

Desempenho agrônomo e viabilidade econômica da adubação nitrogenada e molíbdica no feijão comum**Agronomic performance and economic viability of nitrogen and molybdenic fertilization in common beans**

DOI:10.34117/bjdv6n9-129

Recebimento dos originais: 10/08/2020

Aceitação para publicação: 08/09/2020

Willian Bosquette Rosa

Doutor em Agronomia - Fitotecnia

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

Endereço: Rua 07 de setembro, 1715, Apartamento 204, Centro, CEP: 85960000

e-mail: willian_agro@hotmail.com

José Barbosa Duarte Júnior

Professor Doutor em Agronomia - Fitotecnia

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -

Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil

e-mail: bduarte7@yahoo.com.br

Antonio Carlos Torres da Costa

Professor Doutor em Agronomia - Fitotecnia

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -

Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil

e-mail: antonio.unioeste@hotmail.com

Maria do Carmo Lana

Professora Doutora em Agronomia - Fertilidade do Solo e Manejo Nutricional de Plantas

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -

Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil

e-mail: mariac.lana@hotmail.com

Samara Brandão Queiroz

Doutora em Agronomia – Fitopatologia

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -

Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil

e-mail: samarabrandãoqueiroz@gmail.com

Ivonei Perego

Mestre em Agronomia - Fitotecnia

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná Zona Rural - Linha Mazzola

Medianeira, Paraná-Brasil

e-mail: ivonei.agronomia@hotmail.com

Patrícia Clemente Abraão

Mestranda em Agronomia – Fitotecnia

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Bloco IV, Centro, Caixa postal: 91, CEP: 85960-000 -

Marechal Cândido Rondon, Paraná-Brasil

e-mail: patriciaabraao@gmail.com

RESUMO

O nitrogênio (N) é o nutriente mais importante na cultura do feijoeiro, participa da formação de aminoácidos, carboidratos e da molécula de clorofila; o molibdênio (Mo) está presente no sistema enzimático, responsável pela fixação biológica do N. Logo, o objetivo em realizar este trabalho foi avaliar a resposta à adubação nitrogenada em cobertura e molíbdica por via foliar, bem como a viabilidade econômica das doses de N em três safras de feijão realizadas no Paraná. Os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial 5 x 4, sendo cinco doses de N (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹) e quatro doses de Mo (0, 35, 70 e 140 g ha⁻¹). A adubação nitrogenada aumentou o número de vagens por planta, a estatura de plantas, a massa de mil grãos e a produtividade na safra das secas e das águas. A adubação molíbdica, independente da nitrogenada, elevou as mesmas variáveis, exceto o número de vagens por plantas. A dose de 120, seguida pela de 240 kg ha⁻¹ de N resultaram na maior viabilidade econômica na safra das secas e das águas. O contraste ocorreu na safra de inverno, pois, a baixa produtividade refletiu de forma negativa na receita líquida. Destaca-se que sob estresse hídrico, a adubação nitrogenada e molíbdica pode não agregar no desempenho agrônômico da cultura do feijoeiro.

Palavras-chave: análise conjunta, épocas de cultivo, *Phaseolus vulgaris* L., produtividade

ABSTRACT

Nitrogen (N) is the most important nutrient in common bean culture, it participates in the formation of amino acids, carbohydrates and the chlorophyll molecule; molybdenum (Mo) is present in the enzymatic system, responsible for the biological fixation of N. Therefore, the objective in carrying out this work was to evaluate the response to nitrogen fertilization in cover and molybdic by leaf, as well as the economic viability of N doses in three bean harvests carried out in Paraná. The experiments were conducted in randomized blocks, with four repetitions in a 5 x 4 factorial scheme, with five N doses (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha⁻¹) and four doses of Mo (0, 35, 70 and 140 g ha⁻¹). Nitrogen fertilization increased the number of pods per plant, the height of plants, the mass of a thousand grains and the productivity in the drought and water harvest. Molybdic fertilization, independent of nitrogen, increased the same variables, except for the number of pods per plant. The dose of 120 followed by 240 kg ha⁻¹ of N resulted in greater economic viability in the dry and water harvest. The contrast occurred in the winter crop, as low productivity reflected negatively in net revenue. It is noteworthy that under water stress, nitrogen and molybdic fertilization may not add to the agronomic performance of the bean crop.

Keywords: joint analysis, growing seasons, *Phaseolus vulgaris* L., productivity,

1 INTRODUÇÃO

O Nitrogênio (N) participa da formação de diversos componentes celulares nos vegetais, principalmente da constituição de proteínas, ácidos nucleicos e da molécula de clorofila. Portanto, se consolida como o nutriente mais exigido pelo feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (LACERDA et al., 2020).

Este macronutriente também é o elemento que mais onera no custo de produção (SABUNDJIAN et al., 2014), além de possuir elevado custo ambiental, principalmente em regiões tropicais, onde as perdas por volatilização da amônia e lixiviação do nitrato podem superar 50% (LISBOA et al., 2017).

Requeridos em menores quantidades, os micronutrientes também são essenciais ao ciclo biológico da espécie, especialmente o molibdênio (Mo), importante nutriente na constituição das enzimas nitrato redutase e nitrogenase, ambas necessárias no processo de metabolismo do N, durante a fixação biológica e incorporação do amônio nos tecidos vegetais (CARVALHO et al., 2019).

Os resultados provenientes dos estudos com N e Mo na cultura do feijão são variados. Barbosa et al. (2010) constataram aumentos de 15% na produtividade com 60 kg ha⁻¹ de N. Silva et al. (2012) com 60 g ha⁻¹ do micronutriente relataram um aumento de 35% na produtividade em relação a não aplicação do nutriente.

Guareschi e Perin (2010) concluíram que 90 g ha⁻¹ de Mo promoveu 24% de aumento na produtividade e que, em caso de deficiência do micronutriente, o aporte de N pode não resultar em ganhos significativos no rendimento agrônomo. Terra et al. (2019) e Amaral et al. (2020) ressaltam a importância do macronutriente na matéria seca e na constituição da molécula de clorofila que influencia o processo de crescimento vegetativo e formação de fotoassimilados.

De um modo geral, a cultura do feijão possui baixa sincronia entre o esgotamento das reservas dos cotilédones e a fixação nos nódulos radiculares, que possuem seu pico na floração, período em que as plantas exigem maiores quantidades de N (RABELO et al., 2017).

Toso et al. (2017) incrementam que após o florescimento, as plantas de feijão não alocam grandes quantidades de fotoassimilados de carbono às raízes. Como consequência verifica-se redução na atividade dos nódulos radiculares, com reflexo no fornecimento do nitrogênio necessário para o desenvolvimento da cultura.

Devido à grande diversidade de resultados provenientes de diferentes regiões, cultivares e condições ambientais, ainda não se definiu com clareza as doses de Nitrogênio associadas às de

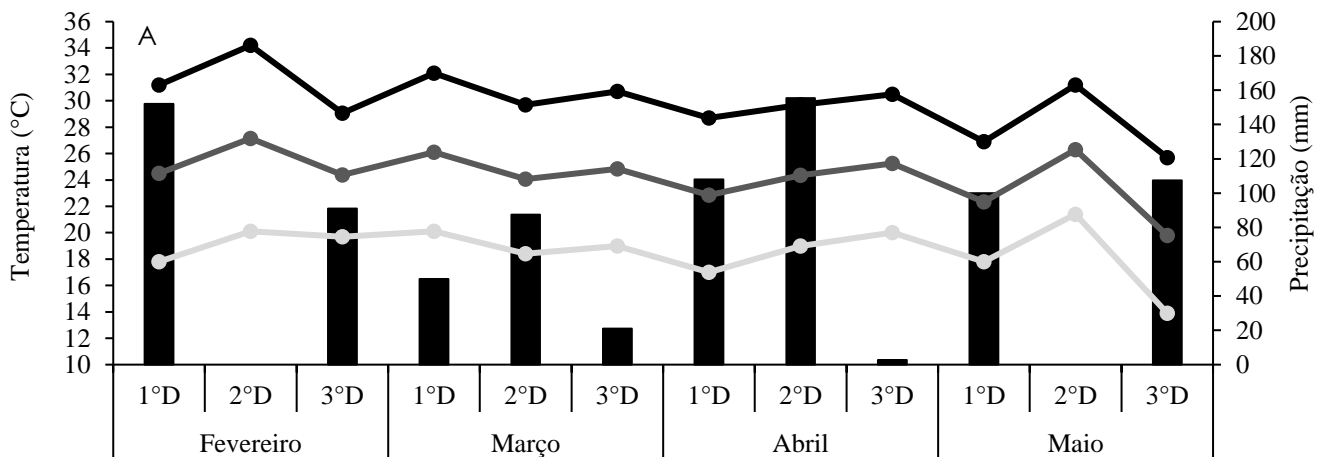
Molibdênio, consideradas ótimas, e que proporcionem o melhor rendimento agrônomo do feijoeiro.

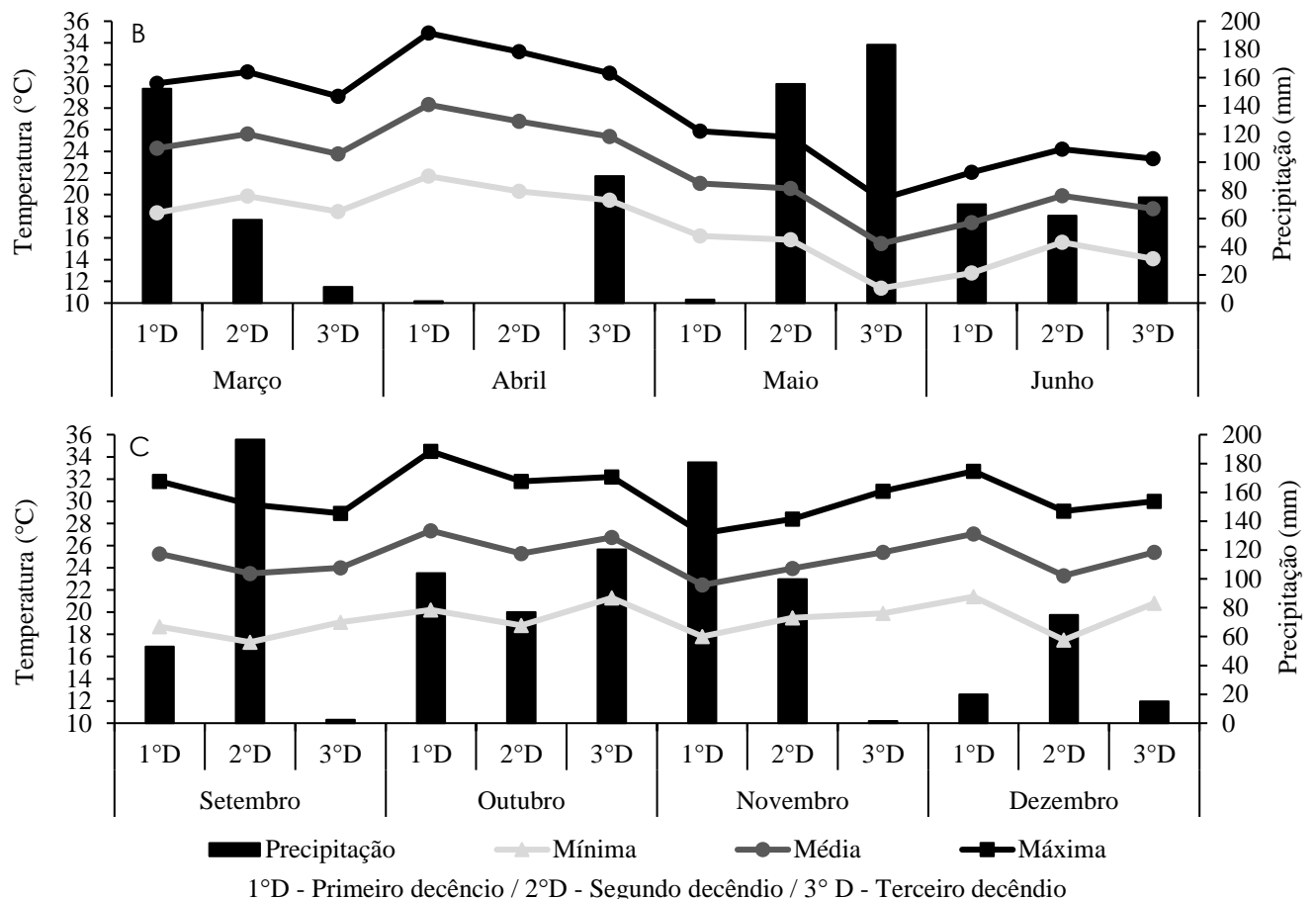
Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi estudar a curva de resposta da adubação nitrogenada em cobertura e molíbdica via foliar no desempenho agrônomo da cultura do feijão comum, conforme o zoneamento agroclimático anual das três safras adotadas para o Estado do Paraná, bem como, avaliar a dose ótima de N, com base no custo do fertilizante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O zoneamento agroclimático para o Estado do Paraná adota três safras anuais para a cultura do feijão comum (Safrã das secas, safrã de inverno e safrã das águas). Nesse contexto, foram conduzidos três experimentos em 2016. O primeiro referente a safrã das secas (janeiro-março) foi implantado em 10/02, o segundo representando a safrã de inverno (março-maio) no dia 10/03 e o terceiro na safrã das águas (agosto-outubro) foi implantado em 09/09. O solo da área é um Latossolo Vermelho Eutroférico, de textura argilosa. Os dados meteorológicos foram coletados periodicamente (Figuras 1A, B e C).

Figura 1. Dados meteorológicos de temperaturas mínimas, médias e máximas (°C) e precipitação (mm) distribuídos por decêndios em três safras de feijão conduzidas no Paraná. Safrã das secas (janeiro - março) (A.); safrã de inverno (março - maio) (B.) e safrã das águas (agosto-setembro) (C.)





Os ensaios foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições num esquema fatorial 5x4 (cinco doses de N em cobertura: 0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ e quatro doses de Mo via foliar: 0, 35, 70 e 140 g ha⁻¹). Para composição das parcelas, se utilizou 12 linhas espaçadas 0,5 m e com 5,0 m de comprimento, resultando numa unidade experimental de 30 m². As medidas da área útil foram constituídas por duas linhas centrais. A densidade de semeadura foi 12 sementes por metro linear, semeadas a uma profundidade de 0,03 m.

Se empregou a cultivar de feijão IPR-Tangará, tipo carioca, desenvolvida pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), registrada em 2008, indicada no zoneamento agrícola de risco climático e disponibilizada para cultivo, a partir de 2010. Essa cultivar apresenta hábito de crescimento indeterminado, porte ereto, guias longas e ciclo médio de 97 dias.

Com base na análise química do solo em cada safra, aplicou-se calcário dolomítico, sem incorporação, com PRNT de 85%, 60 dias antes da implantação dos experimentos, com o objetivo de elevar saturação por bases para 70%. As doses utilizadas para a safra das secas, de inverno e das águas foram as seguintes, respectivamente: 300, 450 e 400 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Nos três

experimentos a semeadura ocorreu sobre palhada de aveia, utilizando-se de uma semeadora da marca Semeato de seis linhas.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo de três experimentos de feijão, conduzidos no Paraná

P	MO	pH CaCl ₂	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V (%)
mg dm ³	g m ³	0,01 mol L ⁻¹	-----				cmol _c dm ³ -----			
-----Safras das Secas-----										
9,73	14,72	4,84	4,74	0,20	0,57	4,62	1,93	7,12	11,86	60,03
-----Safras de Inverno-----										
1,82	21,5	4,94	4,28	0,15	0,33	4,87	1,69	6,89	11,16	61,68
-----Safras das águas-----										
5,70	12,30	4,86	4,88	0,15	0,49	4,29	1,60	6,38	11,26	56,66

Safras das secas (janeiro a março). Safra de inverno (março a maio). Safra das águas (agosto a outubro). Profundidade de amostragem: 0-20 cm

Os tratamentos foram aplicados aos 20 dias após a emergência (DAE), quando mais de 50% das plantas apresentavam o terceiro trifólio aberto. Para realizar a pulverização de Mo se utilizou um pulverizador de pressão constante movido a gás carbônico (CO₂), acoplado a uma barra de 3,0 m, portando seis pontas da série XR11002, espaçadas 0,5 m, trabalhando a uma pressão de 3,0 bar e vazão de serviço em 150 L ha⁻¹. A altura de trabalho foi de 1,0 metro em relação ao solo com velocidade de deslocamento de 1,0 m s⁻¹.

O N foi aplicado de maneira uniforme por toda unidade experimental, utilizando recipientes com volume padronizado para cada dose nas respectivas parcelas. As fontes de nutrientes foram o Molibdato de Amônio ((NH₄)₆Mo₇O₂₄) com 54% de molibdênio e o Sulfato de Amônio (NH₄)₂SO₄, contendo 21% de nitrogênio. O manejo fitossanitário foi realizado periodicamente, de acordo com as recomendações para a cultura.

Para análise econômica se utilizou a técnica da orçamentação parcial que consiste em fixar parâmetros de igual peso para todos os fatores e analisar as variações e modificações de um componente específico (NORONHA, 1987). Desse modo, os custos com sementes, tratamentos culturais e operacionais, envolvendo os desgastes de maquinários e mão-de-obra, não foram considerados por serem de igual peso para todos os tratamentos.

A produção do experimento conduzido na safra das secas, de inverno e das águas, na safra 2016, foi comercializada a R\$140,00, R\$110,00 e R\$135,00 a saca, respectivamente. O preço da tonelada de sulfato de amônio nas três respectivas safras foi de R\$1080,00, R\$910,00 e R\$930,00. Estimou-se o custo do fertilizante por hectare baseando-se no valor da tonelada. A partir dessas informações,

calculou-se a receita bruta multiplicando a produtividade pelo valor da saca de feijão. A receita líquida foi obtida da receita bruta menos o gasto com o fertilizante.

Além da análise econômica foram avaliadas as variáveis agronômicas, estatura de plantas (ESP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PRO), para isso, foram selecionadas aleatoriamente dez plantas dentro da área útil, sendo cinco em cada linha.

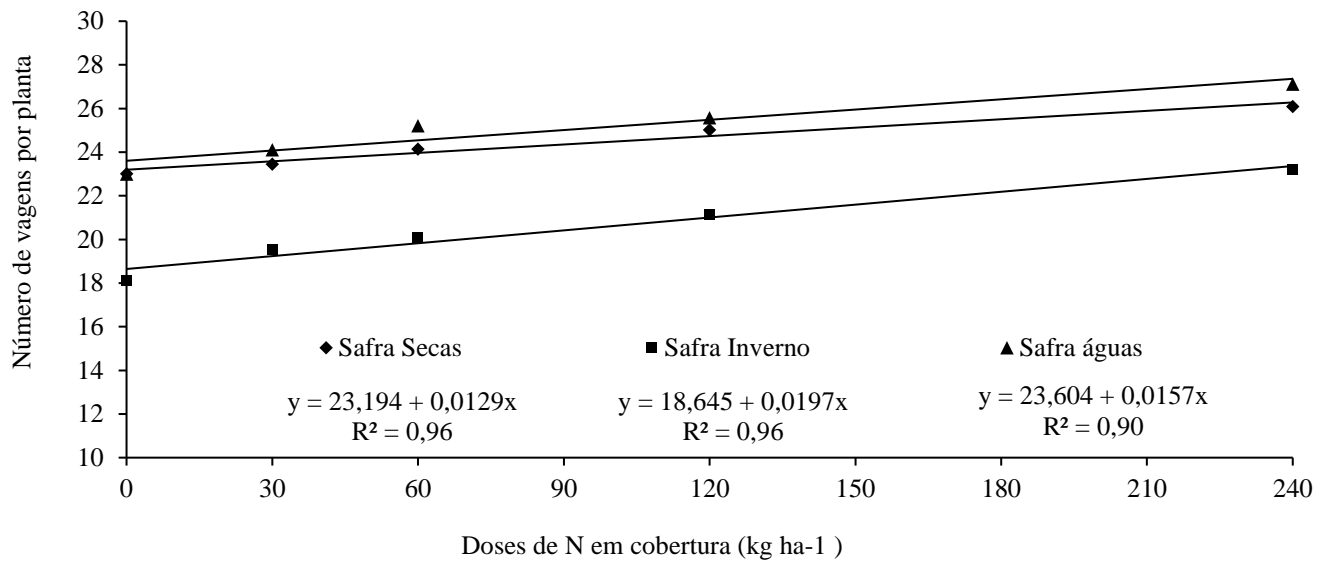
Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e seguem a distribuição normal. Posteriormente foram analisados por meio da análise de variância conjunta, aplicando o teste F com nível de significância de 0,05. Os resultados significativos foram avaliados pela análise de regressão e as médias de locais foram contrastadas pelo teste de Tukey. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa estatístico GENES.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estante final de plantas e o número de grãos por vagem não diferenciaram estatisticamente e, portanto, foram em média de 238.000 plantas ha⁻¹ e 5,6 grãos por vagem. Houve efeitos isolados da adubação nitrogenada na variável agronômica número de vagens por planta (NVP) e interações significativas das épocas de semeadura com a adubação nitrogenada e molíbdica para estatura de plantas (ESP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PRO).

As doses de N na safra das secas (janeiro-março) e das águas (agosto-outubro) aumentaram o NVP (Figura 2). Este resultado evidencia a importância do N durante a síntese de clorofila e compostos proteicos que asseguram maiores quantidades de gemas viáveis. Chekanai et al. (2018) constataram aumento no NVP com doses acima de 20 kg ha⁻¹ de N. Wondimu et al. (2017) aplicando 36 kg ha⁻¹, relataram 50% de ganho no NVP e Kulsum et al. (2007) confirmaram que o macronutriente participa da síntese de inúmeras enzimas essenciais à viabilidade dos botões florais e da fixação de vagens.

Figura 2. Número de vagens por planta (NVP) em resposta à adubação nitrogenada, em três safras de feijão no Paraná. Safra das Secas (janeiro - março), Safra de Inverno (março - maio) e Safras das Águas (agosto - outubro)

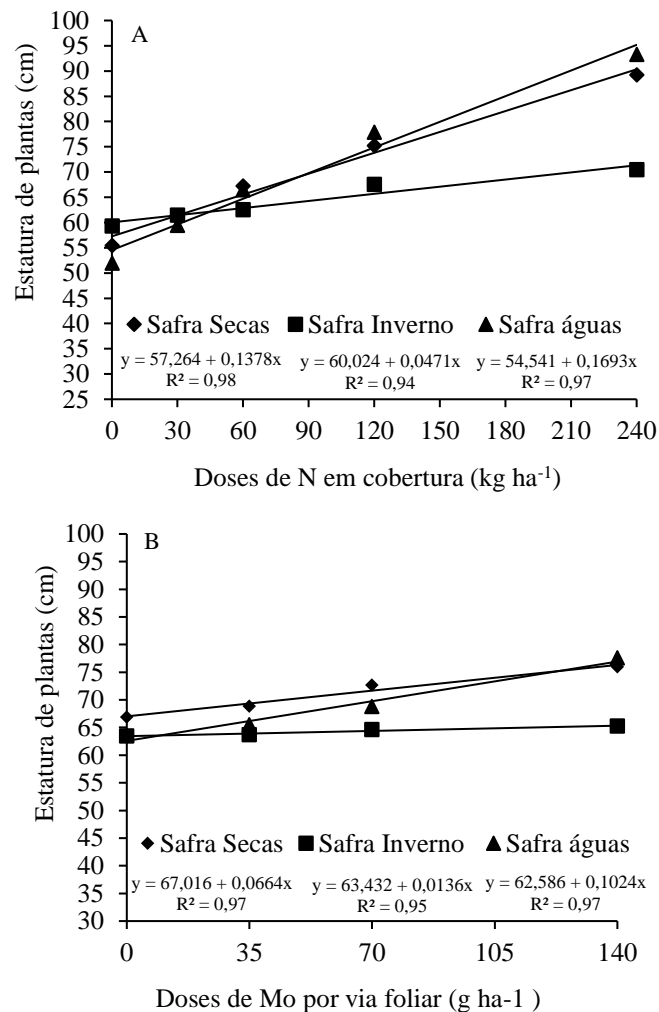


Contudo, o déficit hídrico associado às temperaturas superiores a 34 °C durante o florescimento da safra de inverno (março-maio) ocasionou expressivo abortamento de flores e vagens em início de formação (R₆ e R₇), e mesmo a dose de 240 kg ha⁻¹ de N não incrementou o NVP (Figura 2).

Para Epstein e Bloom (2006) a deficiência hídrica aumenta a concentração osmótica celular e dissipa os gradientes de prótons trans-membranares, responsáveis pelo transporte elétrico e isolamento de metabólitos no vacúolo. Guimarães et al. (2015) complementam que este fenômeno também afeta o processo de fixação, absorção e aproveitamento do N durante a formação de vagens.

A estatura de plantas é um importante componente morfológico indicador da disponibilidade de água e nutrientes no solo. Nesse sentido, a safra das secas e das águas foram em média 15, 26 e 33 cm mais altas com doses de 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 3A). Souza et al. (2014) constataram que 80 kg ha⁻¹ de N resultou em plantas com estatura superior a 85 cm e para Santos et al., (2015) o adequado suprimento de N está associado a alta atividade fotossintética e consequentemente ao crescimento vegetativo vigoroso das plantas.

Figura 3. Estatura de plantas (ESP) em resposta à adubação nitrogenada (A) e molíbdica (B) no decorrer de três safras de feijão no Paraná. Safra das Secas (janeiro - março), Safra de Inverno (março - maio) e Safras das Águas (agosto - outubro)



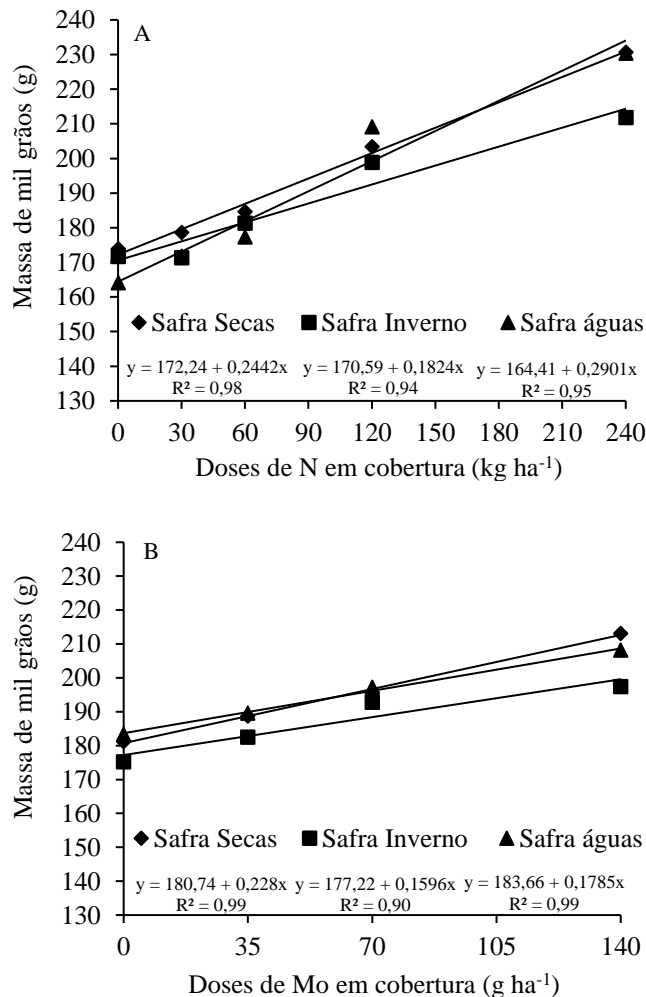
Foi observado também que adubação molíbdica na safra das secas e das águas, especialmente nas doses de 70 e 140 g ha⁻¹, aumentaram em média 9 e 14 cm a estatura de plantas (Figura 3B). Com 40 g ha⁻¹ de Mo via foliar. Toledo et al. (2010) notaram aumento nas atividades das enzimas nitrogenase e nitrato redutase, e com isso, significativo aporte de N total no meristema apical da haste principal e em novas brotações da planta de feijão.

Li et al. (2013) ratificam que além de altamente móvel no xilema e floema, o Mo também participa da formação de outras enzimas como a sulfito oxidase, relacionada ao metabolismo do enxofre via citocromo c, a xantina desidrogenase, envolvida no catabolismo das purinas e biossíntese de ureídios e a aldeído oxidase, enzima integrante da biossíntese de hormônios de crescimento como o ácido indolacético e giberelinas .

Com relação a MMG média para as safras das águas e das secas, a diferença entre a não aplicação e a dose de 60 kg ha⁻¹ de N foi de 15 g e quando comparado com a dose de 120 e 240 kg ha⁻¹ os aumentos atingiram 33 e 54 g respectivamente (Figura 4A). Considerando os ganhos de 3,0 vagens por planta, o estande final de 238 mil plantas ha⁻¹ e a média de 5,6 grãos por vagem, as doses de 120 e 240 kg ha⁻¹ de N aumentariam a produtividade em 812 e 895 kg ha⁻¹.

Ramos et al. (2014) verificaram aumento na MMG, com doses de até 120 kg ha⁻¹ e Guimarães et al. (2017) em um modelo polinomial concluíram que a massa de 100 grãos máxima do cultivar BRS estilo foi de 26 gramas, com 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Todavia, Leal et al. (2019) avaliando 12 cultivares de feijão não constataram aumento na variável com uma dose de 20 kg ha⁻¹ de N.

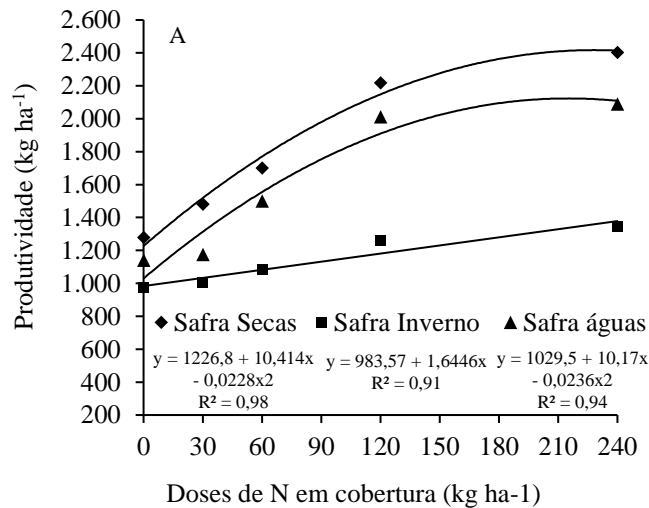
Figura 4. Massa de mil grãos (MMG) em resposta à adubação nitrogenada (A) e molíbdica (B) no decorrer de três safras de feijão no Paraná. Safra das Secas (janeiro - março), Safra de Inverno (março - maio) e Safras das Águas (agosto - outubro)

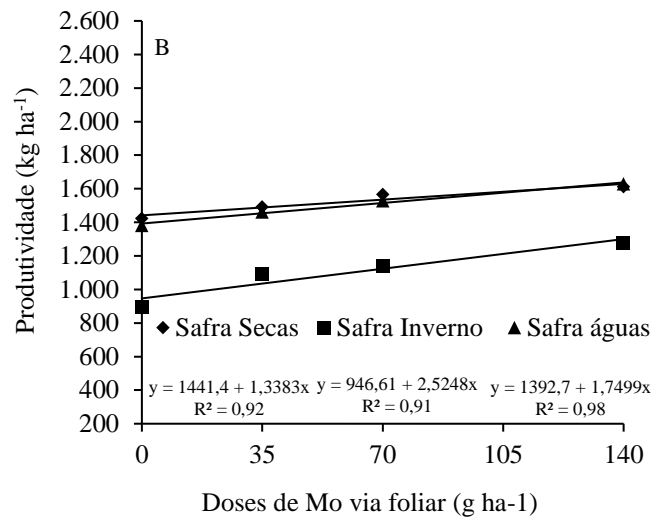


Houve aumento médio de 9,0 gramas na MMG a cada 35 g ha⁻¹ de Mo aplicada (Figura 4B). O Mo participa no processo de redução do acetileno e na remobilização do N durante o enchimento de grãos, tais fenômenos resultam em maior ganho de peso pelos grãos (VIEIRA et al.,1998). As doses de N, com exceção a de 240 kg ha⁻¹, promoveram MMG semelhante as doses de molibdênio. Nesse contexto, destaca-se a importância do Mo na fixação biológica e aproveitamento do N atmosférico.

Embora ajustada em um modelo linear, a adubação nitrogenada e molíbdica na safra de inverno (março-maio) não promoverem ganhos significativos na produtividade (Figura 5A e B). Pois, além do déficit hídrico, já mencionado, também houve excesso de chuva na maturação fisiológica (R₉), o que prejudicou a maturação, colheita e secagem das vagens, afetando de forma generalizada o rendimento de grãos da cultura. Conceição et al. (2018) contrastam que o excesso de água na maturação acarreta em intensa degradação enzimática e conseqüente redução na massa de grãos.

Figura 5. Produtividade (PRO) em resposta à adubação nitrogenada em cobertura (A) e molíbdica por via foliar (B) no decorrer de três safras de feijão no Paraná. Safra das Secas (janeiro - março), Safra de Inverno (março - maio) e Safras das Águas (agosto - outubro)





Derivando o modelo quadrático, estima-se maior produtividade com doses de 215 e 228 kg ha⁻¹ de N, gerando um rendimento médio de 2.416 e 2.125 kg ha⁻¹ nas safras das secas e das águas (Figura 5A). Entretanto, para Oliveira et al. (2019) a cultura tem baixa eficiência na absorção de N pelas raízes e exige em média 100 kg ha⁻¹ para suprir suas necessidades nutricionais. Souza et al. (2014) estimaram máxima produtividade com uma dose de 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Por uma outra perspectiva, nota-se que doses elevadas de nitrogênio acarreta no rápido fechamento das entre linhas e subsequente queda na taxa fotossintética, ocasionada pela redução na incidência de luz sobre o dossel das plantas. Silva e Monteiro, (2010) relatam que esse fenômeno afeta o equilíbrio nas quantidades de N nos tecidos e inclusive na síntese de inúmeros aminoácidos, produção de clorofila e formação de carboidratos.

Com relação ao Mo, as doses isoladas de 70 e 140 g ha⁻¹, elevaram a produtividade média em 144 e 218 kg ha⁻¹ na safra das secas e das águas, respectivamente (Figura 5B). A maior importância desse micronutriente está na constituição estrutural de enzimas essenciais para o metabolismo do N, como a nitrogenase, responsável pela fixação simbiótica do N atmosférico, convertendo-o em amônia e a nitrato redutase, essencial no processo de incorporação do N em moléculas orgânicas (ALMEIDA, et al., 2013).

No que diz respeito à análise econômica, a dose de 120 kg ha⁻¹ de N resultou numa receita líquida de R\$2060,00 e R\$1491,00 na safra das secas e das águas, respectivamente. Para a dose 240 kg ha⁻¹ a receita líquida foi R\$2786,00 e R\$2606,00 em comparação a não aplicação do N em cobertura e R\$723,00 e R\$1115,00 entre as duas maiores doses para as respectivas safras (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade de grãos, receita bruta, custo com fertilizantes e receita líquida de três experimentos de feijão, conduzidos no Paraná, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura

Doses de N	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Receita bruta	Custo com fertilizantes	Receita líquida
		(R\$ ha ⁻¹)		
----- Safrada das Secas -----				
0	1.277,99	2.981,98	0	2.981,98
30	1.480,77	3.455,13	32,40	3.422,73
60	1.669,53	3.895,57	64,80	3.830,77
120	2.217,67	5174,56	129,60	5.044,96
240	2.583,31	6.027,72	259,20	5.768,52
----- Safrada de Inverno -----				
0	1.038,10	1.903,18	0	1.903,18
30	1.056,82	1.937,50	27,30	1.910,20
60	1.083,17	1.985,81	54,60	1.931,21
120	1.184,44	2.171,47	109,20	2.062,27
240	1.242,48	2.277,88	218,40	2.059,48
----- Safrada das águas -----				
0	1.140,88	2.662,05	0	2.662,05
30	1.175,05	2.741,78	27,90	2.713,88
60	1.327,49	3.097,48	55,80	3.041,68
120	1.827,89	4.265,08	111,60	4.153,48
240	2.353,79	5.492,18	223,20	5.268,98

Valor da produção safra das secas: R\$140,00 a saca. Custo do fertilizante: R\$1080,00 a tonelada

Valor da produção safra de inverno: R\$110,00 a saca. Custo do fertilizante: R\$910,00 a tonelada

Valor da produção safra das águas: R\$135,00 a saca. Custo do fertilizante: R\$930,00 a tonelada

Custo Fertilizante: Dose de (NH₄)₂SO₄ em kg ha⁻¹ * Valor da tonelada/1000

Receita Bruta: Produtividade multiplicada pelo Valor da saca de feijão

Receita Líquida: Receita Bruta menos o custo com fertilizante

Na fertilidade, a dose econômica é aquela que proporciona 90% da maior produtividade obtida. Do ponto de vista econômico, a dose de 240 kg ha⁻¹ de N promoveu a maior receita líquida. Binotti et al. (2010) obtiveram maior receita líquida com 50 kg ha⁻¹ frente a 200 kg ha⁻¹ de N. Entretanto, Sabundjian et al. (2014) obtiveram a melhor receita líquida aplicando 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

A baixa produtividade da safra de inverno, como discutido anteriormente nas variáveis agrônomicas, também refletiu na redução da receita líquida, pois as doses de 30 e 60 kg ha⁻¹ geraram apenas R\$7,00 e R\$28,00 de receita líquida, respectivamente, e ao considerar as doses de 120 e 240 kg ha⁻¹, os ganhos não ultrapassaram R\$160,00.

Mais uma vez, é preciso ponderar o estresse hídrico e térmico em fases críticas do desenvolvimento da cultura, como fatores limitantes da produtividade e consequentemente da viabilidade econômica da adubação nitrogenada em cobertura em regiões tropicais.

4 CONCLUSÕES

Independente da adubação molíbdica, a dose de 120 e 240 kg ha⁻¹ de N proporcionaram o melhor desempenho agrônômico da cultura.

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos, os efeitos da adubação molíbdica sobre a cultura do feijão, independeram do uso de nitrogênio e a dose de 140 g ha⁻¹ proporcionou o melhor desempenho agrônômico.

A dose de 240 kg ha⁻¹ de N em cobertura, resultou na maior receita líquida e consequentemente na maior viabilidade econômica.

Sob estresse hídrico e altas temperaturas, a adubação nitrogenada e molíbdica pode não resultar em ganhos substanciais no rendimento agrônômico do feijoeiro.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. D.; ARAÚJO, A. P.; ALVES, B. J. R. Seeds with high molybdenum concentration improved growth and nitrogen acquisition of rhizobium-inoculated and nitrogen-fertilized common bean plants. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.37, n. 2, p. 367-378, 2013.

AMARAL, A. G.; FRANÇA, A. F. S.; LIMA, M. L. M.; LOBO, U. G. M.; CAIXÊTA, K. L.; PEREIRA, L. L. J. M.; LOPES, T. A.; BRANDÃO, B. M.; DA SILVA, L. P. Efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada sobre o teor de clorofila, dinâmica do perfilhamento e composição morfológica em cultivares de milho no Cerrado. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21643-21659, 2020.

BARBOSA, G. F.; ARF, O.; NASCIMENTO, M. S.; BUZETTI, S.; FREDDI, O. S. Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 117-123, 2010.

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; CARDOSO, E. D.; SÁ, M.E., BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro de Inverno irrigado no sistema plantio direto. **Bioscience. Journal**, v. 33, n. 5, p. 665-670, 2010.

CARVALHO, I. L.; XAVIER, F. M.; MENEGUZZO, M. R. R.; MARTINS, A. B. N.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Translocação de molibdênio em plântulas de feijoeiro aplicado via tratamento de sementes. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 1, p. 95-103, 2019.

CHEKANAI V.; CHIKOWO, R.; VANLAUWE, B. Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to nitrogen, phosphorus and rhizobia inoculation across variable soils in Zimbabwe. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 266, p. 167-173, 2018.

CONCEIÇÃO, C. G.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; PARIZI, A. C.; CONCEIÇÃO, J. A.; BRUNING, J. Economically optimal water depth and grain yield of common bean subjected to different irrigation depths, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 482-487, 2018.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas princípios e perspectivas**. 2. Ed. Editora Planta, Paraná, BR. 401p, 2006.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A. Efeito do molibdênio nas culturas da soja e do feijão via adubação foliar. **Global Science and Technology**. v. 2, p. 08-15, 2010.

GUIMARÃES, R. A.; BRAZ, A. J. B. P.; SIMON, A.; FERREIRA, C. J. B.; BRAZ, G. B. P.; SILVEIRA, P. M. Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 1, p. 36-148, 2017.

GUIMARÃES, S. L.; BOMFIM-SILVA, E. M.; MOREIRA, J. C. F.; BOSA, C. K.; SILVA, S. L. S.; SILVA, T. J. A. Effects of inoculation of rhizobium on nodulation and nitrogen accumulation in cowpea subjected to water availabilities. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 9, p. 1378-1384, 2015.

KULSUM, M. U.; BAQUE, M. A.; KARIM, M. A. Effects of different nitrogen levels on the leaf chlorophyll content nutrient concentration and nutrient uptake pattern of blackgram. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10: 250-254, 2007.

LACERDA, E. G.; JESUS SANCHES, L. F.; QUEIROZ, J. O.; DA SILVA, C. P. Adubação nitrogenada no vigor das mudas, concentração de aminoácidos e proteínas totais e no teor de clorofila no feijão-de-corda (*Vigna Unguiculata*). **Revista Agri-Environmental Sciences**. v. 6, p. 2002-2020, 2020.

LEAL, F. T.; FILLA, V. A.; BETTIOL, J. V. T.; SANDRINI, F. O.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B. Use efficiency and responsivity to nitrogen of common bean cultivars. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. 1-9, 2019.

LISBOA, C. C.; OLIVEIRA, J. R.; DIAS DE LIMA, F. R.; SILVA, E. A.; SILVA, C. A.; GRANATE DE SÁ, J. J.; MARQUES, M. Leaching of nitrate and ammonium in Anionic Acrudox. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2019.

LI, S. X.; WANG, Z.; STEWART, B. A. Responses of crop plants to ammonium and nitrateo N. **Advances in Agronomy**, v. 118, p. 205-397, 2013.

NORONHA, J. F. **Projetos Agropecuários: Administração Financeira, Orçamento e Viabilidade Econômica**. Atlas. São Paulo, SP, Atlas. 269 p. 1987.

OLIVEIRA, R. A.; BUSO, W. H. D.; GOMES, P. H. M. M.; RODOVALDO, R. S.; OLIVEIRA, H. F. L. Application of controlled-release nitrogen fertilizer in irrigated common bean crops. **Comunicata Scientiae**, v. 10, p. 158-167, 2019.

RABELO, A. C. R.; RIBEIRO, D. F.; REZENDE, R. M.; ALCANTRA, E.; FREITAS, A. S. Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v.15, p. 825-841, 2017.

RAMOS, D. P.; SOUSA, S. A.; OLIVEIRA, T. C.; GONÇALVES, G. M. O.; PASSOS, N. G.; FIDELIS, R. R. Adubação nitrogenada no feijoeiro comum irrigado em diferentes épocas, com e sem parcelamento das doses, **Biotemas**. v. 27, n. 1, p. 9-21, 2014.

SABUNDJIAN, M. T.; ARF, O.; TARSITANO, M. A. A.; KANEKO, F. H.; CORSINI, D. C. D. C. Análise econômica da adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 349-356, 2014.

SANTOS, L. A.; SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; GONSALES, J. R. Crescimento, índices fisiológicos e produtividade de cultivares de feijoeiro sob diferentes níveis de adubação. **Revista Ceres**. v. 62, n 1, p. 107-116, 2015.

SILVA, E. M. B.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 641-1649, 2010.

SILVA, E. B.; SANTOS, S. R.; FONSECA, F. G.; TANURE, L. P. P.; FREITAS, J. P. X. Aplicação foliar de molibdênio em feijoeiro irrigado cultivado no norte de minas gerais. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 64-71, 2012.

SOUZA, A. B.; OLIVEIRA, D. P.; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B. Populações de plantas e doses de nitrogênio para feijoeiro em sistema convencional. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 998-1006, 2014.

TERRA, A. B. C.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V.; SILVA, N. C. D. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 305-313, 2019.

TOLEDO, M. Z.; GARCIA, R. A.; PEREIRA, M. R. R.; BOARO, C. S. F.; LIMA, G. P. P. Nodulação e atividade do nitrato redutase na função de aplicação de molibdênio em soja. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, p. 858-864, 2010.

TOSO, V.; ANDRIOLO, J. L.; LERNER, M. A.; SCHIMITT, O. J.; CARDOSO, F. L. Nitrogen in Plant Growth and Yield of Common Bean. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 14, p. 2006-2013, 2017.

VIEIRA, R. F.; CARDOSO, E. J. B. N.; VIEIRA, C.; CASSINI, S. T. A. Foliar application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and reductase activities in a soil of high fertility. **Journal Plant Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 169-180, 1998.

WONDIMU, W.; TANA, T. Yield Response of Common Bean (*Phaseolus vulgaris L.*) Varieties to Combined Application of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers at Mechara, Eastern Ethiopia. **Journal Plant Biology Soil Health**, v. 4, p. 1-8, 2017.