

INOCULAÇÃO E CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DA SOJA: BACTÉRIAS DO GÊNERO *Bradyrhizobium* E *Azospirillum*

EDUARDO CORREIA DE BRITO¹; KEVIN DE GEUS GOOLKATE¹; FLÁVIO
CORRÊA DE CARVALHO¹; LUIS MIGUEL SCHIEBELBEIN²

RESUMO: Uma forma de potencializar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é a prática de inocular bactérias que realizam a FBN, por meio de inoculantes aplicados via semente no pré-plantio da cultura ou no sulco de semeadura, no momento da mesma. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar as consequências da inoculação das bactérias *Bradyrhizobium elkanii* e *Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura, de forma isolada e a co-inoculação destas bactérias na cultura da soja. O experimento foi desenvolvido em propriedade comercial, no município de Tibagi-PR. O ensaio foi implantado a campo em um delineamento de blocos aleatorizados, em esquema fatorial, sendo o primeiro fator a aplicação de *Azospirillum brasilense* e o segundo a aplicação de *Bradyrhizobium elkanii* no sulco de semeadura na cultura da soja, com 4 repetições para cada tratamento. As doses aplicadas de cada inoculante foi, testemunha plena (0 mL ha⁻¹), *Azospirillum brasilense* (300 mL ha⁻¹), *Bradyrhizobium elkanii* (300 mL ha⁻¹) e co-inoculação de *Azospirillum brasilense* + *Bradyrhizobium elkanii* (150 + 150 mL ha⁻¹). A semeadura foi realizada dia 28/10/2020 e a colheita ocorreu dia 07/03/2021, e a cultivar de soja utilizada (Brasmax Lança 58i60RSF IPRO®). Os dados resultantes foram conduzidos à análise de variância e, teste de F e posteriormente a distinção entre as médias através do teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade pelo Software R na plataforma RStudio. As variáveis avaliadas foram a massa e número de nódulos por planta, plantas por metro linear, altura de inserção de vagem, número de vagens e de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade. Dentre as variáveis analisadas, a prática da inoculação ou co-inoculação com as bactérias não trouxe diferenças significativas em nenhum dos tratamentos, a não ser o número de plantas por metro linear, que apresentou até 1,97 plantas por metro linear a mais que a testemunha, quando houve a inoculação de *Bradyrhizobium* ou *Azospirillum*. O emprego da inoculação ou co-inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* e *Azospirillum brasilense* não promove incremento na produtividade e nos componentes de produção da cultura da soja, nem mesmo nas características de nodulação e vegetativas das plantas, contudo, a inoculação isolada destas bactérias pode elevar número de plantas por metro linear.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO, SULCO DE SEMEADURA.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Silva; Neto (2019), o Brasil consta no cenário mundial como um dos principais produtores e exportadores de grãos de soja, tendo esta cultura expressiva importância na economia do país, abrangendo espaço no mercado agrícola tanto brasileiro como mundial a cada ano sucedido, devido a possibilidade de aplicar os componentes do grão em diversos segmentos industriais, como na nutrição animal e humana.

Os ganhos de produtividade no decorrer dos anos na cultura da soja estão atrelados ao potencial genético das cultivares, manejos adequados aplicados sobre a cultura durante a sua

¹ Acadêmico de graduação em Agronomia, Centro de Ensino Superior - CESCAGE, E-mail: duds_brito@hotmail.com; ldegeusgoolkate@gmail.com; flavio_sjbv@hotmail.com.

² Docente do curso de graduação em Agronomia pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE, E-mail: luis.miguel@cescage.edu.br.

condução no campo, aliado ainda ao progresso tecnológico e a difusão destas tecnologias para os produtores (EMBRAPA, 2011; DIAS et al., 2019).

Um exemplo destas afirmações é o melhoramento genético de plantas em conjunto com a triagem de estirpes de bactérias capazes de fixar nitrogênio (N) (HUNGRIA et al., 2005).

O processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) inicia-se pela infecção do sistema radicular de plantas por bactérias diazitróficas de gênero *Bradyrhizobium* principalmente, criando uma simbiose entre as duas partes desse processo, resultando na formação de nódulos nas raízes das plantas acometidas (SILVA et al., 2011). No interior dos nódulos, as bactérias podem exercer uma atividade de rompimento da tripla ligação do N atmosférico (N₂), deixando este nutriente em forma livre para absorção radicular (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Baseado em Hungria; Campo; Mendes (2001), a planta de soja carece de 80 kg de N para obter uma produção de 1000 kg de grãos, como a produtividade dessa cultura é geralmente acima de 3000 kg ha⁻¹, seria necessário no mínimo 240 kg ha⁻¹ de N para garantir que a demanda da planta seja alcançada, em razão disso a FBN é importante na cultura da soja, pois a atividade bacteriana pode atender a necessidade de N pela planta.

A evidenciação do processo de FBN na interação entre bactérias e plantas altamente suscetíveis a estas, reduziu significativamente a adubação mineral na cultura da soja (DÖBEREINER, 1997).

Visto que, as perdas de fertilizantes nitrogenados em decorrência da aplicação em propriedades agrícolas podem se tornar um problema para a questão ambiental, quando o N atinge os lençóis freáticos, contaminando águas sub e superficiais (GUEDES et al., 2010), a FBN aparece como uma opção interessante em relação a redução da aplicação desses fertilizantes, tendo características ecologicamente e economicamente viáveis (COSTA et al., 2014).

Baseado em Silva Júnior et al. (2016), o método convencional de inoculação de bactérias em plantas são via semente, com a recomendação de semeadura em até 24 horas após o processo. Existe também a aplicação via sulco de semeadura como alternativa para a inoculação, esse método consiste na aplicação de inoculante por aspersão no solo durante semeadura, mas exige uma dose até seis vezes superior à recomendada para sementes, por outro lado, minimiza a perda de viabilidade das células bacterianas nas sementes que recebem tratamento com fungicidas e inoculantes ao mesmo tempo (ZILLI et al., 2009).

O Brasil tem sido visto como um país referência no emprego da prática da FBN, principalmente pelo uso de estirpes selecionadas e consideradas como “elite” do gênero *Bradyrhizobium* na cultura da soja, criando relações bactéria-planta que podem satisfazer consideravelmente a demanda de nitrogênio das culturas. Com a aplicação da inoculação destas bactérias calcula-se que o aporte chegue a valores superiores a 300 kg ha⁻¹ de N, além da colaboração com subsídio de 20 a 30 kg ha⁻¹ deste nutriente para a cultura sucessora (HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2013).

Têm-se pesquisado a inoculação de bactérias do gênero *Azospirillum* para culturas como milho, trigo e diversas gramíneas, visando o fornecimento de N para as mesmas. Contudo, a capacidade de FBN por estas bactérias depende de alguns aspectos como as concentrações de oxigênio, molibdênio e nitrato disponíveis no solo, sendo assim, é muito provável que em situação de campo, a eficiência de bactérias do gênero *Azospirillum* seja quase nula (BASHAN; HOLGUIN; BASHAN, 2004).

Sendo assim, a pesquisa relacionada a utilização de inoculantes, seus métodos e época de aplicação, dose correta, relação entre a fixação biológica de nitrogênio, co-inoculação de diferentes bactérias, viabilidade econômica, entre outras questões, ainda apresenta

possibilidades de novas descobertas e avanços tecnológicos, que favorecerão a produção agrícola da cultura da soja e o melhor entendimento dos seus processos morfológicos e fisiológicos em resposta a simbiose e inoculação de bactérias. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar as consequências da inoculação das bactérias *Bradyrhizobium elkanii* e *Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura, de forma isolada e a co-inoculação destas bactérias na cultura da soja.

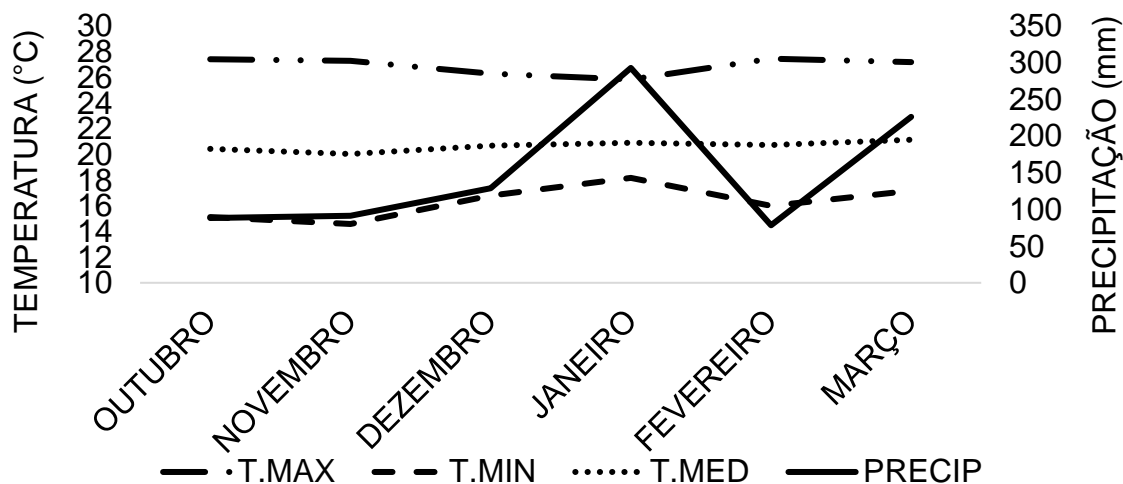
2 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi desenvolvido em propriedade comercial, no município de Tibagi, estado do Paraná. Baseado na classificação de Koppen, o clima da região é descrito como tipo Cfb, subtropical úmido, apresentando uma temperatura média anual de 18°C e precipitação média anual de aproximadamente 1.550 mm (ALVARES, et al., 2013). Latitude 24°33'47.0''S, longitude 50°20'20.6''W, altitude média 947,21 m. O solo da área é classificado como Argissolo de textura média, relevo suave ondulado.

O sistema de cultivo utilizado na área em questão tem sido o de Plantio Direto na Palha, no decorrer de 20 anos, com sistema de rotação das seguintes culturas, soja, milho e feijão no verão, com aveia e trigo no inverno.

Na Figura 1 estão dispostas as condições climáticas de temperatura e precipitação que ocorreram durante o ciclo da cultura da soja na safra 2020/2021, para o município de Tibagi, local onde este experimento foi instalado e conduzido.

Figura 1 – Temperatura média, máxima, mínima e precipitação total observadas durante a condução do experimento entre os meses de outubro, novembro e dezembro de 2020 e janeiro, fevereiro e março de 2021. Tibagi-PR, 2021.



Fonte: Fundação ABC (2021).

O ensaio foi implantado a campo em um delineamento de blocos aleatorizados, em esquema fatorial, sendo o primeiro fator a aplicação de *Azospirillum brasilense* e o segundo a aplicação de *Bradyrhizobium elkanii* no sulco de semeadura, no momento da implantação da cultura da soja. Os tratamentos compostos pelos fatores citados geraram as seguintes aplicações, testemunha plena (sem inoculação no sulco de semeadura), inoculação com *Azospirillum*

brasiliense (300 mL ha⁻¹), inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* (300 mL ha⁻¹) e co-inoculação de *Azospirillum brasilense* + *Bradyrhizobium elkanii* (150 + 150 mL ha⁻¹). Com 4 repetições para cada tratamento, totalizando 16 parcelas.

A cultivar utilizada foi a Brasmex Lança 58i60RSF IPRO®, apresentando como característica um hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturação 5.8, adaptação elevada em regiões com maiores altitudes e resistência as doenças cancro da haste e podridão radicular de *Phytophthora* (BRASMAX, 2020).

O inoculante à base de *Azospirillum brasilense* aplicado no sulco de semeadura foi o AZOFLEX®, que possui as estirpes AbV5 e AbV6 em sua composição, tendo como característica o fornecimento complementar de nitrogênio, melhoria do enraizamento e aumento da produtividade (GIROAGRO, 2020).

O inoculante contendo *Bradyrhizobium elkanii* utilizado nesse experimento foi o GELFIX 5®, composto pelas estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019, apresentando fácil aplicação, estabilidade de bactérias e aumento na produção de grãos por planta (BASF, 2020).

A semeadura foi realizada dia 28/10/2020, regulando a semeadora para 0,5 m entre linhas e 0,06 m entre plantas, resultando em uma expectativa de população de 300.000 plantas ha⁻¹. Para a adubação, foi utilizado 150 kg ha⁻¹ de MAP na base, fertilizante que é fonte de nitrogênio e fósforo. A colheita ocorreu dia 07/03/2021, totalizando um ciclo de 130 dias para a cultivar de soja utilizada.

As parcelas foram compostas de 6 m de largura, por 45 m de comprimento, totalizando 270 m² de área. A área útil delimitada desconsiderou as duas linhas laterais (1,80 m) no sentido da largura e o primeiro 1 m no sentido do comprimento de cada parcela, resultando em uma área útil de 180,6 m². Em 2 m de largura, pelo comprimento de 20 m da parcela, foi mantida a área inalterada durante toda a condução do ensaio para aferição de produtividade. No restante da área útil de cada parcela, foram feitas as coletas e demais análises pertinentes a metodologia descrita.

Quanto à altura de inserção da primeira vagem, foram retiradas seis plantas por parcela quando estas alcançaram o estágio R8, avaliando a altura das mesmas com auxílio de uma trena, medindo a extensão entre a superfície do solo e o local de inserção da primeira vagem (OLIVEIRA et al., 2017). Para o número de vagens e grãos por planta, foram coletadas seis plantas por parcela de forma aleatória no estágio R8, efetuando em seguida a contagem do número de vagens por planta e do número de grãos por planta, finalizando a avaliação com o cálculo da média dos valores encontrados entre as seis plantas de cada parcela (OLIVEIRA et al., 2017).

A massa de mil grãos foi estipulada em conformidade com a metodologia descrita na RAS (BRASIL, 2009), realizando a pesagem de oito amostras de 100 grãos em balança analítica, multiplicando o valor encontrado por 10 e calculando a média entre as amostras analisadas, ajustando o resultado para 13% de umidade nos grãos.

A produtividade foi quantificada a partir da colheita de todas as plantas contidas na área útil intacta de cada parcela avaliada, sendo o valor convertido para quilos por hectare (kg ha⁻¹) e estimado para 13% de umidade dos grãos (OLIVEIRA et al., 2017).

Adaptando a metodologia de Kaneko et al. (2010), a avaliação de plantas de soja por metro linear foi realizada na época de maturação fisiológica da cultura, contabilizando o número de plantas em quatro metros lineares, de quatro linhas centrais da área útil de cada parcela experimental, realizando a média das amostragens ao final de cada contagem.

Referente ao número e massa total de nódulos, foi adaptado a metodologia utilizada por Braccini et al. (2016), onde, no estágio de V6 foram selecionadas seis plantas aleatoriamente,

retiradas com a raiz o mais intacta possível com o auxílio de uma pá cortadeira, em uma profundidade de 20 cm e 40 cm de largura, em seguida as raízes foram lavadas em água corrente, concluindo com a retirada de nódulos, contagem do número e aferição da massa total dos mesmos.

Os dados resultantes deste trabalho foram conduzidos à análise de variância e, atendidos os pressupostos básicos, foi realizado o teste de F e posteriormente a distinção entre as médias através do teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade, empregando-se para tal, o Software R na plataforma RStudio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão dispostas as variáveis analisadas quanto ao número e massa de nódulos por planta para a cultura da soja, sob efeito de inoculação e co-inoculação no sulco de semeadura de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Não foram atestadas diferenças significativas para o número de nódulos por planta, que tiveram suas médias variando entre 246,75 e 318,125 nódulos por planta, para os tratamentos com e sem inoculação, respectivamente (Tabela 1). Para Maurício Filho et al., (2018), a co-inoculação de *Bradyrhizobium* via semente e *Azospirillum* via foliar também não trouxe acréscimos para o número de nódulos por planta.

Em contrapartida, Câmara (2000) informa que a partir de 30 nódulos em atividade adequada nas raízes da soja, já pode ser observado efeito positivo na assimilação de nitrogênio pelas plantas, e no presente estudo todos os tratamentos ultrapassaram esse valor, explicando a falta de efeito das inoculações.

Tabela 1 - Número e massa total de nódulos de plantas de soja sob efeito de inoculação e co-inoculação de diferentes inoculantes no sulco de semeadura. Tibagi, 2021.

INOCULANTE	Número de nódulos por planta	Massa total de nódulos (g)
AZOSPIRILLUM		
COM INOCULANTE	243,750 a	5,625 a
SEM INOCULANTE	318,125 a	7,375 a
BRADYRHIZOBIUM		
COM INOCULANTE	275,500 a	6,375 a
SEM INOCULANTE	286,375 a	6,625 a
CV %	24,1	29,9

Médias seguidas por letras minúsculas nas colunas não apresentaram níveis de significância para o teste de SNK ao nível de 5%.

A massa total de nódulos por planta também não demonstrou significância entre as inoculações e co-inoculação testadas, tendo a inoculação com *Bradyrhizobium* alcançado a massa de 6,375 e 6,625 g, com e sem a inoculação, nesta ordem (Tabela 1). Esse resultado é consoante ao citado por Braccini et al. (2016), que ao averiguar a co-inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* via semente na cultura da soja, não verificaram elevação da massa de nódulos por planta em comparação com a testemunha.

Para uma apropriada atividade de FBN para a cultura da soja, a literatura cita que uma massa de nódulos partir de 0,2 g por planta pode ser suficiente para que uma planta de soja tenha seu desenvolvimento normal (HUNGRIA et al., 2007; BRANDELERO et al., 2009). Isso

pode estar relacionado a falta de resposta das inoculações no atual experimento, visto que, todos os tratamentos atingiram o valor de 0,2 g de nódulos por planta.

A variável número de plantas por metro linear demonstrou interação entre as inoculações avaliadas, resultando em elevação desta variável com a inoculação isolada de *Bradyrhizobium* ou *Azospirillum* em relação a testemunha (Tabela 2), obtendo uma média de até 1,97 plantas por metro a mais quando houve a inoculação (Tabela 2). Kaneko et al. (2010) descrevem resultados semelhantes para cultura do feijão, onde a inoculação com *Rhizobium Tropicum* promoveu maior população inicial e final de plantas, nas safras 2006 e 2007 respectivamente, assim como, também foi atestado por Romanini Junior et al. (2007), na safra de feijão no ano de 2007, em que as sementes foram inoculadas com *Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli*.

Tabela 2 - número de plantas por metro de soja sob efeito de inoculação e co-inoculação de diferentes inoculantes no sulco de semeadura. Tibagi, 2021.

INOCULANTE	Plantas por metro	
	COM BRADYRHIZOBIUM	SEM BRADYRHIZOBIUM
COM AZOSPIRILLUM	12,40 aA	13,43 aA
SEM AZOSPIRILLUM	13,28 aA	11,46 bB
CV %	6,63	

Médias seguidas por letras minúsculas nas linhas não apresentaram níveis de significância para o teste de SNK ao nível de 5%.

Médias seguidas por letras maiúsculas nas colunas não apresentaram níveis de significância para o teste de SNK ao nível de 5%.

Para o peso de mil grãos as inoculações aplicadas no presente estudo não causaram efeitos significativos isolados ou com interação, tendo variado entre 192,42 e 194,92 g para a inoculação ou não com *Azospirillum*, respectivamente (Tabela 3). Segundo Sordi et al. (2017), a co-inoculação entre *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* pode diminuir o peso de grãos na cultura da soja, em resposta ao aumento de produtividade, pois, uma maior floração induzida pela co-inoculação, eleva a carga de grãos, aumentando também a repartição de fotoassimilados.

A altura de inserção de vagem apresentou comportamento semelhante as demais variáveis, sem interação significativa ou efeito isolado das inoculações (Tabela 3). Para Silva et al. (2011), a inoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum* também não altera a altura de inserção de vagem, nem mesmo a co-inoculação entre *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* é capaz de aumentar a altura de plantas de soja, como foi citado por Flauzino et al. (2018), mas, para Raspe; Raspe (2021), a inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* a partir da dose de 200 ml para 100 kg de sementes, pode elevar a altura de inserção de espiga.

Tabela 3 - Peso de mil grãos, altura de inserção de vagem e número de vagens por plantas de soja sob efeito de inoculação e co-inoculação de diferentes inoculantes no sulco de semeadura. Tibagi, 2021.

INOCULANTE	Peso de mil grãos (g)	Altura de inserção de vagem (cm)	Número de vagens por planta
COM INOCULANTE	192,42 a	22,09 a	49,66 a
SEM INOCULANTE	194,92 a	22,28 a	54,28 a

BRADYRHIZOBIUM			
COM INOCULANTE	193,25 a	23,08 a	47,64 a
SEM INOCULANTE	194,09 a	21,29 a	56,30 a
CV %	3,66	10,52	19,6

Médias seguidas por letras minúsculas nas colunas não apresentaram níveis de significância para o teste de SNK ao nível de 5%.

Referente ao número de vagens por planta, a análise estatística dos dados não evidenciou interação, nem efeito isolado significativo das inoculações (Tabela 3). Meert et al. (2020) encontraram resultados diferentes ao do presente estudo, observando que a co-inoculação entre *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* aumenta o número de vagens por planta na cultura da soja, quando não há a adubação de base com nitrogênio.

Quanto ao número de grãos por planta, nenhuma das inoculações ou co-inoculação foi capaz de aumentar significativamente o resultado para esta variável, onde a inoculação com *Bradyrhizobium* ou *Azospirillum* apresentarem em média 121,22 e 124,68 grãos por planta, respectivamente (Tabela 4). Consoante aos resultados observados para o atual estudo, Oliveira et al. (2019) citaram que a co-inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com seis diferentes bactérias promotoras de crescimento, não proporciona elevação no número de grãos por planta.

Referente a massa de grãos por planta, nenhuma das inoculações no sulco de semeadura trouxe significância para esta variável, em que, foi encontrado valores de 23,66 e 26,95 g por planta quando ocorreu ou não a inoculação com *Bradyrhizobium*, respectivamente (Tabela 4). Essa falta de expressividade da inoculação também é citada por Vale Júnior (2019), mas para a cultura do feijoeiro. Para Thomazini et al. (2019), sementes de milho inoculadas com *Azospirillum brasilense* têm sua massa de grãos por espiga aumentada quando recebem esta prática.

Tabela 4 - Número e massa de grãos por planta, e produtividade de plantas de soja sob efeito de inoculação e co-inoculação de diferentes inoculantes no sulco de semeadura. Tibagi, 2021.

INOCULANTE	Número de grãos por planta	Massa de grãos por planta (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
AZOSPIRILLUM			
COM INOCULANTE	124,68 a	23,61 a	6295,25 a
SEM INOCULANTE	139,17 a	27,00 a	6310,80 a
BRADYRHIZOBIUM			
COM INOCULANTE	121,22 a	23,66 a	6196,20 a
SEM INOCULANTE	142,62 a	26,95 a	6409,85 a
CV %	20,92	19,9	12,55

Médias seguidas por letras minúsculas nas colunas não apresentaram níveis de significância para o teste de SNK ao nível de 5%.

A produtividade também não apresentou diferenças significativas entre as inoculações no sulco de semeadura testadas, com os tratamentos em que inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* foram implementadas obtendo produtividades de 6196,20 e 6295,25 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Segundo Flauzino et al. (2018), o cultivo de soja inoculada com *Bradyrhizobium japonicum* em sucessão ao milho, é capaz de incrementar a produtividade da cultura em comparação com a testemunha, sem inoculação. Assim como, no trabalho de Finoto et al. (2017), onde a co-inoculação de sementes entre *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*

incrementa a produtividade em relação a inoculação isolada de *Bradyrhizobium*, na cultura da soja.

As produtividades encontradas no presente estudo foram altas, ultrapassando 6000 kg ha⁻¹ em todos os tratamentos testados (Tabela 4). Uma das condições que explicam esse resultado, são as condições climáticas adequadas para o estabelecimento e desenvolvimento da cultura, igualmente Sordi et al. (2017) relatam, em que as produtividades encontradas pelos autores também alcançaram 6000 kg ha⁻¹.

Percebe-se que na literatura os resultados relacionados a inoculação ou co-inoculação com *Bradyrhizobium* ou *Azospirillum* são contrastantes, resultando ou não em beneficiamento de componentes de produção ou vegetativos na cultura da soja. De acordo com Pacentchuk et al. (2020), essa variação de respostas pode ocorrer devido a diferentes características edafoclimáticas observadas nos locais de teste, sendo indicado o uso além de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, o emprego de bactérias promotoras de crescimento das espécies *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*, para reduzir essa variabilidade.

A área onde o experimento foi conduzido vem sendo inoculada no sulco de semeadura ou via semente na cultura da soja a seis safras consecutivas, isso pode estar relacionado a falta de significância das variáveis analisadas, pois a população de bactérias no solo tende a ficar elevada quando a inoculação é recorrente. Isso também é citado por Ferreira et al. (2000), onde o cultivo de feijoeiro em solos com populações nativas de rizóbios eficientes, a produtividade da cultura não é alterada mesmo com a inoculação.

Outra informação citada na literatura é que as populações nativas de *Azospirillum* em solos brasileiros são consideradas altas, o que dificulta a utilização e difusão da inoculação, pois a realização desta prática com bactérias deste gênero não beneficia a produtividade da cultura (VALER et al., 2017).

No local de condução do presente estudo, também é empregado o sistema de manejo conservacionista de plantio direto na palha a mais de 15 anos, outro fator que pode ter colaborado com a falta de reposta das variáveis para a inoculação. Campos; Hungria; Tedesco (2001) demonstraram que em áreas de plantio direto a partir de cinco anos de anos de manejo, a inoculação da soja com *Bradyrhizobium* pode não ser eficiente para elevar a produtividade da cultura, seja pela população nativa de bactérias ou pela umidade e temperatura do solo adequadas para o desenvolvimento da cultura que o plantio direto oferece, sendo condições propícias para nodulação.

Uma possível resposta para a falta de diferenças estatísticas entre os tratamentos testados é a responsividade da cultivar de soja utilizada a inoculação. Segundo Bulegon et al. (2016), ao testarem a cultivar BMX Turbo e Coodetec 250 em resposta a inoculações, observaram que a BMX Turbo apresentou melhores resultados quando co-inoculada com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em comparação a outra cultivar. De acordo com Reis et al. (2000), os programas de melhoramento genético vegetal devem levar em consideração a capacidade de simbiose entre plantas e bactérias no momento da seleção, adquirindo plantas com potencial genético elevado.

4 CONCLUSÃO

A inoculação e co-inoculação entre *Bradyrhizobium elkanii* e *Azospirillum brasilense* não aumenta o número e massa de nódulos para a cultura da soja significativamente, para as condições em que esse estudo foi realizado.

A inoculação e co-inoculação entre *Bradyrhizobium elkanii* e *Azospirillum brasilense* não altera as características morfológicas das plantas, contudo, aumentou o número de plantas por metro, que pode elevar a população final de plantas.

A inoculação e co-inoculação entre *Bradyrhizobium elkanii* e *Azospirillum brasilense* não eleva os componentes de produção e produtividade da soja de forma significativa.

5 REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/schweiz/mz/2013/00000022/00000006/art00008?crawler=true&mimetype=application/pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; BASHAN, L.E. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.50, n.8, p.521-577, 2004. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.320.4678&rep=rep-1&type=pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.

BASF. **GELFIX 5**. 2020. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes/produtos/gelfix-5.html>. Acesso em: 31 out. 2020.

BRACCINI, A. L. et al. Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillumbrasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 27-35, 2016. Disponível em: <http://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/-article/view/10565/9516>. Acesso em: 14 out. 2020.

BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 581-587, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744093008.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. 398 p. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 08 out. 2020.

BRASMAX. **Brasmax Lança IPRO**. 2020. Disponível em: <https://www.brasmax-genetica.com.br/cultivar-regiao-sul/?produto=1113>. Acesso em: 31 out. 2020.

BULEGON, L. G. et al. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Terra Latinoamericana**, v. 34, n. 2, p. 169-176, 2016. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018757792016000200169. Acesso em: 15 set. 2020.

CÂMARA, G. M. S. **Nitrogênio e produtividade da soja**. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia da produção II. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000, p.295-339.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

24ª Ed./ JUL – DEZ /2021

ISSN 2178 – 3608

CAMPOS, B. C.; HUNGRIA, M.; TEDESCO, V. Eficiência da fixação biológica de N₂ por estirpes de Bradyrhizobium na soja em plantio direto. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 25, p. 583-592, 2001.

COSTA, E. M. et al. Growth and yield of the cowpea cultivar BRS Guariba inoculated with rhizobia strains in southwest Piauí. **Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3073-3084, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744145017.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

DIAS, R. C. et al. Ácido salicílico e acibenzolar-S-methyl como atenuadores de fitointoxicação causada pelo chlorimuron-ethyl na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 141-150, 2019. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0871-018X2019000200015&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 15 set. 2020.

DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 5-6, p. 771-774, 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003807179600226X>. Acesso em: 15 set. 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. - Londrina: Embrapa Soja, 2011. 262 p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176- 2902; n.15). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44954/1/TEC.-PROD.15.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

FERREIRA, A. N. et al. Estirpes de Rhizobium tropici na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 507-512, 2000.

FINOTO, E. L. et al. Desenvolvimento e produção de soja co-inoculada com Azospirillum brasilense em semeadura direta sobre palhicho de cana crua. **Revista Nucleus**, e. Especial, p. 9-14, 2017.

FLAUZINO, D. S.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Soja associada à inoculação e coinoculação de Bradyrhizobium e Azospirillum após cultivos de outono-inverno. **Journal Of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 47-53, 2018.

FUNDAÇÃO ABC. **Estações agrometeorológicas**: monitoramento mensal. 2021. Disponível em: <https://sma.fundacaoabc.org/monitoramento/grafico/mensal>. Acesso em: 27 jun. 2021.

GIROAGRO. **AZOFLEX**. 2020. Disponível em: <https://giroagro.com.br/giro-bio/>. Acesso em: 31 out. 2020.

GUEDES, G. N. et al. Eficiência agronômica de inoculantes em feijão-caupi no município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p.

82-89, 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7459647>. Acesso em: 15 set. 2020.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001.48p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35). Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/-/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

HUNGRIA, M. et al. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment. **Springer**, Dordrecht, 2005. p. 25-42. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Dietrich_Werner2/publication/226307987_Production_and_Biological_Nitrogen_Fixation_of_Tropical_Legumes/links/5416e4020cf2788c4b35f134.pdf#page=42. Acesso em: 15 set. 2020.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina, Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Documentos, 283). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/468512>. Acesso em: 10 mai. 2021.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49 p.791 – 801, 2013. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/32464966/s00374-012-0771-5.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

KANEKO, F. H. et al. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 125-133, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052010000100017&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 10 nov. 2020.

MAURÍCIO FILHO, J.; SILVA, C. H. S.; SOUZA, J. E. B. Desempenho agrônomico e produtividade da cultura da soja com a co-inoculação de Bradyrhizobium e Azospirillum brasilense. **Ipê Agronomic Journal**, v. 2, n. 2, p. 46-57, 2018. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/ipeagronomicjournal/-article/view/2620/928>. Acesso em: 10 mai. 2021.

MEERT, L. et al. Inoculação e coinoculação com Bradyrhizobium japonicum e Azospirillum brasilense na cultura da soja. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.29, n.1, p. 118-129, 2020.

OLIVEIRA, F. C. et al. Diferentes doses e épocas de aplicação de zinco na cultura da soja. **Journal Of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 5, p. 28-35, 2017. Disponível em: <http://200.181.121.137/index.php/agrineo/article/view/2188/1787>. Acesso em: 17 out. 2020.

OLIVEIRA, L. et al. Formas e tipos de coinoculação na cultura da soja no Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 924-932, 2019.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

24ª Ed./ JUL – DEZ /2021

ISSN 2178 – 3608

PACENTCHUK, F. et al. Efeito da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento na cultura da soja. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e39291211360, 2020.

RASPE, D. T.; RASPE, C. R. Inoculação e aplicação de diferentes doses de Azospirillum brasilense e sua influência no desenvolvimento da cultura do milho. **Revista Uningá Review**, v. 36, p. eURJ3638, 2021.

ROMANINI JÚNIOR, A. R et al. Avaliação da inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada no desenvolvimento do feijoeiro, sob sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, 2007. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6660/4386>. Acesso em: 15 mai. 2021.

SILVA, A. F. et al. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, 2011. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/8067>. Acesso em: 15 set. 2020.

SILVA, L. L.; NETO, N. Análise de eficiência de diferentes fungicidas no controle do fungo Phakopsora pachyrhizi na cultura da soja. **Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 1, p. 44-51, 2019. Disponível em: <http://200.19.0.181/index.php/CIENCIAETECNOLOGIA/article/view/8439/2126>. Acesso em: 15 set. 2020.

SILVA JÚNIOR, E. B. et al. Pré-inoculação de sementes de Vigna unguiculata (L) Walp. com inoculante polimérico no Centro-Oeste. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 21, n. 1, p. 39-42, 2016.

SORDI, A. et al. Eficiência agronômica da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) submetida a coinoculação. **Scientia agraria**, v. 18, n. 4, p. 72-79, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5º ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

THOMAZINI, G. et al. Inoculação de sementes com Azospirillum brasilense e doses de nitrogênio mineral em milho cultivado em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 396-407, 2019.

VALE JUNIOR, C. C. **Influência da inoculação de Rhizobium tropici associado ao manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro comum**. 2019. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Centro Universitário de Goiás Uni-Anhanguera, 2019. Disponível em: < <http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/bitstream/123456789/151/1/1-Trabalho%20de%20Conclusao%20de%20curso%20Carlos%20cesar%20do%20vale%20jr.pdf> >. Acesso em: 24 mai. 2021.

VALER, E. K. et al. Rendimento do milho (Zea mays L.) inoculado com Azospirillum brasilense e fertilizado com nitrogênio mineral. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 8, n. 1, p. 79-86, 2017.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

24ª Ed./ JUL – DEZ /2021

ISSN 2178 – 3608

ZILLI, J. E. et al. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 917-923, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832009000400016&script=sci_arttext. Acesso em: 17 set. 2020.