

## CO-INOCULAÇÃO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA

Andre Alberton\*, Graciela Maiara Dalastra\*\*, Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho\*\*\*; Max Sander Souto\*\*\*\*; Franke Januário\*\*\*\*\*; Priscilla Guedes Gambale\*\*\*\*\*

\* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: andrealberton42@gmail.com.

\*\* Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

\*\*\* Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

\*\*\*\* Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: max\_souto@hotmail.com.

\*\*\*\*\* Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Assis Gurgacz (FAG). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: franksmi@hotmail.com.

\*\*\*\*\* Doutora em Ecologia de Ambientes aquáticos continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: priscillagambale@gmail.com.

### INFORMAÇÕES

#### Histórico de submissão:

Recebido em: 24 fev. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

### RESUMO

O nitrogênio é o nutriente utilizado em maior quantidade pela cultura da soja. A coinoculação de sementes no momento da semeadura utilizando bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* é uma prática que vem sendo difundida, apresentando ótimos resultados suprindo a necessidade desse nutriente, porém, algumas dúvidas surgem em relação a influência da aplicação de nitrogênio na forma mineral na produtividade dessa leguminosa, neste sentido o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo da soja com a co-inoculação de sementes e a aplicação de ureia na fase reprodutiva da cultura. O trabalho foi realizado em uma propriedade rural na Linha São Francisco, interior da cidade de Medianeira PR, no ano agrícola 2021/22. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Os tratamentos foram: T1 - (sem inoculante); T2 - (sem inoculante, com aplicação em cobertura de N); T3 - (com inoculante); T4 - (com inoculante e com aplicação em cobertura de N), com 5 repetições. A dose padrão usada foi de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia (45% N). Aos 85 dias após a emergência foi avaliada a nodulação. Aos 120 dias foram aferidos os componentes de rendimento: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil sementes, e por fim obtendo a produtividade. Podemos concluir a importância da reinoculação em áreas já cultivadas pois os resultados mostram maior nodulação nos tratamentos coinoculados. Houve influência no peso de mil grãos onde os tratamentos com aplicação isolada de ureia e isolada de coinoculante expressaram resultado significativamente melhor que a testemunha, porém não influenciando a produtividade.

**Palavras-chave:** fixação biológica; mineral; *Glycine Max*.

### ABSTRACT

Nitrogen is the nutrient used in greatest quantity by soybean crops. Coinoculation of seeds at the time of sowing using bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* is a practice that has been widespread, presenting excellent results in meeting the need for this nutrient, however, some doubts arise regarding the influence of nitrogen in mineral form on production of this legume, in this sense the present work aimed to evaluate the productive performance of soybeans with the coinoculation of seeds and the application of urea in the reproductive phase of the crop. The work was carried out on a rural property on linha São Francisco, in the interior of the city of Medianeira PR, in the 2021/22 agricultural year. The experimental design was in randomized blocks. The treatments were: T1 - (without inoculant); T2 - (without inoculant, with N top dressing application); T3 - (with inoculant); T4 - (with inoculant and N top dressing), with 5 repetitions. The standard dose used was 30 kg ha<sup>-1</sup> of N in the form of urea (45% N). At 85 days after emergence, nodulation was evaluated. At 120 days, the yield components were measured: number of

Pods per plant, number of grains per pod, weight of a thousand seeds, and finally obtaining productivity. We can conclude the importance of re-inoculation in already cultivated areas as the results show greater nodulation in coinoculated treatments. There was an influence on the weight of a thousand grains where the treatments with isolated application of urea and isolated application of coinoculant expressed significantly better results than the control, but did not influence productivity.

**Keywords:** biological fixation; mineral; *Glycine Max*.

**Copyright** © 2024, Andre Alberton; Graciela Maiara Dalastra; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Max Sander Souto; Franke Januário; Priscilla Guedes Gambale. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Citação:** ALBERTON, Andre; DALASTRA, Graciela Maiara; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; SOUTO, Max Sander; JANUÁRIO, Franke; GAMBALÉ, Priscilla Guedes. Co-inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio em cobertura no desempenho produtivo da soja. *Iguazu Science*, São Miguel do Iguacu, v. 2, n. 3, p. 65-69, maio 2024.

## INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico mundial está exigindo cada vez mais o aumento na produção de alimentos para poder suprir as necessidades humanas. Desse modo, os países que possuem terras propícias ao cultivo de alimentos estão se destacando no mercado atual (MORAES, 2018).

O Brasil foi considerado o maior produtor de soja do mundo na safra 2020/2021 com uma área plantada de 38,502 milhões de hectares e uma produção total de 135,409 milhões de toneladas de acordo com EMBRAPA (2021). Sendo essa cultura de grande importância para a economia do país. De acordo com diversos pesquisadores a produção alcançada pelos produtores está muito abaixo do potencial genético da soja que pode alcançar 18 toneladas por hectare (TONATTO, 2020).

A produtividade não depende apenas do potencial genético, depende dos fatores climáticos, condição de solo, ataque de pragas, doenças, e condições nutricionais que acabam diminuindo a produtividade da cultura (VALE, 2017).

O nitrogênio (N) é o nutriente que a soja necessita em maior quantidade. Para Silva et al. (2011), a produção de uma tonelada do grão, são necessários proximadamente 80 kg de N. Deste, no momento da colheita são exportados aproximadamente 65% com o grão (DUARTE, 2007). A planta consegue esse nutriente por adubações nitrogenadas ou pelo processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) que é o modo mais viável para cultura, realizado por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (GUIMARÃES et al., 2021).

Segundo Santos et al. (2021) essas bactérias infectam o sistema radicular da planta formando nódulos, e através dessa associação a bactéria transforma nitrogênio da forma gasosa para a forma de amônio o qual é aproveitado pela planta. Se não houvesse essas bactérias simbióticas seria inviável a produção de soja pela quantidade de adubo nitrogenado que teria de ser aplicado para alcançar uma produção razoável.

A soja possui uma alta demanda no mundo inteiro principalmente por ser matéria prima para produção de óleo vegetal e farelo de soja, fonte de proteína utilizado na formulação de rações para diversos animais. Desse modo, busca-se aumentar a produtividade na mesma área sem precisar desmatar, sendo também importante que sua qualidade acompanhe esse aumento, principalmente o teor de proteína que esta diretamente ligada com o seu rendimento na ração. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da soja com a co-inoculação de sementes e a aplicação de nitrogênio na fase reprodutiva da cultura.

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma propriedade rural na Linha São Francisco, interior da cidade de Medianeira PR, compreendida pelas coordenadas geográficas 25°13'48,7"S e 54°06'11,0" O, no ano agrícola 2021/22. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2020), com teor de argila de 62,2%.

A camada inicial (0-20 cm) apresentou os seguintes valores de fertilidade: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,96; MO = 32,58 g dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,61 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>+2</sup> = 6,09 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>+2</sup> = 2,92 cmolc dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup> = 3,97; H+Al = 3,97 cmolc dm<sup>-3</sup>; P = 9,4 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 4,36 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 4,59 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 28,09 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 142,23 mg dm<sup>-3</sup> e com V = 70,79%.

Conforme a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfa – Clima Subtropical Úmido (Mesotérmico) Com média do mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes. Distribuindo-se pelo Norte, Centro, Oeste e Sudoeste do Estado, como também pelo vale do Rio Ribeira, com altitude média de 410 m. A precipitação média anual é superior a 1800 mm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Os tratamentos foram: T1 – (sem inoculante); T2 – (sem inoculante, com aplicação em cobertura de N); T3 – (com inoculante); T4 – (com inoculante e com aplicação em cobertura de N), todos

os tratamentos com 5 repetições. A dose padrão usada foi de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia (45% N).

As aplicações de N em cobertura foram feitas manualmente, a lanço, nas parcelas na fase fenológica reprodutiva R5. Cada parcela experimental foi composta por sete linhas de 8 metros, espaçadas entre si em 0,45 m. A área útil da parcela foi constituída pelas três linhas centrais descontando-se 0,50 m de cada extremidade da parcela, totalizando 9,45 m<sup>2</sup>. A adubação de fundo à sementeira, foi realizada com aproximadamente 273 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial 02-20-18 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O).

Foi utilizada a cultivar Monsoy 5947 IPRO, de hábito de crescimento indeterminado e porte ereto, com ciclo médio de 125 dias. Foram semeadas 9 sementes por metro linear almejando população final em torno de 170.000 plantas por hectare.

As sementes tratadas com Imidacloprid + Tiodicarbe 300 mL 100 kg<sup>-1</sup> (inseticida), Ipconazole + Tiram 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> (fungicida). A co-inoculação usada na dose de 100 mL para cada 50 kg de semente, compostos por 2 estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079) e *Bradyrhizobium elkanii* (SEMIA 5019) na concentração de 5 x 10<sup>9</sup> UFC mL<sup>-1</sup>, e a dose de 50 ml para cada 50 kg de semente da estirpe de *Azospirillum brasiliense* (cepas AbV5 e AbV6). Os tratamentos fitossanitários para o controle de pragas e doenças foram realizados conforme a necessidade da cultura.

Aos 85 dias após a emergência foram coletadas 5 plantas representativas de cada parcela para ser contabilizado a nodulação. Aos 120 dias ocorreu a maturação fisiológica das plantas então foram colhidos 5 metros lineares, contendo 35 plantas equivalendo a 2,25 m<sup>2</sup> de cada parcela dos tratamentos e aferido os componentes de rendimento: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de mil sementes (PMS), e por fim obtendo a produtividade.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, seguida de teste Tukey (P<0,05), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

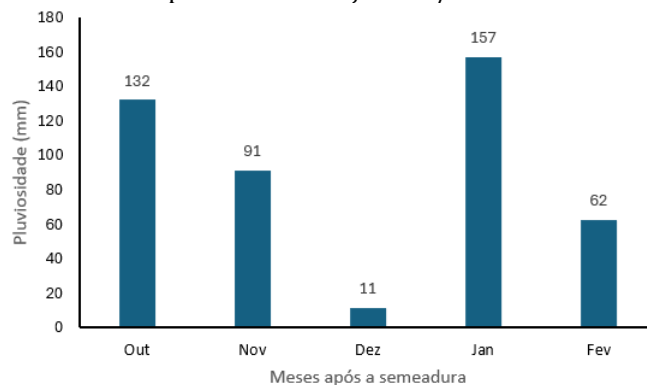
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi realizado a campo sob interferências bióticas e abióticas de um cultivo normal de soja da região, um fator determinante que teve grandes reflexos nos resultados quase comprometendo o experimento foi a ocorrência de uma estiagem no mês de Dezembro, na qual a cultura passou 30 dias sem precipitação, o regime pluviométrico durante o ciclo desse cultivo foi monitorado no local e é expressado na figura 1.

Os resultados obtidos nesse trabalho são demonstrados na Tabela 1 evidenciando se houve ou

não diferença estatística entre os tratamentos nas variáveis analisadas.

Figura 1. Regime pluviométrico durante a condução do experimento de soja 2021/2022.



Fonte: Autores (2022).

Tabela 1. Número de nodulos por planta (NOD), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de mil sementes (PMG) e produtividade (PROD), submetidas a co-inoculação de sementes e aplicação de N em cobertura na soja.

Tratamentos	NOD	NVP	NGV	PMG (g)	PROD (kg/ha <sup>-1</sup> )
T1*	21,80 b	25,92 a	2,64 a	104,00 b	918,00 a
T2	23,92 ab	26,40 a	2,63 a	116,00 a	1007,40 a
T3	27,04 ab	28,88 a	2,65 a	116,00 a	949,80 a
T4	30,08 a	31,04 a	2,67 a	112,00 ab	1036,80 a
CV (%)	15,17	17,72	2,65	5,59	13,4

\*T1 - (sem inoculante); T2 - (sem inoculante, com aplicação em cobertura de N); T3 - (com inoculante); T4 - (com inoculante e com aplicação em cobertura de N)

Fonte: Autores (2022).

A variável NOD (Número de nodulos por planta) apresentou diferença estatística, onde o tratamento 4 que as plantas foram coinoculados com aplicação em cobertura de N, apresentou a maior nodulação nas raízes, propiciando assim um potencial maior de fixação biológica de nitrogênio, evidenciando a importância de se realizar a inoculação de sementes mesmo em áreas onde já se usa essa prática em safras anteriores e reforçando a pesquisa de Guimarães et al. (2021), realizando vários experimentos distribuídos nas regiões produtoras de soja brasileiras em que constata um incremento médio de 4,5% na produtividade em áreas onde é realizada a co-inoculação de sementes.

A variável NVP (Número de vagens por planta) não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. O que se observa é um baixo número de vagens por planta relaciona diretamente pelo fator abiótico seca. Floss (2011) em seu livro Fisiologia das plantas cultivadas aponta que a abscisão de flores e frutos esta correlacionada com o aumento do fitohormônio Ácido

abscísico na planta, produzido em maior quantidade quando a planta passa por estresse, responsável pelo fechamento estomático reduzindo a taxa fotossintética economizando água, sendo uma forma de sobrevivência da planta.

Em relação a variável NGV (Número de grãos por vagem) não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Analisando a variável PMG (Peso de mil sementes) constatamos que a testemunha tratamento 1 diferiu estatisticamente sendo menor que dos tratamentos 2 (aplicação de uréia) e o 3 (co-inoculação de sementes). O que podemos frisar a importância da co-inoculação de sementes, pois se equipara a aplicação de uréia porém sendo aproximadamente 10 vezes mais barato, no experimento o custo da co-inoculação foi de 35,80 reais por ha e a uréia teve um custo de 320,00 reais por ha.

A variável PROD (Produtividade kg/ha) não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. O que se observa são valores baixos, consequência principalmente de uma estiagem que atingiu a região comprometendo a produtividade, pois a água é essencial para o desenvolvimento da cultura, constituindo cerca de 90% do peso da planta atuando nos processos fisiológicos e bioquímicos, servindo de solvente para que os nutrientes e outras substâncias se movam na planta, tendo função de termorregulação, tendo uma necessidade de 7 a 8 mm/dia na fase reprodutiva (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

Segundo Bulegon et al. (2016), realizado um estudo com bactérias diazotróficas *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*, a planta de soja apresentou um potencial de crescimento vegetal, onde observou em seu estudo um resultado positivo em altura e massa seca satisfatórios, isto porque essas bactérias são capazes de fazer uma ótima fixação biológica de nitrogênio.

## CONCLUSÕES

Houve influência no peso de mil grãos onde os tratamentos com aplicação isolada de uréia T2 e isolada de co-inoculante T3, expressaram resultado significativamente, porém não influenciou na produtividade final.

## REFERÊNCIAS

- BULEGON, L.G.; RAMPIM, L.; KLEIN, J.; KESTRING, D.; GUIMARÃES, V.F.; BATTISTUS, A.G.; INAGAKI, A.M. 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.
- DUARTE, A.P.; CANTARELLA, H. Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha. In: Seminário nacional do milho safrinha: rumo a estabilidade, 2007, p. 44-61.
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em Números (safra 20/21)** Disponível em : <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> . Acesso em 15 de outubro de 2021.
- FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está atrás do que se vê**. 3.ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011.
- GUIMARÃES, V.F.; KLEIN, J.; KLEIN, D.K. Promoção de crescimento e solubilização de fosfato na cultura da soja: co-inoculação de sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e *Pseudomonas fluorescens*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e366101120078-e366101120078, 2021.
- MORAIS, A.F. **Estimativas de crescimento da demanda de mão de obra agropecuária no Brasil em 2030 diante da expansão do consumo de alimentos: uma análise via modelo de equilíbrio geral computável**. 2018. 170 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro Sócio-Econômico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SANTOS, A.F.; CORRÊA, B.O.; KLEIN, J.; BONO, J.A.M.; PEREIRA, L.P.; GUIMARÃES, V.F.; FERREIRA, M.B. Biometria e estado nutricional da cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) sob inoculação com *Bacillus subtilis* e *B. megaterium*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e53410515270-e53410515270, 2021.
- TONATTO, M. **Potencial de rendimento de cultivares modernas de soja na região sudoeste do Paraná**. 2020. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

**VALE, N.K.A. Trajetória da produtividade da soja em função da variabilidade das chuvas no estado de Goiás.** 2017. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.



