

### Formas de inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Cassiano Spaziani Pereira<sup>1\*</sup>, Gabriel da Silva Feitoza de Paulo<sup>2</sup>, Ivan Vilela Andrade Fiorini<sup>3</sup>, Helcio Duarte Pereira<sup>4</sup>, Adriano Alves Silva<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> ICAA- Instituto de Ciências Agrônomicas e Ambientais, UFMT, CEP, Sinop, Brasil.

<sup>5</sup> Professor Titular do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG

\*E-mail: [ivanvaf@yahoo.com.br](mailto:ivanvaf@yahoo.com.br)

Recebido em:06/10/2021  
 Aceito em:02/09/2022

#### RESUMO

Uma das principais práticas agrícolas é a de inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio, principalmente nas leguminosas. Após a inoculação das bactérias na semente, realiza-se a semeadura do feijão, com as bactérias se alojando no sistema radicular da planta. Por meio de várias reações químicas, começam a transformar o N<sub>2</sub> atmosférico em NH<sub>3</sub>, para ser assimilado pela planta. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo e a coloração de folhas de plantas de feijoeiro sob diversas formas de inoculação de *Rhizobium tropici*. Os tratamentos foram: testemunha (sem adubação nitrogenada); adubação 100 kg ha<sup>-1</sup> Nitrogênio; Inoculante no solo + Inoculante Foliar; Inoculante na semente; Inoculante dentro da semente; Inoculante dentro da semente + Inoculante Foliar; Inoculante no solo e Inoculante Foliar. No estágio fenológico V2 avaliou-se a emergência de plântulas, em R5 avaliou-se o índice de clorofila (ClorofiloG<sup>®</sup>) e as características fitotécnicas: altura de plantas; diâmetro do caule; número de folhas; área foliar; matéria seca da parte aérea e da raiz. Verificou-se que as formas de inoculação de *Rhizobium Tropici* não influenciaram no número de folhas, índice de área foliar e matéria seca da raiz do feijoeiro. A inoculação de *Rhizobium Tropici* dentro da semente prejudicou a emergência de plântulas de feijão, porém resultou em maior acúmulo de matéria seca na parte aérea da planta. O não fornecimento de nitrogênio para o tratamento testemunha gerou deficiência nutricional, que resultou em menor crescimento do feijoeiro. O índice de clorofila no feijoeiro foi maior com a adubação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, porém o diâmetro do caule foi maior nos tratamentos com inoculação no solo, dentro da semente, foliar e dentro da semente + foliar. As formas de inoculação de *Rhizobium tropici* em feijão não influenciam no número de folhas, índice de área foliar e matéria seca radicular do feijoeiro. A inoculação dentro da semente de feijão prejudica a emergência de plantas, mas resulta em melhor acúmulo de matéria seca da parte aérea. O não fornecimento de nitrogênio (adubação nitrogenada) resulta em menor crescimento da planta de feijoeiro.

**Palavras-chave:** Feijoeiro, adubação nitrogenada, inoculação e fixação biológica.

#### 1 Introdução

Para a safra 2020/21, a CONAB [1] estima uma produção de 3,1 milhões de toneladas em 2,9 milhões de hectares, considerando as três safras da cultura do feijão que ocorrem no país, representando uma queda de 3,7% em relação ao estimado para a safra 2019/20.

Segundo Gonzaga [2], para o feijoeiro expressar seu potencial produtivo, as plantas devem apresentar um vigoroso crescimento vegetativo, e para que isso aconteça é essencial que haja disponibilidade de nitrogênio (N), por ser o elemento requerido em maior quantidade pelo feijoeiro e responsável por

estimular o crescimento vegetativo da planta, sendo indispensável na formação de aminoácidos e proteínas.

O processo industrial que transforma o N<sub>2</sub> atmosférico em amônia (NH<sub>3</sub>) requer: hidrogênio, que é derivado do gás de petróleo; catalisador contendo ferro; altas temperaturas de 300 a 600°C; e altas pressões de 200 a 800 atm., gerando um gasto energético de seis barris de petróleo por tonelada de amônia sintetizada, tornando o fertilizante nitrogenado um insumo de alto custo [3].

O feijoeiro pertence à família das leguminosas, e por isso apresenta a capacidade de fazer uma associação simbiótica com bactérias fixadoras de N do gênero *Rhizobium* (também

denominados rizóbios). Essas bactérias fazem o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) na planta do feijão, reduzindo o  $N_2$  atmosférico a  $NH_3$  para ser assimilado pela planta. Dentre várias tecnologias que estão disponíveis para produzir feijão, a utilização de bactérias fixadoras de N vem sendo uma prática muito adotada pelos produtores [4].

O feijoeiro tem a capacidade de se associar naturalmente aos rizóbios e realizar a FBN, o que garante uma parte do nitrogênio necessário para o desenvolvimento da planta. No entanto, os rizóbios nativos nem sempre se encontram em quantidade suficiente no solo, e também não possuem uma eficiência garantida. Por isso, há necessidade do fornecimento de rizóbios eficientes para realizar a prática de inoculação de sementes [5].

Cardoso et al. [6] citam que os rizóbios nativos no solo nem sempre vão estar em quantidade suficiente, e assim, não garantem eficiência simbiótica para fixar todo o N necessário para o bom desenvolvimento das plantas. Devido a busca por aumento de produtividade, torna-se necessário o fornecimento de quantidades suficientes, e de forma eficiente, de rizóbios que garantam a fixação de N em quantidade capaz de proporcionar à cultura alta produtividade.

A inoculação é o processo em que as bactérias fixadoras de nitrogênio, são colocadas em contato com as sementes antes da semeadura. Segundo Vieira et al. [7] a inoculação pode ser feita no solo via sulco de plantio ou diretamente no revestimento da semente, sendo mais comum a inoculação direta na semente. Existem outras formas de inoculação, como a inoculação em pós-emergência e a co-inoculação [8].

Além da inoculação na superfície da semente e inoculação via solo, outras formas de inoculação também podem ser feitas, como a inoculação em pós-emergência, via pulverização foliar, que geralmente é feita como uma forma complementar quando não se obtém boas quantidades de nódulos formados pela inoculação na semente ou no solo [9].

Solos com elevados níveis de N tendem a limitar ou inibir a nodulação e a eficiência da FBN, portanto, em solos com bastante disponibilidade de N, há pouca contribuição da FBN para a planta, necessitando assim de um manejo ideal da adubação nitrogenada para conseguir resultados satisfatórios com a FBN [7].

Araújo et al. [10] investigando a eficiência da inoculação via sementes na cultivar de feijão carioca constataram que o aumento da dose de inoculante, mesmo na presença de tratamento com fungicidas na semente, não resultou em ganhos de produtividade ou eficiência de fixação. Tais autores verificaram que a produtividade de grãos e a quantidade de N fixado pela

cultura com a inoculação não diferiu da aplicação de N mineral na dose de 45 kg ha<sup>-1</sup>.

Nesse contexto, é evidenciada a importância da prática agrícola de inoculação na cultura do feijão, visando-se obter um manejo sustentável, com incrementos na produtividade da cultura, conseguindo ainda uma redução de gastos com fertilizantes nitrogenados. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo de plantas de feijão submetidas a diversas formas de inoculação.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no viveiro da Universidade Federal de Mato Grosso campus de Sinop-MT (UFMT/Sinop-MT), localizado nas coordenadas geográficas: latitude - 11°51'49.6" e longitude -55°29'6.9". O viveiro possui um telado coberto com plástico transparente de 150 micras e entorno cercado por sombrite 50%, permitindo assim a entrada de ar e luz no ambiente. Segundo KÖPPEN, o clima da região é classificado como Am, possuindo duas estações definidas, uma seca e uma chuvosa. A precipitação média anual é de 2200 mm, com temperatura média de 25°C e umidade relativa média do ar de 66%.

Foi utilizado solo do subsolo de uma mata (Latosolo Vermelho Amarelo distrófico - LVAd), próximo ao campus da UFMT/Sinop para preenchimento dos vasos. Uma amostra de 500g de solo foi coletada e levada ao laboratório Agroanálise, um laboratório particular de Sinop credenciado pela Embrapa Agrossilvopastoril para realização de análises de solo. Realizaram-se análises físicas, físico-químicas e químicas do solo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados da análise do solo coletado da camada 0-10 cm, na área de mata da UFMT/Sinop-MT.

| pH     | MO                 | P                             | K     | Ca    | Mg    | Al    | H+Al  | V%    |
|--------|--------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | g.dm <sup>-3</sup> | -----mg.dm <sup>-3</sup> ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | %     |
| 4,47   | 21,84              | 1,09                          | 10,00 | 0,39  | 0,07  | 0,15  | 2,80  | 14,63 |
| Areia  | Silte              | Argila                        | Zn    | Cu    | Fe    | Mn    | B     | S     |
| -----% | -----              | -----                         | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 31,1   | 17,9               | 51,0                          | 0,43  | 0,61  | 150,0 | 2,96  | 0,30  | 20,55 |

Após a coleta, o solo foi peneirado por uma peneira com furos de 5 mm, até atingir um volume de 256 dm<sup>3</sup> de solo. Posteriormente, todo o volume de solo foi ensacado em sacos de pano, e autoclavado para esterilizar o solo antes do início do

experimento, esterilizando o solo de fungos existentes e até mesmo de estirpes nativas de rizóbios que poderiam competir com as estirpes inoculadas e de maior eficiência de fixação de N.

O procedimento de auto-clavagem do solo começou colocando-se água destilada no interior da autoclave no volume de 40L, volume necessário para realizar o procedimento. Depois foram adicionados os sacos com solo dentro da autoclave e realizou-se a esterilização pelo calor úmido por 50 minutos em vapor fluente. O procedimento foi realizado três vezes com intervalos de 24h entre as operações, tempo necessário para o resfriamento da autoclave à temperatura ambiente. Castilhos [11] também realizou esse procedimento de esterilização em seu experimento, com duração de 1h por três vezes consecutivas em intervalos de 24h. Mediante interpretação dos resultados da análise de solo foram feitos os cálculos de calagem e adubação e transformados para o volume de solo utilizado no experimento (Tabela 3).

**TABELA 3.** Resultados dos cálculos de soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), necessidade de calagem (NC) e da quantidade dos fertilizantes Ureia, superfosfato simples (SFS) e cloreto de Potássio (KCl).

| SB                                | t    | T    | V%    | NC                              | Ureia                          | SFS | KCl |
|-----------------------------------|------|------|-------|---------------------------------|--------------------------------|-----|-----|
| -----cmolc.dm <sup>-3</sup> ----- |      |      | %     | t.ha <sup>-1</sup>              | -----kg.ha <sup>-1</sup> ----- |     |     |
| 0,48                              | 0,63 | 3,28 | 14,63 | 1,81                            | 222                            | 600 | 200 |
|                                   |      |      |       | -----g.vaso <sup>-1</sup> ----- |                                |     |     |
|                                   |      |      |       | 7,25                            | 0,88                           | 2,4 | 0,8 |

O volume de 256 dm<sup>3</sup> de solo já autoclavado foi colocado sobre uma lona plástica para aplicação e incorporação de 232g de CaCO<sub>3</sub>. Após a calagem, o volume de solo foi distribuído em 32 vasos de 8 dm<sup>3</sup> cada. O feijoeiro é sensível à acidez do solo e bem responsivo à calagem, portanto, realizou-se a calagem para elevar a saturação por bases para 70%.

Todos os vasos foram adubados com fósforo e potássio antes da semeadura, com aplicação de 2,4g de superfosfato simples por vaso, o equivalente a 600 kg ha<sup>-1</sup> para atender a demanda de 120 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e 0,8g de cloreto de potássio por vaso, o equivalente a 200 kg ha<sup>-1</sup> para atender a demanda de 120 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram: Testemunha (T) sem nenhum tipo de adubação nitrogenada; Adubação Nitrogenada (AN); Aplicação de Inoculante no solo + Inoculação Foliar (So+Fo); Aplicação de Inoculante na semente (Se); Aplicação de Inoculante dentro da semente (DSe); Aplicação de

Inoculante dentro da semente + Inoculação Foliar (DSe+Fo); Aplicação de Inoculante no solo apenas (So) e Inoculação Foliar apenas (Fo).

A semeadura ocorreu no dia 12 de junho de 2019, sendo utilizadas 5 sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) por vaso, semeadas a 3 cm de profundidade. Posteriormente, quando as plantas atingiram o estágio fenológico V3, foi realizado o desbaste, deixando somente 2 plantas por vaso.

A preparação das sementes para a semeadura ocorreu de acordo com o tratamento (forma de inoculação), e para a inoculação nos tratamentos com inoculação “dentro das sementes” o inoculante foi aplicado na cavidade do hilo, dentro das sementes, com auxílio de uma seringa. Em todos os tratamentos citados foi utilizado o inoculante starfix® na dose de 500 mL ha<sup>-1</sup> contendo estirpes de *Rhizobium tropici* na concentração 1x10<sup>9</sup> ufc mL<sup>-1</sup>.

Durante a condução do experimento foram realizadas regas constantes, desde a semeadura até o último estágio fenológico vegetativo, de acordo com a necessidade hídrica do feijoeiro, na faixa de 400mm de água durante todo o ciclo, resultando em cerca de 5mm dia<sup>-1</sup> [2]. Assim, a quantidade de água por vaso foi de aproximadamente 500 mL.

Passados 7 dias da emergência do feijão foi feita uma adubação nitrogenada de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N no tratamento AN, aplicando 0,88g de ureia por vaso. Quando as plantas atingiram o estágio fenológico de V3 foram realizados os demais tratamentos. Aplicou-se inoculante no solo + inoculante via Foliar no tratamento So+Fo, e aplicou-se inoculante via foliar nos tratamentos DSe+Fo e Fo.

No estágio V4, em 16 de julho de 2019, ocorreu o ataque de vaquinha (*Diabrotica speciosa*), que foi controlada utilizando o inseticida comercial Trinca Caps®, composto por 250 g L<sup>-1</sup> de Lambda-Cialotrina, na dose de 80 mL ha<sup>-1</sup>. Logo, para o experimento em questão aplicou-se 1,34mL do inseticida diluído em 270 mL de água, sendo suficiente para aplicação em todos os vasos.

A emergência das plantas foi avaliada visualmente no estágio fenológico V2, obtendo-se valores em porcentagem. Os demais resultados foram avaliados durante o estágio fenológico R5, no início do florescimento das plantas. Neste estágio, avaliaram-se as características fitotécnicas das raízes e parte aérea do feijoeiro. As avaliações foram: altura de plantas, espessura do caule, número de folhas por planta, teor de clorofila das folhas, matéria seca da parte aérea da planta (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e índice de área foliar (IAF).

As avaliações de altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas por planta e teor de clorofila, foram realizadas



no viveiro. A altura de todas as plantas foi obtida com auxílio de uma trena graduada, medindo-se do solo até o meristema apical das plantas, com os resultados expressos em cm planta<sup>-1</sup>. O diâmetro de caule de todas as plantas, foi tomado a 5 cm de altura do solo com auxílio de um paquímetro, com os resultados expressos em mm planta<sup>-1</sup>. Após isso, foram contadas o número de folhas trifoliadas para se obter o número de folhas por planta. A análise do teor de clorofila das plantas foi feita com o auxílio do aparelho ClorofiLOG®, medindo-se no primeiro trifólio totalmente expandido de cada planta, obtendo-se resultados expressos em Índice de Clorofila Falker.

Após as medições realizadas no viveiro, as plantas foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel, e levadas para o laboratório do Viveiro Florestal da UFMT/Sinop para obtenção do IAF, que foi medido com o auxílio de um integrador de área foliar LICOR modelo LI-3010, obtendo-se resultados em cm<sup>2</sup>. Por fim, as amostras foliares foram recondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar forçado a 60°C, até atingirem o peso constante, para obtenção da massa seca da parte aérea.

O solo com as raízes das plantas foi retirado dos vasos e por lavagem em água corrente separou-se o solo das raízes. As raízes foram armazenadas separadamente em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar forçado por 96 horas a 65°C, obtendo-se a massa seca das raízes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, com o auxílio do programa estatístico SISVAR® [12]. As médias foram comparadas pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade.

### 3 Resultados e Discussão

Na análise de variância (Anova) houve diferenças significativas entre as médias dos tratamentos para as variáveis emergência de plantas, altura de planta, diâmetro do caule, matéria seca da parte aérea e teor de clorofila (Tabela 4). Para a emergência de plantas verificou-se que os tratamentos DSe e DSe+Fo atingiram valores inferiores aos demais tratamentos. Isso ocorreu provavelmente à forma de aplicação de inoculante dentro das sementes com auxílio de uma seringa, causando assim dano mecânico nas sementes. Por menor que seja o dano, é cumulativo, e é parte integral do dano total da plântula, podendo reduzir o poder germinativo e consequente emergência da plântula [13].

Para um bom desempenho no campo, bem como altos índices de germinação e emergência de planta é essencial que a semente tenha uma boa integridade física, visto que os danos mecânicos danificam drasticamente a qualidade das sementes [14]. Desta forma, a aplicação de inoculante internamente à semente precisa ser muito criteriosa e ainda necessita de mais estudos para ser feita de forma segura.

**Tabela 4.** Médias das variáveis emergência de plântulas, teor de clorofila, MSPA, altura e diâmetro de plantas de feijão sob diversas formas e modos de aplicação de inoculante ou adubação com nitrogênio.

|                 | Emergência (%) | Altura de plantas (cm) | Diâmetro (mm) | MSPA (g) | Teor de Clorofila |
|-----------------|----------------|------------------------|---------------|----------|-------------------|
| Testemunha      | 95,00 a        | 47,62 b                | 5,06 b        | 2,545 b  | 30,35 b           |
| N Mineral       | 90,00 a        | 62,00 a                | 4,75 b        | 3,372 b  | 45,63 a           |
| Solo            | 80,00 a        | 63,25 a                | 5,75 a        | 4,395 b  | 38,82 b           |
| Foliar          | 90,00 a        | 48,50 a                | 5,75 a        | 3,295 b  | 39,05 b           |
| Solo + Foliar   | 95,00 a        | 69,87 a                | 5,18 b        | 3,990 b  | 35,46 b           |
| Semente         | 85,00 a        | 69,62 a                | 5,31 b        | 3,572 b  | 34,97 b           |
| Dentro          | 35,00 b        | 87,12 a                | 6,12 a        | 6,440 a  | 35,37 b           |
| Dentro + Foliar | 30,00 b        | 77,62 a                | 5,81 a        | 5,625 a  | 36,73 b           |
| CV (%)          | 23,82          | 35,16                  | 8,45          | 29,66    | 9,75              |

\*As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

A altura de plantas para o tratamento testemunha atingiu valor significativamente inferior aos demais tratamentos. Com exceção do tratamento testemunha, em todos os outros tratamentos havia a presença de nitrogênio para as plantas, ou via fixação

biológica ou adubação química. Tais tratamentos apresentaram maior altura de planta e não diferiram entre si. Malavolta et al. [15] afirmam que a deficiência em nitrogênio reduz o crescimento da planta, pois o nitrogênio faz parte de sua estrutura como

componente de proteína, RNA, DNA, ATP, DADH, NADPH e clorofila que são essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta.

Para o diâmetro do caule verifica-se que os tratamentos So, Fo, DSe e DSe+Fo apresentaram as maiores médias. A eficiência de uso do nitrogênio pela planta, pode ser descrita como a capacidade da planta em produzir o máximo de biomassa de grãos, caules e folhas com o mínimo de nitrogênio, que pode ser disponibilizado no solo via fertilizantes ou via FBN [16]. Silva et al. [17] citam que o nitrogênio é um elemento químico essencial para desenvolvimento das plantas, e na sua ausência, variáveis como a altura, o diâmetro do caule e a área foliar das plantas são afetadas negativamente.

A MSPA dos tratamentos DSe e DSe+Fo foi superior aos demais tratamentos. Tal resultado indica uma maior eficiência da inoculação quando esta é feita dentro da semente. O nitrogênio é um elemento essencial para o incremento de fitomassa em plantas, principalmente em leguminosas [18]. O nitrogênio disponibilizado pelos rizóbios que foram inoculados dentro da semente, e dentro da semente mais aplicação foliar, proporcionou um maior acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas nesses tratamentos.

Para o teor de clorofila, observa-se que o tratamento AN, com aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, atingiu a maior concentração de clorofila, diferindo dos demais tratamentos. Soratto et al. [19] identificaram resultados que evidenciam uma relação linear entre disponibilidade de nitrogênio e teor de clorofila nas folhas. A adubação nitrogenada de 100 kg ha<sup>-1</sup> feita no tratamento AN pode ter fornecido mais nitrogênio para o feijoeiro em comparação aos demais tratamentos, visto o maior teor de clorofila foliar. Theago et al. [20] também obtiveram resultados semelhantes, em que o aumento das doses de nitrogênio favoreceram o aumento no teor de clorofila, ressaltando a associação do nutriente com o pigmento.

As formas de inoculação em feijão não diferiram para número de folhas, índice de área foliar e matéria seca da raiz (Tabela 5). Porém, vale ressaltar que para essas variáveis, os melhores resultados em números absolutos foram nos tratamentos com inoculação dentro da semente e dentro da semente + aplicação foliar. Sugerindo assim, que essa técnica de inoculação tem potencial para gerar bons resultados no feijoeiro.

Apesar de influenciar negativamente na emergência de plantas, os tratamentos com inoculação dentro da semente atingiram bom desempenho nas demais variáveis. Logo, tal técnica apresenta potencial para ser explorada, podendo-se estudar melhores formas de fazê-la de modo que danifique o mínimo possível à integridade da semente.

As formas mais comuns de inoculação, na semente e no solo, também obtiveram bom desempenho, comprovando a eficiência dessa forma de inoculação.

**Tabela 5.** Médias das variáveis número de folhas, IAF e MSR de plantas de feijão sob diversas formas e modos de aplicação de inoculante ou aplicação de nitrogênio

|                 | Nº Folhas | IAF (cm <sup>2</sup> ) | MSR (g) |
|-----------------|-----------|------------------------|---------|
| Testemunha      | 7,25 a    | 0,5126 a               | 2,205 a |
| N Mineral       | 6,75 a    | 0,4850 a               | 2,135 a |
| Solo            | 7,50 a    | 0,6216 a               | 3,010 a |
| Foliar          | 6,50 a    | 0,4872 a               | 2,507 a |
| Solo + Foliar   | 7,50 a    | 0,5702 a               | 2,365 a |
| Semente         | 7,25 a    | 0,5535 a               | 1,882 a |
| Dentro          | 9,50 a    | 0,6537 a               | 3,350 a |
| Dentro + Foliar | 8,00 a    | 0,5453 a               | 3,375 a |
| CV (%)          | 19,14     | 19,95                  | 31,50   |

\*As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

#### 4 Conclusões

As formas de inoculação de *Rhizobium tropici* em feijão não influenciam no número de folhas, IAF e MSR do feijoeiro.

A inoculação de *Rhizobium tropici* dentro da semente de feijão prejudica a emergência de plantas, mas resulta em melhor acúmulo de MSPA.

O não fornecimento de nitrogênio (adubação nitrogenada) resulta em menor crescimento da planta de feijoeiro.

#### FORMS OF INOCULATION OF NITROGEN FIXING BACTERIA IN COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

**Abstract:** One of the main agricultural practices is the inoculation of nitrogen-fixing bacteria, mainly in legumes. After inoculation of the bacteria in the seed, takes place the sowing of the seeds, the bacteria lodging at the plant root system. Through several chemical reactions, they start to convert the atmospheric N<sub>2</sub> into NH<sub>3</sub>, to be assimilated by the plant. Therefore, the objective of this work was to evaluate the vegetative growth and the color of common bean leaves under various forms of *Rhizobium tropici* inoculation. The treatments were: control (without any nitrogen fertilization); fertilization with 100 kg ha<sup>-1</sup> Nitrogen; Inoculant in the soil + Foliar inoculant; Inoculant in the seed; Inoculant inside the seed; Inoculant inside the seed + Foliar inoculant; Inoculant in

the soil and Foliar inoculant. At the V2 phenological stage the seedling emergence was evaluated; at the R5 the chlorophyll index (ClorofiloG®) and the vegetative characteristics were evaluated: plant height; stem diameter; number of leaves; leaf area; shoot and root dry matter. It was found that the ways of inoculation of *Rhizobium Tropici* did not significantly influence the number of leaves, leaf area index and root dry matter. The inoculation of *Rhizobium Tropici* inside the seed affected the emergence of bean seedlings, but resulted in a larger shoot dry matter accumulation. The lack of nitrogen supply for the control treatment generated nutritional deficiency, which resulted in lower bean growth. The chlorophyll index in beans was higher with fertilization of 100 kg.ha<sup>-1</sup> of nitrogen, but the stem diameter was greater in the treatments with inoculation in the soil, inside the seed, foliar and inside the seed + foliar. The ways of inoculation of *Rhizobium tropici* in common bean do not influence the number of leaves, leaf area and root dry matter. The inoculation inside the seeds of common bean damages the plant emergence, although it results in better shoot dry matter accumulation. The lack of nitrogen supply (nitrogen fertilization) results in lower common bean growth.

**Keywords:** Bean crop, nitrogen fertilization, inoculation and biological fixation.

### Referências

[1] CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v.5 – Safra 2020/21, segundo levantamento. Brasília, novembro 2020. 75p.

[2] GONZAGA, AC de O. Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Embrapa Arroz e Feijão-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**. Brasília, 2014. 247p.

[3] HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico**. Londrina, 2007. 80 p.

[4] DOMENICO, G. H.; PERES, D. M.; BORSOI, A.; RESENDE, J. D.; LIMA, P. R.; PASSOS, F. D. A. **Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de feijão inoculadas com *Rhizobium tropici***. Cascavel-PR: SEAGRO, 2019. 94p.

[5] ALCANTARA, R. M. C. M.; SILVA, F. R. S.; PIRES, L. L.; SILVA, T. H. C.; CARVALHO, T. B. S. Inoculante de extrato de nódulos como alternativa para inoculação de feijão-caupi. **Embrapa - Comunicado Técnico**. Teresina-PI, 2019. 9 p.

[6] CARDOSO, M. J. et al. Feijão-Caupi: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**. Brasília, 2017. 244p.

[7] VIEIRA, C.; JÚNIOR, J. P.; BORÉM, A. **Feijão**. 2 ed. Viçosa: E. UFV, 2008. 600p.

[8] RONSANI, A.L.; PINHEIRO, M.G.; PURIN, P. **Efeitos de diferentes formulações e técnicas de inoculação no crescimento da soja**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Ago. 2013. Florianópolis – SC.

[9] ZILLI, J. E.; MARSON, B. F.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. **Inoculação de *Bradyrhizobium* em soja por pulverização em cobertura**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.43, n.4, p.541-544, abr.2008.

[10] SILVA, E. M. In: Inoculante para feijão caupi: por que e como utilizar, 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/inoculante-para-feijao-caupi>. Acesso em: 15 dez. 2020.

[11] CASTILHOS, D. D.; VIDOR, C.; TEDESCO, M. J. Chemical and biological C<sup>6+</sup> reduction in soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, p. 509-514, 2001.

[12] FERREIRA, D. F. Sisvar: **A computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia. Vol. 35, n° 1, p. 1039-1042, 2011.

[13] SOUSA, D. C. **ANÁLISE DOS DANOS MECÂNICOS EM SEMENTES DE ALGUEIRO E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE**. 2006. 79p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.

[14] KRZYŻANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE**, Londrina: Embrapa Soja, 2004, p. 1324-1335.

[15] MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potáfos. 1997. 319p.

[16] FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa-MG: 2018. 570p.

[17] SILVA, P. C. C.; COUTO, J.L.; SANTOS, A.R. **Efeito dos Íons Amônio e Nitrato no Desenvolvimento do Girassol em Solução Nutritiva**. Revista da FZVA, Uruguaiana, v.17, n.1, p. 104-114. 2010.

[18] GIANELLO, C.; GIASSON, E. Fatores que afetam o rendimento das culturas e sistemas de cultivos. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre, UFRGS, p. 21-32, 2004.

[19] SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C. de; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.

[20] THEAGO, E. Q.; BUZZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; MEGDA, M. M.; & BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio influenciando teores de clorofila e produtividade do trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1826-1835, 2014.