

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Andrei Luis Kraemer

Avaliação da cultura da soja submetida à reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* em diferentes estádios fenológicos

Curitibanos

2023

Andrei Luis Kraemer

Avaliação da cultura da soja submetida à reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* em diferentes estádios fenológicos

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Rurais, Campus de Curitibanos, da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.
Orientador: Prof.^a Sonia Purin da Cruz, Ph.D.

Curitibanos
2023

Ficha de identificação elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Kraemer, Andrei Luis

Avaliação da cultura da soja submetida à reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* em diferentes estádios fenológicos / Andrei Luis Kraemer ; orientadora, Sonia Purin da Cruz, 2023.
37 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2023.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Reinoculação. 3. Fenologia. 4. Inoculação pós-emergência. 5. Inoculação. I. da Cruz, Sonia Purin. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Hlysses Gaboardi Km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitiba/SC
TELEFONE (048) 3721-4174 E-mail: agronomia.cbe@contato.ufsc.br.

ANDREI LUIS KRAEMER

Avaliação da cultura da soja submetida à reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* em diferentes estádios fenológicos

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 23 de outubro de 2023.

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Sonia Purin da Cruz, Ph.D.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Agr. Renan Granemann Adamcheski
Membro da banca examinadora
Bayer S.A.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado a oportunidade de atingir meus objetivos com muita força e saúde.

Também gostaria de agradecer aos meus pais, Roque Nelson Kraemer e Teresinha Nelci Itczak Kraemer, por terem me dado a educação e suporte para me tornar quem hoje sou, também por todo apoio, dedicação e suporte necessário para que eu pudesse chegar até esta fase, e que nunca mediram esforços para que eu conseguisse atingir este objetivo. Também as minhas irmãs Paula Caroline Kraemer e Mariana Francine Kraemer, por sempre estarem ao meu lado me apoiando.

A minha namorada Jéssica da Luz Alixandre, por todo companheirismo e por estar presente nesta fase final da minha graduação, me dando todo apoio e incentivo necessário para concluir esta etapa.

A todos amigos que se fizeram presente durante esta fase da minha vida, onde sempre tive ajuda quando necessário.

Também ao grupo Gmicro onde pude fazer novas amizades, e sempre que foi necessário me auxiliaram no que foi preciso.

Gostaria de agradecer a minha orientadora Sonia Purin da Cruz, por todos ensinamentos passados, pelos empurrões e incentivos para que eu conseguisse desenvolver este e outros trabalhos com excelência, e principalmente pela paciência em esclarecer as dúvidas e estar sempre disponível para passar seus ensinamentos.

Aos professores e funcionários da UFSC por todos ensinamentos e colaboração para que isso fosse possível.

E a todos que de alguma forma estiveram presentes nesta fase, meu muito obrigado!

RESUMO

A soja é uma das culturas que mais se destaca mundialmente em produção, e é altamente dependente de nutrição adequada, especialmente em relação ao nitrogênio, para poder expressar uma melhor produtividade. A maior parte da demanda de nitrogênio é suprida através da fixação biológica do nitrogênio através da utilização de microrganismos do gênero *Bradyrhizobium*, com a técnica de inoculação das sementes. A partir disto pode-se observar uma nova técnica que consiste na adição do microrganismo ao solo, via pulverização, após a implantação da cultura, sendo esta técnica chamada de reinoculação. A prática da reinoculação busca aumento na nodulação das plantas, assim gerando maior produtividade aliado ao baixo custo de aplicação. O presente trabalho buscou avaliar qual o melhor estágio fenológico da cultura para que se realizasse a técnica de reinoculação, buscando melhor desenvolvimento e maior produtividade da cultura. O experimento foi conduzido a campo no município de Curitibanos –SC, na fazenda experimental da Universidade Federal de Santa Catarina. O experimento foi totalmente em blocos casualizados com 4 tratamentos e 6 repetições, sendo eles T1: Inoculação na semente; T2: Inoculação na semente + reinoculação em VC; T3: Inoculação na semente + reinoculação em V2; T4: Inoculação na semente + reinoculação em V4. Avaliou-se nodulação, massa de raízes e parte aérea, nitrogênio total da parte aérea e produtividade. Os dados foram submetidos a análise de variância e as suas diferenças analisadas pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 10%. O T2 proporcionou um aumento no número total de nódulos e nódulos viáveis de 36,25% e 50,18%, respectivamente. Em relação à massa de parte aérea seca, o aumento foi de 31,96%. Observou-se aumento de 35,29% de nitrogênio acumulado por planta, e todos os tratamentos de reinoculação foram superiores ao T1. Entretanto, os valores de produtividade da cultura não demonstraram resultados significativos. Com isso pode-se concluir que a reinoculação em V4 pode ser uma alternativa viável no cultivo da soja, trazendo uma maior nodulação, aumento de parte aérea da planta e acúmulo de nitrogênio na planta.

Palavras chave: Inoculação; Inoculação pós-emergência; Fixação biológica do nitrogênio; Fenologia.

ABSTRACT

Soybean is one of the most prominent crops in world production, and is highly dependent on adequate nutrition, especially in relation to nitrogen, to achieve better yield. Most of the nitrogen demand is accomplished through biological nitrogen fixation by the use of microorganisms of the genus *Bradyrhizobium*, with seed inoculation. Hence, it is possible to observe a new technique that consists of adding the microorganism to the soil, via spraying, after culture sowing, and this technique is known by re-inoculation. The practice of re-inoculation seeks to increase plant nodulation, thus promoting greater yield combined with low application costs. The present work sought to evaluate the best phenological stage of the crop for the re-inoculation technique to be carried out, seeking better development and greater crop yield. The experiment was conducted in the field in Curitiba – SC, at the experimental farm of the Universidade Federal de Santa Catarina. The experiment was carried on in a completely randomized design with 4 treatments and 6 replications T1: Seed inoculation; T2: Seed inoculation + re-inoculation at VC; T3: Seed inoculation + re-inoculation at V2; T4: Seed inoculation + re-inoculation at V4. Nodulation, mass of roots and shoots, total nitrogen of shoots and yield were evaluated. Data were subjected to analysis of variance and their differences were analyzed using the Scott-Knott test with a significance level of 10%. T2 provided an increase on the total number of nodules and viable nodules of 36.25% and 50.18%, respectively. In relation to the dry mass of the aerial part, the increase was of 31.96%. A 35.29% increase on nitrogen accumulated per plant was observed, and all re-inoculation treatments were superior to T1. However, crop yield values did not demonstrate significant results. Therefore, it can be concluded that re-inoculation at V4 can be a viable alternative in soybean cultivation, promoting greater nodulation, increased shoot biomass and accumulation of nitrogen in the plant.

Keywords: Inoculation; Post-emergence inoculation; Biological nitrogen fixation; Phenology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 CULTIVO DA SOJA NO BRASIL	10
2.2 INOCULAÇÃO DA CULTURA DA SOJA	10
2.3 FENOLOGIA DA SOJA	11
2.3 REINOCULAÇÃO.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO.....	14
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	15
3.3 TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO.....	18
3.4 AVALIAÇÕES.....	20
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 AVALIAÇÃO DE NODULAÇÃO	22
4.2 AVALIAÇÃO DE PARTE AÉREA.....	23
5 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS.....	29
ANEXOS	31

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo e a comercialização da soja vêm avançando cada vez mais paralelamente ao desenvolvimento tecnológico desta cultura. As estimativas para a comercialização do produto para o exterior no ano de 2023 são 22% maiores do que o planejado para o ano de 2022 (CONAB, 2022).

Com grande exigência nutricional, a soja demanda uma correta adubação e um dos nutrientes mais exigidos é o nitrogênio, para que a produção do grão seja expressiva (Araújo, 2022). A fixação biológica de nitrogênio se tornou uma prática que substituiu a utilização de adubação mineral e proporciona o aporte de nitrogênio a partir dos microrganismos, portanto traz uma economia bastante considerável para o produtor. A inoculação padrão da soja consiste na adição do inoculante direto na semente, antes da sua semeadura (Hungria *et al.*, 2001). Esta prática favorece a planta principalmente no fornecimento de N de forma natural, através da simbiose da bactéria com as raízes da planta, tornando o nitrogênio aproveitável (Araújo, 2022).

Já a prática da reinoculação consiste em uma segunda inoculação que deve ser realizada em pós-emergência (Lourenço, 2021). Segundo Zago *et al.* (2018), a reinoculação traz melhor rendimento, que pode chegar a 7%, gerando um acréscimo de cerca de 3,5 sacas de grão por hectare. Moretti *et al.* (2018) também afirmaram que a reinoculação pode incrementar o nitrogênio presente na parte aérea das plantas. Também se destaca que esta prática deve ser realizada com o intuito de complementar efeitos da inoculação padrão nas sementes (Zago *et al.*, 2018).

Atualmente existem apenas três trabalhos desenvolvidos sobre reinoculação, e nenhum no estado de Santa Catarina. A partir disto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja em diferentes estádios fenológicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CULTIVO DA SOJA NO BRASIL

A soja é uma oleaginosa que no Brasil possui grande importância, pois se trata da cultura que mais gera renda para os agricultores brasileiros. Além da geração de renda, a cultura possui grande potencial de produção de proteína em seus grãos, sendo assim ela se torna uma ótima fonte de proteína para alimentação (Carrao, 1988).

Na safra 2021/22 o Brasil apresentou altos índices de produtividade, liderando a produção de soja a nível mundial. Segundo dados da EMBRAPA SOJA (2023) o país teve na safra 2022/23 uma produção estimada em 154.566,3 milhões de toneladas, e sua área plantada com a cultura foi de 44.062,6 milhões de hectares. A produtividade média por hectare foi de 3.508 kg.

O cultivo está em um nível crescente no país, e isso se dá a partir do desenvolvimento tecnológico aplicado a cultura. Através de melhoramento genético se desenvolveram cultivares com maior resistência a pragas e doenças que causam danos a produção, juntamente com a adaptabilidade da cultura a diferentes regiões e climas. O desenvolvimento tecnológico também avançou em relação a mecanização, que aumentou a facilidade em plantar e colher, evitando perdas do produto e assim gerando maior rendimento e lucro (Freitas, 2011).

O Brasil se destaca como um dos maiores exportadores de soja no mundo, exportando milhões de toneladas por safra, e um dos principais importadores deste grão é a China (Melo, 2019). Diante disto, o país tende a crescer e desenvolver ainda mais a produção desta cultura, através de investimentos em tecnologia para atender às demandas que se tem com o grão e os produtos que são derivados dele.

2.2 INOCULAÇÃO DA CULTURA DA SOJA

A soja, por se tratar de uma cultura que possui grande teor de proteína, exige também uma grande quantidade de nitrogênio. Segundo Hungria *et al.* (2007) a quantidade exigida pela cultura é de 80 kg de nitrogênio para produzir 1.000 kg de sementes.

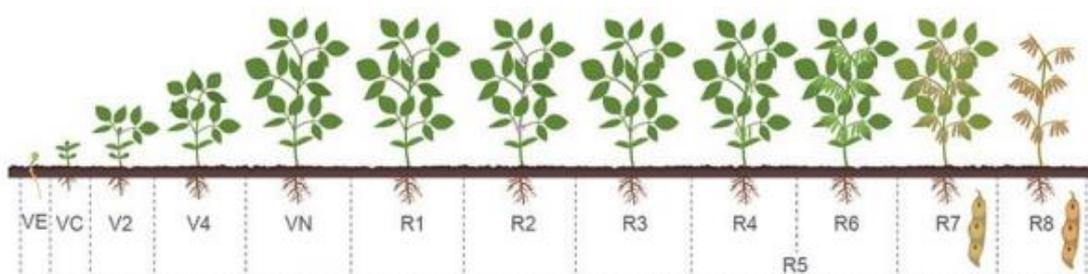
A inoculação na cultura da soja com microrganismos do gênero *Bradyrhizobium* é uma ferramenta de extrema importância para se realizar um bom cultivo. Sabe-se que este procedimento pode substituir a utilização de nitrogênio mineral através da fixação biológica de nitrogênio (FBN) que é realizada pelas bactérias, desta forma reduzindo significativamente os custos de produção da cultura (Zilli, 2010). A inoculação da soja se trata da adição do inoculante diretamente nas sementes. A inoculação deve preferencialmente ser realizada no dia em que se fará a semeadura, ou a semeadura deve ocorrer em até 24 horas após a inoculação. Outro ponto importante é que após a inoculação estas sementes sejam secas à sombra (Hungria *et al.*, 2001).

Estimativas apontam que o processo de FBN pode contribuir em aproximadamente 65% das entradas de nitrogênio na terra. Este processo de FBN ocorre com a formação de nódulos nas raízes, que alojam as bactérias (Hungria *et al.*, 2007). Os nódulos, quando estão viáveis e realizando a fixação biológica do nitrogênio, devem apresentar uma coloração roseada, isto por conta da leghemoglobina que está presente em seu interior. De forma contrária, quando o nódulo não está viável, seu interior apresenta uma coloração esverdeada (Hungria *et al.*, 2007).

2.3 FENOLOGIA DA SOJA

Para determinar o estágio fenológico da soja comumente se utiliza a escala fenológica desenvolvida por Fehr e Caviness no ano de 1977, esta escala fenológica apresenta uma divisão de fases vegetativa e reprodutiva, conforme visualizado na Figura 1 (Tejo *et al.*, 2019).

Figura 1: Estádios fenológicos da soja.



Fonte: Fehr e Caviness (1977).

O estágio VC é caracterizado pela presença dos cotilédones bem desenvolvidos e o primeiro par de folhas já está aberto. O estágio V2 se caracteriza pelo primeiro trifólio estar aberto e o segundo trifólio com suas pontas não mais se encostando. O estágio V4 se trata do terceiro trifólio completamente aberto e o quarto não deve mais estar com as pontas se tocando. Os primeiros nódulos começam a se desenvolver nas raízes da soja nos estádios fenológicos V1 e V2, onde estes iniciarão seu desenvolvimento na raiz principal e nas primeiras raízes secundárias, a partir daí se inicia o processo de FBN. Já nos estádios fenológicos seguintes, V4 e V5 ocorre um aumento desta taxa de nodulação, e este aumento será progressivo até atingir o primeiro pico nos estádios R1 e R2, pela intensa atividade de fotossíntese gerada pelo florescimento da planta (Câmara, 2006).

2.3 REINOCULAÇÃO

O processo de reinoculação é baseado na combinação da inoculação na semente e inoculação em cobertura após a implantação da cultura através da pulverização do microrganismo, podendo ser feito em diferentes estádios fenológicos. Esta prática tem o intuito de fornecer uma nova carga bacteriana a fim de produzir novos nódulos que fornecerão nitrogênio à planta durante seu ciclo (Lourenço, 2021). No Brasil, apenas três estudos foram desenvolvidos até o presente momento.

Nas safras 2014/15 e 2015/16, Moretti *et al.* (2018) desenvolveram na fazenda experimental da UNESP um experimento a fim de avaliar se a reinoculação poderia aumentar a nodulação e a produtividade da soja. O estudo foi conduzido a campo, e na safra 14/15 foi realizado o cultivo convencional, enquanto na safra 15/16 foi realizado o plantio direto. Os tratamentos avaliados foram de reinoculação nos estádios V1, V3, V6, R1 e R3, diretamente no solo via pulverização. Foi observado no experimento realizado na safra 14/15, um aumento significativo no rendimento de grãos com a reinoculação onde houve um valor médio de 4.256 kg ha⁻¹. Sem reinoculação o valor foi de 3.569 kg ha⁻¹. Os resultados mostraram o aumento da nodulação, sendo que as plantas reinoculadas apresentaram um aumento de 2,3 a 3,8 vezes em relação à massa de nódulos secos. Foi observado também um aumento de cerca de 5,4 g de N kg⁻¹ de parte aérea nas plantas reinoculadas.

Zago *et al.* (2018) desenvolveram um estudo no município de Iporã – PR, em condições de campo a fim de testar diferentes doses de *Bradyrhizobium* em reinoculação. A aplicação do inoculante foi realizada via pulverização e ocorreu no estágio V4 da cultura. As doses testadas para o experimento foram de 500, 1000 e 1500 mL ha⁻¹, sendo que todas as sementes do tratamento receberam inoculação padrão antes do plantio. Para massa de nódulos secos, observou-se que quando as plantas não receberam a reinoculação o valor foi de 3,38 g planta⁻¹. Já quando foi feita a reinoculação com 1.500 mL ha⁻¹ de inoculante, este valor aumentou para 4,44 g planta⁻¹. As plantas que não foram reinoculadas apresentaram 111,95 nódulos, enquanto as plantas reinoculadas apresentaram 180,65 nódulos. Também se obteve um acréscimo na produtividade, onde com a inoculação padrão a produtividade foi de 55,5 sacas e com a reinoculação (dose de 1.500 mL ha⁻¹) este número subiu para 59 sacas. Com base nos resultados, Zago *et al.* (2018) observaram que as plantas que foram reinoculadas no estágio fenológico V4 com uma dose de 1500 mL ha⁻¹ de inoculante apresentaram melhor desempenho. Portanto, esta prática se mostrou eficiente em relação ao crescimento e produtividade da soja.

Rodrigues *et al.* (2021) realizaram um experimento a campo na safra 2018/19 na cidade de Formiga – MG com reinoculação via foliar para definir o melhor estágio fenológico e a dose correta que influenciam positivamente no crescimento e produtividade da soja. Na semeadura, o inoculante foi aplicado via sulco. A reinoculação foi testada nos estádios V3 e R1 com diferentes doses, sendo elas, 0, 300, 600, 900, 1.200 e 1.500 mL ha⁻¹ de inoculante. A reinoculação foliar no estágio V3 proporcionou uma produtividade média de 75,90 sacas por hectare e se mostrou superior aos tratamentos em que as plantas foram reinoculadas em R1, com apenas 68,93 sacas por hectare. É importante também destacar que os melhores resultados obtidos foram com uma dosagem de 1.500 mL de inoculante por hectare.

A partir disto, se torna de extrema importância a realização deste experimento com reinoculação em diferentes estádios fenológicos na cultura da soja e em uma região diferente das que já foram realizados este estudo, visando se entender qual é o estágio mais adequando para se obter bons ganhos. Desta forma os resultados do experimento podem trazer grandes benefícios, tanto em questões de produtividade e agilidade produtiva, além de ganho financeiro aos agricultores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO

O presente experimento foi desenvolvido a campo na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina (Figura 2), localizado no município de Curitibanos – SC (Figura 3), sendo realizado durante a safra de 2022/2023. As coordenadas geográficas da área do experimento são 27°16'24" de latitude sul e 50°30'13" de longitude oeste.

Figura 2. Localização do experimento na Fazenda Experimental da UFSC.



Fonte: Google Earth 2023.

Figura 3. Localização do município de Curitibanos - SC.



Fonte: Google imagens 2023.

Também se obtiveram dados pluviométricos no período do experimento, a partir da estação experimental de Curitibaanos – SC, através do Instituto Nacional de Meteorologia (Figura 4).

Figura 4: Variação da pluviosidade entre os meses de novembro de 2022 e abril de 2023.

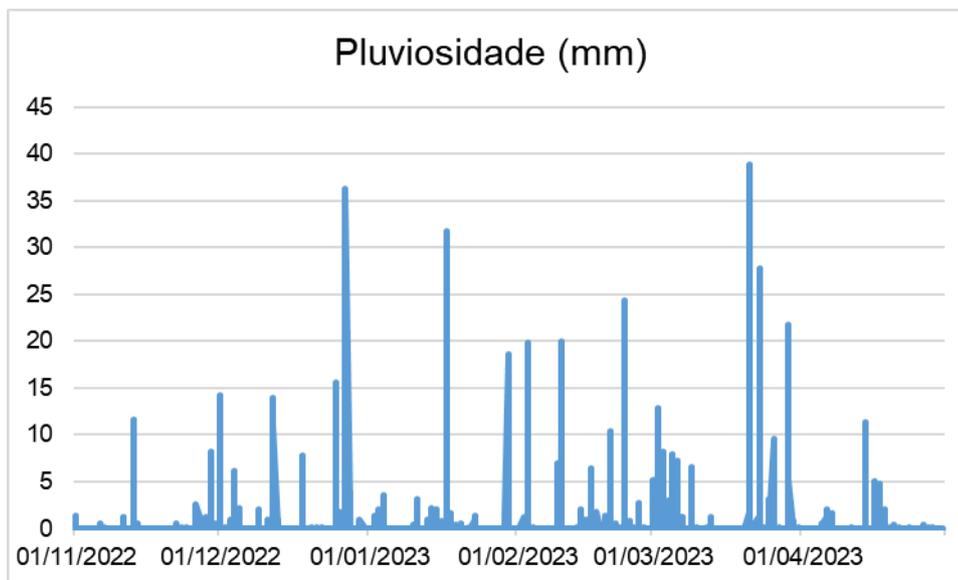
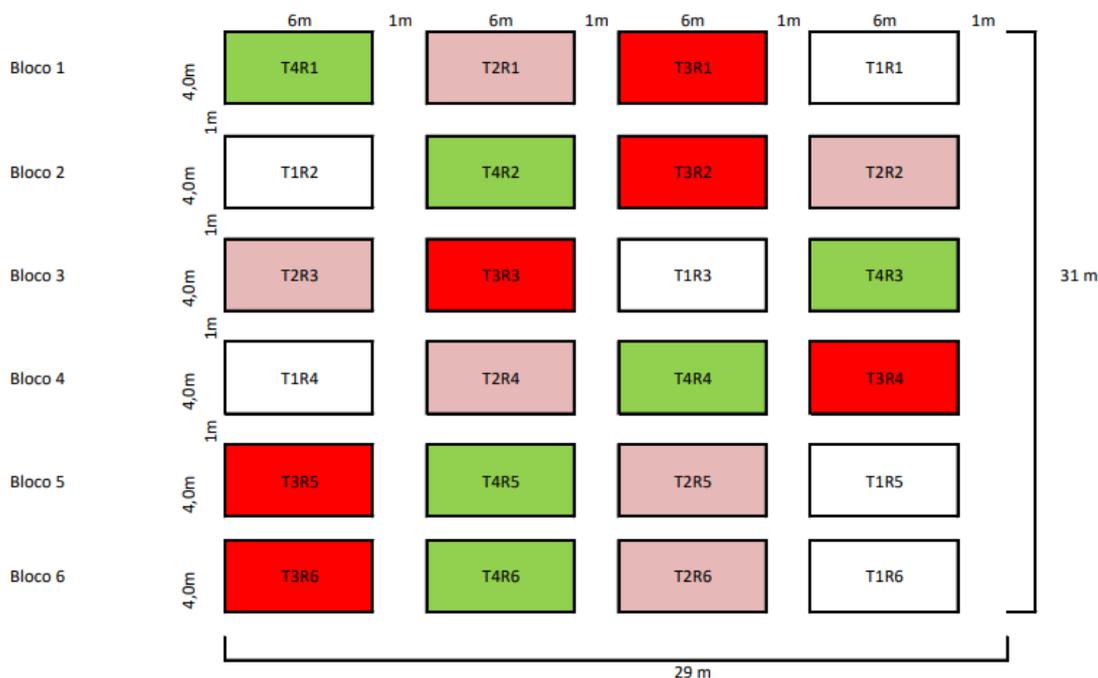


Figura 5. Croqui da área experimental.



Fonte: Autor 2022.

A semeadura foi realizada em novembro, com o auxílio da semeadora fornecida pela fazenda experimental da UFSC e a população de plantas foi de 300 mil por hectare (Figura 6). A semeadora realizou a semeadura de cinco linhas por passada, com espaçamento entre linhas de 45 cm.

Figura 6: Processo de semeadura da soja.



Fonte: Autor 2022.

A cultivar utilizada no experimento foi a Soytech 580 I2x, produzida pela empresa BASF. Esta cultivar possui crescimento indeterminado e possui como características alta produtividade, um grande índice de engalhamento e ampla adaptabilidade geográfica.

Para a adubação de base utilizou-se o formulado NPK 0-18-18 em uma dose de 300 kg ha⁻¹, em todos os tratamentos, sendo este distribuído na linha de plantio.

As sementes de todos os tratamentos receberam inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. O inoculante utilizado no experimento foi o SIGNUM, produzido e fornecido pela empresa Rizobacter. O inoculante possui em sua composição as estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 e SEMIA 5080, com concentração de 1x10⁹ UFC mL⁻¹. A inoculação na semente foi realizada momentos antes da semeadura, sendo o inoculante borrifado sobre as sementes dispostas em bandejas. A dose utilizada para inoculação das sementes foi de 2 mL kg⁻¹.

Para a reinoculação, a dose de inoculante utilizada foi de 1,5 L ha⁻¹ formulando assim 200 litros de calda por hectare. A reinoculação foi realizada com o auxílio de pulverizador manual e a calda foi aplicada diretamente sobre o solo na linha de plantio, sendo aplicado o volume de 480 mL de calda por parcela (Figura 7).

Figura 7: Processo de reinoculação na linha de semeadura.

Fonte: Autor 2022.

3.3 TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO

Durante o cultivo da soja para o experimento se realizou aplicações para controle fitossanitário de plantas daninhas, pragas e doenças, estas aplicações juntamente com o produto e dose estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Produtos, datas e doses utilizadas para o controle fitossanitário.

Produto	Datas	Doses
Glifosato + Select	03/10/2022	3,0 L ha ⁻¹ + 0,5 L ha ⁻¹
Basagran + Glifosato	05/12/2022	1,2 L ha ⁻¹ + 3,0 L ha ⁻¹
Basagran + Glifosato	21/12/2022	1,2 L ha ⁻¹ + 3,0 L ha ⁻¹
Fox Xpro + Engeo pleno	10/01/2023	400 ml ha ⁻¹ + 400 ml ha ⁻¹
Fox Xpro + Comet	25/01/2023	400 ml ha ⁻¹ + 400 ml ha ⁻¹
Fox Xpro	06/02/2023	400 ml ha ⁻¹

Fonte: Autor, 2023.

O desenvolvimento da cultura foi avaliado constantemente a fim de se identificar problemas que pudessem causar danos ao experimento e assim tomado as devidas decisões de manejo, diante das avaliações foram realizadas fotografias para acompanhar este desenvolvimento (Figura 8).

Figura 8: Desenvolvimento da cultura (A) 40 DAE, (B) 75 DAE, (C) 100 DAE, (D) 145 DAE e (E) 160 DAE.



Fonte: Autor 2022.

3.4 AVALIAÇÕES

As avaliações de nodulação e crescimento vegetal foram feitas aos 35 dias após a emergência coletando-se cinco plantas por parcela. Esta coleta realizada com o auxílio de pá de corte para evitar danos às raízes, onde foi realizado o corte do solo ao redor das plantas e essas removidas com parte do solo. Após a coleta, as raízes foram lavadas em água corrente e encaminhadas para o laboratório, onde se realizou a separação da parte aérea da raiz. Esta separação foi feita a partir de um corte na inserção cotiledonar, com o auxílio de uma tesoura.

A análise de nodulação foi feita a partir da retirada de todos os nódulos das raízes de cada planta. Em seguida foi feita a contagem do número total de nódulos, e então determinado o número de nódulos maiores que 2 mm. Para isso, todos os nódulos foram passados em uma peneira com abertura de 2 mm para ser feita a separação e contabilização. Os nódulos viáveis foram avaliados através da abertura dos nódulos maiores que 2 mm e avaliação da coloração do seu interior. Após este procedimento todos os nódulos foram acomodados em copos plásticos para realizar a pesagem e determinação da massa fresca. A massa de nódulos secos foi determinada após os nódulos passarem por secagem em estufa de ar com circulação forçada, durante um período de três dias a uma temperatura de 65 graus.

A análise de parte aérea e raízes foi feita através da pesagem das partes frescas em balança semi-analítica com o intuito de se obter o valor de massa fresca. Após passar por secagem em estufa durante três dias a 65 graus, a parte aérea e as raízes foram pesadas novamente em balança semi-analítica a fim de se obter a massa seca.

Com a utilização da parte aérea seca das cinco plantas foi feita a análise de nitrogênio. Todas as cinco plantas foram unidas, formando uma amostra representativa de cada parcela. Inicialmente, foi feito um processo de moagem com o auxílio de um liquidificador e em seguida as amostras foram acondicionadas em pacotes de papel identificados e realizado o método de destilação e titulação (Tedesco *et al.*, 1995).

Após a maturação plena dos grãos avaliou-se a produtividade. Coletaram-se manualmente as plantas de 16 metros lineares compreendidos no centro da parcela. Após ser feita a colheita das plantas elas passaram por secagem em casa de

vegetação, para remover o excesso de umidade, e em seguida realizada a triagem com o auxílio de trilhadora mecânica para separação dos grãos da parte aérea.

Com o auxílio de uma balança foi determinado o peso total dos grãos colhidos de cada parcela. Em seguida foram separadas amostras de 200g para secagem em estufa, determinação do teor de água e correção da produtividade para 13% de umidade.

As análises de nitrogênio da parte aérea, foi realizada a partir do método de Kjeldahl (Tedesco *et al.*, 1995). A partir do procedimento laboratorial, se calculou a quantidade de nitrogênio (g) por kg de tecido vegetal, utilizando-se a seguinte relação:

$$\left(\frac{(\text{Vol. ac. gasto titulação} - \text{Média provas branco}) * \text{Concentração ácido}}{\text{massa pesada p/ análise}} \right) * 1000$$

Para calcular o percentual de nitrogênio, a equação utilizada foi:

$$(N \text{ por kg}/10)$$

A porcentagem de proteína presente na amostra foi calculada através da equação:

$$\text{Porcentagem de N} * 5,6$$

Finalmente, para calcular-se o nitrogênio acumulado por planta se utilizou a equação:

$$\left(\frac{\text{Nitrogênio por kg} * \text{Média da massa das 5 plantas}}{1000} \right)$$

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados através das análises foram submetidos a análise de variância (ANOVA). As diferenças entre os tratamentos identificadas através do teste de Scott-Knott com probabilidade de erro de 10%, com o auxílio do sistema SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO DE NODULAÇÃO

Ocorreu diferença estatística entre os tratamentos para variável número total de nódulos. O tratamento que apresentou maior média foi o T2, sendo superior aos tratamentos T1, T3 e T4 que foram estatisticamente iguais entre si. O tratamento T2 apresentou em média 12,47 nódulos a mais que o T1 totalizando um aumento de 37,19% na nodulação (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios do número total de nódulos presentes nas raízes da soja submetida a reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibaanos – SC na safra 2022/2023.

Tratamentos	Número total de nódulos	
T4	31,03	a1*
T1	33,76	a1
T3	35,80	a1
T2	46,00	a2

*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott ($Pr > Fc = 0,1$). T1: Inoculação na semente; T2: Inoculação na semente + reinoculação em VC; T3: Inoculação na semente + reinoculação em V2; T4: Inoculação na semente + reinoculação em V4.

O maior número de nódulos viáveis foi observado com os tratamentos T2 e T4, que apresentaram em média 5,71 nódulos a mais que os tratamentos T1 e T3. (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios do número de nódulos viáveis presentes na raiz da soja submetida a reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibanos – SC na safra 2022/2023.

Tratamentos	N° de nódulos viáveis	
T1	16,00	a1
T3	16,80	a1
T4	20,20	a2
T2	24,03	a2

*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott ($Pr > Fc = 0,1$). T1: Inoculação na semente; T2: Inoculação na semente + reinoculação em VC; T3: Inoculação na semente + reinoculação em V2; T4: Inoculação na semente + reinoculação em V4.

4.2 AVALIAÇÃO DE PARTE AÉREA

Os valores de massa da parte aérea seca apresentaram diferença significativa, sendo os tratamentos T2, T3 e T4 que foram estatisticamente iguais entre si e superiores ao tratamento T1, que apresentou 0,85 g de parte aérea a menos que o tratamento T2 (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios de massa da parte aérea seca da soja submetida a reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibanos – SC na safra 2022/2023.

Tratamentos	Parte aérea (g)	
T1	2,66	a1
T4	3,28	a2
T3	3,37	a2
T2	3,51	a2

*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott ($Pr > Fc = 0,1$). T1: Inoculação na semente; T2: Inoculação na semente + reinoculação em VC; T3: Inoculação na semente + reinoculação em V2; T4: Inoculação na semente + reinoculação em V4.

A variável nitrogênio acumulado por planta apresentou diferença significativa, onde os tratamentos T2, T3 e T4 foram estatisticamente iguais entre si, apresentando um valor 35,29% superior ao tratamento T1 (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios do nitrogênio acumulado na parte aérea da soja submetida a reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibanos – RS na safra 2022/2023.

Tratamentos	Nitrogênio acumulado (g N Planta ⁻¹)
T1	0,17 a1
T3	0,23 a2
T2	0,23 a2
T4	0,23 a2

*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott ($Pr > Fc = 0,1$). T1: Inoculação na semente; T2: Inoculação na semente + reinoculação em VC; T3: Inoculação na semente + reinoculação em V2; T4: Inoculação na semente + reinoculação em V4.

Não houve diferença significativa para as demais variáveis analisadas, sendo elas: Nódulos maiores que 2 mm, massa de nódulos frescos, massa de nódulos secos, massa de parte aérea fresca, massa de raízes frescas, massa de raízes secas, gramas de nitrogênio por kg de parte aérea, porcentagem de nitrogênio na parte aérea, porcentagem de proteína na parte aérea, produtividade (ANEXOS A – N).

A produtividade média encontrada foi de 5032 kg ha⁻¹, sendo superior à média nacional que é de aproximadamente 3.508 kg ha⁻¹.

A inoculação da cultura da soja com *Bradyrhizobium japonicum* é uma prática que já é bastante utilizada no Brasil, mas em contrapartida a reinoculação é uma metodologia complementar à inoculação e que não tem sido tão utilizada. Porém, recentemente vem sendo estudada para que se possa apresentar seus benefícios aos produtores, uma vez que ela pode ajudar a aumentar nodulação e produtividade. No presente experimento, foi possível observar alguns benefícios da reinoculação, como o aumento na nodulação, parte aérea e nitrogênio acumulado na planta. Vale ressaltar que novos experimentos em regiões distintas são de grande importância para se observar o efeito da reinoculação em regiões diferentes, que possuem distintas características de solo e clima.

Efeitos positivos da reinoculação sobre a nodulação já foram observados por outros autores. Zago *et al.* (2018) observaram que a nodulação das plantas, quando submetidas à reinoculação, apresentaram um aumento significativo de cerca de 61,36% na sua nodulação. Valores significativos também foram apresentados por

Moretti *et al.* (2018) onde o tratamento testemunha resultou em 6 nódulos por planta e o tratamento de reinoculação resultou em 18 nódulos. Com isso, pode-se observar que o presente experimento demonstrou valores em concordância com experimentos já realizados, pois a nodulação das plantas do tratamento com reinoculação apresentaram 36,25% mais nódulos que plantas que receberam inoculação apenas na semente.

Também foram encontrados valores significativos no número de nódulos viáveis presentes nas raízes, onde o tratamento de reinoculação apresentou 50,18% mais nódulos viáveis do que o tratamento onde as plantas não foram reinoculadas. Desta forma, este aumento dos nódulos viáveis tende a aumentar a fixação biológica do nitrogênio. Segundo Hungria (2001) é de grande importância para planta possuir nódulos com tamanho igual ou maior que 2 mm, pois estes possuem maior capacidade de fixação do nitrogênio.

Com o aumento da nodulação nas raízes das plantas possivelmente ocorreu maior fixação biológica do nitrogênio, que além de ser transferido para a planta, é transferido para o solo, como já reportado em outros trabalhos. Wardle e Greenfield (1991) estudaram a deposição do nitrogênio dos nódulos para o solo, e encontraram valores significativos, sendo observado que a deposição de nitrogênio no solo foi de até 30% durante um período de 56 e 98 dias de experimento. Fustec *et al.* (2009) realizaram uma revisão bibliográfica, com o intuito de avaliar a rizodeposição de nitrogênio de algumas culturas leguminosas. Os autores encontraram resultados para ervilha de 8 a 12% de rizodeposição de nitrogênio por planta. Já para cultura da fava, esta rizodeposição aumentou para 13%. Assim, pode-se observar que ocorre a translocação do nitrogênio dos nódulos para o solo, o que contribuiria para o aumento do teor desse nutriente no solo. Como houve aumento da nodulação no presente trabalho, possivelmente houve maior quantidade de nitrogênio sendo depositada no solo. Porém, para se confirmar essa hipótese, seria necessário realizar uma análise de solo, o que não foi feito no presente experimento.

Os efeitos positivos sobre a massa de plantas são divergentes na literatura. Zago *et al.* (2018) observaram um aumento significativo de 35,03% na massa de parte aérea seca de plantas submetidas aos tratamentos de reinoculação em relação ao tratamento onde as plantas não foram reinoculadas. Em concordância, houve aumento de 31,96% desta mesma variável neste trabalho. Em contrapartida Moretti *et*

al. (2018) encontraram valores diferentes aos encontrados, sendo que não alcançou aumento nos valores de biomassa vegetal.

Outro efeito já reportado da reinoculação é o aumento do nitrogênio na parte aérea das plantas. Zago *et al.* (2018) apresentaram em seu trabalho um aumento de nitrogênio na parte aérea de cerca de 17,69%. No mesmo ano, Moretti *et al.* (2018) também demonstraram em seu experimento realizado nas safras 2014/15 e 2015/16 um aumento significativo no nitrogênio nas folhas das plantas de 14,88% na safra 2014/15 e de 17,52% na safra 2015/16. Com isto pode-se observar que os valores de aumento no nitrogênio da parte aérea deste trabalho foram superiores aos demais trabalhos já realizados, com um aumento de 35,29% de nitrogênio nas plantas que foram reinoculadas.

Um aspecto importante é o provável efeito do N na parte aérea sobre a deposição desse nutriente no solo. A parte aérea, quando decomposta, irá liberar nitrogênio e possivelmente melhorar a fertilidade do solo. Sendo assim, a prática da reinoculação tende a auxiliar no aumento do nitrogênio não somente durante o ciclo produtivo da cultura, mas também após o seu fim, através da decomposição dos restos culturais, deixando o nitrogênio que foi acumulado na parte aérea disponível para culturas sucessoras à soja. Mascarenhas *et al.* (2011) dizem que há a possibilidade de diminuir ou até mesmo não utilizar adubação mineral nitrogenada no cultivo de culturas sucessoras a soja, trazendo redução de custos para o produtor e conseqüentemente a preservação ambiental, através da não utilização da adubação mineral.

Ainda em relação aos efeitos residuais, Hungria (2001) relata que com a fixação de grandes taxas de nitrogênio atmosférico, a soja tende a auxiliar no aumento da nutrição do solo, a partir da decomposição de seus restos culturais, liberando principalmente o nitrogênio no solo e favorecendo as culturas sucessoras como trigo, demonstrando um aumento de 20,75% no rendimento do trigo, quando a soja recebeu inoculação.

Simon (2009), ao desenvolver seu trabalho relacionado à liberação do nitrogênio no solo pela soja, observou que após 14 dias de decomposição dos resíduos houve liberação de cerca de 23,7 kg de N ha⁻¹. Ao final das avaliações, constatou-se que a soja liberou aproximadamente 38 kg de N ha⁻¹, favorecendo assim a implantação de culturas exigentes em nitrogênio em sucessão. O autor também

afirma que o trigo se desenvolve melhor quando cultivado após resíduos de soja por conta da liberação de N, diferente de quando o trigo é cultivado após gramíneas, onde seu desenvolvimento é menos vigoroso.

Em relação ao estágio fenológico, Zago *et al.* (2018) encontraram resultados positivos para aumento de nódulos com a reinoculação no estágio fenológico V4. Moretti *et al.* (2018) também encontraram resultados no aumento da nodulação no estágio fenológico V4. Em contrapartida no presente trabalho o estágio fenológico VC foi o que mais apresentou resultados positivos para as variáveis analisadas.

5 CONCLUSÃO

A reinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja em VC aumenta o número de nódulos, nódulos viáveis, massa de parte aérea e também o nitrogênio na parte aérea das plantas. Mesmo não havendo resultados positivos sobre a produtividade, deve-se fomentar a utilização desta prática uma vez que ela pode trazer resultados positivos com potencial de melhorar a fertilidade do solo e o desenvolvimento de culturas sucessoras de inverno.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Solon C. Nitrogênio na soja: uma estratégia vitoriosa. **AgroANALYSIS**, v. 42, n. 9, p. 22-23, 2022.
- CÂMARA Gil Miguel de Sousa. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. **Visão agrícola**, Piracicaba, SP, v. 3, n.5, p.63-66, jan./jun., 2006.
- CARRAO-PANIZZI, Mercedes Concórdia. Valor nutritivo da soja e potencial de utilização na dieta brasileira. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1988.
- COLUSSI, Joana *et al.* O agronegócio da soja: Uma análise da rentabilidade do cultivo da soja no Brasil. **Revista ESPACIOS**. v. 37, n.16, p. 23, 2016.
- CONAB - Safra 2022/23: Produção de grãos pode chegar a 308 milhões de t impulsionada pela boa rentabilidade de milho, soja e algodão, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4731-safra-2022-23-producao-de-graos-pode-chegar-a-308-milhoes-de-toneladas-impulsionada-pela-bou-rentabilidade-de-milho-soja-e-algodao>. Acesso em: 04/08/2023.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> Acesso em: 04/08/2023.
- FREITAS, Márcio. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, 2011.
- FUSTEC, Joëlle *et al.* Rizodeposição de nitrogênio em leguminosas. Uma revisão. **Agronomia para o desenvolvimento sustentável**, v. 30, p. 57-66, 2010.
- HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES Iêda Carvalho. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. 2001.
- HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, Iêda Carvalho. A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: Componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. 1. ed. Londrina, Embrapa Soja, 2007. 80p.
- HUNGRIA, Mariangela. *et al.* Inoculum rate effects on the soybean symbiosis in new or old fields under tropical conditions. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 3, p. 1-7, 2017.
- LOURENCO, Amanda Cristina Elias. **Reinoculação de rizóbio em diferentes estádios de crescimento do feijoeiro**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO, 2021.

MASCARENHAS Hipólito A.A. *et al.* Nitrogênio residual da soja na produtividade de gramíneas e do algodão. **Nucleus**, v. 8, n. 2, 2011.

MELO, Diego Henrique Gomes de. **Mercado da soja no Brasil: cenários e perspectivas**. 2019. Dissertação (mestrado) Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Departamento de Economia, Brasília, 2019.

MORETTI, Luiz Gustavo e cols. Inoculação adicional pode aumentar a nodulação da soja e a produtividade de grãos? **Revista de Agronomia**, v. 110, n. 2, pág. 715-721, 2018.

RODRIGUES, Eder Paulo; RIBEIRO, Kátia Daniela; SILVA, Adriano Alves da. Reinoculação foliar de soja em área de sequeiro do centro-oeste de Minas Gerais. **Acta Biológica Catarinense**, v. 8, n. 1, p. 51-61, 2021.

SIMON, Jucieli. **Culturas bioenergéticas: Produção de biomassa, decomposição e liberação de nitrogênio dos resíduos culturais**. 2009. Dissertação de mestrado Universidade Federal de Santa Maria, Programa de pós-graduação em ciências do solo, Santa Maria, 2009.

TEDESCO, Marino José. *et al.* Análises de Solo, Plantas e Outros Minerais. Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. n.5, ed.2, 1995, 174p.

TEJO, Débora Perdigão; FERNANDES, Carlos Henrique dos Santos; BURATTO, Juliana Sawada. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletr FAEF**, v. 35, n. 1, p. 1-9, Jun, 2019.

WARDLE, David Albert; GREENFIELD, Laurence. Liberação de nitrogênio mineral de nódulos radiculares de plantas. **Biologia e Bioquímica do Solo**, v. 23, n. 9, pág. 827-832, 1991.

ZAGO, Lucas Francesquini *et al.* Inoculação de diferentes doses de *Bradyrhizobium* por cobertura e seu efeito na cultura da soja. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama**, v. 21, n. 2, p. 65-69, Abr – Jun, 2018.

ZILLI, Jerri Édson *et al.* Inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura alternativamente à inoculação de sementes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1875-1881, 2010.

ANEXOS

Anexo A – Resultado da análise de variância para número total de nódulos presentes nas raízes da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitiba – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	768,033	256,011	2,762	0,078
Repetição	5	564,480	112,896	1,218	0,348
Erro	15	1390,546	92,703		
Total corrigido	23	2723,060			
CV (%)	26,27				
Média geral:	36,65	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo B – Resultado da análise de variância para número de nódulos > 2 mm presentes nas raízes da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitiba – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	158,433	52,811	1,898	0,173
Repetição	5	254,273	50,854	1,828	0,167
Erro	15	417,286	27,819		
Total corrigido	23	829,993			
CV (%)	24,63				
Média geral:	21,41	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo C – Resultado da análise de variância para número de nódulos viáveis > 2 mm presentes nas raízes da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibanos – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	242,085	80,695	3,253	0,051
Repetição	5	242,228	48,445	1,953	0,144
Erro	15	372,125	24,808		
Total corrigido	23	856,438			
CV (%)	25,86				
Média geral:	19,25	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL**: graus de liberdade; **SQ**: soma de quadrados; **QM**: quadrado médio; **Fc**: valor de f calculado; **Pr>Fc**: p valor; **CV**: coeficiente de variação.

Anexo D – Resultado da análise de variância para massa de nódulos frescos da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibanos – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0,0005	0,0001	0,067	0,976
Repetição	5	0,107	0,021	8,048	0,0007
Erro	15	0,040	0,002		
Total corrigido	23	0,148			
CV (%)	27,07				
Média geral:	0,19	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL**: graus de liberdade; **SQ**: soma de quadrados; **QM**: quadrado médio; **Fc**: valor de f calculado; **Pr>Fc**: p valor; **CV**: coeficiente de variação.

Anexo E – Resultado da análise de variância para massa de nódulos secos da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibaanos – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0,001	0,0005	1,815	0,187
Repetição	5	0,008	0,0016	5,778	0,003
Erro	15	0,004	0,0002		
Total corrigido	23	0,014			
CV (%)	25,28				
Média geral:	0,06	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo F – Resultado da análise de variância para massa de parte aérea fresca da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibaanos – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	37,219	12,406	1,807	0,189
Repetição	5	155,273	31,054	4,524	0,010
Erro	15	102,975	6,865		
Total corrigido	23	295,468			
CV (%)	16,95				
Média geral:	15,455	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo G – Resultado da análise de variância para massa de parte aérea seca da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibaanos – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	2,535	0,845	2,662	0,085
Repetição	5	6,409	1,281	4,037	0,016
Erro	15	4,762	0,317		
Total corrigido	23	13,706			
CV (%)	17,56				
Média geral:	3,20			Número de observações: 24	

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo H – Resultado da análise de variância para massa de raízes fresca da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibaanos – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0,795	0,265	1,384	0,286
Repetição	5	3,941	0,788	4,113	0,014
Erro	15	2,874	0,191		
Total corrigido	23	7,611			
CV (%)	16,24				
Média geral:	2,69			Número de observações: 24	

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo I – Resultado da análise de variância para massa de raízes secas da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitiba – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0,116	0,038	2,269	0,122
Repetição	5	0,347	0,069	4,050	0,015
Erro	15	0,257	0,017		
Total corrigido	23	0,720			
CV (%)	15,89				
Média geral:	0,82	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo J – Resultado da análise de variância para gramas de nitrogênio por kg de parte aérea da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitiba – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	68,712	22,904	1,930	0,168
Repetição	5	87,009	17,401	1,466	0,258
Erro	15	178,030	11,868		
Total corrigido	23	333,752			
CV (%)	4,94				
Média geral:	69,77	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo K – Resultado da análise de variância para porcentagem de nitrogênio na parte aérea da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibaanos – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0,687	0,229	1,930	0,168
Repetição	5	0,870	0,174	1,466	0,258
Erro	15	1,780	0,118		
Total corrigido	23	3,337			
CV (%)	4,94				
Média geral:	6,97			Número de observações: 24	

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo L – Resultado da análise de variância para porcentagem de proteína na parte aérea da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitibaanos – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	51,548	7,182	1,930	0,168
Repetição	5	27,286	5,457	1,466	0,258
Erro	15	55,830	3,722		
Total corrigido	23	104,664			
CV (%)	4,94				
Média geral:	39,07			Número de observações: 24	

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Anexo M – Resultado da análise de variância para nitrogênio acumulado na parte aérea da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitiba – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0,015	0,005	2,522	0,097
Repetição	5	0,028	0,005	2,758	0,058
Erro	15	0,031	0,002		
Total corrigido	23	0,075			
CV (%)	20,61				
Média geral:	0,22	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL**: graus de liberdade; **SQ**: soma de quadrados; **QM**: quadrado médio; **Fc**: valor de f calculado; **Pr>Fc**: p valor; **CV**: coeficiente de variação.

Anexo N – Resultado da análise de variância para produtividade da soja submetida à reinoculação em diferentes estádios fenológicos em experimento conduzido no município de Curitiba – SC na safra 2022/2023.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	881768,815	293922,938	0,667	0,585
Repetição	5	4474585,925	894917,185	2,030	0,132
Erro	15	6613534,885	440902,325		
Total	23	11969889,625			
corrigido					
CV (%)	13,19				
Média geral:	5032,72	Número de observações: 24			

FV: fonte de variação; **GL**: graus de liberdade; **SQ**: soma de quadrados; **QM**: quadrado médio; **Fc**: valor de f calculado; **Pr>Fc**: p valor; **CV**: coeficiente de variação.