épocas de aplicação são apresentadas na Tabela 2. O manejo de pragas e doenças seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja.

A colheita da safra 2019/2020 foi no dia 05/04/2020 e no segundo ano de 2020/2021 foi no dia 16/03/2021. Para a produtividade foram coletadas as plantas em 2,5 m nas duas linhas centrais e trilhadas em trilhadeira tratorizada. E foram retiradas cinco plantas para determinação dos componentes da produção: altura de planta e altura da inserção da primeira vagem (tomada do colo da planta até o ápice do ramo principal com auxílio de trena), número de ramos por planta (contagem de todos os ramos emitidos pela planta em cinco plantas na parcela útil), número de nós reprodutivos no ramo principal e ramos laterais, e número de nós totais por planta, número de vagens por planta no ramo principal e nos ramos laterais (contagem de todas

as vagens em cinco plantas na parcela útil), número médio de grãos por vagem (contagem de todos os grãos em cinco plantas da parcela útil), massa de 1000 grãos (obtida de três sub amostras de 1000 grãos).

**Tabela 2.** Descrição dos tratamentos utilizados com aplicação de inoculantes.

Tratamentos	Descrição
T1	Sem inoculação
T2	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> na semente
T3	<i>Azospirillum brasilense</i> na semente
T4	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum brasilense</i> na semente
T5	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> na semente + <i>Azospirillum brasilense</i> no V3
T6	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum brasilense</i> no sulco
T7	<i>Bradyrhizobium japonicu</i> na semente + <i>Azospirillum brasilense</i> no sulco
T8	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> no sulco + <i>Azospirillum brasilense</i> na semente

As variáveis foram submetidas à análise de variância e as mdias comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R, com os pacotes easyanova (ARNHOLD, 2013).

## Resultados e discussão

A FBN é um fator importante para a produção e rentabilidade na cultura da soja e é a principal forma de fornecer N para a planta durante o seu ciclo. Na Tabela 3 são apresentadas o resumo da análise de variância e os coeficientes de variação (CV) das variáveis estudadas. Conforme SCARPIM et al. (1995) coeficientes de variação (CV) abaixo de 4,5% são considerados valores baixos, entre 4,5 e 11% são CV médios e acima de 11% são considerados altos, assim somente a M1000 em ambos os anos safra apresentaram CV abaixo de 4,5%. A demais variáveis os CV estiveram entre valores médios e altos.

**Tabela 3.** Quadrados médios de altura de planta (AP), número de hastes (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT), número de nós totais por planta (NTP), número de vagens na haste principal (NVHP), número de vagens nas hastes laterais (NVHL), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja.

Ano safra 2019/2020				
Variáveis	Quadrado médio do erro <sup>1</sup>			CV (%)
	Tratamento	Bloco	Resíduo	
AP	0,0015 <sup>ns1</sup>	0,00001	0,0016	5,13
NHP	2,2178 *	0,3924	0,4294	17,52
NH1	0,5694 <sup>ns</sup>	0,5046	1,1131	8,45
NH2	30,6820 *	6,1146	13,5802	22,52
NRT	35,7257 <sup>ns</sup>	8,7072	20,4982	15,70
NTP	54,7006 *	10,5108	19,6895	12,39
NVHP	6,0947 <sup>ns</sup>	40,7720	21,0524	10,64
NVHL	251,1979 *	19,2812	56,8236	23,70
NGV	0,0328 <sup>ns</sup>	0,0074	0,0234	6,22
M1000	110,5382 *	26,9819	23,7025	3,35
PROD	984984,3 *	569991,0	329016,0	12,55
Ano safra 2020/2021				
Variáveis	Tratamento	Bloco	Resíduo	CV (%)
AP	0,0135 *	0,0002	0,0023	8,38
NHP	1,32109 *	0,0961	0,3183	16,07
NH1	0,9028 <sup>ns</sup>	0,6528	0,7269	7,02
NH2	25,4797 *	3,7535	5,6080	15,35
NRT	28,3130 *	7,2627	8,5749	10,62
NTP	91,8313 <sup>ns</sup>	64,9676	41,6951	19,48
NVHP	23,2698 <sup>ns</sup>	12,8241	16,4193	10,16
NVHL	141,9524 *	22,1667	41,3333	21,17
NGV	0,0782 *	0,0144	0,0226	6,20
M1000	72,0928 *	19,9021	31,2666	3,79
PROD	1543963,6 *	951533,1	343165,3	11,48

<sup>1</sup>ns = não significativo, \* significativo a 5% pelo teste de Tukey. GL= graus de liberdade

O número de hastes por planta (NHP) na safra 2019/2020 foi maior no T4 (*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes), cuja média foi de 4,67 hastes por planta (Tabela 4). Na safra 2020/2021 o T8 (*Bradyrhizobium japonicum* no sulco + *Azospirillum brasilense* no tratamento de semente) foi diferente dos demais tratamentos (4,17 hastes por planta), em ambos os anos safras a aplicação de *Azospirillum brasilense* na semente proporcionou aumento no NHP, independente da forma de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum*, conforme Tabela 4.

O número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), foram iguais para os dois anos safra estudados cujas médias variaram de 11,00 a 12,92 NH1 (Tabela 4). Para o número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), ocorreram diferenças para a safra 2019/2020, em que o melhor tratamento foi o T4 e para a safra 2020/2021 os tratamentos T2, T4 e T5 (*Bradyrhizobium japonicum* no tratamento de semente + *Azospirillum brasilense* pulverizado em V3) apresentaram as maiores médias, conforme apresentado na Tabela 4 e ainda de acordo com os resultados o uso de *Bradyrhizobium japonicum* no tratamento de sementes se mostrou mais eficiente na formação de NH2 independentemente de como o *Azospirillum brasilense* foi aplicado (Tabela 4). Para o número de nós reprodutivos totais (NRT) não apresentaram diferença estatística para a safra 2019/2020 (Tabela 4) na safra seguinte (2020/2021) ocorreram diferença e o melhor tratamento foi o T4 (31,92 NRT). O número de nós totais por planta (NTP) apresentou diferença estatística somente para a safra 2019/2020, com o melhor tratamento para o T4 cuja média foi de 42,17 NTP, na safra seguinte todos os tratamentos foram iguais estatisticamente, conforme Tabela 4.

O número de vagens na haste principal (NVHP) foram iguais em ambas as safras, conforme Tabela 5, cujas médias variaram de 37,25 a 45,17 NVHP. Para o número de vagens nas hastes laterais (NVHL) ocorreram diferença estatística em ambas as safras e o melhor resultado foi com o T4 que obteve maior valor 46,50 e 45,83 NVHL para as safras 2019/2020 e 2020/2021, respectivamente, conforme Tabela 5. Estas duas variáveis são importantes, pois quanto maior estes valores a tendência é que mais grãos serão formados e promovendo incrementos de produtividade. No trabalho de Paiva e Lazaretti (2022) observaram 37,13 vagens por planta com a coinoculação de *B. japonicum* com *A. brasilense* no tratamento de sementes, que apresentou melhor desempenho em relação a sem inoculação (26,58 vagens por planta).



**Tabela 4.** Valores médios para altura de planta (AP), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT), número de nós totais por planta (NTP) de soja com aplicação de fertilizantes foliares em vários estádios fenológicos.

Safrá 2019/2020						
TRAT	AP (m)	NHP	NH1	NH2	NRT	NTP
T1	0,80 a	2,42 c	11,00 a	12,42 b	24,42 a	28,75 b
T2	0,79 a	2,83 bc	12,92 a	18,67 ab	31,58 a	37,67 ab
T3	0,78 a	3,83 ac	12,50 a	15,92 ab	28,42 a	35,50 ab
T4	0,75 a	4,67 a	12,83 a	21,42 a	34,25 a	42,17 a
T5	0,79 a	3,92 ac	12,17 a	17,42 ab	29,58 a	36,50 ab
T6	0,80 a	3,92 ac	12,92 a	14,42 ab	27,33 a	35,83 ab
T7	0,80 a	4,08 ab	12,42 a	15,17 ab	27,58 a	34,75 ab
T8	0,81 a	4,25 ab	12,08 a	15,50 ab	27,58 a	35,25 ab
CV (%)	5,13	17,25	8,45	22,52	15,70	12,39
Safrá 2020/2021						
TRAT	AP (m)	NHP	NH1	NH2	NRT	NTP
T1	0,93 a	2,58 c	11,75 a	11,33 b	23,08 b	27,17 a
T2	0,92 a	2,75 bc	11,58 a	17,00 a	28,58 ab	25,42 a
T3	0,76 b	3,67 ac	12,58 a	14,75 ab	27,33 ab	34,42 a
T4	0,79b	4,00 ab	12,50 a	19,42 a	31,92 a	39,92 a
T5	0,83 ab	3,92 ac	12,17 a	17,75 a	29,92 ab	36,58 a
T6	0,84 ab	3,58 ac	12,92 a	14,33 ab	27,25 ab	32,50 a
T7	0,83 ab	3,42 ac	11,83 a	14,00 ab	25,83 ab	27,17 a
T8	0,82 ab	4,17 a	11,83 a	14,83 ab	26,67 ab	25,42 a
CV (%)	5,75	16,07	7,02	15,35	10,62	19,48

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. T1= sem inoculação, T2= *Bradyrhizobium japonicum* na semente (0,1 L ha<sup>-1</sup>) T3= e *Azospirillum brasilense* na semente(0,1 L ha<sup>-1</sup>), T4=*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* na semente (0,1 L ha<sup>-1</sup>), T5=*Bradyrhizobium japonicum*na semente + *Azospirillum brasilense* no V3 (0,1 L ha<sup>-1</sup>), T6= *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no sulco (0,1 L ha<sup>-1</sup>) e T7= *Bradyrhizobium japonicum* na semente + *Azospirillum brasilense* no sulco (0,1 L ha<sup>-1</sup>). T8= *Bradyrhizobium japonicum*no sulco + *Azospirillum brasilense* na semente (0,1 L ha<sup>-1</sup>).

Para o número de grãos por vagem (NGV) não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos estudados na safra 2019/2020, conforme Tabela 5, cujas médias variaram entre 2,33 a 2,58 NGV. No ano safra 2020/2021 o melhor tratamento foi o T5 (2,63 NGV). No trabalho desenvolvido por Camargo e Buso (2020) observaram diferença para o NGV com média de 2,39 grãos por vagem quando utilizaram *B. japonicum* aplicado no tratamento de sementes com *A. brasilense* pulverizado no sulco de semeadura. Manteli et al. (2019) observaram NGV de 38 com a inoculação na semente de *B. japonicum* e *A. brasilense*.

A massa de mil grãos (M1000) na safra 2019/2020 foi melhor nos tratamentos T2, T3, T4 e T8, cujos valores foram 149,43; 148,21, 146,90 e 151,70 g, respectivamente, conforme Tabela 5. A co-inoculação com as duas bactérias promovem incrementos a M1000 que é um componente de produção importante que contribui com incrementos de produtividade da cultura. Na safra 2020/2021 a sem inoculação (T1) foi que obteve maior valor (153,05 g), Tabela

5. Braccini et al. (2016) observou aumento na massa de grãos com a inoculação de *B. japonicum* no tratamento de sementes e na co-inoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* no sulco de semeadura com médias que variaram de 116,54 a 115,58 g, respectivamente, os valores encontrados pelos autores ficaram bem abaixo aos da presente pesquisa. Gelain et al. (2011) observaram M1000 de 132 g com o uso de *B. japonicum*. Resultados obtidos por Manteli et al. (2019) observaram maior M1000 com o uso das duas bactérias do presente estudo, ambas utilizadas no tratamento de sementes, foi o melhor tratamento (M1000 de 166 g).

A produtividade diferiu entre os tratamentos e a maior foi de 5.327,50 kg ha<sup>-1</sup> no T4 na safra 2019/2020 e na safra seguinte o T4 foi superior aos demais (6.291,50 ha<sup>-1</sup>). Na avaliação da produtividade de grãos Camargo e Buso (2020) observaram que a inoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* no sulco de semeadura apresentou maior produtividade, cuja média foi de 5.339 kg ha<sup>-1</sup>. Brito et al. (2021) em experimento com as mesmas bactérias no sulco de semeadura (semelhante ao T6 da presente pesquisa) obtiveram produtividade média de 6245,50 kg ha<sup>-1</sup> com a cultivar Lança no estado do Paraná.

O uso das duas bactérias independente da forma que for utilizada (tratamento de semente ou sulco de semeadura) promovem maior FBN, contribui para o aumento na produção de fitormônios que contribuem para maior formação de volume de raízes e favorece o crescimento da planta.

**Tabela 5.** Valores médios número de vagens na haste principal (NVHP), número de vagens nas hastes laterais (NVHL), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja.

Safrá 2019/2020					
TRAT	NVHP	NVHL	NGV	M1000 (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>T1</b>	43,42 a	20,92 b	2,45 a	135,05 b	3.561,90 b
<b>T2</b>	44,58 a	31,92 ab	2,42 a	149,43 a	4.437,75 ab
<b>T3</b>	42,25 a	34,25 ab	2,36 a	148,21 a	4.543,75 ab
<b>T4</b>	45,17 a	46,50 a	2,33 a	146,90 a	5.327,50 a
<b>T5</b>	42,17 a	34,42 ab	2,57 a	141,88 ab	4.829,92 ab
<b>T6</b>	43,42 a	29,25 ab	2,52 a	146,52 ab	4.696,25 ab
<b>T7</b>	41,75 a	27,58 b	2,46 a	142,84 ab	4.461,50 ab
<b>T8</b>	42,33 a	29,58 ab	2,58 a	151,70 a	4.708,50 ab
CV (%)	10,64	23,70	6,22	3,55	12,55
Safrá 2020/2021					
TRAT	NVHP	NVHL	NGV	M1000 (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>T1</b>	37,58 a	30,25 b	2,24 b	153,05 a	4.543,50 b
<b>T2</b>	43,73 a	32,67 ab	2,39 ab	150,26 ab	5.349,33 ab
<b>T3</b>	40,50 a	31,67 ab	2,30 ab	147,16 ab	4.402,50 b
<b>T4</b>	42,08 a	45,83 a	2,30 ab	147,18 ab	6.291,50 a
<b>T5</b>	37,25 a	32,67 ab	2,63 a	147,39 ab	5.438,83 ab
<b>T6</b>	41,33 a	27,83 b	2,54 ab	145,81 ab	5.130,00 ab
<b>T7</b>	37,58 a	26,92 b	2,51 ab	139,16 b	4.545,00 b
<b>T8</b>	38,92 a	29,00 b	2,50 ab	151,39 ab	5.114,00 ab
CV (%)	10,16	20,17	6,20	3,79	11,48

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. T1= sem inoculação, T2= *Bradyrhizobium japonicum* na semente (0,1 L ha<sup>-1</sup>) T3= e *Azospirillum brasilense* na semente(0,1 L ha<sup>-1</sup>), T4=*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* na semente (0,1 L ha<sup>-1</sup>), T5=*Bradyrhizobium japonicum*na semente + *Azospirillum brasilense* no V3 (0,1 L ha<sup>-1</sup>), T6= *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no sulco (0,1 L ha<sup>-1</sup>) e T7= *Bradyrhizobium japonicum* na semente + *Azospirillum brasilense* no sulco (0,1 L ha<sup>-1</sup>). T8= *Bradyrhizobium japonicum* no sulco + *Azospirillum brasilense* na semente (0,1 L ha<sup>-1</sup>).

## Conclusão

A utilização das bactérias *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no tratamento de semente (T4) promove maior produtividade para as condições do trabalho conduzido em ambas os anos safras.

## Referências Bibliográficas

- BRITO, E.C.; GOOLKATE, K.G.; CARVALHO, F.C.; SCHIEBELBEIN, L.M.; Inoculação e coinoculação na cultura da soja: bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Revista Scientia Rural**, Ponta Grossa, v.1, n.24, p.55-67, 2021. Disponível em: <https://phantomstudio.com.br/index.php/ScientiaRural/article/view/1757/pdf>. Acessado em: 10 de março de 2023.
- CAMARGO, N.A.; BUSO, W.H.D. Desempenho produtivo de soja inoculada e co-inoculada em Domínio Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e479985099, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5099>
- BRACCINI, A. L., MARIUCCI, G. E. G., SUZUKAWA, A. K., LIMA, L. H. S., & PICCININ, G. G. Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, 15(1), 27-35, 2016.
- GELAIN, E.; ROSA JUNIOR, E.J.; MERCANTE, F.M.; FORTES, D.G.; SOUZA, F.R.; ROSA, Y.B.C.J. Fixação biológica de nitrogênio e teores foliares de nutrientes na soja em função de doses de molibdênio e gesso agrícola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.2, p.259-269, 2011.
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soy bean sand common beans with *Rhizobia* and *Azospirilla*: strategiesto improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.
- MANTELI, C.; ROSA, G.M.; CARNEIRO, L.V.; POSSENTI, J.C.; STEFENI, A.R.; SCHNEIDER, F.L. Inoculação e coinoculação de sementes no desenvolvimento e produtividade da cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v.12, v.2, p.1-8,2019. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/925/849>. Acessado em: 20 de março de 2023.
- PAIVA, V.J.P.; LAZARETTI, N.S. Inoculação e coinoculação na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, Edição Especial, p.85-94,2022. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/1156/1040>. Acessado em: 03 de Março de 2023.
- SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C.G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Trad. SANTARÉM, E. R. et al., 3. ed. Porto Alegre: Artemed, 2004. p. 719.