



Influência do molibdênio e cálcio nas características agronômicas de dois cultivares de feijoeiro.

Rilner Alves Flores⁽¹⁾; Weverson Messias Pugas⁽²⁾; Rogério Cavalcante Gonçalves⁽³⁾; Vinícius Almeida Oliveira⁽⁴⁾; Carlos Leandro Rodrigues dos Santos⁽⁵⁾; Átila Reis da Silva⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Professor da Escola de Agronomia; Universidade Federal de Goiás; Goiânia, Goiás; E-mail: rilner1@hotmail.com

⁽²⁾ Graduando do curso de agronomia; Faculdade Católica do Tocantins; Palmas, Tocantins.

⁽³⁾ Professor do curso de agronomia; Faculdade Católica do Tocantins; Palmas, Tocantins.

⁽⁴⁾ Doutorando do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás; Goiânia, Goiás.

⁽⁵⁾ Pesquisador Associado; Universidade Federal do Mato Grosso; Barra do Garças, Mato Grosso.

⁽⁶⁾ Pós-Doutorando do curso de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade Rostock; Rostock, Alemanha.

RESUMO: A aplicação de produtos que contêm cálcio (Ca) e molibdênio (Mo) em sua composição pode estimular o desenvolvimento do feijoeiro por promoverem benefícios diretos e indiretos na fixação biológica de nitrogênio e consequente produção de biomassa. O objetivo foi avaliar o efeito proporcionado por níveis conjuntos de Mo e Ca na biomassa, nodulação e teor de clorofila de dois cultivares de feijoeiro. Foi realizado um experimento em casa de vegetação, onde avaliou-se aos 46 dias após a semeadura cinco características agronômicas de dois cultivares de feijoeiro (BRS Campeiro e BRS Cometa) associadas a quatro tratamentos composto por níveis de produtos comerciais aplicados via semente (Comb. 1 = sem Mo e Ca; Comb. 2 = 100 e 100 mL ha⁻¹; Comb. 3 = 200 e 200 mL ha⁻¹ e Comb. 4 = 300 e 400 mL ha⁻¹) na época de emissão do terceiro trifólio. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizados, com 4 repetições. A aplicação de Mo e Ca proporcionou um aumento significativo em relação a testemunha em todas as características agronômicas avaliadas, sendo que os resultados mais expressivos foram observados com o uso dos maiores níveis conjuntos de Mo e Ca. A aplicação de Mo via semente e Ca via foliar proporciona maior rendimento de massa seca da parte aérea e da raiz, e do índice relativo de clorofila do cultivar Cometa em relação a cultivar Campeiro.

Termos de indexação: *Phaseolus vulgaris*, fixação biológica de nitrogênio, nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa que apresenta a capacidade de se associar às bactérias diazotróficas (Hungria et al., 2003), o que pode contribuir na redução do uso de fertilizantes nitrogenados na cultura em função da possibilidade de fixar o nitrogênio atmosférico.

De acordo com Malavolta (2006) além de ter papel fundamental na assimilação de nitrogênio (N)

por compor a enzima redutase do nitrato, o molibdênio (Mo) é componente da nitrogenase, enzima esta responsável pela redução do N₂ a NH₃, no processo de fixação biológica de N (FBN).

O cálcio é importante na preservação da capacidade de absorção das raízes mediante a manutenção da integridade da membrana plasmática, bem como na prevenção da perda de solutos para a solução externa, influenciando então, de modo geral, a aquisição de nutrientes pelas plantas (Malavolta, 2006).

Tanto a deficiência de cálcio como molibdênio podem influenciar negativamente a nutrição nitrogenada de plantas de feijoeiro, principalmente pelo fato da cultura ser uma leguminosa e a deficiência destes nutrientes podem afetar a eficiência da fixação biológica de nitrogênio.

A adubação mineral contendo cálcio e molibdênio poderá estimular o desenvolvimento do feijoeiro por promoverem benefícios diretos e indiretos na aquisição de N-atmosférico e consequente produção de biomassa. O suprimento adequado de Mo pode influenciar positivamente na eficiência da simbiose. No estudo de Leite et al. (2009) foram observados que a inoculação das sementes associada à aplicação de Mo favoreceu a nodulação e o acúmulo de N pelo feijão-caupi, aumentando a produtividade de grãos.

Além disso, segundo Franco & Döbereiner (1968) há uma interferência do cálcio na fixação simbiótica do N em feijoeiro. No estudo de Farinelli et al. (2006) foram observados que a adubação foliar com a presença de Ca promoveu acréscimo na produtividade do cultivar Pérola de feijoeiro e no vigor das sementes de cultivares de feijão.

Porém, na literatura ainda há poucos estudos relacionados a aplicação conjunta de Ca e Mo para a cultura do feijoeiro, neste sentido, objetivo deste estudo foi avaliar o efeito proporcionado por níveis conjuntos de Mo e Ca na produção de massa seca, na nodulação e no índice relativo de clorofila de dois cultivares de feijoeiro.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em 2014 sob condições de casa de vegetação na Faculdade Católica do Tocantins (Campus II de Ciências Agrárias e Ambientais, em Palmas – TO).

Avaliou-se dois cultivares de feijoeiro (BRS Campeiro e BRS Cometa) em um esquema fatorial associado a quatro tratamentos composto por níveis de produtos comerciais com aplicação via semente (Mo) e foliar (Ca) na época de emissão do terceiro trifólio, estágio vegetativo V4.

Para o fornecimento de Mo o produto foi o Nutrimax enraizador[®] (10% de Mo) indicado para leguminosas. Já para Ca o produto utilizado foi o Nutrifolha Nitrato de Cálcio (SAMARITA Indústria e comércio Ltda.).

As quatro combinações (Comb.) de níveis entre Mo e Ca testadas, respectivamente, foram: Comb. 1 = sem Mo e Ca, Comb. 2 = 100 e 100 mL ha⁻¹, Comb. 3 = 200 e 200 mL ha⁻¹ e Comb. 4 = 300 e 400 mL ha⁻¹. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizados, com 4 repetições.

Cada parcela foi constituída por uma planta de feijão, que foi cultivada em vaso de 8 dm³ adubado com o equivalente a 500 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 4-14-8.

Antes da semeadura, as sementes utilizadas foram inoculadas com o produto líquido NITRO 1000 Feijão na dose de 100 mL para 25 kg de sementes, como recomendado pelo fabricante.

O plantio foi realizado aos 18 dias de março de 2014, e durante a condução do experimento sempre que necessário foi feito o manejo fitossanitário. A irrigação foi feita por sistema automático.

A coleta do experimento ocorreu aos 46 dias após a semeadura (03/05/2014), estando as plantas no estágio de pleno florescimento (R6). Para a avaliação das variáveis, foi feito, inicialmente, a leitura do índice relativo de clorofila (ICR) utilizando um aparelho portátil (Clorofilog Modelo CFL1030) sendo realizadas três leituras por planta no terço superior do limbo do folíolo central da terceira folha completamente desenvolvida, a partir do ápice da planta, na haste principal. Logo após, a parte aérea das plantas foram coletadas cortando-as rente ao solo. Posteriormente, foram retiradas as raízes por cuidadosa lavagem, e rapidamente realizou-se a retirada e contagem dos nódulos (NNOD). Feito isso, foi realizada a secagem em estufa a 60°C, até a massa constante da parte aérea (MSPA), raízes (MSRAIZ) e nódulos (MSND).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias, consideradas no estudo como qualitativas, foram comparação pelo teste de Tukey (p<0,05), utilizando o software

ASSISTAT versão 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados revelou diferenças significativas (p<0,01) para o efeito das cultivares nas variáveis: massa seca da raiz (MSRAIZ) e índice relativo de clorofila (ICR) (**Tabela 1**). Diferenças em parâmetros produtivos entre cultivar são comumente observadas devido a variabilidade genotípica existente.

Apesar do cultivar BRS cometa ter apresentado superioridade em relação aos caracteres produtivos e índice relativo de clorofila em relação a BRS Campeiro, o número e a massa seca de nódulos não diferiu (**Tabela 1**), sugerindo maior contribuição da inoculação para a fixação biológica de nitrogênio no cultivar BRS Cometa. No estudo de Fullin et al. (1999), embora tenha ocorrido respostas em parâmetros produtivos em resposta a Mo também observou-se ausência de resposta quanto ao número e massa seca de nódulos em planta de feijão.

Em relação às combinações de Ca e Mo em estudo, houve efeito significativo (p<0,01) para todas as variáveis (**Tabela 1**). Para a MSRAIZ observou-se que independentemente do cultivar, a combinação que continha os níveis inferiores em relação aos maiores não diferiu entre si, mas foram superiores ao controle, sugerindo que estas combinações não continham a dose suficiente necessária para promover o crescimento radicular.

O NNOD e a MSNOD foram superiores na combinação com os maiores níveis de Mo e Ca, sugerindo que estes nutrientes tenham aumentado a síntese de biomassa de nódulos e quantidade devido seu papel funcional no metabolismo da FBN (Franco & Döbereiner, 1968; Leite et al., 2009).

O ICR não diferiu nos tratamentos que continham Mo e Ca. A testemunha só diferenciou-se da combinação que continha maiores níveis, sugerindo que estes nutrientes estão relacionados com a produção de clorofila na planta. O Ca atua com em funções estruturais e o Mo como componentes de enzimas do metabolismo de N (Malavolta, 2006).

Foi constatado interação (p<0,01) entre os fatores somente para a MSPA, na qual foi realizado o desdobramento (**Tabela 2**).

Em todas as combinações a cultivar BRS cometa apresentou MSPA superior a BRS Campeiro, o que pode ter acontecido pela variação genotípica. Para a Campeiro, observou-se que os níveis inferiores não diferiram entre si, mas sendo superiores ao controle. Para a cultivar BRS cometa observou-se que os tratamentos que continham Mo e Ca não diferiram



entre si, mas foram superiores ao controle (**Tabela 2**).

De acordo com Lana et al. (2008) o tratamento de semente de feijão com a presença de molibdênio (Mo) resultam em aumentos significativos da produtividade do feijoeiro.

A aplicação de Ca favoreceu o desenvolvimento, acúmulo de biomassa da parte aérea das plantas do feijoeiro (Silva et al., 2011). Segundo Farinelli et al. (2006) a adubação foliar com Ca promoveu acréscimo na produtividade de grãos.

De modo geral, a aplicação de Mo via semente e Ca via foliar no presente trabalho, proporcionam um aumento significativo em relação a testemunha em todas as características agronômicas analisadas, sendo que os resultados mais expressivos foram observados com o uso dos maiores níveis conjuntos de Mo e Ca.

CONCLUSÕES

A aplicação de molibdênio via semente e cálcio via foliar proporciona maior rendimento do cultivar BRS Cometa em relação a cultivar BRS Campeiro nas características de massa seca da parte aérea e da raiz e índice relativo de clorofila.

A interação entre o cultivar BRS Cometa com os níveis conjuntos de Mo e Ca proporciona incremento de massa seca da parte aérea.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer as agências de fomento pelo auxílio através de bolsas e financiamento para a divulgação do trabalho: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

REFERÊNCIAS

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; SOUZA, F. S. et al. Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubadas via foliar com cálcio e boro. Científica (Jaboticabal. Online), 34:59-65, 2006.

FRANCO, A. A. & DÖBEREINER, J. Interferência do cálcio e nitrogênio na fixação simbiótica do N por duas variedades de *Phaseolus vulgaris* L. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 3:223-227, 1968.

FULLIN, E. A.; ZANGRANDE, M. B.; LANI, J. A. et al. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34:1145-1149, 1999.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J. & MENDES, I. C. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. Biology and Fertility of Soils, 39:88-93, 2003.

LANA, Q. M. R.; PEREIRA, R. P.; LANA, A. M. Q. et al. Utilização de micronutrientes na cultura do feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. Bioscience Journal, 24:58-63, 2008.

LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; COSTA, C. N. et al. Nodulação e produtividade de grãos do feijão-caupi em resposta ao molibdênio. Revista Ciência Agronômica, 40:492-497, 2009.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

SILVA, S. A.; MORAES, W. B. & SOUZA, G. S. Doses de cálcio no crescimento do feijoeiro cultivado em solução nutritiva, na presença de alumínio. Idesia (Arica), 29:53-58, 2011.



Tabela 1. Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca da Raiz (MSRAIZ), Massa seca dos nódulos (MSNOD), Número de nódulos (NNOD) e índice relativo de clorofila (ICR) de duas cultivares de feijoeiro em função de níveis de Mo + Ca.

CULTIVARES	MSPA	MSRAIZ	MSNOD	NNOD	ICR
(g planta ⁻¹).....				
BRS Campeiro	12,11	3,70 b	0,60 a	67,06 a	36,64 b
BRS Cometa	15,61	4,61 a	0,59 a	66,50 a	39,75 a
TRATAMENTOS					
Mo (ml ha ⁻¹) / Ca (mL ha ⁻¹)					
0 / 0 (controle)	12,61	3,18 c	0,45 b	57,88 b	37,08 b
100 / 100	13,33	4,11 b	0,49 b	60,25 b	37,81 ab
200 / 200	14,31	4,37 b	0,53 b	66,38 ab	38,54 ab
300 / 400	15,21	4,96 a	0,89 a	70,63 a	39,36 a
CV (%)	3,49	7,29	22,65	8,45	3,21
Teste F					
Cultivares (C)	**	**	ns	ns	**
Tratamentos (D)	**	**	**	**	**
Interação C x D	**	ns	ns	ns	ns

** , * e ns = significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) de duas cultivares de feijoeiro em função de combinações de níveis de Mo + Ca.

TRATAMENTOS Mo (ml ha ⁻¹) / Ca (L ha ⁻¹)	MSPA (g planta ⁻¹)	
	BRS Campeiro	BRS Cometa
0 / 0 (controle)	9,48 bC	14,21 aB
100 / 100	12,46 bB	15,75 aA
200 / 200	12,39 bB	16,23 aA
300 / 400	14,12 bA	16,30 aA

Médias seguidas de mesmas letras minúscula na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.