

TEOR DE NITROGÊNIO E ÍNDICE DE CLOROFILA NO FEIJOEIRO-COMUM EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO DE SEMENTES, ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA EM CONDIÇÕES AMAZÔNICAS

Ivanildo G. Henrique^{1*}, Luiz C. de Melo Filho², Orivaldo Arf³, Marcos A. A. Macêdo⁴, Rafael dos S. Oliveira¹

1. Graduando em Engenharia Agrônoma pelo Instituto Federal de Rondônia – IFRO

2. Doutorado, Professor Ensino Básico, Técnico e Tecnológico – IFRO / Orientador

3. Doutor, Departamento de Fitotecnia, Tec. de Alimentos e Sócio-Eco. – UNESP/FE

4. Doutor, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico – IFRO

Resumo:

O feijoeiro é uma planta exigente em nutrientes, sendo o nitrogênio o mais requisitado. Em função das perdas, poluição ambiental e elevado custo dos fertilizantes nitrogenados, a fixação biológica de N se apresenta com alternativa. A associação de inoculante e aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar pode ser favorável a cultura. Assim, avaliou-se o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium tropici*, isolados e em conjunto, com as possíveis interações com a adubação nitrogenada e molíbdica em cobertura, no desenvolvimento do feijoeiro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2x2. O solo do local é ARGISSOLO VERMELHO ESCURO. A adubação molíbdica em cobertura aumentou os teores de nitrogênio no tecido foliar do feijoeiro. Houve influência significativa das interações entre inoculação de sementes e aplicação de molibdênio e aplicação de molibdênio e nitrogênio foliar.

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

Apoio financeiro: Instituto Federal de Rondônia; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

Introdução:

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie do gênero *Phaseolus* mais cultivada no mundo, sendo o Brasil o maior produtor e consumidor (DEPEC, 2017). Este grão é um dos principais componentes da dieta alimentar brasileira, constituindo-se uma das principais e mais importantes fontes de proteína vegetal, sobretudo para a população de baixa renda (SOUZA et al., 2005).

A produtividade média brasileira na safra 2016/17 foi em média 1.069 kg ha⁻¹, enquanto no estado de Rondônia atingiu a média de 970 kg ha⁻¹, nessa mesma safra (CONAB, 2017). Entre os principais fatores limitantes da produtividade da cultura do feijoeiro no Estado, destacam-se o baixo nível tecnológico, que a maioria dos produtores adotam e o cultivo em solos de baixa fertilidade, especialmente pobres em nitrogênio (VALADÃO et al., 2009).

As principais fontes de N para a cultura do feijão são o solo, por meio da decomposição da matéria orgânica, a aplicação de fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica do N atmosférico (VARGAS et al., 1997). Além do elevado valor econômico percebe-se ainda um custo ecológico adicional ligado ao uso de adubos nitrogenados em solos tropicais, considerando que nestes há grandes perdas dos adubos aplicados, ocasionadas principalmente por lixiviação ou volatilização (FIGUEIREDO, 2012), o que dificulta o manejo do elemento no agroecossistema.

No entanto, o feijoeiro, sendo uma leguminosa pode se beneficiar da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium* (BASSAN et al., 2001), capazes de fixar o N atmosférico e fornecê-lo à cultura, por um mecanismo biológico capaz de substituir, ainda que parcialmente, a adubação nitrogenada, (HUNGRIA et al., 1997). Por outro lado, é possível também, por meio do manejo nutricional, aumentar a capacidade da FBN nessa cultura, como por exemplo, o fornecimento de micronutrientes via foliar ou sobre a superfície das sementes. Entre estes, o molibdênio se destaca, por ser constituinte estrutural de pelo menos duas enzimas relacionadas ao metabolismo do N, a nitrogenase e a nitrato redutase (OLIVEIRA et al., 1996).

Desse modo, o presente estudo buscou avaliar o efeito da inoculação de *Rhizobium tropici* (SEMIA 4080 2x10⁹ células viáveis/g) e *Azospirillum brasilense* (AbV5 e AbV6 com 2x10⁹ Ufc/g), isolados e em conjunto, e possíveis interações com adubação molíbdica via foliar e nitrogenada em cobertura, sobre os teores de nitrogênio e índices de clorofila no tecido foliar do feijoeiro cultivado em condições amazônicas.

Metodologia:

O trabalho foi instalado na área experimental do Instituto Federal de Rondônia, localizado na BR 435, Km 63, no município de Colorado do Oeste. Apresentando como coordenadas geográficas 60° 32' de longitude Oeste e 13° 07' de latitude Sul, com altitude de 460 metros. A classificação climática, de acordo com Koppen, é

do tipo Aw, tropical quente e úmido com duas estações bem definidas. A temperatura média anual da região é de 23 °C e precipitação média anual é de 2.400 mm (Rondônia, 2012).

O solo do local é classificado como ARGISSELO VERMELHO ESCURO e teve as características químicas determinadas antes da instalação do experimento, nas camadas de 0,00 a 0,20 m, apresentando os seguintes teores: pH= 4,4; matéria orgânica= 31 g dm⁻³; P= 5 mg dm⁻³; K= 3,5 mmol_c dm⁻³; Ca= 20 mmol_c dm⁻³; Mg= 3 mmol_c dm⁻³; Al= 3 mmol_c dm⁻³; H+Al= 64 mmol_c dm⁻³; SB= 26,5 mmol_c dm⁻³; CTC= 90,5 mmol_c dm⁻³; V= 29%.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 4x2x2. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de inoculação de sementes (Ausência de inoculação, inoculação com *A. brasilense*, inoculação com *R. tropici* e coinoculação com *A. brasilense* + *R. tropici*), aplicação foliar de molibdênio (com aplicação de 126 g ha⁻¹, e sem aplicação) e fornecimento de nitrogênio em cobertura (com aplicação de 30 kg ha⁻¹, e sem aplicação). As parcelas constituíram-se de 5 linhas de 5m de comprimento, sendo consideradas como área útil as 3 linhas centrais, desprezando-se 0,5m em ambas as extremidades de cada linha.

O molibdênio foliar foi fornecido na dose estimada para a região de acordo com Melo Filho et al. (2011) e disponibilizado via aplicação foliar única, aos 19 dias após a emergência das plântulas, e o nitrogênio em cobertura fornecido por ocasião da fase de desenvolvimento R5 (botões florais formados), utilizando ureia.

A semeadura foi realizada em sulcos distanciados 0,50m entre si, distribuindo-se 15 sementes de feijão por metro de sulco, na primeira quinzena de abril de 2017, utilizando a cultivar do grupo carioca desenvolvida pela EMBRAPA (BRS Estilo), indicada para cultivo em Rondônia.

O Nitrogênio no tecido foliar, foi determinado por ocasião do florescimento pleno das plantas, na fase de desenvolvimento R6 (florescimento), onde foram coletadas amostras de folhas, sendo 30 trifólios por parcela. Posteriormente moídas em moinho tipo Wiley para em seguida serem submetidas à digestão sulfúrica, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Quanto ao Índice de clorofila, este foi determinado utilizando-se um clorofilômetro, também por ocasião do florescimento das plantas, após aplicação foliar do Molibdênio, tomando-se quatro folhas do terço superior de plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos diferentes tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão:

Pela análise de variância (Tabela 1), verificou-se que houve efeito significativo do molibdênio (P≤0,01) sobre teor de nitrogênio no tecido foliar, que também foi afetado pela interação entre inoculação de sementes e aplicação foliar de molibdênio (P≤0,05). A interação entre inoculação de sementes e aplicação foliar de molibdênio, influenciou também de maneira significativa o índice SPAD nas plantas do feijoeiro (P≤0,05).

Tabela 1. Análise de variância das leituras SPAD e teor de nitrogênio no tecido foliar em feijão de inverno em função da inoculação de sementes, aplicação foliar de molibdênio e nitrogênio em cobertura, Colorado do Oeste (RO), 2017.

Teste F	Leituras SPAD	Nitrogênio tecido foliar (g kg ⁻¹)
Inoculação (I)	2,13 ^{ns}	0,99 ^{ns}
Molibdênio (Mo)	0,62 ^{ns}	36,53 ^{**}
Nitrogênio (N)	0,002 ^{ns}	2,57 ^{ns}
I x Mo	3,06 [*]	1,17 [*]
I x N	0,43 ^{ns}	1,82 ^{ns}
Mo x N	0,11 ^{ns}	2,29 ^{ns}
I x Mo x N	0,70 ^{ns}	0,19 ^{ns}
DMS		
Inoculação	-	-
Molibdênio	-	1,52
Nitrogênio	-	-
CV (%)	9,58	6,61

*, ** = significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente. ns = não significativo. DMS = diferença mínima significativa. CV = coeficiente de variação.

A leitura SPAD média situou-se próxima a 38, e, portanto, de acordo com trabalho desenvolvido por Silveira et al. (2003) que estudou o uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro, encontram-se dentro de uma faixa esperada para plantas com boa nutrição de N em feijoeiro do grupo carioca no estágio de florescimento.

O índice de clorofila foliar (ICF) das plantas de feijão, não foi influenciado por nenhum dos fatores isoladamente (Tabela 1). Diferindo de resultados apresentados por Corsini (2014) em que o fornecimento de nitrogênio em cobertura influenciou o índice de clorofila foliar do feijoeiro. O desdobramento da interação inoculação de sementes e aplicação foliar de molibdênio encontra-se na Tabela 2, onde nota-se que na ausência de molibdênio a testemunha apresentou valores inferiores de ICF (35,52) quando comparada a presença de adubação molíbdica (39,41). Nota-se ainda que a inoculação de sementes com *R. tropici* proporcionou às plantas

de feijão maior ICF (41,25) em comparação a inoculação com *A. brasilense* (39,30). Dados semelhantes foram obtidos por Corsini (2014), avaliando a inoculação de sementes com adubação nitrogenada.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre inoculação de sementes e aplicação foliar de molibdênio para Índice SPAD no feijoeiro de inverno cultivado em condições amazônicas. Colorado do Oeste (RO), 2017.

Inoculação de sementes	Aplicação foliar de molibdênio	
	Sem Mo	Com Mo
Testemunha	35,52 b B	39,41 A
<i>Azospirillum brasilense</i>	39,30 ab	38,12
<i>Rhizobium tropici</i>	41,25 a	38,37
<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Rhizobium tropici</i>	39,06 ab	42,17
DMS	Inoculação dentro de molibdênio – 5,01 Molibdênio dentro de inoculação – 3,77	

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao teor de Nitrogênio na parte aérea das plantas, avaliados por ocasião do florescimento, este foi influenciado apenas pelo fator Molibdênio foliar (quantos aos fatores isolados), sendo que o maior valor médio foi observado na presença de aplicação do nutriente.

A ausência ou presença de nitrogênio em cobertura não influenciou o teor de nitrogênio na parte aérea da planta, concordando com Ferreira et al. (2000). O que Adell et al. (1999) explicam ser resultante do efeito da diluição, pois as plantas adubadas com nitrogênio apresentam-se mais altas e com maior percentual de matéria seca em relação àquelas que não o receberam, tendo, assim, um teor de nitrogênio orgânico semelhante.

Os teores de N obtidos através da diagnose foliar estiveram acima do nível considerado crítico para a cultura o qual segundo Malavolta et al. (1997) e Ambrosano et al. (1997) é de 30 g kg⁻¹, mesmo na ausência de adubação nitrogenada em cobertura, corroborando com os dados de Almeida et al. (2000) e Farinelli et al. (2006), que pesquisaram a adubação com nitrogênio em cobertura para a cultura.

Já um maior acúmulo de N no tecido foliar foi observado com o fornecimento foliar de 126 g ha⁻¹ Mo 19 dias após emergência das plântulas (Tabela 3). Pires et al. (2002) e Nascimento (2005) também verificaram que os maiores teores de N nas folhas foram obtidos com a aplicação de 80 a 160 g ha⁻¹ de Mo via foliar.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre inoculação de sementes e aplicação foliar de molibdênio para teor de nitrogênio tecido foliar do feijoeiro de inverno cultivado em condições amazônicas. Colorado do Oeste (RO), 2017.

Inoculação de sementes	Aplicação foliar de molibdênio	
	Sem Mo	Com Mo
	-----g kg ⁻¹ -----	
Testemunha	36,28 B	41,07 A
<i>Azospirillum brasilense</i>	35,16 B	41,48 A
<i>Rhizobium tropici</i>	37,58 B	42,08 A
<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Rhizobium tropici</i>	38,45	40,87
DMS	Inoculação dentro de molibdênio – 4,06 Molibdênio dentro de inoculação – 3,05	

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Da mesma forma quanto para índice de clorofila foliar, houve também interação entre a inoculação de sementes e aplicação foliar de molibdênio para o teor de nitrogênio no tecido foliar. E de maneira semelhante, nota-se que na ausência de molibdênio a testemunha apresentou valores inferiores de N (36,28) quando comparada a presença de adubação molíbdica (41,07), demonstrando que há uma correlação entre o ICF e teor do nutriente presente nas folhas. E que o Molibdênio aumentou a eficiência da planta na utilização do nitrogênio (com e sem fixação biológica pelas bactérias inoculadas), uma vez que, em média, nos tratamentos com inoculação das sementes, os maiores valores são encontrados com a aplicação de molibdênio foliar, assim como nos tratamentos sem inoculação (Tabela 3).

Conclusões:

A adubação molíbdica via foliar proporcionou, na ausência de inoculação, teores superiores de nitrogênio no tecido foliar do feijoeiro. Indicando aumento na eficiência da planta na utilização do nitrogênio

A ausência ou presença de nitrogênio em cobertura não influenciou o teor de nitrogênio na parte aérea das plantas.

O índice de clorofila foliar (ICF) das plantas de feijão, não foi influenciado por nenhum dos fatores isoladamente.

A inoculação de sementes com *R. tropici* proporcionou às plantas de feijão maior ICF em comparação a inoculação com *A. brasilense*.

Referências bibliográficas

- ADELL, J. J. C.; MONERAT, P. H.; ROSA, R. C. C. Alterações nos teores foliares de nitrogênio ao longo do desenvolvimento do feijoeiro submetido à deficiência de nitrogênio. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1999. P. 741-744.
- ALMEIDA, C. de; CARVALHO, M.A.C. de; ARF, O.; SÁ, M.E. de; BUZETTI, S. Ureia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, v.57, p.293-298, 2000.
- AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. Campinas: IAC, 1997. p.189-203. (Boletim técnico, 100).
- BASSAN, D. A. Z.; ARF, O.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M. A. C.; SANTOS, N. C. B.; SÁ, M. E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: Produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina v. 23, n. 1, p.76-83, 2001.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira: grãos: SAFRA 2016/17 - Décimo segundo levantamento*. V. 4 N. 12 - Brasília: **CONAB**, 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 21 jan. 2018.
- CORSINI, D. C. D. C. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* E *Rhizobium tropici* e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno irrigado em sistema plantio direto**. 2014. 77p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.
- DEPEC. DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS. **Feijão**: junho de 2017. Disponível em: <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_feijao.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2018.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; PENARIOL, F. G.; EGÉA, M. M.; GASPAROTO, M. G. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro, em plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.307-312, 2006.
- FERREIRA, A. N.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C.; ARAÚJO, R. S.; SÁ, M. E. de.; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 507-512. 2000.
- FIGUEIREDO, M. A. de. **Inoculação com *Rhizobium spp.* E Adubações nitrogenada e molíbdica no feijoeiro-comum/** Marislaine Alves de Figueiredo. 99 p.; Lavras-MG. 2012. Dissertação de mestrado – UFPA.
- HUNGRIA, M.; ANDRADE, D.S.; COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L. Interação entre microrganismos do solo, feijoeiro e milho em monocultura e consórcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 8, p. 807-818. 1997.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. (Ed.). **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MELO FILHO, L. C. de; CAMARGO, S. L. et al. Adubação molíbdica em feijoeiro no cone sul de Rondônia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 2-4, p. 228-233, 2011.
- NASCIMENTO, M. S. do. **Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar em feijoeiro de inverno em sistema de plantio direto**. 2005. 71p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.
- OLIVEIRA, I. P. de; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 169-221.
- PIRES, A.A.; LEITE, U.T.; ARAÚJO, G.A. de A.; FERREIRA, A.C. de B.; RIBEIRO, J.M.O. Acúmulo de Mo e de N pelo feijoeiro, cv Manteigão Fosco 11, em resposta a doses crescentes de Mo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO,7, 2002b, Viçosa - MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p.681-684.
- Rondônia. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Boletim climatológico de Rondônia** - 2010. v.12. Porto Velho: COGEO: SEDAM, 2012.
- SILVEIRA, P. M. da.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, set. 2003.
- SOUZA, F de F.; RAMALHO, A. R. et al. **Cultivo do feijoeiro comum: calagem e adubação**. Porto Velho, RO, Embrapa/Cnptia, dez. 2005. (Sistema de Produção, 8).
- VALADÃO JUNIOR, D. D. de. **Inoculação das sementes e adubações nitrogenada e molíbdica do feijoeiro-comum, em Rolim de Moura, RO**. ACTA AMAZONICA, Janeiro, 2009.
- VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.). *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p.297-360. **Biblioteca (s)**: Embrapa Cerrados.