



PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO CARIÓCA SOB APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO

PRODUCTION AND QUALITY OF CARIÓCA BEAN SEEDS UNDER FOLIAR APPLICATION OF MOLYBDENUM

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLAS DE FRIJOL CARIÓCA BAJO APLICACIÓN FOLIAR DE MOLIBDENO

 <https://doi.org/10.56238/levv16n52-045>

Data de submissão: 24/08/2025

Data de publicação: 24/09/2025

Fabio da Silva Ribeiro

Graduando em Agronomia

Instituição: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN)

E-mail: fabioribeiro11dasilva@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1040-5530>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3727731313281282>

Marcos Henrique Scolari Gregorini

Graduando em Agronomia

Instituição: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN)

E-mail: marcosgregorini18@gmail.com

Maílson Vieira Jesus

Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal

Instituição: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN)

E-mail: mailson.jesus@unigran.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0752-9081>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7391256471864674>

Mateus Luiz Secretti

Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal

Instituição: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN)

E-mail: mateus.secretti@unigran.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9538-4104>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0122350230777441>

Cácia Leila Tigre Pereira Viana

Doutorado em Agronomia/Entomologia Agrícola

Instituição: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN)

E-mail: cacia.viana@unigran.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6581-9995>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9603282269782789>

Aline Baptista Borelli

Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal

Instituição: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN)

E-mail: aline.borelli@unigran.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5197-7909>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2626986110192452>

Sálvio Napoleão Soares Arcosverde

Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal

Instituição: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN)

E-mail: salvio.arcosverde@unigran.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0453-4566>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5716842708059701>

Elton Amorim Rosa

Graduando em Agronomia

Instituição: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN)

E-mail: amorimelton04@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3632700019769557>

RESUMO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande importância alimentar e econômica no Brasil, devido ao alto valor nutricional de seus grãos. Um dos principais fatores limitantes na produção de sementes é a baixa disponibilidade de nutrientes, especialmente o nitrogênio (N), essencial ao desenvolvimento da planta. O Mo destaca-se por sua função na ativação de enzimas-chave, como a nitrogenase e a redutase de nitrato, fundamentais para a fixação e assimilação do N. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da aplicação de molibdênio via foliar na produção, germinação e vigor de sementes de feijão carioca. O delineamento experimental conduzido foi em blocos ao acaso em esquema fatorial de 4 x 2 (doses x época de aplicação) com 4 repetições, sendo que os tratamentos são compostos por: quatro doses (0,0; 50,0; 150,0 e 300,0 mL ha⁻¹ de produto comercial à base de Mo) e duas épocas de aplicação (V4 e R5). Após a colheita avaliamos a produtividade, peso de mil sementes, germinação, matéria seca, comprimento da plântula e raiz primária. Os resultados gerados pela ANAVA foram possíveis observar que houve efeito significativo para as características avaliadas, tanto para doses de molibdênio e épocas de aplicação. O final do experimento foi possível observar que as doses influenciaram nas qualidades das sementes podendo ser recomendada para aplicação na cultura.

Palavras-chave: Fixação Biológica de Nitrogênio. Micronutriente. Ativação Hormonal.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a crop of great food and economic importance in Brazil due to the high nutritional value of its grains. One of the main limiting factors in seed production is the low availability of nutrients, especially nitrogen (N), which is essential for plant development. Mo is known for its role in activating key enzymes, such as nitrogenase and nitrate reductase, which are essential for N fixation and assimilation. This study aims to evaluate the influence of foliar molybdenum application on the production, germination, and vigor of carioca bean seeds. The experimental design was a randomized complete block design in a 4 x 2 factorial arrangement (doses x application time) with four replicates. The treatments consisted of four doses (0.0, 50.0, 150.0, and 300.0 mL ha⁻¹ of a commercial Mo-based product) and two application times (V4 and R5). After harvest, we evaluated yield, thousand-seed weight, germination, dry matter, seedling length, and primary root. The results generated by ANAVA showed significant effects on the evaluated characteristics, both for molybdenum doses and application timing. At the end of the experiment, it

was observed that the doses influenced seed quality and can be recommended for application in the crop.

Keywords: Biological Nitrogen Fixation. Micronutrient. Hormonal Activation.

RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es un cultivo de gran importancia alimentaria y económica en Brasil debido al alto valor nutricional de sus granos. Uno de los principales factores limitantes en la producción de semillas es la baja disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno (N), esencial para el desarrollo de la planta. El Mo es conocido por su papel en la activación de enzimas clave, como la nitrogenasa y la nitrato reductasa, esenciales para la fijación y asimilación de N. Este estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de la aplicación foliar de molibdeno en la producción, germinación y vigor de las semillas de frijol carioca. El diseño experimental fue un diseño de bloques completos al azar en un arreglo factorial 4 x 2 (dosis x tiempo de aplicación) con cuatro réplicas. Los tratamientos consistieron en cuatro dosis (0,0, 50,0, 150,0 y 300,0 mL ha⁻¹) de un producto comercial a base de Mo y dos tiempos de aplicación (V4 y R5). Tras la cosecha, se evaluó el rendimiento, el peso de mil semillas, la germinación, la materia seca, la longitud de las plántulas y la raíz primaria. Los resultados generados por ANAVA mostraron efectos significativos en las características evaluadas, tanto para la dosis de molibdeno como para el momento de aplicación. Al final del experimento, se observó que las dosis influyeron en la calidad de las semillas y se recomienda su aplicación en el cultivo.

Palabras clave: Fijación Biológica de Nitrógeno. Micronutrientes. Activación Hormonal.

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas mais importantes para a alimentação humana. No Brasil, seus grãos são amplamente consumidos, o que resulta em grande valor econômico no país devido, principalmente, à qualidade nutricional de seus grãos, os quais apresentam quantidades significativas de proteína, carboidratos e aminoácidos, que são fundamentais na dieta alimentar em vários países (Barili et al., 2015).

Com estimativa de produção média de 3,25 milhões de toneladas (CONAB, 2024), o Brasil possui grande destaque entre os maiores produtores mundiais, no entanto, a produtividade das safras ainda se apresenta baixa, visto que o potencial de produção pode passar de 3.500,0 kg ha⁻¹ (Aserse et al., 2019), devido a vários fatores, como à baixa disponibilidade de nutrientes, apresentada pela baixa fertilidade natural dos solos, e o menor aproveitamento pelas plantas.

A produção de sementes de boa qualidade é um fator de sucesso para qualquer cultura, a qual se busque uniformidade, proveniente de atributos como a alta qualidade genética, sanitária, física e fisiológica, fatores esses que podem ser garantidos por meio de um adequado fornecimento nutricional a planta mãe, havendo maior estabelecimento da cultura fazendo com que haja aumento em qualidade e produtividade (Marcos Filho, 2005). Quando se fala em sementes de boa qualidade entende que haja alta germinação e vigor, onde refere-se a capacidade de gerar plantas saudáveis com bom potencial de produção, facilitando a obtenção de potencial produtivo podendo haver redução de custos de produção (Júnior et al., 2013).

Neste contexto, o feijoeiro é considerado uma cultura bastante exigente no quesito nutricional, especialmente em nitrogênio (N), que é o principal fator limitante da cultura (Barbosa Filho et al., 2008). Sendo uma espécie da família Fabaceae, as plantas de *Phaseolus vulgaris* têm como principal forma de suprir essa necessidade de N, por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN), que por sua vez é dependente de outros elementos, como ferro (Fe), molibdênio (Mo) e cobalto (Co) que desempenham papel vital no processo de assimilação (Silva; Wander, 2013; Matoso; Kusdra, 2014; Viçosi; Pelá, 2020).

Segundo Taiz e Zaiger et al. (2010), os micronutrientes são ativadores e/ou componentes estruturais de várias enzimas e quando fornecidos de forma adequada podem gerar melhor desenvolvimento na germinação e vigor das sementes. Em meio aos micronutrientes essenciais, pode-se citar o molibdênio que possui importante função enzimática do metabolismo do N. Por conta disso, as plantas quando em carência desse nutriente, principalmente as dependentes de simbiose, ficam deficientes de nitrogênio. O Mo é o principal componente da enzima, nitrogenase, essencial à fixação do N do ar nos nódulos radiculares, e a redutase de nitrato, que se faz indispensável no aproveitamento dos nitritos absorvidos pelas leguminosas (Hafeez et al., 2013).

Bortels (1930) descreve pela primeira vez a importância do Mo para o processo da FBN, demonstrando que *Azotobacter vinelandii*, quando inoculada em meio de cultivo sem N, necessitava de Mo para se desenvolver, porém em meio em que havia a presença de amônio, as bactérias não se assimilaram ao micronutriente.

O molibdênio apresenta-se em pequenas quantidades no solo, tendo valores de 0,5 a 5,0 mg kg⁻¹, e mesmo em baixa quantidade no solo, ele também é menor requerido pelas plantas (Marcondes, 2001). Estudos apontam que quantidades de 1,0 mg kg⁻¹ de matéria seca da planta, correspondem de 40 a 50 g ha⁻¹ para suprir as necessidades da maioria das culturas (Dechen; Nachtigall, 2006).

Na solução do solo o que pode afetar a disponibilidade do Mo para as plantas, é o pH, sendo baixa em pH ácido (5,0 a 5,5) e elevada em pH maiores que 7,0 (Abreu; Lopes; Santos, 2007). Diante disso, em regiões, como Dourados-MS, que apresentam solos classificados como Latossolo, ou seja, ricos em óxidos de ferro e/ou alumínio e pH baixo (4,0 a 5,5), resultará em condições de indisponibilidade de Mo, sendo necessário a disponibilização para as plantas por meio de tratamento de semente e/ou via foliar.

Diante do exposto, a nutrição da cultura do feijão de forma inadequada pode afetar negativamente sua produtividade. Assim, o manejo inadequado da adubação com Mo, quando não aplicado no momento e na quantidade correta para a planta, afetará o devido aproveitamento, ocorrendo perdas por lixiviação, podendo resultar também em condições não ideais de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, principalmente afetado pela falta do funcionamento de enzimas importantes. Com isso, destaca-se a importância de estudos, que forneçam informações para o adequado manejo do uso de fertilizantes a base de Molibdênio, nas fases de desenvolvimento da cultura, que é requerido em pequenas quantidades, mas que pode ser essencial para gerar sementes de boa qualidade.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de doses e épocas de aplicação de molibdênio via foliar na produção, germinação e vigor de sementes de feijão carioca.

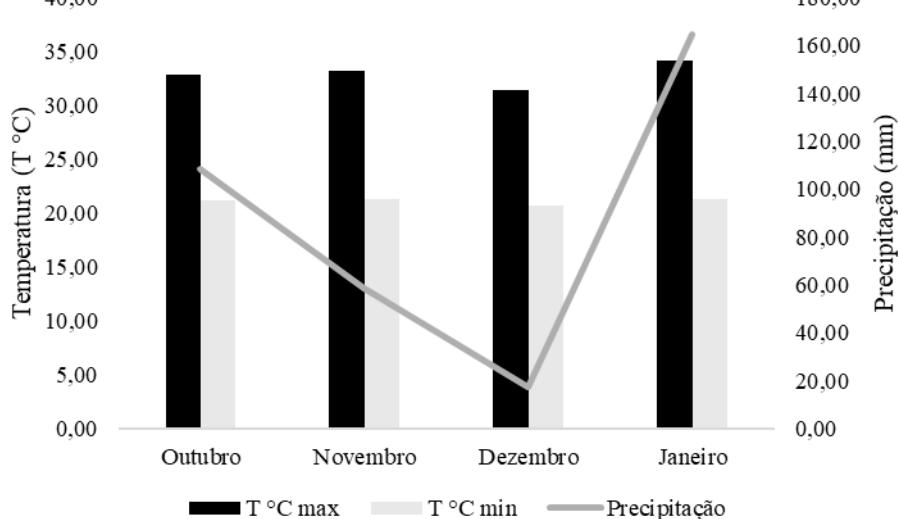
2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda experimental, do Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN, localizado geograficamente na latitude 22°10'33" Sul e longitude 54°53'46" Oeste, estando a uma altitude média de 420 m, na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, no período de outubro de 2024 a janeiro de 2025. E posteriormente, nas avaliações de germinação e vigor no Laboratório de Sementes, da UNIGRAN, no período de fevereiro a março de 2025. O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho distroférreo (Santos et al., 2018).

Conforme a classificação climática de Köppen, o tipo predominante na área é o Cwa – clima mesotérmico úmido. Caracterizado devido a predominância de verões quentes e invernos secos, além

disso, a chuva total no verão tem um montante superior a dez vezes mais a menor precipitação mensal, cuja ocorrência é no mês de julho (Fietz e Fisch., 2008). Os dados de precipitação, temperaturas máxima e mínima do período de condução do experimento são apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Dados de precipitação e temperaturas no período de outubro de 2024 a janeiro de 2025. Em que, $T^{\circ}\text{C}$ max (média das temperaturas máximas), $T^{\circ}\text{C}$ min (médias das temperaturas mínimas) e Precipitação. Dourados, MS.



Fonte: Centro Estadual de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul – CEMTEC.

O delineamento experimental conduzido foi em blocos ao acaso em esquema fatorial de 4 x 2, totalizando 8 tratamentos, com 4 repetições, sendo os tratamentos compostos por: quatro doses (0,0; 50,0; 150,0; e 300,0 mL ha⁻¹ de produto comercial com concentração de 216,0 g L⁻¹ de Mo) e duas épocas de aplicação (estádios fenológicos V4 e R5 da cultura).

Foram utilizadas sementes de feijão carioca, cultivar IPR Campos Gerais. O método de cultivo para a semeadura do feijão foi em plantio direto para manter o perfil do solo e reduzir perda de matéria orgânica, conforme demonstra na Tabela 1.

Tabela 1 – Teores de parâmetros químicos encontrados em análise de solo da camada de 0-20 cm da área utilizada para a implantação.

Amostra	Prof.	pH	P (mehl)	K	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	M.O.	C.O.
		CaCl ₂	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				g dm ⁻³		
1	0-20	5,2	21,6	184	0,47	5,62	167	0	4,57	15,8	28,67	16,63

Fonte: Autores.

Foi utilizado semeadura mecânica com espaçamento de 0,45 m, 15 sementes por metro de sulco, em parcelas de 3,15 x 4,5 m, totalizando 13 plantas por metro considerando perda por vigor da semente, correspondendo a população de 333.333 plantas ha⁻¹ e profundidade de 0,02 m.

A adubação foi feita no sulco de semeadura em todas as parcelas, independente do tratamento com 200,0 kg ha⁻¹ do formulado 04-30-10. Para adubação de cobertura, foi aplicado 60,0 kg de N ha-

1 (utilizado ureia como fonte de N) e 60,0 kg de K₂O ha⁻¹ (utilizado KCL como fonte de K₂O) aos 12 dias após a emergência (Sousa; Lobato 2003).

As aplicações de molibdênio, em V4 e R5, foram realizadas com auxílio de pulverizador pressurizado por CO₂, com capacidade de 2,0 litros e barra de 4 bicos, com escapamento de 0,50 m, com ponta de pulverização tipo “leque”, aplicando-se um volume de calda equivalente a 200,0 L ha⁻¹.

Após a colheita do experimento, foi realizada a avaliação de características agronômicas como o peso de mil sementes (PMS) e produtividade que foi determinada pela coleta total de cada parcela, e estimada a proporção para produtividade por hectare.

Já para as avaliações de germinação e vigor, foram separadas amostras de cada tratamento para as seguintes análises: teste de germinação (G), comprimento de plântula (CP), peso da massa fresca e seca das plântulas, sendo estes parâmetros, utilizados para caracterizar o vigor das sementes. As análises foram conduzidas de acordo com as Regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), como segue:

Porcentagem de germinação: em que foi avaliado o potencial de desenvolvimento de plântulas normais e anormais, visto que corresponde ao essencial desenvolvimento do embrião. Portanto, foram realizadas em quatro repetições de 50 sementes, semeadas em substrato de papel toalha específico para germinação de sementes, umedecidos em água utilizando-se 2,5 vezes o seu peso. Após semeadura, as sementes foram mantidas em germinador do tipo Mangelsdorf por um período de 9 dias, sob temperatura de 20-30 °C e fotoperíodo de 24 horas e contabilizadas as quantidades de plântulas normais e anormais, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Comprimento médio de plântula: aos 9 dias após a semeadura, foram selecionadas ao acaso, dez plântulas normais de cada repetição e realizada a média do comprimento, desde a ápice radicular até o ápice foliar, sendo os resultados expressos em centímetros com auxílio de uma régua milimetrada. Com os resultados gerados e juntamente com percentual de germinação pode se determinar o vigor da amostra (Krzyszowski et al., 2020).

Peso de massa fresca e seca: o peso da massa fresca foi obtido das mesmas dez plântulas que foram avaliadas o comprimento, sendo aferido utilizando balança de precisão. Posteriormente, as plântulas foram acondicionadas em estufa com circulação de ar forçada para a secagem, por período de 48 horas à temperatura de 60 °C, a fim de se obter a massa seca. A análise de massa apresenta o acúmulo de matéria seca das plântulas, visto que o vigor está diretamente relacionado a esse fator (Krzyszowski et al., 2020).

Os dados resultantes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($P < 0,05$). As médias de épocas de aplicação foram comparadas pelo teste de t de Bonferroni, a 5% de probabilidade, e para as doses de molibdênio, as médias foram analisadas segundo modelos de regressão polinomial, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados gerados pela ANOVA, foi possível observar que houve efeito significativo para os fatores estudados, tanta para doses de molibdênio e épocas de aplicação, como demonstra na tabela de variância (Tabela 2).

Tabela 2 – Teste F com base na análise de variância, para as variáveis avaliadas: Produtividade (Produt), Peso de mil sementes (PMS), Germinação (Germ), meteria fresca (MF), matéria seca (MS), comprimento de plântula (CP), comprimento de raiz primária (CR) e comprimento de parte aérea (CPA).

FV	Produt	PMS	Germ	MF	MS	CP	CR
	Kg ha ⁻¹	g	%	g	g	cm	cm
Dose	0,01*	0,08 ^{ns}	0,02**	0,41 ^{ns}	0,03**	0,00*	0,00*
Época	0,03**	0,01*	0,48 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,01*	0,14 ^{ns}
Dose*Época	0,02**	0,00*	0,89 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,02**	0,00*	0,00*
CV (%)	49,08	5,87	5,63	7,68	17,82	6,58	12,84
Média geral	90,56	202,85	88,37	1,06	0,09	17,14	8,16

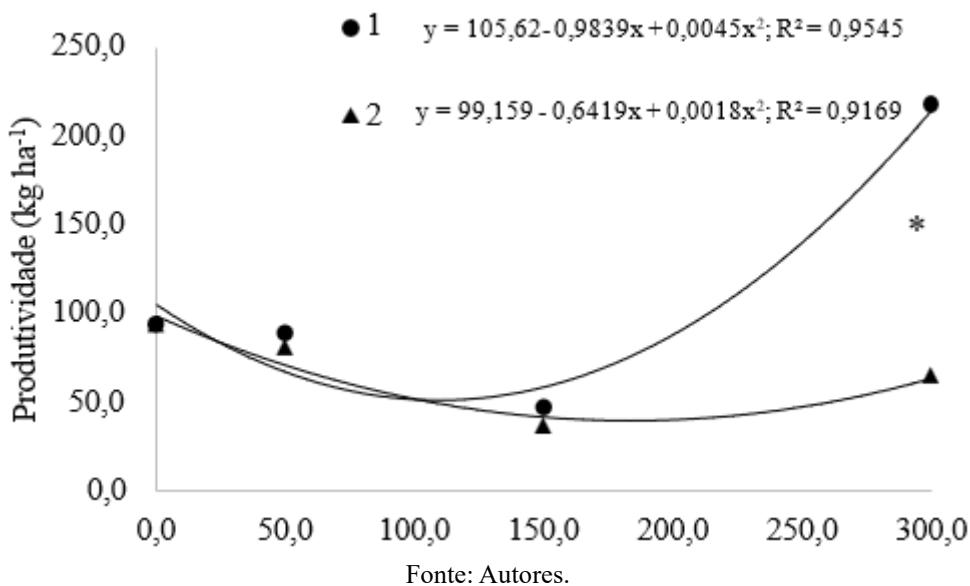
*p<0,01 **p<0,05 ns não significativo

Fonte: Autores.

Conforme análise apresentada acima (Tabela 2) foi possível observar além do efeito isolado dos fatores, também interações significativas entre estes.

Uma das variáveis que demonstrou interação significativa entre as doses e épocas de aplicação foi a produtividade (Figura 2), demonstrando que as plantas tiveram ganho de produção a partir da dose utilizada de 150,0 mL ha⁻¹, no entanto teve maior impacto com a aplicação do molibdênio no estágio fenológico V4, produzindo 217,42 kg ha⁻¹ na dose de 300,0 mL ha⁻¹ cerca de 152,26 Kg ha⁻¹ a mais do que aplicado em R5, evidenciando que houve melhor desenvolvimento na época 1 em que o ponto de mínima seria com dose de 109,0 mL ha⁻¹, a partir deste os valores de produtividade se elevaram, já para a época 2 o ponto de mínima foi na dose de 178,0 mL ha⁻¹ se distanciando ainda mais a possibilidade de acréscimo com as doses.

Figura 2 – Produtividade (kg ha^{-1}) de plantas de feijão cv. IPR Campos Gerais, submetidas à aplicação foliar de doses de molibdênio e épocas de aplicação (1: estádio V4 e 2: estádio R5). Dourados, MS. * diferença significativa entre médias de épocas de aplicação, pelo teste t de Bonferroni ($P < 0,05$).



Fonte: Autores.

O molibdênio possibilita diversos benefícios ao metabolismo das plantas, esses efeitos podem ser observados desde as sementes, originando plântulas com maior desenvolvimento inicial, melhorando o estabelecimento do estande, o que pode afetar também a produção final das plantas (Ascoli et al., 2007). A fixação biológica de nitrogênio é uma das principais forma de proporcionar N de forma assimilável pela planta, visto que o Mo é o principal responsável pela ativação das enzimas deste processo.

Desse modo, a nutrição da planta pode ocorrer por meio da conversão de N atmosférico (N₂) em amônia, proporcionando melhor desenvolvimento vegetativo e reprodutivo gerando maiores produtividades, no entanto, a fisiologia da planta faz com que haja maiores taxas de atividades fotossintéticas no início da fase reprodutiva, podendo influenciar na ação do Mo com aplicação em R5, visto que, a planta investirá para a formação de estruturas reprodutivas (Didonet, 2023).

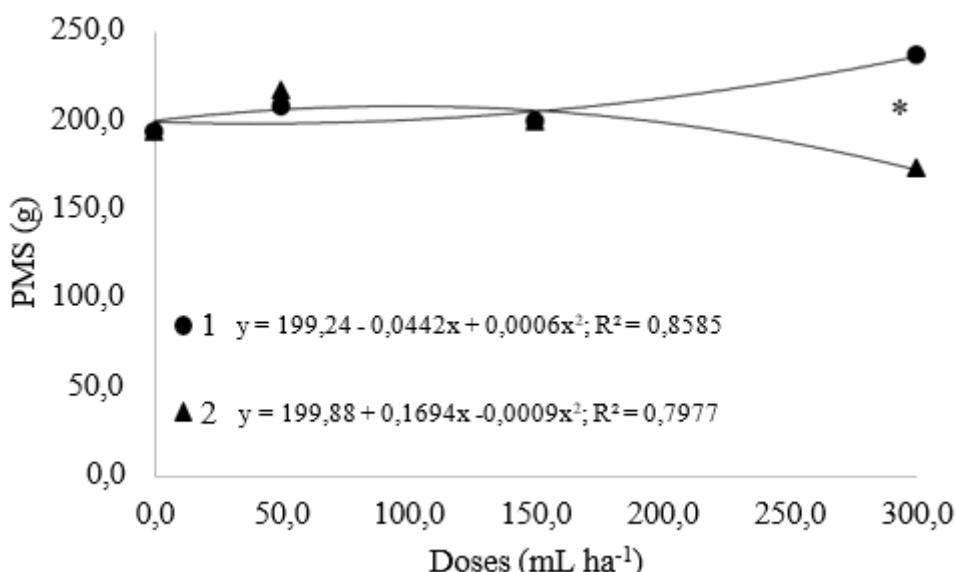
Com isso, a planta buscará suprir sua demanda por fotoassimilados, água e nutrientes, principalmente N, da fonte mais próxima (folhas), que em casos de baixa ativação das enzimas fixadoras de N₂, ou seja, baixa dosagem de Mo, pode ocorrer redução na produção de fitomassa devido ao aumento da força dreno exercida pela maior capacidade de demanda (Didonet, 2023). Outro fator que pode ter afetado o desenvolvimento das plantas, quando submetidas às menores doses de Mo, seria o déficit hídrico, pois conforme demonstra os dados climáticos (Figura 1), houve baixo índice de precipitação durante o ciclo, obtendo no total de 448,8 mm, além de ter sido má distribuída, principalmente nos períodos de formação de vagens e enchimento de grãos.

Assim como Lima et al. (2011) ao cultivar feijão em condições de sequeiro obteve como valor total de 330,7 mm de precipitação. Ainda relatando que a cultura passou por déficit hídrico na fase reprodutiva ocasionando perdas de produtividade. Evidenciando que o estresse hídrico pode afetar a

produção das plantas podendo causar perdas com o uso de menores doses do micronutriente, visto que o Mo em concentrações ideais pode proporcionar melhor eficiência do metabolismo para que planta possa ter o mínimo de redução de seu desenvolvimento.

Para o peso de mil sementes (Figura 3), o resultado da linha de tendência mostra comportamento semelhante da produtividade, em que o melhor resultado foi para a aplicação em V4, produzindo sementes mais pesadas com 237,03 g na dose de 300,0 mL ha⁻¹ (Figura 3), demonstrando que houve maior acúmulo de reserva nos cotilédones em comparação com a aplicação em R5, que apresentou média de 173,6 g, quase ¼ a menos de acúmulo de reserva.

Figura 3 – Peso de mil sementes (PMS, g) provenientes de plantas de feijão cv. IPR Campos Gerais, submetidas à aplicação foliar de doses de molibdênio e épocas de aplicação (1: estádio V4 e 2: estádio R5). Dourados, MS. * diferença significativa entre médias de épocas de aplicação, pelo teste t de Bonferroni ($P<0,05$).



Fonte: Autores.

Coelho et al. (2001) observaram aumento de 5% na massa de 100 sementes e 17% na produtividade do feijoeiro, realizando a aplicação de 75 g ha⁻¹ de Mo, os autores ainda afirmam que o aumento da produtividade está relacionado com o acréscimo do teor de N orgânico e na massa das sementes, proporcionadas pelo Mo. Diante disso, o maior acúmulo de reserva das sementes está justamente próximo à quantidade relatada, já que a dosagem de 300,0 mL ha⁻¹ de produto comercial de Mo corresponde à 64,8 g de Mo.

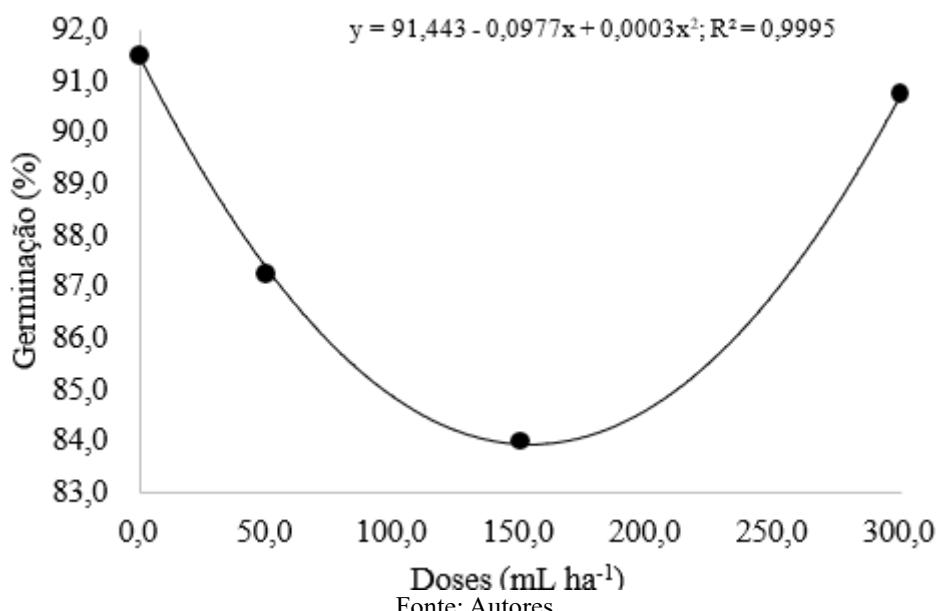
Segundo Sfredo e Oliveira (2010) cerca de 58,0% do Mo exigido pela cultura da soja é absorvido nos primeiros 45 dias da cultura, sendo primordial seu fornecimento nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas. Desse modo, o feijoeiro sendo uma Fabaceae assim como a soja, sua resposta ao Mo nas fases iniciais se torna semelhante.

Além de funções na FBN, o Mo tem envolvimento na atividade respiratória; síntese de ácido ascórbico e na formação do grão de polén, podendo influenciar diretamente na fecundação e formação

de sementes de boa qualidade, afetando diretamente no acúmulo e massa dos cotilédones (Prado, 2021).

Em relação à porcentagem de germinação das sementes (Figura 4), os resultados apresentaram negativa, em que houve declínio na germinação até a dose de 150,0 mL ha⁻¹ sendo próximo ao ponto de mínimo que seria a doses de 162,0 mL ha⁻¹, e posteriormente acréscimo de 84,0% para 90,75% de sementes germinadas na dose de 300,0 mL ha⁻¹, quase atingindo a mesma quantidade que na dose de 0,0 mL ha⁻¹ que foi de 91,5%.

Figura 4 – Porcentagem de germinação de sementes de feijão cv. IPR Campo Gerais, provenientes de plantas submetidas à aplicação foliar com doses de molibdênio. Dourados, MS.



Fonte: Autores.

Segundo trabalho realizado por Ascoli et al. (2008), a aplicação de Mo aos 26 dias após a emergência, observaram acréscimo na porcentagem de germinação. No entanto, a qualidade fisiológica das sementes de feijão, avaliadas no teste de primeira contagem de germinação, diminuiu com o aumento das doses. Portanto, um fator que pode influenciar diretamente na ação do Mo é o ambiente, podendo ocasionar a redução de vigor até uma certa quantidade aplicada, visto que com doses superiores à 300,0 mL ha⁻¹ o potencial das sementes pode se elevar.

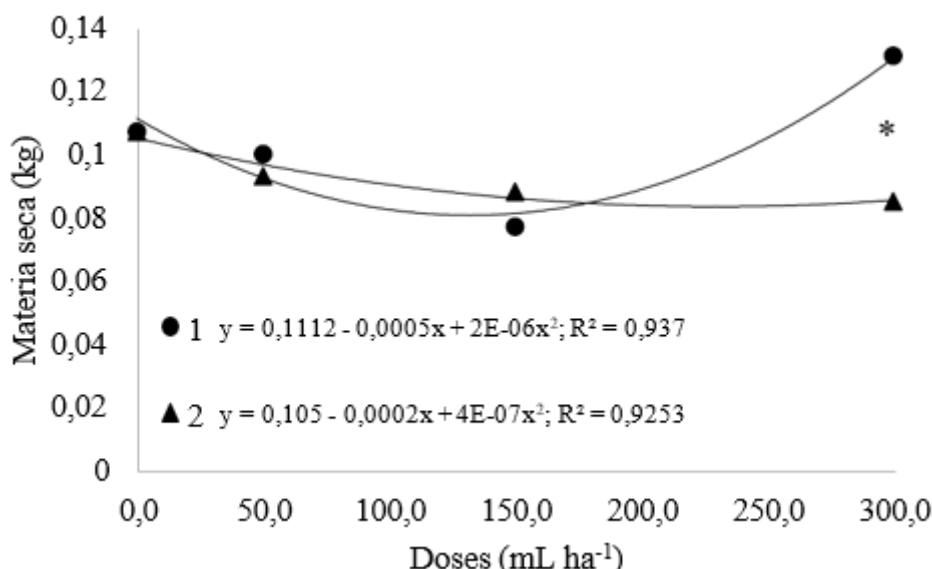
O baixo vigor das sementes pode ocorrer devido ao estresse gerado na planta no período reprodutivo com a baixa dose do nutriente, não atingindo a demanda suficiente para as atividades enzimáticas, já que o Mo tem grande participação na ativação de aldeído oxidase que desempenha importante papel na biossíntese de fitormônios, como ácido abscísico e ácido indol-3-acético (AIA), realizando a conversão de aldeído abscísico e indoleacetoadaldeído em seus fitormônios relacionados, sendo estes fitormônios diretamente ligados à regulação dos processos de germinação (Hansel et al., 2021).

Segundo Fahad et al (2015), o AIA é um dos hormônios vegetais mais importantes, da classe das auxinas, que desempenham papel crucial em situações de estresse ambiental. Estresse esse, que pode ser gerado pela iniciação de processos metabólicos e posteriormente ocorresse uma escassez desse ativador gerando desequilíbrio hormonal. Outro importante fitormônio, seria o ácido abscísico que atua em diferentes estresses ambientais induzidos por salinidade, seca e/ou temperatura (Jiang; Zhang, 2001).

Assim como a auxina existe outros promotores e inibidores de germinação que atuam na fisiologia das sementes como no caso do ácido abscísico (ABA), que quando se encontra em maior concentração podem gerar dormência morfofisiológica ou má germinação, devido à presença deste no tegumento ou no interior das sementes, impedindo o livre acesso de oxigênio ao embrião ou a liberação de gás carbônico, ao contrário da giberelina que em quantidade superior ao ABA tende a obter melhores resultados de germinação, evidenciando que a influência do Mo em certos fitormônios pode proporcionar melhores condições de desenvolvimento do embrião (Marcos-filho, 2015).

Os valores de matéria seca acumulada das plântulas demonstraram que com a aplicação de Mo em R5, houve de maneira geral, declínio das médias desde a dose 0,0 mL ha⁻¹, no entanto, com a aplicação em V4, as medias aumentaram a partir do ponto mínimo de 125,0 mL ha⁻¹, ou seja, dose de 150,0 mL ha⁻¹, que vão de 0,077 kg para 0,131 kg na dose de 300,0 mL ha⁻¹, portanto, quase o dobro de acúmulo de matéria seca. Sendo assim, é possível verificar a interação das épocas de aplicação com as doses, onde a época 1 tem melhor destaque (Figura 5).

Figura 5 – Matéria seca em que: círculo representa época 1 (V4), triangulo época 2 (R5) e * representa a diferença significativa entre as épocas de aplicação.



Fonte: Autores.

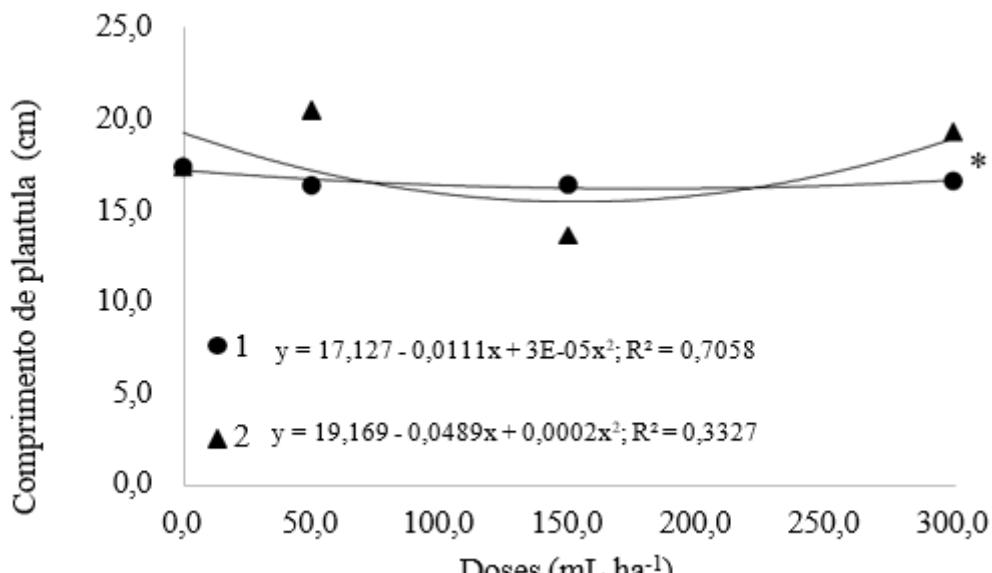
Calonego et al. (2010) explica que a ocorrência de acúmulo de matéria seca está ligada à participação de Mo na redução de nitrito, fazendo com que a planta metabolize uma quantidade maior

de nitrogênio, de modo que o nutriente afete diretamente o crescimento das plântulas, gerando ainda maior aproveitamento nutricional.

No entanto, podemos observar que doses inferiores a 150,0 mL ha⁻¹ não agregam acúmulo positivo, da mesma forma que ocorreu para germinação (Figura 4), em que houve perdas devido ao desequilíbrio hormonal, que pode afetar diretamente a produção de biomassa em decorrência do menor crescimento do eixo embrionário.

Em relação ao comprimento de plântulas, foi possível observar resultados diferentes do padrão encontrado nas demais características avaliadas, visto que os valores com a aplicação de Mo em V4 resultou em baixo ajuste do modelo de regressão, diminuindo a confiabilidade em conclusões sobre os resultados, por outro lado, com a aplicação em R5, foi possível observar que na dose de 50,0 mL ha⁻¹ houve maior média (20,47 cm) em comparação às demais doses (Figura 6).

Figura 6 – Comprimento de plântula em que: círculo representa época 1 (V4), triângulo época 2 (R5) e * representa a diferença significativa entre as épocas de aplicação.



Segundo Nakagawa (1999), a avaliação de comprimento de plântula é de extrema importância, visto que os lotes terão maior estabelecimento inicial quando apresentam maiores comprimentos de plântulas, havendo maior absorção de nutrientes e luz solar, dando origem a plantas mais vigorosas e menos propensas à competição com plantas daninhas.

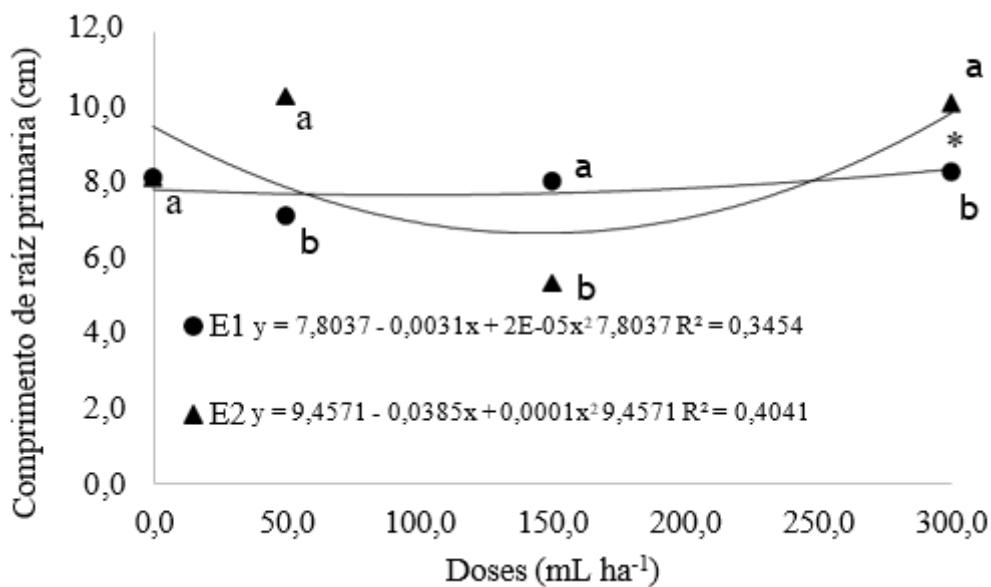
O molibdênio devido à sua participação no metabolismo vegetal, como fixador biológico de nitrogênio, o que pode influenciar indiretamente o potencial fisiológico das sementes na formação de tecidos vegetais, proporcionando melhor desenvolvimento no comprimento de plântula e raiz primária em decorrência da maior síntese proteica para as sementes (Dechen; Nachtigall, 2006).

Outro fator que pode ter influenciado no melhor desenvolvimento vegetativo na época 2 é a melhor assimilação do nutriente a planta devido ao estádio fenológico, já que as doses apresentaram

variações devido ao mesmo motivo dos resultados regerados na massa seca (Figura 5), em que à influência da variação pode ser gerada pelo estresse hormonal causado pelos fatores climáticos.

O comprimento da raiz primária foi significativo para a interação entre as doses e épocas de aplicação de Mo. A Figura 7 evidencia que houve diferença entre as épocas de aplicação independentemente das doses aplicadas, no entanto, estas apresentaram comportamento distintos, em que para as doses de 50,0 mL ha⁻¹ e 300,0 mL ha⁻¹ a aplicação em R5 foi melhor apresentando maior comprimento radicular, tendo como ponto de mínimo na dose de 192,0 mL ha⁻¹. Porém, para a dose de 150,0 mL ha⁻¹ a aplicação em V4 teve maior destaque, no entanto, comparando as duas épocas na dose de 0,0 mL ha⁻¹ os valores de variação de comprimento se tornam mínimo.

Figura 7 – Comprimento de raiz primária, círculo representa época 1 (V4), triangulo época 2 (R5), * representa a diferença significativa entre as épocas de aplicação e médias seguidas de mesma letra entre os pontos não diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Bonferroni, a nível de 1% de probabilidade.



Fonte: Autores.

Segundo Milani et al. (2008) o fornecimento de Mo via foliar pode ser alternativa para o enriquecimento do nutriente nas sementes por meio da translocação desse elemento durante a sua formação, resultando em plantas mais bem nutridas em N, podendo beneficiar o crescimento vegetativo e radicular, resultando em maior desenvolvimento inicial.

Carvalho Leite et al. (2009) relatam que o maior acúmulo de N na parte aérea é devido ao aumento da eficiência da FBN gerada pelo Mo, influenciando na maior formação de biomassa, visto que o nutriente mais relacionado à produção de biomassa vegetal seria o N, desta forma a FBN agindo com eficiência pode haver melhor formação de biomassa vegetal.

Com isso, um fator que está relacionado com o aumento vegetativo seria o maior crescimento radicular, devido à maior formação vegetativa, visto que estas características podem ser relacionadas com o comprimento de plântula (Figura 6), pois é evidenciada a correspondência entre os resultados



de maior crescimento de plântula com os de maior crescimento radicular devido ao acúmulo de Mo nas sementes.

4 CONCLUSÕES

A dose de 300,0 mL ha⁻¹ de molibdênio aplicada via foliar no estádio V4, em plantas de feijão carioca cv. IPR Campo Gerais, resulta em maior produtividade e qualidade das sementes.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 645-736. 2007.

ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em função da aplicação foliar de molibdênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Gramado R.S. Anais. p 313. 2007.

ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. Bragantia, Campinas, v. 67, n. 2, p. 377-384, 2008.

ASERSE, A. A.; MARKOS, D.; GETACHEW, G.; YLI-HALLA, M.; LINDSTRÖM, K. Rhizobial inoculation improves drought tolerance, biomass and grain yields of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and soybean (*Glycine max* L.) at Halaba and Boricha in Southern Ethiopia. Archives of Agronomy and Soil Science, Etiópia, v. 66, n. 4, p. 1-14. 2019.

BORTELS, H. Molybdän als Katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. Archives of Microbiology, Berlin, v. 1, p. 333-342, 1930.

BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Determinação da necessidade de adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado com auxílio do clorofilômetro portátil. Ciência Rural, v.38, n.7, p.1843–1848, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cr/v38n7/a07v38n7.pdf>>. Acesso em 03 de set de 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

BARILI, D. B.; VALE, N. M. do; AMARAL, R. de C.; CARNEIRO, J. E. de S.; SILVA, F. F. e; CARNEIRO, P. C. S. Adaptabilidade e estabilidade e a produtividade de grãos em cultivares de feijão preto recomendadas no Brasil nas últimas cinco décadas. Ciência Rural, v. 45, p. 1980-1986, 2015.

COELHO, F.C.; FREITAS, S.P.; MONERAT, P.H.; DORNELLES, M.S. Efeitos sobre a cultura do feijão das adubações com nitrogênio e molibdênio e do manejo das plantas daninhas. Revista Ceres, Viçosa, v.48, p.455-467, 2001.

CALONEGO, J. C., RAMOS JUNIOR, E. U., BARBOSA, R. D., Leite, G. H. P., & GRASSI FILHO, H. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. Revista Ciência Agronômica, 41(3), 334-340, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira (grãos). v. 7, safra 2023/24, n.11, decimo primeiro levantamento, 2024. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/boletim-da-safra-de-grao>>. Acesso em: 02 set. 2024.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006. Cap. 13, p. 327- 354.

DIDONET, A. D. Fisiologia. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Informações técnicas para o cultivo de feijão. Brasília: Embrapa-SPI, 32p. 2023. Disponível em: <Métodos de irrigação - Portal Embrapa>. Acesso em: 29 de abril de 2025.

FIETZ, Carlos Ricardo; FISCH, Gilberto Fernando. O clima da região de Dourados, MS. 2. ed. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 32 p. (Documentos / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-043X; 92). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/250759/1/DOC200892.pdf>. Acesso em: 30 maio 2025.

FERREIRA, D. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FONSECA, G. G.; OLIVEIRA, D. P.; SOARES, B. L.; FERREIRA, P. A. A.; TEIXEIRA, C. M.; MARTINS, F. A. D.; MOREIRA, F. M. S.; ANDRADE, M. J. Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 29, n. 6, p.1778-1787, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21870/13415>>. Acesso em: 04 set. 2024.

HAFEEZ, B., KHANIF, Y. AND SELEEM, M. Role of zinc in plant nutrition - A Review. American Journal of Experimental Agriculture 374-391, 2013.

HANZEL, F. D.; RODRIGUES, M.; ZABINI, A. V.; ZAVASCHI, E.; LAZZARINI, P.; MURETE, R.; SYLVESTRE, T. B.; ATAÍDE, A. B. S.; BONINI, F. G. Nutrição mineral como aliada das plantas na tolerância a estresses ambientais. Informações agronômicas. 2021. Disponível em: <IA NPCT 9.indd>. Acesso em: 30 de abril de 2024.

JIANG, M.; ZHANG, J. Effect of abscisic acid on active oxygen species, antioxidative defence system and oxidative damage in leaves of maize seedlings. Plant and Cell Physiology, v. 42, p. 1265-1273, 2001.

JÚNIOR, M. L.; BRANDÃO, L. T. D.; MARTINS, B. E. M. Teste para Avaliação da qualidade de Sementes de feijão Comum. Embrapa arroz e feijão, 2013. Disponível em: <18498388.pdf>. Acesso em: 29 de maio de 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; GOMES-JÚNIOR, F. G.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. de B.; MARCOS-FILHO, J. (ed.) Vigor de sementes: conceitos e testes. 2. ed. Londrina: Abrates, 2020. p. 79-140.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em Feijoeiro em sistema plantio direto. Bragantia, Campinas, v. 69, n. 1, p.125-133, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000100017>>. Acesso em: 04 set. 2024.

LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; COSTA, C. N.; RIBEIRO, A. M. B. Nodulação e produtividade de grãos do feijão-caupi em resposta ao molibdênio. Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 4, p. 492-497, 2009.

LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; LIRA, C. A. B. O.; SOUZA, E. S.; SILVA, I. F. Balanço de energia e evapotranspiração de feijão caupi sob condições de sequeiro. Revista ciência agronômica, Fortaleza. v. 42, n. 1, p. 65-74. 2011.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MARCONDES, J. A. P. Nodulação e absorção de nitrogênio pela soja em resposta à aplicação de cobalto e molibdênio. 2001. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

MILANI, G. L.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, L. H. C.; PINHO, É. V. R. V.; GUIMARÃES, R. M. Nodulação e desenvolvimento de plântulas oriundas de sementes de soja com altos teores de molibdênio. Revista Brasileira de Sementes. Lavras, v. 30, n. 2, p. 019-027. 2008.

MATOSO, S C. G.; KUSDRA, J. F. Nodulação e crescimento do feijoeiro em resposta à aplicação de molibdênio e inoculante rizobiano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 6, p.567-573, 2014. Disponível em: <[scielo.br/j/rbeaa/a/SkwJWjKs9hhJbhWJddyKmN/?format=pdf](https://doi.org/10.1590/S1516-14182014000600007)>. Acesso em: 03 set. 2024.

MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de plantas cultivadas. 2. Ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, p. 49-85. 1999.

PRADO, M. R. Nutrição de plantas. Botucatu: Editora Unesp, 291 p. 2021.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. Disponível em: <[Infoteca-e: Cerrado: correção do solo e adubação. \(embrapa.br\)](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca-e/cerrado-correcao-do-solo-e-adubacao)>. Acesso em: 15 out. 2024.

SFREDO, G. J. Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral. Londrina – PR. Embrapa Soja, 2010, 148p.

SILVA, O. F; WANDER, A.E. O Feijão-Comum no Brasil Passado, Presente e Futuro, Santo Antônio de Goiás, Embrapa, 2013. 11 p. Disponível em: <[O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro. - Portal Embrapa](https://www.embrapa.br/pt/feijao-comum-no-brasil-passado-presente-e-futuro)>. Acesso em: 03 set. 2024.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 531 p. ISBN 978-85-7035-817-2.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed.- Porto Alegre: Artmed, 2017. 168 p.

VIÇOSI, K. A.; PEIÁ, A. Doses denitrogenio em cobertura e inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijão-vagem. Revista cultura agronômica, Ilha Solteira, v. 29, n.3, p.326-336, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n3p326-336>. Acesso em: 03 set. 2024.