

# Reinoculação foliar de soja em área de sequeiro do centro-oeste de Minas Gerais

*Leaf complementary inoculation of soybean in a rainfed area of Midwest of Minas Gerais state, Brazil*

Eder Paulo **RODRIGUES**<sup>1,2</sup>; Kátia Daniela **RIBEIRO**<sup>1</sup>; & Adriano Alves da **SILVA**<sup>1</sup>

## RESUMO

Objetivando determinar o estágio fenológico adequado para a reinoculação foliar com bactérias fixadoras de nitrogênio (*Bradyrhizobium japonicum*) e o efeito de diferentes doses de inoculante no crescimento e na produtividade da soja, foi conduzido um experimento, no ano agrícola 2018/2019, na Fazenda Boa Esperança, em Formiga (MG). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, num esquema fatorial  $6 \times 2 \times 4$ , com doses de 0, 300, 600, 900, 1.200 e 1.500 mL.ha<sup>-1</sup> de inoculante, dois estádios fenológicos da planta (V3 e R1) e quatro repetições por parcela. Após as aplicações predefinidas, determinaram-se o teor de clorofila, a altura de inserção da primeira vagem, o número total de vagens e a produtividade de cada tratamento. Os resultados evidenciaram que a aplicação de inoculante via foliar aumentou as concentrações de clorofila nas folhas nas parcelas em V3, o que gerou, consequentemente, mais vagens e maior produtividade. As aplicações de diferentes doses de inoculante complementar via foliar na cultura da soja foram mais eficientes para as parcelas do estágio V3, sendo os melhores resultados obtidos com a dose de 1.500 mL.ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** estágio fenológico; fixação biológica de nitrogênio; produtividade.

## ABSTRACT

Aiming to determine the appropriate phenological stage for leaf complementary inoculation with nitrogen-fixing bacteria (*Bradyrhizobium japonicum*) and to evaluate the effect of different inoculant doses on soybean growth and yield, an experiment was conducted on a farm located at the municipally of Formiga, Minas Gerais state, Brazil. It was used a randomized block design in a  $6 \times 2 \times 4$  factorial scheme, with inoculant doses of 0, 300, 600, 900, 1,200 and 1,500 mL.ha<sup>-1</sup>, two plant phenological stages (V3 and R1), and four repetitions per plot. After the pre-defined applications, the chlorophyll content, the height of insertion of the first pod, the total number of pods and the productivity of each treatment were determined. The results showed that the application of inoculant via leaf increased the concentrations of chlorophyll in the leaves in the plots in V3, and that, consequently, generated more pods and greater productivity. The application of different doses of complementary inoculant via leaf in soybean culture was more efficient for the plots of stage V3, with the best results obtained with the dose of 1,500 mL.ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** phenological stage; biological nitrogen fixation; productivity.

Recebimento em: 3 nov. 2019  
Aceito em: 14 nov. 2020

## INTRODUÇÃO

A busca por melhores rendimentos nas lavouras tem sido, ao longo dos últimos anos, a preocupação de agricultores, pesquisadores e pessoas ligadas ao mundo do agronegócio. O ramo do agronegócio abrange toda a produção agrícola e pecuarista, em que se utiliza uma série de tecnologias e biotecnologias tais como, por exemplo, as sementes geneticamente modificadas, a

<sup>1</sup> Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG), Avenida Dr. Arnaldo de Senna, n. 328, Água Vermelha – CEP 35574-530, Formiga, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: eder.paulo95@hotmail.com.

fim de dar maior segurança para a lavoura, garantindo melhor produção. Uma alternativa para tentar aumentar a produtividade e o desenvolvimento na cultura da soja é a reinoculação suplementar por cobertura com *Bradyrhizobium japonicum* (BÁRBARO *et al.*, 2008).

De acordo com Hungria *et al.* (2001), a soja é uma cultura que exige, durante todo o seu ciclo, alta demanda de nitrogênio (N), ou seja, em torno de 240 kg.ha<sup>-1</sup> de dinitrogênio (N<sub>2</sub>) para atingir produtividade de 3.000 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos colhidos. A maior parte desse nutriente é fixada no solo por bactérias fixadoras, que catalisam o ar atmosférico pela enzima nitrogenase, convertendo o nitrogênio e transformando-o em nutriente disponível para as plantas. O nutriente é, então, absorvido pelas raízes e distribuído para o caule e as folhas, sendo fator fundamental no enchimento de grãos (EMBRAPA, 2019a).

Para que se tenha o melhor aproveitamento possível do N<sub>2</sub> pelas plantas, a relação planta/*Bradyrhizobium* somente estará completa com a formação de nódulos que, por meio de sinais regulados pelas folhas, ativam os genes *nod* das bactérias, determinando a infecção benéfica das raízes. Vale ressaltar que o N<sub>2</sub> não é assimilável pelas plantas, cabendo às bactérias o papel da redução enzimática do N<sub>2</sub> para o cátion amônio (NH<sup>4+</sup>), permitindo que o N seja aproveitado pelas plantas (BORTOLAN *et al.*, 2009; CÂMARA, 2014).

De acordo com Campo *et al.* (2009) e Zilli *et al.* (2009), as relações simbióticas entre plantas e bactérias são sensíveis aos diversos tratamentos aos quais as sementes são expostas (entre eles, a pré-mistura de inseticidas e fungicidas) e ao passado agrícola da área cultivada, e as características químicas, físicas e estruturais do solo podem reduzir em até 80% a nodulação das raízes e em 20% a produtividade da área.

O N, depois do carbono (C), do hidrogênio (H) e do oxigênio (O), é o elemento com maior demanda entre os vegetais, sendo absorvido pelas plantas na forma de amônio (NH<sup>4+</sup>) ou nitrato (NO<sup>3-</sup>), e nem sempre ele se encontra no solo nessas fórmulas, gerando a necessidade de adubações nitrogenadas (TAIZ & ZEIGER, 2008), porém a fixação simbiótica de N<sub>2</sub>, proporcionada pela inoculação de bactérias fixadoras, pode substituir totalmente a adubação nitrogenada, inclusive a dose de arranque realizada na semeadura (BRITO *et al.*, 2011; EMBRAPA, 2019b).

Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a reinoculação por via foliar da cultura de soja, por meio de diferentes dosagens de inoculante com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (*Bradyrhizobium japonicum*), com vistas a determinar o estágio fenológico da cultura mais indicado para a reinoculação foliar, bem como o efeito das diferentes doses no crescimento das plantas, na produção de clorofila e na produção de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2018/2019, em uma área de sequeiro caracterizada pelo primeiro ano de cultivo da soja, na Fazenda Boa Esperança, na cidade de Formiga (MG). A área experimental localiza-se nas coordenadas geográficas 20°34'17,59 de latitude Sul e 45°41'40,93" de longitude Oeste, com altitude média de 861 metros. O clima da área experimental é enquadrado como Cwa, segundo classificação de Köppen, caracterizado como clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (SÁ JÚNIOR, 2009). A classe de solo predominante na área experimental é latossolo vermelho distrófico (LVd52), conforme Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2006).

Não há relatos de que a área escolhida tenha sido cultivada com soja antes do plantio dessa safra. Anteriormente, a área experimental era utilizada para atividades pecuárias, com rotação de gado de corte, e tinha como cobertura *Brachiaria*, que servia de alimento aos animais.

Amostras do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, foram retiradas e encaminhadas para Agrolab Análises Agrícolas para caracterização dos parâmetros de fertilidade e textura do solo. Com base nos resultados da tabela 1, o solo classificou-se como de textura franco-argilosa (PAULINO & COSTA, 2012).

**Tabela 1** – Parâmetros de fertilidade e textura do solo da área experimental.

P resina	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	V	Argila	Silte	Areia
mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmolc dm <sup>-3</sup>					%	g kg <sup>-1</sup>		
4,72	35,94	4,37	3,12	12,65	4,54	58,31	3,44	26,51	452	180	368

M.O.: matéria orgânica.

Fonte: Agrolab Análises Agrícolas, 2019.

O preparo do solo consistiu em aração profunda, realizada 120 dias antes do plantio, para incorporar a pastagem anteriormente existente no calcário. No momento do plantio, fez-se uma segunda aração, seguida de gradagem, para nivelar o solo.

Quanto à fertilização do solo para a implantação da cultura da soja, utilizou-se adubo nitrogênio-fósforo-potássio (NPK), com formulação percentual 07-40-00, para corrigir as deficiências de N<sub>2</sub> e P<sub>2</sub>.

No dia 14 de novembro de 2018, ocorreu o plantio da soja, cultivar Monsoy® M7739, que se caracteriza pelo desenvolvimento radicular robusto e garante melhor desenvolvimento em terras de primeiro ano de plantio (MONSOY, 2019). No pré-plantio, foi realizado tratamento das sementes com fungicidas e inseticidas, a fim de dar proteção para a plântula, assegurando sua sanidade contra fitopatógenos.

Utilizou-se semeadora/adubadora John Deere 1110®, devidamente regulada para uma população de 260 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a 13 plantas por metro linear e espaçamento de 0,5 metro entre linhas.

Com a semente, foram aplicados, via sulco de plantio, o inoculante Atmo® com as bactérias fixadoras e um protetor biológico SynFlex®, que confere proteção às bactérias. Para as inoculações em via sulco de plantio, usou-se 300 mL.ha<sup>-1</sup> do inoculante líquido em volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), num esquema fatorial 6 × 2 × 4, com doses de 0 (testemunha-T0), 300 (T1), 600 (T2), 900 (T3), 1.200 (T4) e 1.500 mL.ha<sup>-1</sup> (T5) de inoculante, em dois estádios fenológicos da planta (V3 e R1) e quatro repetições por parcela. Cada mL de inoculante continha 5 × 10<sup>9</sup> unidades formadoras de colônias (UFC).

Cada parcela era constituída de quatro linhas de plantio, espaçadas em 0,5 metro, totalizando uma área de 2 × 12,5 metros, correspondendo a 25 m<sup>2</sup>. Dessa parcela, as duas linhas das extremidades foram consideradas como bordadura, sobrando como área útil apenas as duas linhas centrais, equivalente a 12,5 m<sup>2</sup> de parcela útil.

Os tratamentos foram distribuídos ao acaso e, após a demarcação da área e decorridos 24 dias após o plantio (DAP), com a lavoura em estágio fenológico entre V3 e V4, com plantas com dois ou três trifólios totalmente abertos, foi feita a avaliação do teor de clorofila nas folhas de 10 plantas de cada parcela, escolhidas ao acaso, usando-se o clorofilômetro SPAD-502® (KONICA MINOLTA, 2019). Também se realizou a reinoculação via foliar das parcelas referentes ao estágio V3, com as dosagens supracitadas. As aplicações ocorreram com pulverizador costal elétrico, com vazão contínua, a fim de dar maior uniformidade à aplicação.

Aos 52 DAP, verificou-se que o estágio fenológico da lavoura de soja havia passado do vegetativo para o reprodutivo, com algumas florações, estando entre R1, início do florescimento, com uma flor aberta em qualquer nó da haste principal, e R2, florescimento pleno, com uma flor aberta em um dos dois nós superiores da haste principal, sendo necessário realizar, então, a reinoculação das parcelas referentes ao estágio R1, com as mesmas dosagens e os mesmos procedimentos adotados em V3. Foi determinado também, com o auxílio do clorofilômetro, o índice *soil plant analysis development* (SPAD) de cada tratamento, representando o teor de clorofila nas folhas das plantas. Essa determinação também foi feita em folhas de 10 plantas, escolhidas aleatoriamente, de cada parcela.

Passados 27 dias da reinoculação nos tratamentos R1, correspondentes a 55 dias da reinoculação em V3 e 79 dias da implantação da lavoura, fez-se um último levantamento de índice SPAD em todas as parcelas, escolhendo-se aleatoriamente 10 plantas de cada parcela para análise.

As plantas de soja estavam no estágio fenológico entre R6, com grãos cheios em um dos quatro nós superiores da haste principal, e R7, iniciando a maturação, com uma vagem de coloração madura na haste principal.

Aos 115 DAP e três dias após uma dessecação antecipada de toda a lavoura, realizada a fim de uniformizar o estande e eliminar plantas daninhas que atrapalhariam a colheita, determinou-se o estande final da soja. Antes da colheita dos tratamentos, definiram-se a altura de inserção da primeira vagem e o número total de vagens de amostras selecionadas ao acaso de cada parcela dos tratamentos.

A colheita das vagens e a debulha dos grãos foram realizadas manualmente para cada tratamento, sendo os grãos colocados em sacos de papel e levados para o laboratório de uma unidade beneficiadora de grãos da região, a fim de se estimar a produção média, em sacas por hectare, de cada tratamento. De acordo com Portugal & Silveira (2019), para resguardar as sementes de soja de quaisquer danos mecânicos imediatos, elas devem ser colhidas ou secadas até atingirem teor de 13% de umidade, seguindo posteriormente para o armazenamento.

Desde o plantio até a colheita, a lavoura passou por diversos tratamentos culturais, visando ao adequado desenvolvimento das plantas e respeitando épocas de aplicação, período de reentrada e incidência de pragas e plantas daninhas. Quando as plantas atingiram o estágio fenológico entre V4 e V5, fizeram-se a capina química, com o uso de herbicidas em plantas invasoras, e também a primeira aplicação de um composto triplo de fungicida + inseticida + fertilizantes foliares. No período de pré-florada, próximo ao estágio R1, foram feitas mais uma aplicação do composto triplo e, 20 dias depois, uma tréplica, objetivando proteger a cultura das doenças de fim de ciclo (DFCs).

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância, sendo aplicado o teste de Scott-Knott para avaliar as médias ao nível de significância de 5%. As análises de variância e os testes de média foram desenvolvidos com o *software* Sisvar (FERREIRA, 2011).

Utilizando os valores médios dos parâmetros determinados para cada tratamento, foram realizadas também análises de regressão usando a ferramenta computacional LibreOffice Calc (THE DOCUMENT FOUNDATION, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros analisados no experimento.

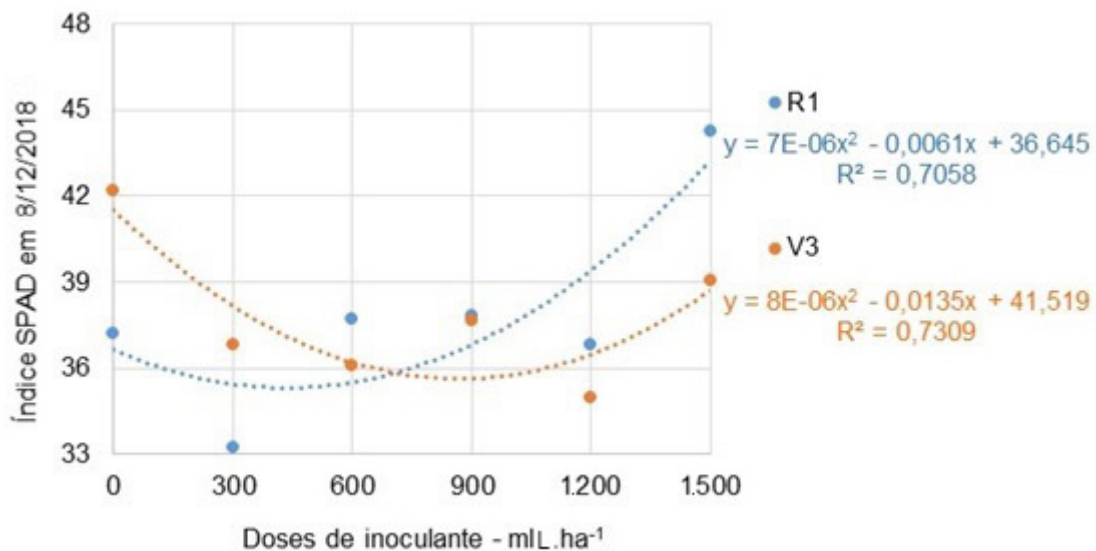
**Tabela 2** – Valores médios do índice *soil plant analysis development* (SPAD), da altura de inserção de primeira vagem (APV) e do número de vagens por planta (NVP) obtidos no experimento\*.

Treatmento	Estádio fenológico	SPAD 8 dez.	SPAD 5 jan.	SPAD 1.º fev.	APV (cm)	NVP
T0	V3	42,168 a	37,955 b	44,305 b	13,40 a	36,35 b
T1		36,805 b	37,260 b	43,828 b	13 a	43,90 b
T2		36,095 b	37,503 b	43,518 b	12,75 a	48,25 a
T3		37,673 b	43,595 a	47,983 a	12,90 a	41,75 b
T4		34,988 b	37,495 b	41,193 c	12,20 b	52,65 a
T5		39,035 b	40,418 a	44,890 b	11,85 b	54,75 a
T0	R1	37,213 b	36,570 b	42,875 c	13,55 a	30,45 b
T1		33,235 b	35,818 b	41,373 c	12,25 b	48,95 a
T2		37,727 b	33,820 b	41,860 c	14 a	38,60 b
T3		37,822 b	34 b	41,315 c	13,35 a	56,85 a
T4		36,827 b	35,138 b	39,800 c	11,40 b	34,60 b
T5		44,277 a	34,673 b	40,250 c	11,80 b	61,75 a

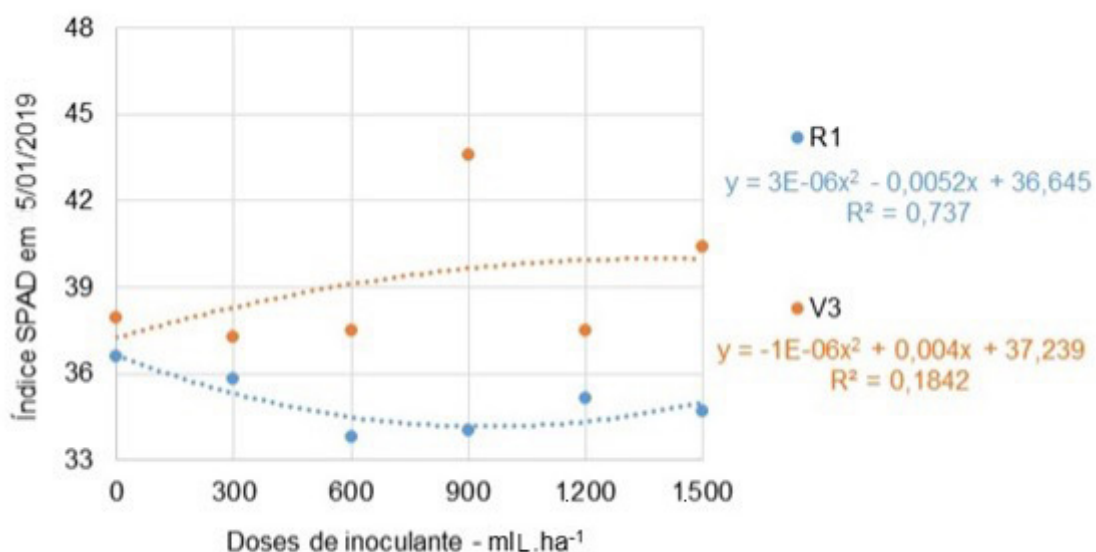
\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pesquisas mostram que a mensuração dos teores de clorofila é condscendente nos estudos de práticas de adubação, visando aumentar a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente, seu crescimento e sua adaptabilidade aos diferentes ambientes, além de ser um indicativo importante da eficiência da inoculação realizada por bactérias fixadoras de N (HURTADO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2012; ZUFFO *et al.*, 2012).

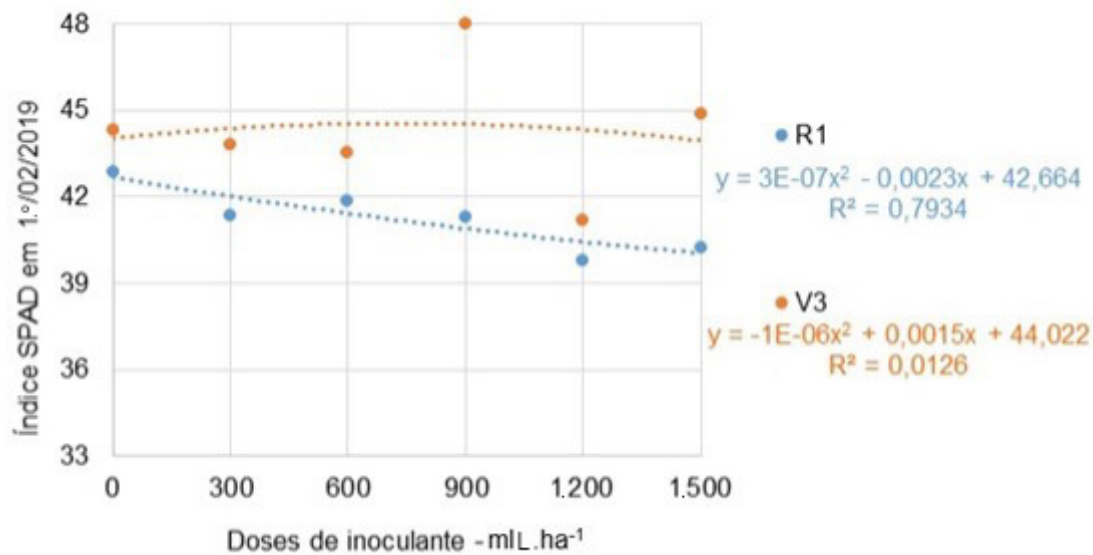
A aplicação de inoculante via foliar aumenta o crescimento e os teores de clorofila nas plantas de soja (SILVA, 2019), porém verificou-se que, quando os tratamentos receberam as diferentes doses de *Bradyrhizobium* por cobertura foliar, somente as parcelas que foram pulverizadas no estágio fenológico V3 obtiveram estatisticamente aumento. Em contrapartida, as parcelas do estágio R1, de modo geral, não apresentaram variações nos teores de clorofila, não justificando a aplicação de inoculantes por cobertura para esse estágio, conforme mostram as figuras 1, 2 e 3.



**Figura 1** – Resultados da primeira avaliação do índice *soil plant analysis development* (SPAD), realizada em 8 de dezembro de 2018. Fonte: primária.



**Figura 2** – Resultados da segunda avaliação do índice *soil plant analysis development* (SPAD), realizada em 5 de janeiro de 2019. Fonte: primária.



**Figura 3** – Resultados da 3ª avaliação de índice *soil plant analysis development* (SPAD), realizada em 1.º de fevereiro de 2019. Fonte: primária.

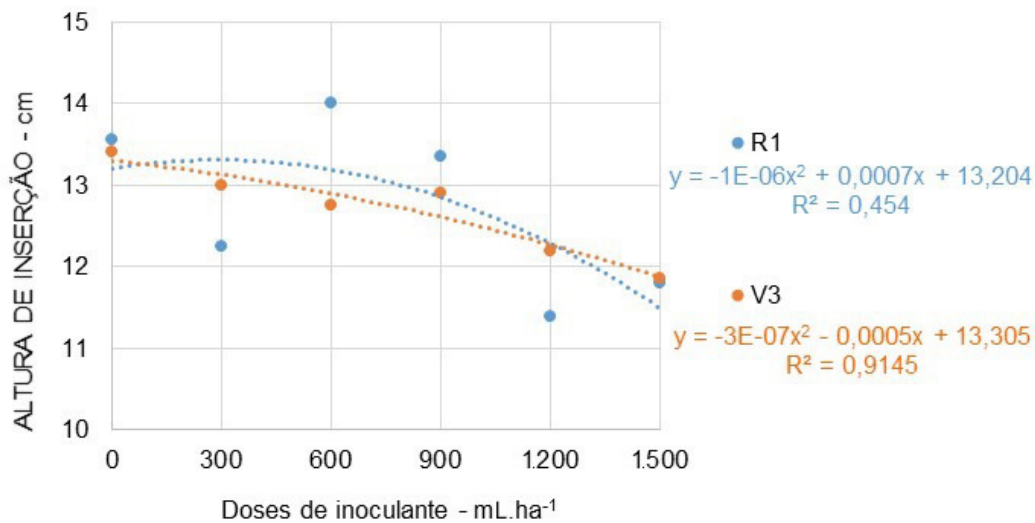
No momento da primeira medição do índice SPAD, nenhum tratamento havia sido reinoculado. Logo, esses valores avaliaram a inoculação de plantio. Observa-se, pela tabela 2 e pela figura 1, que a testemunha de V3 e o T5 de R1 apresentaram maiores valores iniciais de índice SPAD, indicando maior fixação do N na inoculação de plantio para esses tratamentos. O restante comportou-se de maneira uniforme, com pouca variação, sendo estatisticamente igual, o que era esperado, já que a inoculação de plantio foi a mesma para todos os tratamentos. A variação constatada para os tratamentos T0 de V3 e T5 de R1 talvez seja por causa da má-formação da colônia de bactérias nas raízes das plantas, pois essas bactérias não são oriundas dos solos da região.

No momento da segunda medição do índice SPAD, V3 já havia sido reinoculado. Assim, esperavam-se valores de SPAD maiores para V3 em relação a R1, e isso pode ser verificado na figura 2, confirmando a relação entre o índice SPAD e a fixação de N. Vê-se, pela figura 2 e pela tabela 2, um valor de índice SPAD estatisticamente maior para T3 e T5 de V3.

No momento da terceira medição do índice SPAD, todos os tratamentos já haviam sido reinoculados, e os valores desse índice continuaram maiores para os tratamentos aplicados em V3 do que para os aplicados em R1, conforme a figura 3, mostrando que a reinoculação feita em V3 permitiu melhor fixação do N do que a realizada em R1.

Ao contrário do que foi observado neste trabalho, Zago *et al.* (2018) verificaram em seu experimento que o teor de clorofila apresentou melhor resultado quando a cultura foi isenta de pulverização de inoculação complementar via foliar com *Bradyrhizobium*. Considerando que os autores fizeram a reinoculação via foliar quando a cultura da soja se encontrava em V4, posterior a V3, isso permite pressupor que a reinoculação tende a ser mais eficiente, em termos de incremento no teor de clorofila das folhas, quando feita com mais antecedência, como ocorreu para os tratamentos aplicados em V3 para este estudo.

A altura de inserção da primeira vagem diz muito a respeito da estrutura da planta, afinal, quanto maior a planta, maiores serão as ramificações e as quantidades de nós (GOMES *et al.*, 2017). Observa-se, na tabela 2 e na figura 4, que as parcelas tratadas como testemunhas, que receberam apenas as inoculações de plantio, apresentaram maiores valores de altura de inserção, sendo esta inversamente proporcional às doses de inoculantes aplicadas no experimento. A redução na altura de inserção da primeira vagem provocada pelo aumento das doses de reinoculação via foliar foi significativa, de modo geral, de T4 em diante, tanto para as parcelas em V3 quanto para as parcelas em R1.

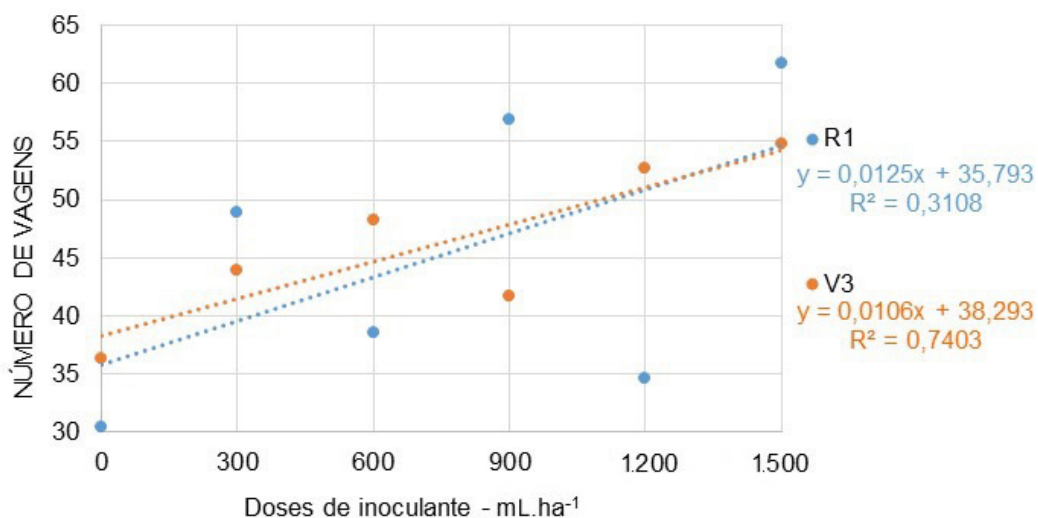


**Figura 4** – Altura média de inserção da primeira vagem nas plantas em função das doses de inoculante estudadas. Fonte: primária.

O baixo porte verificado para as plantas que receberam a reinoculação via foliar indicou um travamento na fase vegetativa, provavelmente pelo fato de a reinoculação favorecer a produção de fotoassimilados que acabam por ser utilizados mais para a produção de folhas do que para o crescimento da planta.

Segundo Souza (2016), os valores médios de altura de inserção de primeira vagem para a cultura da soja correspondem a 13 cm, valor este acima do constatado para a maioria dos tratamentos que receberam a reinoculação via foliar. Plantas de soja com valores de altura de inserção abaixo de 13 cm dificultam a colheita mecanizada (HEIFFIG-DEL AGUILA *et al.*, 2011).

A tabela 2 e a figura 5 apresentam os resultados encontrados para o número de vagens. No presente experimento, obtiveram-se em média 46 vagens por planta (média geral), valor este menor que os obtidos por Souza (2016) e Zago *et al.* (2018), que foram de 68 e 53 vagens por planta, respectivamente. O fato de a área experimental nunca ter sido antes cultivada com soja, ao contrário do ocorrido nos experimentos dos autores supracitados, pode explicar o menor valor de número de vagens por planta alcançado por este trabalho, uma vez que, apesar de as estirpes provenientes dos inoculantes estarem totalmente ativas, as estirpes nativas, que estariam no solo da área experimental, poderiam estar em estado latente, dificultando a nodulação.

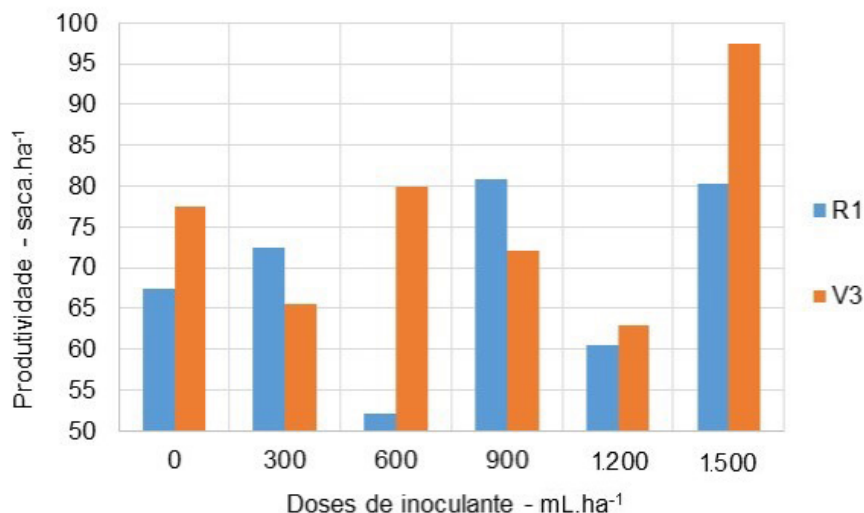


**Figura 5** – Número de vagens por planta em função das doses de inoculante analisadas. Fonte: primária.

Para a reinoculação em V3, observa-se que, quanto maior a dose de inoculante, maior o número de vagens por planta. Para o estágio R1, isso não aconteceu, demonstrando que o estágio fenológico ideal para se realizar inoculação por cobertura e obter maiores produções por hectare é o V3.

De acordo com Santos *et al.* (2014), o rendimento de grãos e as demais características agronômicas da soja poderão ser mais afetados pela monocultura. Já Zilli *et al.* (2010) relatam que a soja não é uma cultura nativa do Brasil e a bactéria que fixa o N atmosférico (*Bradyrhizobium*), responsável pela simbiose com a planta, não existe naturalmente nos solos brasileiros, o que dificulta, muitas vezes, a implementação da cultura em novas áreas, com maior demanda de adubos e fertilizantes nitrogenados. Essa situação tende a ocorrer em áreas de primeiro cultivo de soja e em solos com baixos teores de matéria orgânica (GITTI & ROSCOE, 2019).

De acordo com a figura 6, de modo geral, a produtividade foi maior nos tratamentos que receberam reinoculação via foliar no estágio V3, observando-se produtividade média geral de 75,90 sacas por hectare, destacando-se a dosagem de 1.500 mL.ha<sup>-1</sup>, que se mostrou o melhor tratamento, pois, entre os parâmetros analisados, ficou entre aqueles que apresentaram maiores valores de índice SPAD, menor tamanho de inserção da primeira vagem, maior número de vagens por planta e, conseqüentemente, maior produtividade, corroborando Zago *et al.* (2018), que constataram que a reinoculação da soja com 1.500 mL.ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* em pulverização de cobertura se mostrou eficiente no desenvolvimento e na produção da soja. Os tratamentos que receberam reinoculação via foliar no estágio R1 alcançaram produtividade média geral de 68,93 sacas por hectare.



**Figura 6** – Valores brutos para produtividade dos diferentes tratamentos analisados. Fonte: primária.

Soares *et al.* (2011), avaliando diferentes estrobilurinas aplicadas na cultura da soja, perceberam que o aumento da produtividade está inteiramente ligado ao aumento da produção da enzima que assimila o N pelas plantas, a qual possibilita maior translocação de açúcares para os órgãos drenos como raízes, folhas, nódulos e grãos. De acordo com Souza *et al.* (2014), o metabolismo da fonte ajusta-se às condições em que cada planta se encontra, e, no presente trabalho, observou-se que a aplicação de inoculantes via foliar alterou o metabolismo das plantas em V3, causando travamento no crescimento, em detrimento do aumento do número de vagens e da produtividade. Ou seja, a reinoculação modificou o dreno nessas plantas.

Zilli *et al.* (2010), em seus estudos, observaram que a inoculação pós-emergência não proporciona ganhos em produtividade, porém os resultados encontrados no presente trabalho corroboram Munhoz (2016), que constatou que a produtividade aumentou proporcionalmente com o aumento de doses de inoculante para áreas de primeiro cultivo, cerca de 60%, quando comparada à da inoculação tradicionalmente utilizada pelos produtores.



Existem diversos estudos disponíveis sobre reinoculação via foliar e com opiniões divergentes. Alguns dos autores já citados no presente trabalho dizem que não se deve substituir a inoculação tradicional nas sementes nem muito menos realizar a aplicação nitrogenada por cobertura, ou ainda que as tais pulverizações de inoculantes em cobertura visam apenas à suplementação e nodulação secundária. No entanto, neste trabalho, a reinoculação de cobertura via foliar foi vantajosa. Assim, sugere-se ao produtor, juntamente com o responsável técnico, acompanhar todos os processos e avaliações, verificar possíveis falhas na nodulação da lavoura de soja e fazer as devidas correções, buscando sempre aumentar a população de rizóbios.

## CONCLUSÕES

No presente trabalho, foi possível concluir:

- quanto maior a dose do inoculante aplicada via foliar, mais baixas a planta e a altura de inserção de primeira vagem e maiores o número de vagens por planta e a produtividade da cultura;
- as aplicações de diferentes doses de inoculante complementar via foliar na cultura da soja, de modo geral, foram mais eficientes para as parcelas do estádio V3 do que para as parcelas do estádio R1;
- os melhores resultados, considerando-se os parâmetros analisados aqui, foram obtidos para a reinoculação via foliar realizada com a dose de 1.500 mL.ha<sup>-1</sup> no estádio fenológico V3.

## REFERÊNCIAS

- Agrolab Análises Agrícolas. Laboratório de Análises Química e Física de Solos. Pimenta; 2019. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: <http://www.agrolabminas.com.br/>.
- Bárbaro, I. M., Brancalhão, S. R., Ticelli, M., Miguel, F. B. & Silva, J. A. A. Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade. Artigo em Hypertexto. 2008. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/coinoculacao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm).
- Bortolan, S., Barcellos, F. G., Marcelino, F. C. & Hungria, M. Expressão dos genes nodC, nodW e nopP em *Bradyrhizobium japonicum* estirpe CPAC 15 avaliada por RT-qPCR. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2009; 44(11): 1491-1498. doi: 10.1590/S0100-204X2009001100017
- Brito, M. M. P., Muraoka, T. & Silva, E. C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. *Bragantia*. 2011; 70(1): 206-215. doi: 10.1590/S0006-87052011000100027
- Câmara, G. M. S. Fixação biológica de nitrogênio em soja. *Informações Agronômicas*. 2014; 147: 1-9. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/06240C5E8E2F949483257D6600461550/\\$FILE/Jornal147.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/06240C5E8E2F949483257D6600461550/$FILE/Jornal147.pdf).
- Campo, R. J., Araújo, R. S. & Hungria, M. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. *Symbiosis*. 2009; 48: 154-163. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: <http://www.bashanfoundation.org/contributions/Hungria-M/2009.-Hungria-S.pdf>.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Fixação biológica de nitrogênio. Portal Embrapa; 2019a. [Acesso em: 10 jul. 2019]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/>.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Fixação biológica de nitrogênio: perguntas e respostas. Portal Embrapa; 2019b. [Acesso em: 31 out. 2019]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/perguntas-e-respostas>.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI; 2006. 286 p.

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência Agrotécnica*. 2011; 35(6): 1039-1042. doi: 10.1590/S1413-70542011000600001

Gitti, D. C. & Roscoe, R. Manejo e fertilidade do solo para a cultura da soja. [Acesso em: 3 out. 2019]. Disponível em: [www.fundacaoms.org.br](http://www.fundacaoms.org.br).

Gomes, H. H. S., Smirdele, O. J., Menezes, P. H. S., Gianlupi, V. & Marques, C. S. Características agronômicas na produtividade da soja em diferentes densidades de plantas. *Anais. 30 Congresso Brasileiro de Agronomia*. Fortaleza; 2017. [Acesso em 2 nov. 2019]. Disponível em: <http://ioeste.com.br/brasil-agricultura-caracteristicas-agronomicas-na-produtividade-da-soja-em-diferentes-densidades-de-plantas/>.

Heffig-del Aguila, L. S., del Aguila, J. A. & Theisen, G. Perdas na colheita na cultura da soja. Pelotas: Embrapa; 2011. Comunicado Técnico, 271. 12 p.

Hungria, M., Campo, R. J. & Mendes, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina: Embrapa Cerrados; 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

Hurtado, S. M. C., Silva, C. A., Resende, Á. V., Corazza, E. J., Shiratsuchi, L. S. & Higashikawa, F. S. Sensibilidade do clorofilômetro para diagnóstico nutricional de nitrogênio no milho. *Ciência Agrotécnica*. 2010; 34(3): 688-697. doi: 10.1590/S1413-70542010000300023

Konica Minolta. SPAD-502 Plus Chlorophyll meter: Quick and easy measurement of chlorophyll levels in plant leaves without damaging the leaf. Konica Minolta; 2019. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: <http://sensing.konicaminolta.com.br/products/medidor-de-clorofila-spad-502plus/>.

Monsoy. Recomendações de manejo. Monsoy; 2019. [Acesso em: 8 jul. 2019]. Disponível em: [http://www.monsoy.com.br/variedades\\_2\\_monsoy/m7739-ipro/](http://www.monsoy.com.br/variedades_2_monsoy/m7739-ipro/).

Munhoz, A. T. Técnicas de inoculação com bactérias de fixação de nitrogênio na cultura da soja [Trabalho de Conclusão de Curso]. Curitiba: Universidade Federal de Santa Catarina; 2016.

Paulino, H. B. & Costa, E. T. Triângulo textural: Aplicativo para celulares. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal de Viçosa; 2012. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.agro.textura&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.agro.textura&hl=pt_BR).

Portugal, F. A. F. & Silveira, J. M. Árvore do conhecimento: Colheita soja. Agência Embrapa de Informação e Tecnologia. [Acesso em: 8 jul. 2019]. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_127\\_271020069134.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_127_271020069134.html).

Sá Júnior, A. Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais [Dissertação de Mestrado]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2009.

Santos, H. P., Fontaneli, R. S., Pires, J., Lampert, E. A., Vargas, A. M. & Verdi, A. C. Rendimento de grãos e características agronômicas de soja em função de sistemas de rotação de culturas. *Bragantia*. 2014; 73(3): 263-273. doi: 10.1590/1678-4499.0136

Silva, M. A. G., Mannigel, A. R., Muniz, A. S., Porto, S. M. A., Marchetti, M. E., Nolla, A. & Bertani, R. M. A. Ammonium sulphate on maize crops under no tillage. *Bragantia*. 2012; 71(1): 90-97. doi: 10.1590/S0006-87052012000100014

Silva, V. H. Doses complementares de inoculante *bradyrhizobium japonicum* via foliar em diferentes estádios fenológicos na cultura de soja [Trabalho de Conclusão de Curso]. Sinop: Universidade Federal de Mato Grosso; 2019.

Soares, L. H., Fagan, E. B., Casaroli, D., Andrade, D. M., Soares, A. L., Martins, K. V. & Rocha, F. J. Aplicação de diferentes estrobilurinas na cultura da soja. *Revista FZVA*. 2011; 18(1): 78-97. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/8216/6855>.

Souza, L. G. M. Otimização da fixação biológica de nitrogênio na soja em função da re-inoculação em cobertura sob plantio direto. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2016. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: [http://www.agrisus.org.br/arquivos/relatorio\\_parcial\\_PA1505\\_segundo.pdf](http://www.agrisus.org.br/arquivos/relatorio_parcial_PA1505_segundo.pdf).

Souza, V. Q., Nardino, M., Follmann, D. N., Bahry, C. A., Caron, B. O. & Zimmer, P. D. Caracteres morfofisiológicos e produtividade da soja em razão da desfolha no estágio vegetativo. *Científica*. 2014; 42(3): 216-223.  
doi: 10.15361/1984-5529.2014v42n3p216-223

Taiz, L. & Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed; 2008. 819 p.

The Document Foundation. LibreOffice; 2019. [Acesso em: 7 set. 2019]. Disponível em: <https://pt-br.libreoffice.org/>.

Zago, L. F., Lima, C. R., Cruz, R. M. S. & Alberton, O. Inoculação de diferentes doses de *Bradyrhizobium* por cobertura e seu efeito na cultura da soja. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoológicas Unipar*. 2018; 21(2): 65-69.  
doi: 10.25110/arqvet.v21i2.2018.7302

Zilli, J. É., Campo, R. J. & Hungria, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2010; 45(3): 335-337.  
doi: 10.1590/S0100-204X2010000300015

Zilli, J. É., Ribeiro, K. G., Campo, R. J. & Hungria, M. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 2009; 33(4): 917-923.  
doi: 10.1590/S0100-06832009000400016

Zuffo, A. M., Andrade, F. R., Schossler, T. R., Milhomem, D. M. & Piauilino, A. C. Eficiência na determinação indireta do nitrogênio foliar a partir do índice Spad. *Enciclopédia Biosfera/Centro Científico Conhecer*. 2012; 8(15): 802-820. [Acesso em: 2 nov. 2019]. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/eficiencia%20na%20determinacao.pdf>.