

Inoculação e aplicação de diferentes doses de nitrogénio na cultura do feijoeiro

Inoculation and application of different doses of nitrogen in bean crop

Ligiane A. Florentino, Kleso S. F. Junior, Mario V. P. Filho, Tayla Évellin de Oliveira, Flávia R. C. Souza e Adriano B. Silva

Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS. Rodovia MG 179, Km 0 - Campus Universitário, Alfenas - MG, 37130-000, Brasil
(*E-mail: ligiane.florentino@unifenas.br)
<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17001>

Recebido/received: 2017.01.03
Aceite/accepted: 2017.03.14

RESUMO

Este estudo teve como objectivo avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), quando submetida à inoculação e aplicação de fertilizante nitrogenado (N) à sementeira e/ou cobertura. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4 (N sementeira, N cobertura, N sementeira e cobertura e sem aplicação de N) × 2 (sem e com inoculação da estirpe CIAT 899^T), com três repetições. Aos 28 dias após a sementeira, todos os tratamentos receberam aplicação via foliar de molibdénio na dose de 80,0 g ha⁻¹. Nesse mesmo período, os tratamentos contendo N cobertura receberam aplicação de 40 kg ha⁻¹. Na época de floração foram avaliados os parâmetros de matéria seca da parte aérea (MSPA), teor de nitrogénio da parte aérea (TNPA), número de nódulos (NN) e matéria seca dos nódulos (MSN). Aos 120 dias (época da colheita), foram avaliados o número de vagens (NVP) e de grãos por planta (NGP) e produtividade de grãos (PG - kg ha⁻¹). A inoculação mostrou-se uma prática viável quando não foi utilizado nitrogénio mineral e o N foi utilizado somente na cobertura, sendo capaz de promover bom desenvolvimento vegetal e produtividade, no entanto, não equiparável à dose completa de N mineral.

Palavras-chave: fertilizante nitrogenado, leguminosa, simbiose, sustentabilidade.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the development and productivity of bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.), when submitted to the inoculation and application of nitrogen fertilizer (N) at sowing and/or top dressing (cover). The experimental design was in randomized blocks (RBD) in 4 (N sowing, N top dressing, N sowing and top dressing and without N application) × 2 (with and without inoculation of strain CIAT 899^T) factorial combination with three replications. At 28 days after sowing, all treatments received the foliar application of 80.0 g ha⁻¹ of molybdenum. In the same period, the treatments containing N top dressing received the application of 40 kg ha⁻¹. At flowering time, the parameters, dry matter of the aerial part (DMAP), shoot nitrogen content (TNPA), number (NN) and dry matter of nodules (MSN) were evaluated. After 120 days (harvest time) the following parameters were evaluated: number of pods (NVP) and grains per plant (NGP) and grain yield (PG - kg ha⁻¹). Inoculation proved to be a viable practice when it was not used mineral nitrogen. The use of inoculated seeds and also top dressing of nitrogen fertilization in cover promoted good development and productivity, however, not comparable to the full dose of mineral N.

Keywords: legume, nitrogen fertilizer, symbiosis, sustainability.

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta grande importância económica e social, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil, onde é cultivado, predominantemente por

pequenos produtores com baixo nível tecnológico. Além disso, constitui um dos principais componentes da dieta alimentar brasileira, sendo uma das mais importantes fontes de proteína vegetal, sobretudo para a população de baixo rendimento (Vieira, 2006).

O estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor de feijão, com estimativas de 540 mil toneladas no ano agrícola 2015/2016. A região Sul do estado é considerada a segunda maior produtora de feijão, o qual é cultivado durante todo o ano, evidenciando a relevância da cultura do feijoeiro para a região (CONAB, 2016).

Conforme observado para grande parte das leguminosas de importância agrícola, como a soja, amendoim, feijão-frade, o feijão comum também estabelece simbiose com estirpes de rizóbios, as quais realizam a fixação biológica do nitrogênio (FBN) e fornecem nitrogênio para o desenvolvimento da planta, contribuindo para a redução do uso de fertilizantes nitrogenados. Além disso, deve-se destacar também a importância da FBN em substituição à utilização desses fertilizantes para a mitigação de gases do efeito estufa, uma vez que o nitrogênio no solo, por meio de transformações bioquímicas, produz o óxido nitroso (N_2O), o qual apresenta um poder de aquecimento global cerca de 300 vezes maior que o CO_2 (Garcia *et al.*, 2013; Almeida *et al.*, 2015). Dessa forma, o processo de FBN contribui para a maior sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas (Moreira e Siqueira, 2006; Pereira *et al.*, 2012).

No entanto, tem-se verificado que a FBN no feijoeiro não apresenta eficiência suficiente para substituir totalmente a adubação nitrogenada (Brito *et al.*, 2011; Matoso e Kusdra, 2014), o que pode ser atribuído à promiscuidade dessa leguminosa, sendo capaz de estabelecer simbiose com diversas espécies de bactérias fixadoras de N_2 nativas do solo, limitando o efeito da inoculação com estirpes de rizóbios selecionadas presentes nos inoculantes (Ferreira *et al.*, 2009; Mulas *et al.*, 2011; Figueiredo *et al.*, 2016).

Além disso, as diferentes condições edafoclimáticas (Faghire *et al.*, 2011; Rufini *et al.*, 2011; Fonseca *et al.*, 2013) e adubação com molibdênio podem interferir no sucesso do estabelecimento da simbiose e na produtividade do feijoeiro (Pessoa *et al.*, 2001; Kubota *et al.*, 2008; Pacheco *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2014). No caso do molibdênio, esse geralmente é encontrado em baixos níveis nos solos brasileiros e os benefícios da aplicação desse micronutriente para a nodulação pode estar associado ao facto desse ser constituinte

da enzima nitrogenase (Mendel e Hänsch, 2002; Bambara e Ndakidemi, 2010).

Diante desse contexto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o desenvolvimento e produtividade do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), quando submetido à inoculação e aplicação de fertilizante nitrogenado (N) em sementeira e/ou cobertura, no município de Alfenas.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental de olericultura da Faculdade de Agronomia da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), em Alfenas – MG (S 21°25' e W 45°56' e 880 m de altitude), no período de maio a agosto de 2015. Essa região apresenta clima do tipo Cwa (Köppen), caracterizado por invernos secos e verões chuvosos.

O solo apresentou as seguintes características químicas: pH (H_2O) = 6,0; P = 2 mg dm^{-3} ; K^+ = 44 mg dm^{-3} ; Ca^{2+} = 1,4 cmol_c dm^{-3} ; Mg^{2+} = 0,9 cmol_c dm^{-3} ; Al^{3+} = 0,1 cmol_c dm^{-3} ; H+Al = 3,2 cmol_c dm^{-3} ; soma de bases (SB) = 2,4 cmol_c dm^{-3} ; CTC potencial = 6,0 cmol_c dm^{-3} ; saturação por bases (V%) = 40,0; saturação por alumínio (m%) = 8 e matéria orgânica (M.O.) = 25 g kg^{-1} .

A preparação do solo consistiu numa lavoura e duas gradagens, seguida pela abertura dos sulcos manualmente. Nos últimos quatro anos, essa área foi cultivada com *Brachiaria decumbens*, não havendo, portanto, utilização de nenhum tipo de inoculante para qualquer espécie de leguminosa. Para a sementeira, não foi realizada calagem e a adubação foi feita de acordo com Ribeiro *et al.* (1999), adotando-se o nível tecnológico 3, sendo utilizado 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 30 kg ha^{-1} de K_2O . O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4 x 2, com 3 repetições. Foram testados 4 períodos de aplicação de N, isto é, N na sementeira, N em cobertura, N sementeira + cobertura e sem aplicação de N, associados ou não à inoculação das sementes no momento da sementeira com a estirpe CIAT 899^T. Essa estirpe pertence à espécie *Rhizobium tropici*, aprovada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do feijoeiro (Instrução Normativa, 2011).

Para a preparação do inoculante, a estirpe foi cultivada em meio 79 (Fred e Waksman, 1928), contendo azul de bromotimol e pH 6,8, até ao aparecimento de colónias isoladas. Essas foram transferidas para o meio 79 líquido por três dias, até a fase exponencial de crescimento (contendo aproximadamente 10^9 células mL^{-1}). Posteriormente, a suspensão bacteriana foi misturada, na proporção de 1:3 em turfa esterilizada em autoclave (Soares *et al.*, 2006). Como não havia histórico de cultivo de leguminosas na área nos últimos quatro anos, utilizou-se o dobro da dose de inoculante nas sementes de feijão, no momento da sementeira.

Cada parcela experimental consistiu em sete linhas de 2,5 m de comprimento e espaçadas entre si de 0,5 m, totalizando 3,0 m de largura. Para a avaliação dos parâmetros em estudo foram consideradas as três linhas centrais, descontadas de 0,5 m em cada extremidade, resultando numa área útil de 1,5 m^2 . A rega foi realizada de acordo com a necessidade de campo.

No tratamento N à sementeira foi utilizado 30 kg ha^{-1} de ureia aplicada no sulco. A adubação nitrogenada de cobertura (40 kg ha^{-1}) foi realizada 28 dias após a emergência (DAE). Nesse mesmo período foi aplicado, em todos os tratamentos, o molibdénio via foliar (Molibdato de amónio: 80 g ha^{-1} , com um volume de calda de 400 L ha^{-1}) (Pessoa *et al.*, 2001; Rocha *et al.*, 2011).

Na época de floração, que ocorreu por volta dos 50 DAE, foi realizada a colheita de 15 plantas/tratamento em cada bloco, em que foram avaliados os seguintes parâmetros: matéria seca da parte aérea (MSPA), número de nódulos (NN), matéria seca de nódulos (MSN) e teor de nitrogénio na parte aérea (TNPA), sendo este último avaliado segundo método proposto por Kjeldahl (1883).

Após 120 DAE foi realizada a análise da produção, constituída pela amostragem de 15 plantas/tratamento em cada bloco para avaliar o número de vagens (NVP) e número de grãos por planta (NGP). Para a produtividade de grãos (PG, em kg ha^{-1}), foi realizada a colheita do feijão em toda a área experimental.

Os resultados de MSPA, NN, MSN, TNPA, NVP, NGP e PG foram analisados por análise de

variância e as médias submetidas ao teste Scott-Knott ($p < 0,05$), utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os parâmetros avaliados na época de floração, matéria seca da parte aérea (MSPA), número de nódulos (NN) e matéria seca dos nódulos (MSN), apresentaram interação significativa entre os períodos de aplicação ou não de N *versus* inoculação (Quadro 1).

Em relação à MSPA, observou-se que a utilização de N proporcionou maiores valores quando comparado ao tratamento controle (sem N mineral). Estes resultados já eram esperados, uma vez que o feijoeiro, como as demais culturas de importância agrícola, apresenta alta resposta à aplicação de N (Vieira, 2006).

Quando não se utilizou a inoculação, foi observado que os tratamentos que receberam N na sementeira ou em cobertura foram estatisticamente iguais e inferiores ao tratamento que recebeu dose completa de N (N sementeira + N cobertura). Por outro lado, na presença da inoculação, todos os tratamentos apresentaram resultados distintos, sendo que o tratamento “N sementeira + N cobertura” foi o que proporcionou maior desenvolvimento de MSPA. Já o tratamento “N cobertura” foi superior ao tratamento “N sementeira”, diferentemente de quando não foi utilizada a inoculação nas sementes, em que estes tratamentos foram semelhantes entre si (Quadro 1).

Analisando a interação entre os períodos de aplicação ou não de N *versus* inoculação, observou-se que a utilização da estirpe CIAT 899^T somente não proporcionou efeito positivo no desenvolvimento vegetal quando o N foi utilizado somente na sementeira.

A contribuição da FBN promovida pela inoculação com a estirpe CIA T899^T observada nesses estudos diferem dos encontrados por Romanini Júnior *et al.* (2007), em que verificaram que a inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* nas sementes de feijão e a utilização de N mineral na sementeira e/ou cobertura, não promoveu efeitos significativos nos valores de MSPA.

A inoculação promoveu efeito até mesmo quando se utilizou altas doses de N (tratamento N sementeira + N cobertura), diferindo dos resultados encontrados por outros autores, os quais relatam que altas doses de N inibem o estabelecimento da simbiose, não havendo, portanto, contribuição para o crescimento vegetal (Yagi *et al.*, 2015). No entanto, sabe-se que a associação microrganismo-planta constitui uma interação complexa, dependente de muitas variáveis, como condições edafoclimáticas e características genéticas das espécies envolvidas (Aydi *et al.*, 2008; Hirata e Andrade Filho, 2011). No caso das bactérias fixadoras de N₂, diversas espécies são capazes de produzir hormonas de crescimento vegetal (Costa *et al.*, 2013; Martins *et al.*, 2015). Nesse sentido, são necessários mais estudos fisiológicos para a estirpe CIAT 899^T, visando elucidar os mecanismos de promoção do crescimento vegetal que esta estirpe pode desempenhar.

Em relação ao número de nódulos (NN), para os tratamentos sem inoculação, não foi observada diferença entre os tratamentos. Já para os tratamentos inoculados, o maior NN foi encontrado quando o N foi aplicado em cobertura. Os demais tratamentos foram estatisticamente semelhantes.

Analisando a interação, verifica-se que a inoculação promoveu maior NN nos tratamentos controle e “N cobertura”. A utilização de N nos tratamentos “N sementeira” e “N sementeira + N cobertura” pode ter limitado o estabelecimento da simbiose.

Resultados semelhantes foram obtidos por Barros *et al.* (2013), que observaram que a inoculação e adubação com 20 kg de N ha⁻¹ na sementeira reduziu a nodulação. Já Pelegrin *et al.* (2009), observaram que a utilização de N mineral na sementeira não interferiu no número de nódulos das plantas inoculadas. Essas diferenças podem ser atribuídas, principalmente, às características do solo e também à população nativa de rizóbios.

A aplicação de N na sementeira e também no tratamento que utilizou dose completa de N (N sementeira + N cobertura), apresentaram menor valor de MSN, concordando com os dados obtidos por Valadão *et al.* (2009), Kaneko *et al.* (2010) e Souza *et al.* (2011). Os parâmetros NN e MSN devem ser analisados de forma conjunta, uma vez que o maior NN nem sempre significa eficiência na nodulação, a qual está relacionada à coloração avermelhada dos nódulos (Moreira e Siqueira, 2006), que, no presente estudo, foram os que apresentaram maior valor de MSN.

Analisando os dados de MSPA, NN e MSN, observa-se a contribuição da inoculação com a estirpe CIAT 899^T, principalmente quando não foi utilizada nenhuma fonte de N mineral (tratamento controle), indicando a viabilidade de utilização da inoculação no feijoeiro.

Nos dados referentes ao teor de nitrogénio na parte aérea (TNPA), apresentados no Quadro 2,

Quadro 1 - Matéria seca da parte aérea (MSPA), número de nódulos (NN) e matéria seca dos nódulos (MSN) de plantas de feijão na época de floração

Tratamentos	MSPA (g planta ⁻¹)		NN (unidades planta ⁻¹)		MSN (mg planta ⁻¹)	
	Sem inoculação	Com inoculação	Sem inoculação	Com inoculação	Sem inoculação	Com inoculação
Controle	2,82 C b	3,59 D a	12,00 A b	18,00 B a	13,33 B b	23,33 B a
N sementeira	4,69 B a	4,66 C a	13,00 A a	15,00 B a	16,67 B a	20,00 A a
N cobertura	4,28 B b	5,56 B a	14,00 A b	31,00 A a	40,00 A a	43,33 A a
N sementeira +N cobertura	6,22 A b	6,92 A a	15,00 A a	17,00 B a	15,53 B a	16,33 C a

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

verifica-se que o efeito da aplicação de N não foi significativo, sendo que os maiores valores de TNPA foram diretamente relacionados à aplicação de N mineral, concordando com os resultados obtidos por Romanini Júnior *et al* (2007). Em outros estudos, como os realizados por Fonseca *et al.* (2013) e Souza *et al.* (2011), foram verificados efeitos significativos da inoculação no aumento do teor de N na parte aérea do feijoeiro.

Quadro 2 - Teor de nitrogênio na parte aérea (TNPA) das plantas de feijão na época de floração

Tratamentos	TNPA (%)
Controlo	2,22 B
N sementeira	2,76 A
N cobertura	2,85 A
N sementeira + N cobertura	3,01 A

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

No Quadro 3 são apresentados os valores de NVP, NGP e de produtividade de grãos (kg ha⁻¹), aos 120 dias de cultivo. Observa-se que para NVP e NGP, os maiores valores foram obtidos no tratamento que recebeu dose completa de N (N plantio + N cobertura).

Analisando a interação entre inoculação e adubação com N, nota-se que a inoculação proporcionou maiores valores de NVP e NGP nos tratamentos controle (sem N mineral) e N somente em cobertura. A contribuição da estirpe CIAT 899^T

em aumentar o NVP também foi observado por Ferreira *et al.* (2000).

Em relação à produtividade de grãos (kg ha⁻¹), observa-se que nos tratamentos não inoculados, o maior valor de PS foi obtido quando se utilizou a dose completa de N (N sementeira + N cobertura). Já quando foi aplicada somente uma dose de N (na sementeira ou em cobertura), a produtividade foi semelhante. Para os tratamentos inoculados, a maior PS também foi obtida para a dose completa de N, seguida do tratamento N em cobertura, o qual foi maior que o tratamento de adição de N na sementeira.

Observando o efeito da inoculação, verifica-se a contribuição positiva da estirpe CIAT 899^T para os tratamentos controle (sem utilização de N) e N em cobertura. A maior parte dos estudos visando avaliar a eficiência de estirpes de rizóbios no feijoeiro, testaram a dose completa de N (Soares *et al.*, 2006; Valadão *et al.*, 2009; Figueiredo *et al.*, 2016), dificultando a comparação dos resultados obtidos neste estudo, em que utilizaram diferentes doses e épocas de aplicação do N. No entanto, do ponto de vista prático esta pesquisa apresenta grande importância, uma vez que o produtor pode, por meio da inoculação nas sementes, não realizar a adubação nitrogenada de sementeira, na cultura do feijoeiro, reduzindo os custos de produção. No entanto, é importante ressaltar a necessidade de pesquisas visando identificar estirpes eficientes e adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas para o cultivo do feijoeiro.

Quadro 3 - Número de vagens (NVP), grãos por planta (NGP) e produtividade de grãos (PG) na cultura do feijoeiro⁽¹⁾

Tratamentos	NVP (planta ⁻¹)		NGP (planta ⁻¹)		PG (kg ha ⁻¹)	
	Sem inoculação	Com inoculação	Sem inoculação	Com inoculação	Sem inoculação	Com inoculação
Controlo	4,00 C b	5,00 D a	15,67 C b	21,67 D a	1.519,80 C b	2.119,80 D a
N sementeira	7,00 B a	7,33 C a	28,67 B a	31,00 C a	2.500,20 B a	2.640,00 C a
N cobertura	6,00 B b	9,67 B a	26,67 B b	38,67 B a	2.440,20 B b	3.180,00 B a
N sementeira + N cobertura	11,67 A a	12,50 A a	48,00 A a	51,33 A a	3.379,80 A a	3.720,00 A a

⁽¹⁾Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que no município de Alfenas, a inoculação consiste numa prática viável quando não se utilizam fertilizantes nitrogenados na cultura do feijoeiro ou quando o nitrogênio é aplicado somente em cobertura, contribuindo assim para a redução dos custos de produção e para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica à estudante do curso de Agronomia Flávia Romam da Costa Souza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R.F.; Naves, E.R.; Silveira, C.H. e Wendling, B. (2015) – Emissão de óxido nitroso em solos com diferentes usos e manejos: Uma revisão. *Revista Agronegócio e Meio Ambiente*, vol. 8, n. 2, p. 441-461.
- Aydi, S.S.; Aydi, S.; Gonzalez, E.; Abdelly, C. (2008) – Osmotic stress affects water relations, growth, and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, vol. 30, n. 4, p. 441-449. <https://doi.org/10.1007/s11738-008-0141-y>
- Bambara, S. e Ndakidemi, P. (2010) – The potential roles of lime and molybdenum on the growth, nitrogen fixation and assimilation of metabolites in nodulated legume: A special reference to *Phaseolus vulgaris* L. *African Journal of Biotechnology*, vol. 9, n. 17, p. 2482-2489.
- Barros, R.L.N.; Oliveira, L.B.; Magalhães, W.B.; Médice, L.O. e Pimentel, C. (2013) – Interação entre inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada de plantio na produtividade do feijoeiro nas épocas da seca e das águas. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 34, n. 4, p. 1443-1450.
- Brito, M.M.P.; Muraoka, T. e Silva, E.C. (2011) – Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. *Bragantia*, vol. 70, n. 1, p. 206-215. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000100027>
- CONAB (2016) – *Companhia Nacional de Abastecimento*. <http://www.conab.gov.br>
- Costa, E.M.; Nóbrega, R.S.A.; Carvalho, F.; Trochmann, A.; Ferreira, L.V.M. e Moreira, F.M.S. (2013) – Promoção do crescimento vegetal e diversidade genética de bactérias isoladas de nódulos de feijão-caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 48, n. 9, p. 1275-1284. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000900012>
- Faghire, M.; Bargaz, A.; Farissi, M.; Palma, F.; Mandri, B.; Lluch, C.; Tejera García, N.A.; Herrera-Cervera, J.A.; Oufdou, K. e Ghoulam, C. (2011) – Effect of salinity on nodulation, nitrogen fixation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris*) inoculated with rhizobial strains isolated from the Haouz region of Morocco. *Symbiosis*, vol. 55, n. 2, p. 69-75. <https://doi.org/10.1007/s13199-011-0144-0>
- Ferreira, A.F.; Arf, O.; Carvalho, M.A.C.; Araújo, R.S.; Sá, M.E. e Buzetti, S. (2000) – Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. *Scientia Agricola*, vol. 57, n. 3, p. 507-512.
- Ferreira, P.A.A.; Silva, M.A.P.; Cassetari, A.C.; Ruffini, M.; Moreira, F.M.S. e Andrade, M.J.B. (2009) – Inoculação com cepas de rizóbio na cultura do feijoeiro. *Ciência Rural*, vol. 39, n. 3, p. 2210-2212. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000700041>
- Ferreira, D.F. (2011) – SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 35, n. 6, p. 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Figueiredo, M.A.; Oliveira, D.P.; Soares, B.L.; Morais, A.R.; Moreira, F.M.S. e Andrade, M.J.B. (2016) – Nitrogen and molybdenum fertilization and inoculation of common bean with *Rhizobium* spp. in two oxisols. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 38, n. 1, p. 85-92. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v38i1.26661>
- Fonseca, G.G.; Oliveira, D.P.; Soares, B.L.; Ferreira, P.A.A.; Teixeira, C.M.; Martins, F.A.D., Moreira, F.M.S. e Andrade, M.J.B. (2013) – Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio. *Bioscience Journal*, vol. 29, n. 6, p. 1778-1787.
- Fred, E.B. e Waksman, S.A. (1928) – *Laboratory manual of general microbiology – with special reference to the microorganisms of the soil*. New York: McGraw-Hill. 145 p.

- Garcia, G.; Cardoso, A.A. e Santos, O.A.M. (2013) – Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. *Química Nova*, vol. 36, n. 9, p. 1468-1476. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422013000900032>
- Hirata, C.A. e Andrade Filho, G. (2011) – Abordagem teórica das interações ambientais entre nutrição de plantas e microrganismos. *Revista Geografia*, vol. 20, n. 3, p. 191-216. <http://dx.doi.org/10.5433/2447-1747.2011v20n3p191>
- Instrução Normativa (2011) – *Instrução Normativa nº 13*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).
- Kaneko, F.H.; Arf, O.; Gitti, D.C.; Arf, M.V.; Ferreira, J.P. e Buzetti, S. (2010) – Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. *Bragantia*, vol. 69, n. 2, p. 125-133.
- Kjeldahl, J. (1883) – Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen korpfern. *Zeitschrift fur Analytische Chemie*, vol. 22, p. 366-382. <https://doi.org/10.1007/BF01338151>
- Kubota, F.Y.; Andrade Neto, A.C.; Araújo, A.P. e Teixeira, M.G. (2008) – Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 32, n. 4, p. 1635-1641. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000400028>
- Lopes, J.F.; Coelho, F.C.; Rangel, O.J.P.; Rabello, W.S.; Gravina, G.A. e Vieira, H.D. (2014) – Adubação foliar com níquel e molibdênio no feijoeiro comum cv. Ouro Vermelho. *Revista Ceres*, vol. 61, n. 2, p. 234-240. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000200011>
- Martins, A.F.; Oliverira, F.P.; Vargas, L.K.; Schlindwein, G.; Lisboa, B.B. e Sá, E.L.S. (2015) – Influência da inoculação de rizóbios sobre a germinação e o vigor de plântulas de cornichão e azevém. *Revista AGROTEC*, vol. 36, n. 1, p. 294-302. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v36i1.26344>
- Matoso, S.C.G. e Kusdra, J. (2014) – Nodulação e crescimento do feijoeiro em resposta à aplicação de molibdênio e inoculante rizobiano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 18, n. 6, p.567-573.
- Mendel, R.R. e Hänsch, R. (2002) – Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. *Journal of Experimental Botany*, vol. 53, n. 375, p. 1689-1698.
- Moreira, F.M.S. e Siqueira, J.O. (2006) – *Microbiologia e bioquímica do solo*. UFLA, Lavras, 488 p.
- Mulas, D.; García-Fraile, P.; Carro, L.; Ramírez-Bahena, M.H.; Casquero, P.; Velázquez, E. e González-Andrés, F. (2011) – Distribution and efficiency of *Rhizobium leguminosarum* strains nodulating *Phaseolus vulgaris* in Northern Spanish soils: Selection of native strains that replace conventional N fertilization. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 43, n. 11, p. 2283-2293. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.07.018>
- Pacheco, R.S.; Brito, L.F.; Stralio, R.; Pérez, D.V. e Araújo, A.P. (2012) – Seeds enriched with phosphorus and molybdenum as a strategy for improving grain yield of common bean crop. *Field Crops Research*, vol. 136, p. 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.07.017>
- Pelegrin, R.; Mercante, F.M.; Otsubo, I.M.N. e Otsubo, A.A. (2009) – Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, vol. 33, n. 1, p. 219-226. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100023>
- Pereira, N.S.; Soares, I. e Pereira, E.S.S. (2012) – Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. *Revista Verde*, vol. 7, n. 2, p. 36-40.
- Pessoa, A.C.S.; Ribeiro, A.C.; Chagas, J.M. e Cassini, S.T.A. (2001) – Atividades de nitrogenase e redutase de nitrato e produtividade do feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 25, n. 1, p. 217-224. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000100023>
- Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez, V.V.H. (Ed.). (1999) – *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 359 p.
- Rocha, P.R.R.; Araújo, G.A.A.; Carneiro, J.E.S.; Cecon, P.R. e Lima, T.C. (2011) – Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. *Revista Caatinga*, vol. 24, n. 2, p. 9-17.
- Romanini Junior, A.; Arf, O.; Binotti, F.F.S.; Sá, M.E.; Buzetti, S. e Fernandes, F.A. (2007) – Avaliação da inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada no desenvolvimento do feijoeiro, sob sistema plantio direto. *Bioscience Journal*, vol. 23, n. 4, p. 74-82.
- Rufini, M.; Ferreira, P.A.A.; Soares, B.L.; Oliveira, D.P.; Andrade, M.J.B. e Moreira, F.M.S. (2011) – Simbiose de bactérias fixadoras de nitrogênio com feijoeiro-comum em diferentes valores de pH. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 46, n. 1, p. 81-88. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100011>

- Soares, A.L.L.; Ferreira, P.A.A.; Pereira, J.P.A.R.; Vale, H.M.M.; Lima, A.S.; Andrade, M.J.B. e Moreira, F.M.S. (2006) – Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). II – Feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 30, n. 5, p. 803-811. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000500006>
- Souza, E.F.C.; Soratto, R.P. e Pagani, F.A. (2011) – Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 46, n. 4, p. 370-377.
- Valadão, F.C.S.; Jakelaitis, A.; Conus, L.A.; Borchart, L.; Oliveira, A.A. e Valadão Junior, D.D. (2009) – Inoculação das sementes e adubações nitrogenada e molíbdica do feijoeiro-comum, em Rolim de Moura, RO. *Acta Amazônica*, vol. 39, n. 4, p. 741-748. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000400002>
- Vieira, C. (2006) – *Feijão: adubação mineral e calagem*. 2. ed. atual. Universidade Federal de Viçosa.
- Yagi, R.; Andrade, D.S.; Waureck, A. e Gomes, J.C. (2015) – Nodulações e Produtividades de Grãos de Feijoeiros diante da Adubação Nitrogenada ou da Inoculação com *Rhizobium freirei*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 39, n. 6, p. 1661-1670. <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbc20140342>