

Adubação nitrogenada e inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijoeiro comum

Fábio Mendes da Silva¹; Augustinho Borsoi²; Bruna Rafaella Monari¹; Eduardo Vuicik¹;
Carlos Morreira³; Martios Ecco⁴

¹Graduando em Agronomia. Centro Universitário Assis Gurgacz. Cascavel – PR.

²Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia (UNIOESTE). Professor do Centro Universitário Assis Gurgacz

³Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia (UNESP). Professor do Centro Universitário Assis Gurgacz.

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia (UNIOESTE). Professor da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PR.

*edu-pro@hotmail.com

Resumo: O trabalho teve por objetivo avaliar diferentes doses de N associado à inoculação da bactéria *Rhizobium tropici* na cultura do feijoeiro comum e verificar se a mesma é suficiente para fornecimento de N à planta. O experimento foi conduzido em propriedade rural localizada no município de Enéas Marques – PR. Foi utilizado delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo T1: testemunha, sem inoculante e N apenas na semeadura; T2: N em semeadura e cobertura; T3: N em semeadura e inoculante; T4: N em semeadura, com inoculante e N em cobertura e T5: somente inoculante na semeadura. A cultivar utilizada foi a IPR quero-quero e o inoculante da marca comercial nitro 1000. Os parâmetros avaliados foram número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos, produtividade. A inoculação associada à adubação de semeadura se mostrou uma alternativa que pode substituir a adubação de cobertura do feijoeiro, representando uma produtividade de 3169,5 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; fertilizantes nitrogenados; fixação biológica de nitrogênio.

Nitrogen fertilization and inoculation with *Rhizobium tropici* in the culture of the common bean

Abstract: The purpose of the work was to evaluate different doses of n associated with the inoculation of the bacteria *Rhizobium Tropici* in the culture of the common bean and to verify that it is sufficient to supply n the plant. The experiment was conducted in the rural property located in the municipality of Enéas Marques-PR. Randomized blocks were used with five treatments and four repetitions, being T1: witness, without inoculation and N only in sowing; T2: N in sowing and covering; T3: N seeding and inoculating; T4: N in sowing, with inoculation and N in cover and T5: only inoculation in sowing. The cultivation used was the IPR quero-quero and the inoculant for the Nitro 1000 commercial brand. Were evaluated, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of a thousand grains, productivity. The inoculation associated with sowing fertilization has shown an alternative that can replace the fertilization of bean coverage, representing a productivity of 3169.5 kg ha⁻¹.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, nitrogen fertilizers, biological fixation of nitrogen.

Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*), está presente diariamente na mesa do povo brasileiros, sendo um alimento tradicional e uma notável fonte de proteínas (CABRAL *et al.*, 2011). Segundo (SALVADOR *et al.*, 2014) o consumo médio de feijão per capita chegou a 14,94 kg/hab/ano em 2012, demonstrando um significativo consumo do produto.

Grande parte da produção do feijão no Brasil está concentrada na agricultura familiar, que corresponde a 60% da produção nacional. Com isso o setor acaba não se especializando na cultura. Sendo que os maiores produtores cultivam a leguminosa como uma opção de curto prazo, e apenas quando o mercado mostra valores elevados, o que acaba ocasionando um

excesso de oferta perante a demanda, trazendo o preço do feijão para baixo (ELIAS; BACKES, 2012).

Segundo Silva e Wander (2013), o feijoeiro-comum é uma cultura que se diferencia das demais devido a capacidade de se produzir três safras no ano. Sendo a primeira denominada como safra das "águas" que tem seu plantio nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia e, também em Tocantins e Rondônia, sendo que seu ciclo se estende do mês de agosto a novembro. A segunda safra, chamada de safra da "seca" é cultivada nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e no Norte sendo em uma única época onde é consorciado com o milho. Sendo cultivada entre os meses de dezembro a abril. A terceira safra, ou safra irrigada, de inverno ou, simplesmente, 3ª safra, acontece com o feijão-comum cultivado entre os meses de abril a julho, no Centro-Sul do Brasil.

A média de produtividade do feijoeiro-comum no Brasil é relativamente baixa, sendo de 900 kg ha⁻¹, muito inferior ao potencial produtivo das cultivares que hoje temos disponíveis para cultivo. Esta baixa produtividade pode estar relacionada a diversos fatores, como solos pobres em fertilidade, baixa utilização de insumos e de tecnologias, como a inoculação da semente com bactérias fixadoras de nitrogênio (BERTOLDO *et al.*, 2015).

De acordo com Soratto *et al.* (2013) para que as cultivares possam expressar seu máximo potencial produtivo, a quantidade N (nitrogênio) fornecido a cultura deve ser balanceada, levando em consideração que o nutriente é o mais limitante e extraído pela planta e sua falta irá acarretar em diminuição da produtividade. Sendo que o método de fornecimento de N a cultura, mais usual, vem sendo feita no sulco de plantio, junto ao fosforo e ao potássio, e em cobertura.

A utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio é uma opção capaz de substituir integralmente ou pelo menos parcialmente a adubação nitrogenada em leguminosas, dando como benefício ao produtor a redução do custo de produção (KANEKO *et al.*, 2010). O feijão é uma leguminosa que tem capacidade de interagir com várias espécies de bactérias do grupo rizóbios, inoculadas ou nativas do solo (ZILLI *et al.*, 2011), dentre essas a *Rhizobium tropici*, (KINTSCHEV *et al.*, 2014). Ainda segundo os mesmos autores, a fixação biológica de nitrogênio se mostra cada vez mais promissora para a suplementação de N a planta. Tendo em vista a baixa eficiência dos adubos químicos, devido sua alta possibilidade de perda, sendo por volatilização, lixiviação ou desnitrificação.

Além de danos físicos ao solo pela entrada de máquinas para aplicação do produto e danos a cultura como amassamento de plantas. Sendo ainda uma matéria prima de valor

elevado, e de impacto ambientais tais como, acúmulo de nitrato (NO_3) em rios, córregos, lagos e a degradação da camada de ozônio pela volatilização de gases como (N_2O) (óxido nitroso) e (NO) (óxido nítrico) (KINTSCHEV *et al.*, 2014).

O trabalho teve por objetivo avaliar diferentes doses de N associado à inoculação da bactéria *Rhizobium tropici* na cultura do feijoeiro comum e verificar se a mesma é suficiente para fornecimento de N à planta.

Material e Métodos

O experimento foi implantado no dia 13/01/2018 em uma propriedade de 10 ha localizada no município de Enéas Marques – PR, latitude $25^\circ 57' 1.16''\text{S}$ e longitude $53^\circ 9' 40.52''\text{O}$, com altitude de 569 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico e clima classificado como subtropical úmido.

A semeadura foi realizada no dia 13/01/2018, por sistema de plantio convencional e a cultura teve um ciclo de 91 dias, sendo a data da colheita dia 18/04/2018. A área do experimento era cultivada com capim mombaça, sendo necessário o revolvimento do solo para se implantar a cultura do feijão.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em uma área total de 244 m^2 , sendo os seguintes tratamentos: T1: sem inoculante e N no momento da semeadura; T2: N no momento da semeadura e cobertura; T3: N no momento da semeadura e inoculante na semente sem N em cobertura; T4: com N no momento da semeadura e inoculante na semente, com N em cobertura e T5: apenas inoculante na semente.

Para os tratamentos com N na semeadura foi utilizado 10 kg ha^{-1} de N e os tratamentos que receberam N em cobertura (40 dias após a semeadura) foram aplicados 40 kg ha^{-1} de N.

O preparo do solo foi de modo convencional através de capina, plantio realizado com semeadora manual. A área foi dividida em blocos de 2,25 m de largura por 4 m de comprimento, com 5 tratamentos e cada tratamento foi submetido a 4 repetições. O espaçamento entre linhas utilizado da cultura foi de 0,45 m e o espaçamento entre blocos de 1 m. A semeadura foi realizada com 12 sementes por metro linear.

A cultivar utilizada foi a IPR quero-quero, cedida pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), com potencial produtivo de 4.400 kg ha^{-1} , tolerância moderada as principais doenças que atingem a cultura do feijão, porte ereto e ciclo médio, podendo ser colhida em cerca de 90 dias.

A inoculação da semente foi realizada com inoculante turfoso, na proporção de 200 g do *Rhizobium tropici* (marca comercial NITRO1000 FEIJÃO), para 300 ml de água, considerando 200 g para cada 25 kg de semente, a mistura foi realizada em uma embalagem plástica, no momento da semeadura, até chegar à homogeneidade das sementes.

Ambos os tratamentos receberam, no momento da semeadura, os nutrientes P (fosforo) e K (potássio) na mesma proporção sendo 75 kg ha⁻¹ e 25 kg ha⁻¹, respectivamente. O fornecimento dos nutrientes de semeadura NPK foram fornecidos através do formulado 04-30-10 a lanço, e a adubação de cobertura, realizada com ureia 45%, também a lanço.

O controle de plantas invasoras foi realizado através do método convencional de capina, sendo realizado no total 4 capinas, sendo pré-plantio, (V2) folhas primárias abertas, (V4) terceira folha trifoliolada, (R6) floração.

Para controle de pragas, realizou-se aplicação de inseticida no estágio de V3 (primeira folha trifoliada) e estágio R7 (formação de vagens), ambas as aplicações realizadas com pulverizador costal.

O controle de doenças foi realizado em duas aplicações focando principalmente na antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), sendo a primeira no estágio V3 e a segunda em R5 (pré-floração).

Os parâmetros avaliados foram número de vagens por planta e número de grãos por vagens, com a cultura em desenvolvimento, no estágio R8 (enchimento das vagens), realizando a coleta de 10 plantas para contagem do número de vagens e o número de grãos por vagens, avaliando 10 vagens de cada planta, sendo realizado em todas as repetições e seus respectivos tratamentos.

Também foi avaliado o peso de mil grãos, seguindo a metodologia da regra de análises de sementes – RAS (BRASIL, 2009), corrigindo a umidade para 13%, e pesado em uma sequência de 4 repetições, cada uma com 100 sementes, e então realizado a média.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste LSD de Fisher a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

Analisando os dados submetidos à análise da variância do teste de LSD a 5 % de significância, o peso de mil grãos obteve diferença significativa ($p < 0,05$) para a média dos

tratamentos, bem como número de vagens por planta, número de grãos por vagem, e produtividade (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise da variância para número de vagens por planta, número de grãos por vagens, massa de mil grãos e produtividade do feijão quero-quero, em relação à inoculação da semente com a bactéria *Rhizobium tropici* e adubação nitrogenada.

Fontes de variação	Valor de F			
	NVP	NGV	MMG	Produtividade
Bloco	0,363	0,745	0,384	0,465
Tratamento	3,062 *	4,273*	4,040*	5,96*
CV(%)	7,48	13,19	5,14	13,19
DMS	2,45	0,71	1,08	553,96

CV(%): coeficiente de variação. DMS: diferença mínima significativa. * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$).

No parâmetro de número de vagens por planta (Tabela 2), se obteve resultados semelhantes, sem diferença estatística entre o tratamento T1, testemunha, e tratamento T2 que recebeu adubação nitrogenada em semeadura e em cobertura, com 21,07 e 21,35 vagens por planta, respectivamente. Já o tratamento T3, que recebeu inoculação da semente e adubação nitrogenada pós semeadura, diferiu estatisticamente entre todos os tratamentos, com 23,47 vagens por planta. Tratamento T4, que foi administrado inoculação na semente, nitrogênio em pós semeadura e cobertura, e tratamento T5, onde foi utilizado apenas inoculação da semente, não diferiram entre si, obtendo resultados de 20,80 e 19,65 vagens por planta, respectivamente, diferindo sim dos demais tratamentos.

Número de grãos por vagem apresentou grande variação entre os tratamentos, sendo que o tratamento 01, neste caso a testemunha, que obteve o maior número de grãos por vagens (NGV) com 4,17, porém não diferindo do tratamento T2 e T4. O tratamento T5 apresentou menor valor de NGV com 2,92, não diferindo dos tratamentos T3 e T4. O NGV é uma variável vinculada à característica varietal do feijoeiro comum segundo Soratto *et al.* (2004). Apesar disso, a interação linhagem x ambiente significativa foi descrita para o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem em feijão crioulo por Zilio *et al.* (2011).

Tabela 2 - Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagens (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade do feijão quero-quero, em função da inoculação da semente com a bactéria *Rhizobium tropici*, e adubação nitrogenada. Enéas Marques/PR, 2018.

Tratamentos	NVP	NGV	MMG (gramas)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	21,07 ab	4,17 a	13,06 b	2871,4 a
T2	21,35 ab	3,75 ab	13,75 ab	2843,8 a

T3	23,47 a	3,22 bc	14,68 a	3169,5 a
T4	20,80 b	3,60 abc	14,18 a	2753,4 a
T5	19,65 b	2,92 c	13,06 b	1992,0 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade de erro.

Quando comparado massa de mil grãos, observasse que os tratamentos T2 (N na semeadura + cobertura), T3 (N e inoculante na semeadura + N em cobertura) e T4 (inoculante + N em semeadura) obtiveram maiores médias, com 13,75; 14,18 e 14,68 g, respectivamente. O tratamento sem N em cobertura e inoculante e somente com inoculante resultaram em menores massa de mil grãos. Porém outros autores como Bellever *et al.* (2009) não obtiveram resultados positivos em massa de grãos com inoculação.

Dentre os tratamentos o T5 (apenas inoculante) obteve diferença significativa na produtividade, com 1992 kg ha⁻¹, sendo 44,14% menor que a testemunha, que recebeu (N em semeadura), demonstrando que apenas a inoculação não supre a demanda requerida de N pela planta, porém a alta diferença em relação a testemunha, pode ter influência da baixa concentração da bactéria no solo, já que a cultivar antecessora não apresentava simbiose com esse gênero de bactérias. Moura *et al.* (2009) obteve resultados de tratamento apenas com inoculante semelhantes a testemunha.

O tratamento T3 (inoculante + N em semeadura) se sobressaiu sobre os demais, com 3169,5 kg ha⁻¹ sendo que a testemunha que recebeu apenas N em semeadura, obteve uma produção de 2817,4 kg ha⁻¹, por outro lado o tratamento T5 que recebeu apenas inoculação da semente apresentou uma produtividade de 1992,0 kg ha⁻¹, diferindo estaticamente dos demais tratamentos. Demonstrando que apesar da bactéria não suprir a quantidade total de N a planta, ela pode sim ser uma opção para substituir a adubação nitrogenada de cobertura.

Com a avaliação dos dados coletados a partir da realização do experimento, demonstrou-se que nas condições de estudo, apenas o inoculante não é capaz de suprir totalmente a demanda de N que a planta exige, tendo resultados insatisfatórios nos quesitos avaliados, sendo eles número de vagens por planta, número de grãos por vagens, massa de mil grãos e produtividade.

Conclusões

A inoculação da semente associado à adubação com N em semeadura (T3) demonstrou resultado satisfatório, sendo uma opção para substituição da adubação nitrogenada de cobertura do feijão, para as condições de estudo.

Apenas a inoculação demonstrou ser insuficiente para suprir a demanda de N que a cultura requer nas condições estudadas.

Referências

- BELLAVER, A.; FAGUNDES, R.S. Inoculação com *Rhizobium tropici* e uso do nitrogênio na base e por cobertura na cultura do feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 4, p. 1-10, 2009.
- BERTOLDO, J.G.; PELISSER, A.; SILVA, R.P.; FAVRETO, R.; OLIVEIRA, L.A. **Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de N-ureia**¹. Goiânia: 2015. 349p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- CABRAL, P.D.S.; SOARES, T.C.B.; LIMA, A.B.P.; ALVES, D.S.; NUNES, J.A. Diversidade genética de acessos de feijão comum por caracteres agronômicos. Fortaleza. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 898-905, 2011.
- ELIAS, H.T.; BACKES, R.L. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. CTSBF - Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão. Florianópolis, CTSBF, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, 2014.
- KANEKO, F.H.; ORIVALDO, A.R.F.; GITTI, D.C.; VALENTINI, M.; FERREIRA, J.P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 125-133, 2010.
- KINTSCHEV, M.R.; GOULART, A.C.P.; MERCANTE, F.M. Compatibilidade entre a inoculação de rizóbios e fungicidas aplicados em sementes de feijoeiro-comum. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 4, p. 338-346, 2014.
- MOURA, J.B; GUARESCHI, R.F; CORREIA, A.R; GAZOLLA, P.R; CABRAL, J.S.R. Produtividade do feijoeiro submetido à adubação nitrogenada e inoculação com *Rhizobium tropici*. **Global Science and Technology**, v. 2, n. 3, p. 66-71, 2009.
- SALVADOR, C.A. **Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária**. SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, DERAL - Departamento de Economia Rural. Curitiba: SEAB, 2014. 14p.
- SILVA, O.F.; WANDER, A.E. **O Feijão-Comum no Brasil Passado, Presente e Futuro**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Santo Antonio de Goiás: Embrapa, 2013.

SORATTO, R.P.; FERNANDES, A.M.; PILON, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, E. Épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro cultivado após milho solteiro ou consorciado com braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 48, n. 10, p. 1351-1359, 2013.

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

ZILIO, M.; COELHO, C.M.M.; SOUZA, C.A.; SANTOS, J.C.P.; MIQUELLUTI, D.J. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011.

ZILLI, J.E.; NETO, M.L.S.; JÚNIOR, I.F.; PERIN, L.; MELO, A.R. Resposta do feijão-caupi à inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas para a soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 739-742, 2011.