



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS**  
**CAMPUS DE IPAMERI**  
**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**



**Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação foliar com molibdênio na cultura do feijão comum**

**CARLOS ALBERTO BISPO DE OLIVEIRA**

**M  
E  
S  
T  
R  
A  
D  
O**

**Ipameri-GO**  
**2015**

CARLOS ALBERTO BISPO DE OLIVEIRA

**INOCULAÇÃO COM *Rhizobium tropici* E ADUBAÇÃO FOLIAR COM  
MOLIBDÊNIO NA CULTURA DO FEIJÃO COMUM**

Orientador(a): Prof.(a) Dra. Gláucia de Mello Pelá

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Campus de Ipameri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri  
2015

Oliveira, Carlos Alberto Bispo,  
Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação foliar com  
molibdênio na cultura do feijoeiro comum.

34p. : il.

Orientadora: Prof(a). Dra. Gláucia de Mello Pelá

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás –  
Campus de Ipameri, 2015.  
Bibliografia.

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. Fixação Biológica . 3. Adubação foliar.  
I. Título.



Câmpus de Ipameri  
 Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal  
 Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, 75780-000 Ipameri-GO  
[www.ppgpv.ueg.br](http://www.ppgpv.ueg.br) e-mail: [ppgpv.ipameri@gmail.com](mailto:ppgpv.ipameri@gmail.com)  
 Fone: (64)3491-5219



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “INOCULAÇÃO COM *Rhizobium tropici* E ADUBAÇÃO FOLIAR COM MOLIBDÊNIO NA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM”**

**AUTOR:** Carlos Alberto Bispo de Oliveira

**ORIENTADORA:** Gláucia de Mello Pelá

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Profa. Dra. GLÁUCIA DE MELLO PELÁ  
 Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Prof. Dr. DANIEL DIEGO COSTA CARVALHO  
 Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Prof. Dr. TALLEZ EDUARDO BORGES DOS SANTOS  
 Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

## DEDICATÓRIA

Dedico aos meus familiares e a todos os meus amigos que torceram por essa grande conquista.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força concedida nas minhas dificuldades diárias.

À Universidade Estadual de Goiás,

Ao laboratório de fertilidade e nutrição de plantas do IFGoiano-Campus Urutaí-GO.

Aos maiores incentivadores Edson Bispo e Hilda Macêdo, meus queridos pais.

Aos meus irmãos, Antônio Carlos, Christiane e Júnior (*in memoriam*).

À minha esposa Maricélia pelo companheirismo e compreensão.

Às minhas filhas, Carla Christina e Paula Bianca, companheiras de todas as horas.

Ao Sr. José Claudino, Sr. Natalino Cordeiro, Paulo de Lima e a todos os meus colegas de trabalho pelo incentivo e amizade.

Aos meus amigos pela força.

À professora Dra. Gláucia de Mello Pelá pela orientação e ensinamentos.

Ao professor Dr. Adilson Pelá pela contribuição nesse projeto.

Ao professor Dr. Ednaldo Cândido Rocha pela ajuda nas análises.

Ao Professor Dr. Flávio Gonçalves de Jesus, meu amigo de longa data, exemplo de humildade e profissionalismo.

Ao Professor Dr. Gilson Dourado, por ceder as dependências do IFGoiano-campus Urutaí para o desenvolvimento do projeto.

Aos professores do programa pelos ensinamentos.

À Aparecida de Fátima Vaz secretária do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela atenção.

Aos funcionários da UEG-Ipameri.

Ao meu amigo João Felício pela ajuda na tradução do resumo.

E à todos que direta e indiretamente contribuíram para realização deste trabalho e não foram nominalmente citados.

**EPIGRAFE**

*“Sem Agricultura não há Humanidade.”*

(Mavi)

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	09
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2.OBJETIVO.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Localização e Caracterização da Área Experimental.....	16
3.2. Tratamentos e Delineamento Experimental .....	17
3.3. Instalação e Condução do Experimento.....	17
3.4. Parâmetros Avaliados no Experimento.....	19
3.5. Análise Estatística.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÕES.....	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## RESUMO

O feijão comum, em simbiose com a rizobactéria *Rhizobium tropici*, é capaz de ter a sua exigência de nitrogênio (N) satisfeita com a fixação biológica de nitrogênio (FBN). Portanto, a FBN é afetada pela deficiência de molibdênio (Mo), pois esse nutriente faz parte da enzima nitrogenase, responsável pelo processo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do feijão comum e seus componentes: teor de clorofila, teor de nitrogênio, produtividade de grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil sementes, matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria fresca das raízes (MFR), matéria seca das raízes (MSR), e produção de biomassa da cultura ao uso da inoculação das sementes combinadas com a aplicação de diferentes doses molibdênio (Mo) via foliar. O experimento foi conduzido na 2ª safra, janeiro a abril de 2015, num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, com textura média, em uma área experimental irrigada por pivô central no município de Urutaí-GO. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2x4, com três repetições. O primeiro fator corresponde à inoculação ou não da rizobactéria da estirpe *Rizobium tropici*, e o segundo fator, as doses de Molibdênio aplicado via foliar (0, 50, 100 e 150 g ha<sup>-1</sup>). A inoculação das sementes, associada à dose de 150 g ha<sup>-1</sup> promoveram aumentos significativos nos componentes de desenvolvimento e produtividade do feijão comum.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L.; Fixação biológica do nitrogênio; teor de nitrogênio; produtividade.

## ABSTRACT

The common bean, in symbiosis with Rizobacteria *Rhizobium tropici*, is able to have its nitrogen exigence (N) satisfied with a biological fixation of nitrogen (BFN). Therefore, BFN is affected by molybdenum deficiency (Mo), since this nutrient is part of nitrogenase enzyme, responsible for the process. The aim of this work was to evaluate the common bean answer and their components: chlorophyll proportion, grain yield, number of husks by plant, number of grains by husk, weigh of one thousand seeds, fresh matter of the aerial part (FMAP) , dry matter of the aerial part (MDAP), roots fresh matter (FRM), dry roots matter (DRM), and biomass production of the cultivation to the use of seeds inoculation combined with the application of different doses of molybdenum (Mo) via foliar. The experiment was conducted in the 2<sup>nd</sup> crop, January to April 2015 in a Dystrophic RED OXISOL, with average texture, in an experimental area irrigated by central pivot, in Urutai-Go. The experiment was led in randomized blocks, arranged in factorial scheme 2x4, with three replicates. The first factor corresponds to the inoculation or not of the rizobacteria race *Rizobium tropici*, and the second factor, the doses of Molybdenum applied via foliar (0, 50, 100 and 150g ha<sup>-1</sup>). Seeds inoculation associated to the dose of 150 g ha<sup>-1</sup> promoted significant increases in the development components and Grain yield of the common bean.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L.; Biological fixation of nitrogen; proportion of nitrogen; Grain yield.

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada no mundo entre as demais do gênero *Phaseolus*, e o Brasil é o maior produtor e consumidor (BARBOSA et al., 2010). O desenvolvimento de tecnologias proporcionou o cultivo em uma grande diversidade de sistemas de produção, com rendimento de grãos entre 3.000 e 4.000 kg ha<sup>-1</sup>.

É cultivado em todas as regiões do país apresentando grande importância econômica e social. O feijão apresenta componentes e características que tornam seu consumo vantajoso do ponto de vista nutricional. Entre eles citam-se o conteúdo proteico, o teor elevado de lisina, fibra alimentar, alto conteúdo de carboidratos complexos e a presença de vitaminas do complexo B (SANTOS e SILVA, 2003).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, (CONAB, 2014), o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de feijão, no entanto, o rendimento médio da cultura ainda é, muito baixo. Entre as razões do baixo rendimento está a indisponibilidade ou inacessibilidade de uma tecnologia de plantio e manejo adaptada ao pequeno e médio produtores, pois o feijoeiro ainda é, em boa parte, uma cultura de subsistência. Outra razão é a utilização inadequada de fertilizantes, especialmente o nitrogênio, que é fator determinante na produtividade dessa cultura.

Na safra seca de 2014, os principais estados produtores de feijão foram Paraná com 31,9%, Mato Grosso com 18,4%, Minas Gerais com 17,6% e Ceará com 5,1%. Os dados Conab, (2014) mostram que dois maiores produtores são, Paraná e Minas Gerais, no mapa da instituição ainda é possível ver que o grão da segunda safra também é produzido significativamente em Goiás, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal e São Paulo.

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas e animais, além de ser o mais absorvido e o mais exportado pelas plantas (SILVA et al., 2006), é um elemento determinante para o crescimento dos vegetais, sendo componente estrutural de várias moléculas e em especial a clorofila, principal responsável pelo processo fotossintético. Está presente na constituição de diversas moléculas de ação biológica tais como ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas, sendo fundamental no crescimento e desenvolvimento das plantas e, possivelmente o nutriente de maior influência na produção das culturas (CARRIJO et al., 2004). A disponibilidade de nitrogênio mineral para as plantas está na dependência direta da contínua decomposição da matéria orgânica (mineralização do N) e da adubação nitrogenada, sendo o processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico restrito a microrganismos que ocorrem livremente no solo ou em associação com espécies vegetais.

Para alta produtividade de feijão, quantidade de nitrogênio superior a 100 kg ha<sup>-1</sup> é necessária (VIEIRA, 2011). Além disso, sendo uma cultura com exigência nutricional relativamente elevada, o pequeno e o médio agricultor, geralmente não dispõem de recursos para a utilização de fertilizantes normalmente necessários. Isso gera uma cadeia de deficiências nutricionais, que, associada à suscetibilidade à pragas e doenças, vem promovendo a estagnação da produção nos atuais patamares.

O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo feijoeiro e, pelo fato de que aproximadamente 50% do N total absorvido ser exportado para os grãos, a sua deficiência é a mais frequente (OLIVEIRA et al., 1996). A aplicação de N mineral nos solos tropicais pode apresentar, às vezes, baixa frequência de resposta. O aproveitamento do nitrogênio do fertilizante é normalmente inferior a 50%, podendo, em determinadas situações, em solos arenosos, atingir entre 5 e 10%.

Os fertilizantes nitrogenados, além de apresentar custo elevado, podem contribuir para a poluição ambiental. O N<sub>2</sub>, que constitui 80% da atmosfera, possui forte ligação entre os átomos de N, que não é quebrada por nenhuma planta, mas apenas por algumas bactérias, incluindo os rizóbios que formam associações simbióticas com plantas leguminosas segundo Pessoa et al., (2000).

A utilização de insumos biológicos em substituição aos insumos químicos industrializados têm sido cada vez mais frequente na agricultura. E a fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem se mostrado indispensável para a sustentabilidade da agricultura brasileira, haja vista o fornecimento de nitrogênio às culturas com baixo custo econômico e impacto ambiental reduzido (HUNGRIA et al., 2007).

As bactérias do grupo *Rhizobium* são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à planta. Essa interação representa uma simbiose, ou mais especificamente, uma interação mutualística, pois a bactéria se beneficia do suprimento de fotossintatos ou carbono orgânico fornecidos pela planta hospedeira, enquanto a planta recebe o nitrogênio fixado pelo rizóbio microssimbionte na forma amoniacal, assimilando-o em compostos nitrogenados que podem ser translocados para suas diferentes partes (CASSINI e FRANCO, 2011).

O feijoeiro desenvolve associação simbiótica nas raízes com a bactéria *Rhizobium tropici*, quando esta bactéria está presente no solo, naturalmente ou via inoculação, ela reconhece e infecta as raízes da planta hospedeira, provocando a formação de nódulos onde ocorre a fixação do N<sub>2</sub>. Após a iniciação do nódulo, o *Rhizobium* transforma-se em bacteroide que se multiplica e começa a sintetizar a nitrogenase, a enzima responsável pela redução no

N<sub>2</sub> iniciando-se a fixação (HUNGRIA et al., 2007). Para que uma estirpe (ou estirpes) de *Rhizobium* possa ser recomendada para inoculação do feijão, é preciso que possuam, dentre outros atributos, eficiência na fixação de N<sub>2</sub> e competir com os microrganismos ali presentes.

A importância do Molibdênio no processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) foi, primeiramente, descrita por Bortels,(1930), que demonstrou que *Azotobacter vinelandii*, quando inoculado em meio de cultura sem N combinado, necessitava de Mo para crescer, o que não ocorria se a fonte de N do meio de cultura fosse o amônio. Posteriormente, Bulen e Lecontee, (1966), demonstraram que a nitrogenase purificada continha Mo. Sabe-se que o Molibdênio faz parte do co-fator ferro-molibdênio, o grupo prostético da fração da nitrogenase do complexo enzimático nitrogenase (MARTENS e WESTERMANN, 1991).

De acordo com (LEITE et al., 2007), em estudos sobre a influência de doses elevadas de Mo aplicado via foliar sobre os componentes de produção e rendimento de grãos do feijoeiro dos cultivares Novo Jalo e Meia Noite, verificaram que existe uma influência da adubação molíbdica, exceto no número de sementes por vagem.

Por participar da estrutura e ser ativador de diversas enzimas, o Mo é de fundamental importância a todos os vegetais. Essa importância aumenta no caso do feijão, que tem a capacidade de estabelecer simbiose com microrganismos fixadores de N<sub>2</sub> pertencentes à família Rhizobiaceae. Esses microrganismos infectam as raízes do feijoeiro e formam os nódulos, em cujo interior é sintetizado um complexo enzimático, denominado nitrogenase, que rompe a tripla ligação existente entre os átomos de N que formam a molécula do N<sub>2</sub> e utilizam esses átomos para produzir duas moléculas de amônia (NH<sub>3</sub>), que são fornecidas à planta, para sintetizar os compostos nitrogenados. A leguminosa, em contrapartida, fornece carboidratos aos microrganismos (ALBINO e CAMPO, 2001).

De forma geral os solos brasileiros apresentam teores baixos de Mo, diferenciando em maior e menor grau entre suas regiões, sendo que os solos do Cerrado, são considerados os mais pobres. Além disso, vários fatores podem interferir na disponibilidade de Mo no solo, entre os quais podemos destacar o pH, a taxa de matéria orgânica, a textura, os óxidos de ferro e de alumínio, o potencial redox e a interação com outros nutrientes (ARAÚJO, 2007).

O suprimento de Mo é feito predominantemente na forma de molibdato (MoO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) presente na solução do solo, que chega às raízes via fluxo de massa pelo xilema e floema (MESCHÉDE et al., 2004). Devido à alta mobilidade do molibdênio na planta, a adubação foliar pode proporcionar bons resultados, desde que seja realizada no início do período do desenvolvimento vegetativo da cultura.

Em trabalho realizado por Vieira (1998) a quantidade máxima de N orgânico na parte aérea dos tratamentos que receberam molibdênio foi obtida no período de enchimento de grãos, enquanto, nos tratamentos sem molibdênio, esse máximo foi obtido mais cedo. Isso ocasionou maior taxa de FBN, por um período mais prolongado do ciclo do feijoeiro, quando a planta estava bem nutrida com molibdênio

Em algumas regiões do Brasil produtoras de feijão, a aplicação do molibdênio por via foliar, tem trazido aumentos consideráveis na produtividade, sendo aplicado em substituição à adubação nitrogenada em cobertura. Esse fato está relacionado à influência do molibdênio nos processos metabólicos de assimilação do  $\text{NO}^{-3}$ , absorvido pelas raízes, como também, ao seu papel fundamental na fixação do nitrogênio atmosférico nos nódulos radiculares (COELHO et al., 1999).

Segundo Lima (1997) a aplicação de  $75 \text{ g ha}^{-1}$  de molibdênio via foliar promoveu maior acúmulo de matéria seca nas hastes e nos ramos, folhas, vagens e grãos do feijoeiro, o que resultou em acréscimo no rendimento de grãos, número de vagens/planta, número de grãos/vagem e peso médio de 100 grãos. Berger et al., (1993) estudaram o efeito de doses de molibdênio, aplicadas via foliar, 25 dias após a emergência das plantas de feijão em dois locais diferentes, Viçosa e Coimbra; e verificaram aumento de 54% na produção com a dose  $90 \text{ g ha}^{-1}$  em Viçosa e 164% na produção, obtida em Coimbra com a dose  $78 \text{ g ha}^{-1}$ .

Segundo Pires et al., (2005) as respostas das plantas à aplicação de Mo têm-se mostrado variáveis entre as espécies e, mesmo, entre os cultivares da mesma espécie, em consequência das variações na capacidade de absorção, translocação, acúmulo nos tecidos e utilização do nutriente pela planta. De qualquer forma, em diversos trabalhos, observa-se aumento de produtividade do feijoeiro com o fornecimento de molibdênio (FERREIRA et al., 2003; CALONEGO et al., 2010).

Vargas e Ramirez (1989) afirmaram que o melhor resultado é obtido com a aplicação do molibdênio no solo, antes do plantio, entretanto, em face da sua imobilização no solo, a sua eficiência seria muito inferior, requerendo, para isso, quantidades necessárias de Mo superiores em dez vezes, para equiparar eficiência com a de outros métodos. Hegazy et al. (1990) e Amara e Nasr (1995) afirmaram ter obtido melhores resultados quando o Mo foi aplicado via pulverização foliar.

Estudos à campo têm demonstrado incrementos no rendimento de grãos na cultura do feijoeiro, pela inoculação com estirpes de rizóbio de elevada eficiência simbiótica e

competitividade, em relação à população nativa de rizóbio do solo (PERES et al., 1994; HUNGRIA et al., 2007).

Neste contexto se destaca a necessidade do desenvolvimento de tecnologias eficientes e de baixo custo econômico e ambiental capazes de elevar os níveis de produtividade da cultura. Há indicativos de que alguns fatores podem aumentar a eficiência da FBN no feijoeiro destacando-se o uso da adubação molíbdica (ALBUQUERQUE et al., 2012) uma vez que o Mo, sendo constituinte básico das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, está diretamente envolvido no metabolismo do N promovendo seu aproveitamento na forma nítrica (redutase do nitrato) ou atmosférica (nitrogenase) (PESSOA et al., 2001).

Assim considera-se a hipótese de que a adubação química nitrogenada, comumente utilizada, poderia ser substituída parcial ou totalmente, pela adubação química foliar de molibdênio associado ao uso e inoculante.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo desse trabalho foi avaliar o possível efeito no feijão comum à inoculação das sementes com *Rhizobium tropici*, combinadas com aplicação de doses de molibdênio (Mo) via foliar em seus componentes de produção e produtividade.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na 2ª safra, ou seja, no período de janeiro a abril de 2015, num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, com textura média, em uma área experimental irrigada por pivô central, e no sistema de plantio direto em palhada de milho, no Instituto Federal Goiano - Câmpus de Urutaí - GO. Nas cordenadas, Latitude 17°30' 53" S e Longitude 48°12' 22" W, e altitude de 731 metros.

O clima segundo a classificação de Koppen é do tipo Cwa, ou seja, mesotérmico de inverno seco, médias de temperaturas mensais superiores a 25°C, índice pluviométrico variando de 1100 a 1800 mm anuais. Não foi utilizado calcário devido a área apresentar uma boa saturação por bases, de acordo com a análise química do solo (Tabela 1) obtida por amostragem antes da instalação do experimento para sua caracterização, e as análises realizadas no laboratório de fertilidade de solo e nutrição de plantas do Campus Urutaí-GO.

**Tabela 1.** Propriedades químicas do solo da área experimental determinada antes da instalação do experimento.

Variáveis	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
pH H <sub>2</sub> O (1:1,25)	6,5	6,5
P – Melich (mg dm <sup>-3</sup> )	48,3	49,2
K (mg dm <sup>-3</sup> )	42	24
S-SO <sub>4</sub> (mg dm <sup>-3</sup> )	45	48
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,8	3,4
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,3	0,9
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	0,0
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,2	2,0
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,1	0,07
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	2,4	1,2
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	51	23
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	6,9	3,9
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	0,8	1,9
M.O. (dag kg <sup>-1</sup> )	1,8	1,3
CTC a pH 7,0	12,5	8,7
Soma de Base	10,3	6,7
V%	82,4	77,0

### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 2x4, com três repetições. Os tratamentos foram estabelecidos com o primeiro fator corresponde à inoculação ou não das sementes a rizobactéria *Rhizobium tropici*, e o segundo fator, as doses de Molibdênio aplicadas via foliar com as seguintes doses: 0, 50, 100 e 150 g ha<sup>-1</sup>, totalizando 24 parcelas com 5 linhas de plantio com 4 metros de comprimento, com área útil de cada parcela de 10 m<sup>2</sup>. Sendo os tratamentos: T1- sem inoculação e sem Molibdênio (controle); T2 - sem inoculação + 50 g ha<sup>-1</sup> de Molibdênio; T3 - sem inoculação + 100 g ha<sup>-1</sup> de Molibdênio; T4 - sem inoculação + 150 g ha<sup>-1</sup> de Molibdênio; T5 - com inoculação e sem Molibdênio; T6- com inoculação + 50 g ha<sup>-1</sup> de Molibdênio; T7 - com inoculação + 100 g ha<sup>-1</sup> de Molibdênio; e finalmente T8 - com inoculação + 150 g ha<sup>-1</sup>.

### 3.3 Instalação e condução do experimento

Foi feita a dessecação da área utilizando o herbicida Glifosato na concentração - 360 a 720 g do ingrediente ativo por Litro, na dose de 2,5 L ha<sup>-1</sup> 30 dias antes do plantio.

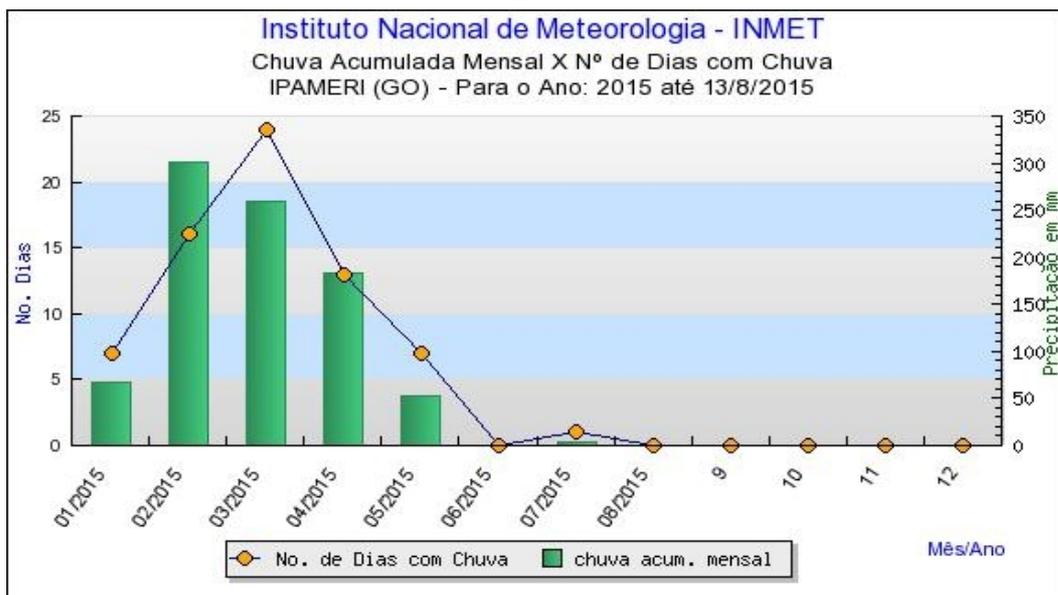
Na adubação de plantio foi utilizado, segundo a recomendação da análise química do solo: 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Não foi aplicado nitrogênio na adubação de plantio nem em cobertura, para garantir que o nitrogênio fixado fosse exclusivamente através da fixação biológica sem o mínimo de interferência mineral. Foi utilizada uma plantadeira para distribuição do adubo e a semeadura realizada manualmente. A cultivar utilizada foi a Pérola do grupo Carioca com hábito de crescimento indeterminado, utilizando um espaçamento de 50 centímetros entre linhas e 12 sementes por metro linear com stand inicial de 240.000 plantas e stand final de 200.000 plantas por hectare, ou seja, 10 plantas por metro linear.

O inoculante utilizado foi o sólido turfoso para feijão da Marca NITRO 1000 inoculantes biológicos de Cascavel-PR, contendo bactérias do gênero *Rhizobium tropici* estirpes (SEMIA 4077 e SEMIA 4088), na concentração de 1 x 10<sup>9</sup> rizóbios por grama, e dosagem de 100 gramas para 50 kg de sementes de feijão, conforme recomendação do fabricante. Para o preparo do inoculante foi colocado em um becker, 20 ml de água e adicionado 5 gramas do inoculante, mexendo até obter uma suspensão homogênea, essa calda foi suficiente para inocular 2,5 kg de sementes, a calda foi aplicada diretamente sobre as sementes e misturada até apresentar uma cobertura uniforme, para o preparo em grandes quantidades é recomendado que se utilize um tambor ou uma betoneira, a inoculação deve ser feita no momento próximo a semeadura.

A fonte de molibdênio utilizada foi o Molibdato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O) a 54,3%, preparando a solução utilizando água destilada, aplicado via foliar dividido em duas aplicações, uma 30 DAE, quando a planta apresentava o terceiro trifólio, e a outra 50 DAE, no início da floração, com uma calda de 200 litros por hectare na primeira aplicação e 400 litros para a segunda aplicação, devido ao aumento da área foliar com o crescimento das plantas. Foi utilizado um pulverizador manual costal de 20 litros, com o bico do tipo cone.

Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados os tratos culturais e fitossanitários recomendados à cultura do feijão comum. Quando necessário, o controle de pragas e doenças foi feito com a aplicação dos inseticidas parathion-methyl (300 g ha<sup>-1</sup>) e de chlorpirifos (400 g ha<sup>-1</sup>), e fungicidas azoxistrobina (50 g ha<sup>-1</sup>) e tebuconazole (150 g ha<sup>-1</sup>). Ao longo do estudo, foram registrados problemas com as pragas *Benisia tabaci* (mosca branca), *Diabrotica speciosa* e *Cerotoma* spp. (vaquinhas), bem como problemas fitopatológicos com *Thanatephorus cucumeris* (mela do feijoeiro). Todas as pulverizações foram feitas com pulverizador costal, utilizando 200 L ha<sup>-1</sup> de volume de calda.

O experimento foi conduzido no período chuvoso e quando necessário foi aplicado uma lâmina média de irrigação de 10 mm no início até o estabelecimento da cultura, devido ao período de estiagem que ocorreu na região (Tabela 2), conforme dados de precipitação e temperatura mensais coletados na estação meteorológica na cidade próxima a área experimental.



**Tabela 2** – Dados meteorológicos do período experimental.

### 3.4 Parâmetros avaliados no experimento

Para a avaliação do teor de clorofila nas folhas foi utilizado o aparelho digital Clorofilometro SPAD – 502, foram feitas 30 leituras por parcela, na primeira folha madura a partir do ápice no início da floração. Foram realizada duas avaliações, uma aos 25 dias após a germinação e outra aos 45 dias, desconsiderando as linhas laterais e respeitando a distância de um metro no início das linhas, para retirar o efeito bordadura, levando em consideração apenas as três linhas intermediárias.

Para a avaliação do teor nitrogênio nas folhas, foram coletadas 50 folhas com pecíolo, no terço médio das plantas, colhidas aleatoriamente no período de florescimento aos 15 dias após a segunda aplicação de Molibdênio, as folhas foram submetidas a uma lavagem rápida com água destilada e colocadas para secarem em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 65°C, por 72 horas, logo após moídas no Macro Moinho de facas tipo Willye, com peneira de 30 mesh. Em seguida, determinado o teor de nitrogênio conforme método Kjeldahl, que consiste na digestão sulfúrica+destilação+titulação conforme metodologia descrita no manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes da (EMBRAPA SOLOS, 2009).

Para determinar o peso da massa fresca parte aérea e raízes, no final do ciclo de enchimento dos grãos, foram coletadas 10 plantas aleatoriamente dentro da área útil da parcela, feita a lavagem das raízes retirado o excesso de água, posteriormente feito o corte no colo caulinar, separando a parte aérea da raiz, sendo obtidos os pesos em balança de laboratório de alta precisão. Para determinar o peso de massa seca (parte aérea e raízes), as plantas que foram utilizadas para determinação da massa fresca, foram acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa com ventilação forçada (BOD) à temperatura de 65°C, até atingir o peso constante. Para avaliação dos componentes de produção e rendimento, na ocasião da colheita coletou-se 10 plantas em local pré-determinado na área útil de cada parcela e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, submeteu-se a trilhagem mecânica, sendo os grãos pesados e os dados corrigidos a 13% de umidade e transformados em kg ha<sup>-1</sup>. E em seguida foi contado mil grãos, e posteriormente pesado em balança de precisão. Para a avaliação do número de vagens/planta, número de grãos/vagem, foi feito arranquio de 10 plantas colhidas na parcela e realizada a contagem das vagens e depois o número de grãos por vagem. Para a variável acumulo de biomassa por ocasião da colheita (ramos, folhas, vagens e raízes), foram colhidas três linhas em 1 m<sup>2</sup>, ou seja 30 plantas no

total, essas plantas foram pesadas, e seu peso dividido pela área colhida, para os valores serem convertido para  $\text{kg m}^{-2}$

### **3.5 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de significância para efeito da inoculação, e para as doses de molibdênio foram realizadas análise de regressão. As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa de Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0 (FERREIRA, 2000).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

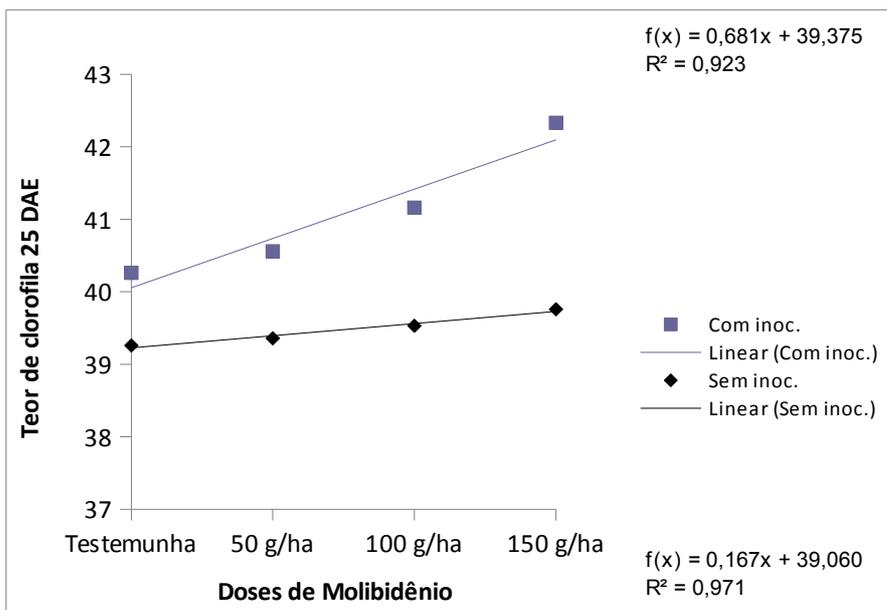
Na (Tabela 3) estão apresentados os valores médios dos teores de clorofila, em unidade SPAD, de nitrogênio nas folhas, MFPA- massa fresca da parte aérea, MSPA- massa seca da parte aérea, número de vagens por planta, MFR- massa fresca da raiz, MSR – massa seca da raiz, acúmulo de biomassa, peso de 1000 grãos e produtividade de grãos de acordo com a inoculação e doses de aplicação de molibdênio no feijoeiro, bem como o teste de Tukey para os valores médios, além do coeficiente de variação (CV). O uso do inoculante proporcionou maior teor de clorofila, N foliar, MFPA, número de vagens por planta, biomassa de parte aérea, peso de 1000 grãos e produtividade da cultura. O desdobramento da interação entre a inoculação e as doses de molibdênio, apresentaram comportamento semelhantes para todas as variáveis analisadas exceto para a massa fresca e massa seca da raiz. É importante ressaltar que houve boa precisão experimental, indicada pelos baixos valores de coeficientes de variação.

**Tabela 3.** Teor de clorofila em unidade SPAD, de nitrogênio nas folhas, MFPA- massa seca da Parte aérea, MSPA- massa seca da parte aérea, número de vagem por planta, MFR- massa fresca da raiz, MSR – massa seca da raiz, acúmulo de biomassa, peso de 1000 grãos e produtividade.

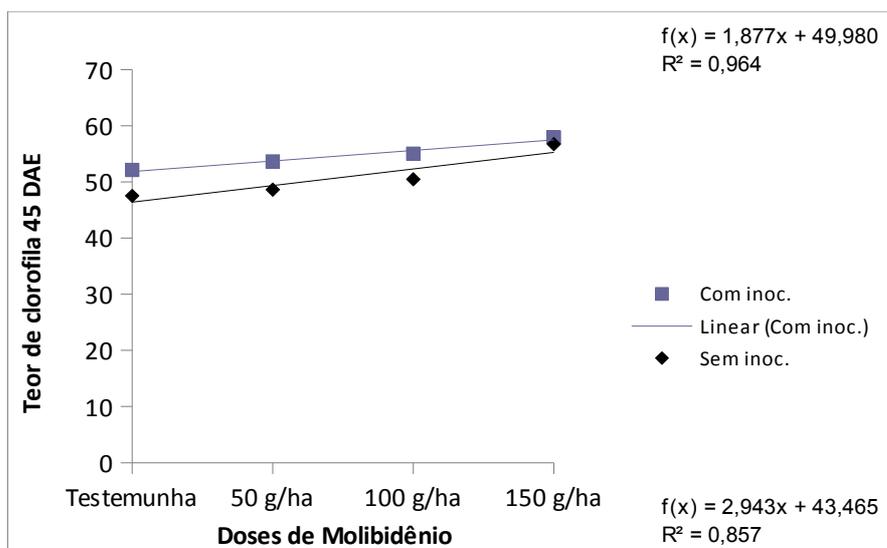
	Teor de clorofila SPAD 45 DAE	Teor de N g/kg	(MFPA) Kg/pl	(MSPA) Kg/pl	Numero Vagem pl	(MFR) Kg/pl	(MSR) Kg/pl	Biomassa (Kg.m <sup>-2</sup> )	Peso 1000 (g)	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
Inoculante (fator A)										
Sem	50,82 b	30,66 b	0,13 b	0,03 b	5,16 b	0,97 a	0,22 a	1,41 b	194,15 b	691,05 b
Com	54,67 a	34,70 a	0,14 a	0,04 a	15,95 a	0,84 b	0,22 a	1,53 a	212,51 a	2782,97 a
F (A)	419,811**	306,83**	67622**	271499**	11430**	28504**	0,09 ns	56498**	392073**	45830**
Pr>Fc	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,76	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
dms	0,800	1,030	0,007	0,002	0,432	0,103	0,050	0,060	3,970	41,910
Molibdênio (fator B)										
Testemunha	49,81 d	29,8 c	0,15 b	0,038 b	8,26 d	0,79 d	0,24 a	1,59 b	197,72 c	1299,53 d
50 g/ha	51,13 c	31,10 c	0,11 d	0,032d	8,93 c	0,94 b	0,23 a	1,25 d	131,66 d	1355,32 c
100 g/ha	52,73 b	32,85 b	0,12 c	0,035c	10,36 b	1,08 a	0,22 a	1,3 c	205,54 b	1748,76 b
150 g/ha	57,31 a	37,25 a	0,16 a	0,045 a	14,83 a	0,88 c	0,20 a	1,74 a	212,58 a	2544,43 a
F (B)	302,79**	283,13**	212412**	96708**	816105**	14425**	1075 ns	198166	60407**	3453**
Pr>Fc	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,39	< 0,001	< 0,001	< 0,001
dms	1,090	1,630	0,009	0,003	0,586	0,140	0,790	0,090	5,390	56,820
F (A X B)	21,83**	18,16**	127139**	21708**	61696**	140742**	17531	165961**	18337**	640960**
Pr>Fc	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	> 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cv %	0,87	2,13	0,28	0,38	2,34	6,54	14,81	2,69	1,12	1,38

Médias seguidas de letra distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01). \*\* significativo a 1%, pelo teste de Tukey, ns - não significativo pelo teste de Tukey.

O teor de clorofila apresentou aumento linear significativo no tratamento que recebeu inoculação, tanto na avaliação feita aos 25 DAE quanto aos 45 DAE (**Figura 1 e 2**). Estudos realizados por Gerendás e Pieper (2001) indicaram ser possível monitorar o suprimento de N para as plantas, por meio de testes rápidos, como o do nitrato do pecíolo e a avaliação indireta do teor de clorofila. Como o N também participa da constituição da molécula de clorofila, a avaliação da necessidade de N pela planta poderia ser determinada pela mensuração indireta do teor de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997).



**Figura 1.** Teor de clorofila medidos em unidade SPAD, nas folhas de feijoeiro em função das dose de Molibdênio via foliar aos 25 DAE.

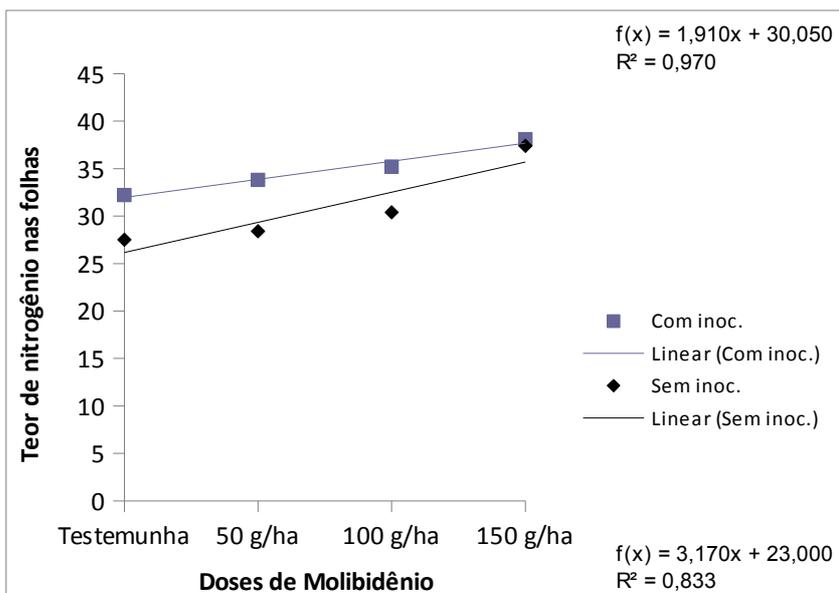


**Figura 2.** Teor de clorofila medidos em unidade SPAD, nas folhas de feijoeiro em função das dose de Molibdênio via foliar aos 45 DAE.

Aos 25DAE, o teor de clorofila no tratamento inoculado foi bem superior ao tratamento sem inoculação, enquanto que aos 45DAE estreitou essa diferença. Isso demonstra que a bactéria inoculada obteve uma eficiência satisfatória com relação às bactérias nativas existentes no solo.

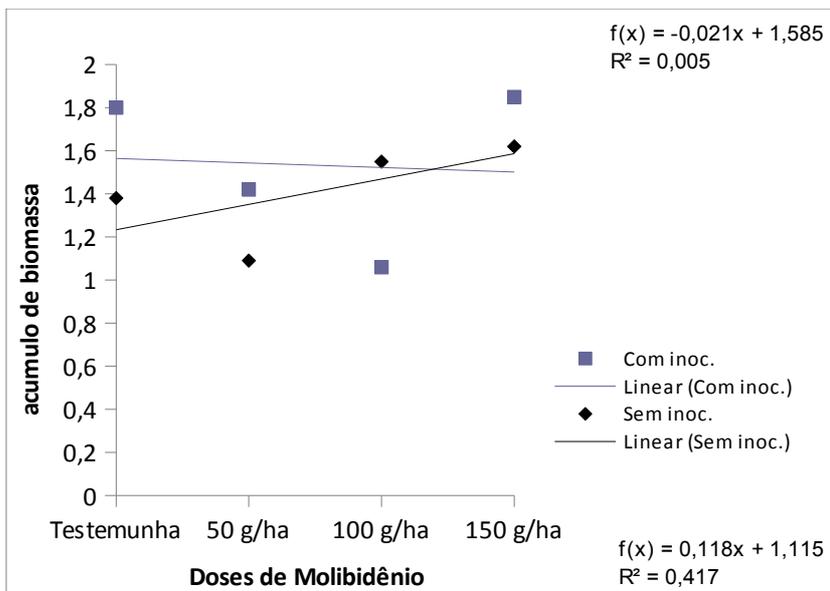
Dessa forma, a inoculação associada à dose de 150g ha<sup>-1</sup> mostrou-se como um incremento para o aumento do teor de clorofila e conseqüentemente de nitrogênio, tendo em vista que apresentou aumentos semelhantes nos componentes de produção, quando comparados à testemunha.

Quanto ao teor de nitrogênio, houve um acréscimo significativo (**Figura 3**), principalmente associado à inoculação a da mesma forma como ocorreu com o teor de clorofila, Pessoa et al., (2000) também verificaram maiores teores de N total e N orgânico nas folhas do feijoeiro em função da aplicação de Mo via foliar, o que indica efeito positivo do micronutriente no aproveitamento do N absorvido pela planta. Oliveira et al., (1996) com aplicação de molibdênio em plantas de feijão, obtiveram melhor desempenho das mesmas, maior número de vagens, maior teor de nitrogênio nas folhas e maior produção de grãos. O efeito das doses de Mo é explicado pelo fato deste elemento ser constituinte de duas enzimas relacionadas ao metabolismo do N da nitrogenase, responsável pela conversão do nitrogênio atmosférico em amônia e do nitrato redutase que atua na assimilação do N, essencialmente na redução do nitrato a nitrito (KUBOTA et al., 2008).



**Figura 3.** Teor de nitrogênio, nas folhas de feijoeiro, aos 45 DAE, em função da dose de Molibdênio.

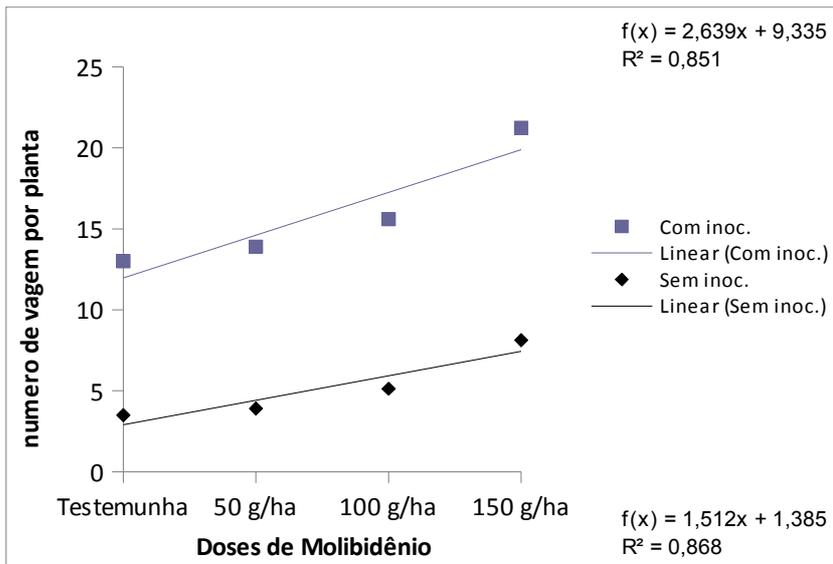
Este maior acúmulo de N na parte aérea, pode ser devido ao aumento na eficiência da FBN tanto na inoculação quanto pela aplicação de Mo foliar. Para Epstein e Bloom (2006) o nutriente mais diretamente relacionado ao aumento da biomassa vegetal é o N, desta forma, uma FBN eficiente disponibiliza mais N para as plantas aumentando a biomassa vegetal, conforme observado por Souza et al., (2008), para soja, e Xavier et al., (2008) para feijão-caupi. Resultado diferente encontrado neste estudo, houve acréscimo desse acúmulo de biomassa ( **Figura 4** ) apenas no tratamento sem inoculação, enquanto que observou-se um decréscimo no tratamento com inoculação. Isso pode ter ocorrido devido a alocação do nitrogênio para a produtividade de grãos. O N é o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo feijoeiro e, pelo fato de aproximadamente 50% do N total absorvido ser exportado para os grãos, a sua deficiência é a mais frequente (SORATTO et al., 2006).



**Figura 4** . Acúmulo de biomassa, em função da doses de molibdênio.

Quanto ao número de vagens por planta, houve efeito linear crescente em razão da aplicação de Mo em ambos os tratamentos com e sem inoculação ( **Figura 5** ). A inoculação porem favoreceu um número superior de vagem por planta, em consequência da eficiência da inoculação proporcionando um melhor rendimento da cultura. Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade et al., (1998) e Lima, (1997) em que observaram aumento no número de vagens por planta com a aplicação do Mo via foliar no feijoeiro, a aplicação de 75 g ha<sup>-1</sup> de Mo via foliar promoveu maior acúmulo de matéria seca nas hastes + ramos, folhas,

vagens e grãos do feijoeiro, o que resultou em acréscimo no rendimento de grãos, número de vagens/planta, número de grãos/vagem e peso médio de 100 grãos. Já, (ASCOLI et al., 2008) Observaram que os componentes da produção (número de vagens por planta, de sementes por vagem e massa de 100 sementes) não foram afetados pelos tratamentos com doses crescentes de molibdênio.

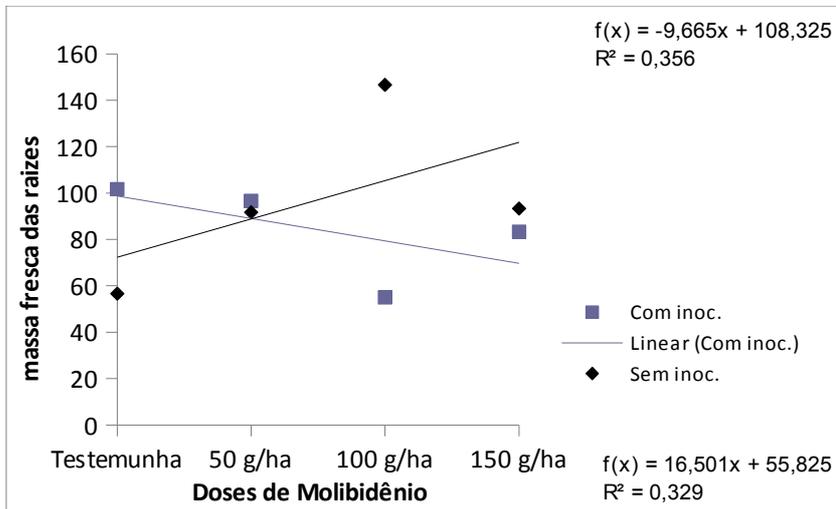


**Figura 5.** Número de vagem por planta, em função da dose de Molibdênio.

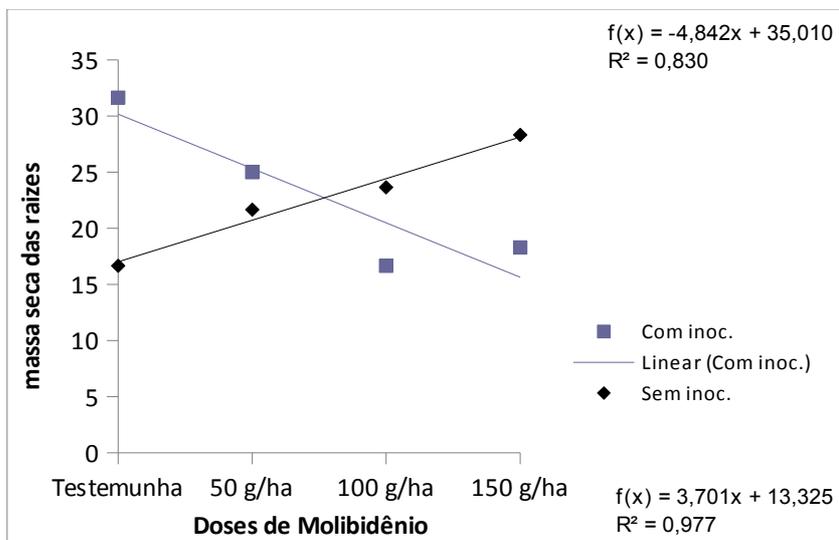
O número de grãos por vagem, não diferiu em função da inoculação nem em função das doses aplicado via foliar, provavelmente por se tratar de uma característica de alta herdabilidade genética dependente de cada cultivar. O número de sementes por vagem normalmente é uma característica varietal pouco influenciada pelo ambiente (SANTOS et al., 2003; ARF et al., 2004). Isto pode ser explicado pelo fato deste componente ter caráter de alta herdabilidade genética (Torres et al., 2014), estando intrinsecamente ligados à característica da variedade utilizada, sofrendo assim pouca influência das práticas culturais administradas. Resultados diferentes foram encontrados por Andrade et al., (2001) que utilizando a cultivar Carioca-MG cultivada num Latossolo Vermelho Escuro distrófico, demonstraram aumento do número de grãos por vagem com aplicação foliar de Mo.

Os componentes, MFR e MSR ( **Figura 6 e 7** ) não foram influenciados pela inoculação, mas já para as doses de molibdênio houve influencia apenas no tratamento sem inoculação promovendo um aumento da massa das raízes. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores (GRIS, 2005; MARCONDES e CAIRES, 2005) onde em

experimentos com doses crescentes de Mo em Latossolo Vermelho com pH (em água) de 5,0. Considerando a espécie *Rhizobium tropici*, encontram-se resultados promissores (GUARESCHI et al., 2009; PELEGRIN et al., 2009) e também a não interferência das estirpes inoculadas (ANDRADE et al., 2001).

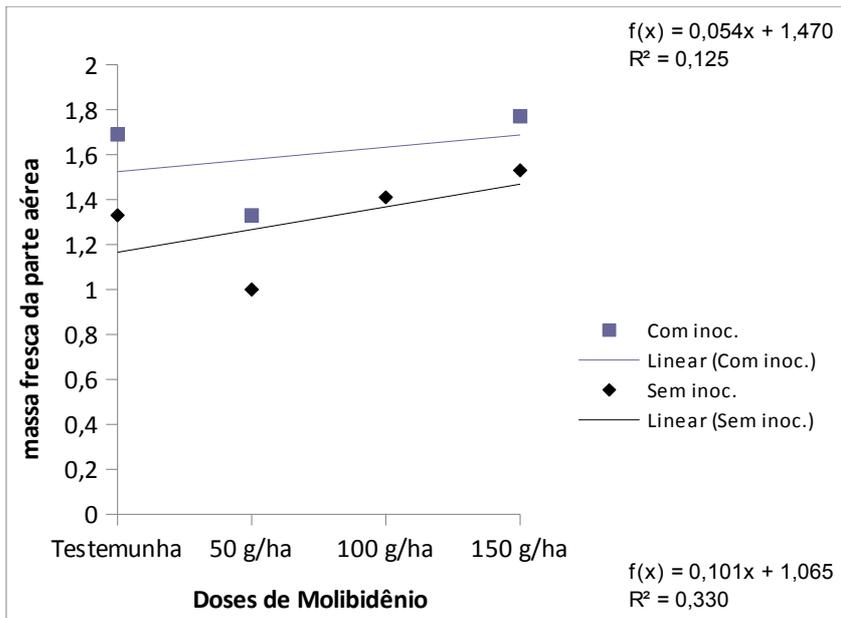


**Figura 6.** Massa fresca das raízes, em função da dose de Molibdênio.

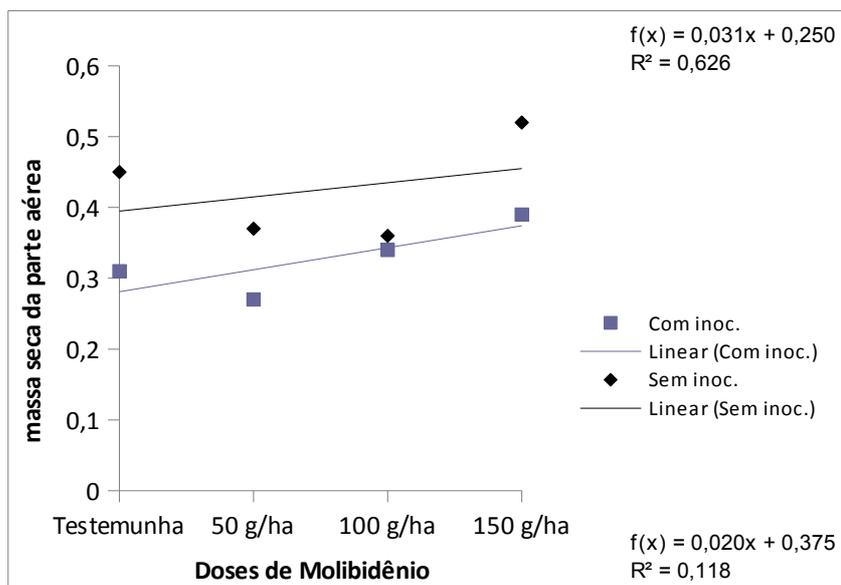


**Figura 7.** Massa seca das raízes, em função da dose de Molibdênio.

Em contra partida a MFPA e a MSPA ( **Figura 8 e 9**) apresentaram resultados positivos quando tratados com inoculante e também para as doses de molibdênio, Esses resultados divergem dos obtidos por Souza et al. (2011), que não encontraram resposta à inoculação com *R. tropici*. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva, (2009) com a inoculação de rizóbio associada à adição de exsudato de sementes de *Mimosa flocculosa*, concluindo que contribui para o melhor desenvolvimento da parte aérea do feijoeiro.



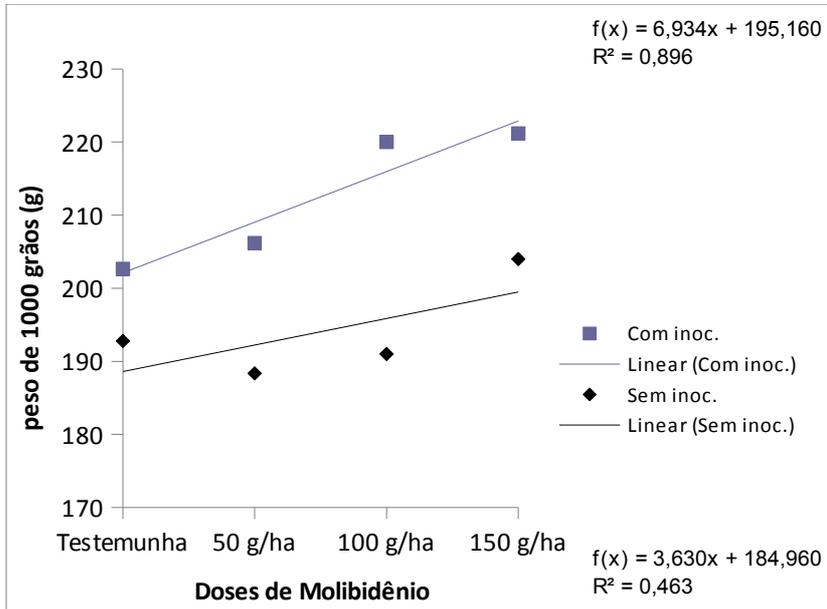
**Figura 8.** Massa fresca da parte aérea em função das doses de molibdênio.



**Figura 9.** Massa seca da parte aérea em função das doses de molibdênio.

Em relação à massa de 1000 grãos obteve-se aumento significativo nos tratamentos que receberam a inoculação e onde as doses de Mo foram maiores (**Figura 10**). Coelho et al., (2001) verificaram aumento de 5% na massa de 100 sementes e 17% na produtividade do feijoeiro, com aplicação via foliar de 75 g ha<sup>-1</sup> de Mo. Segundo esses autores o aumento da

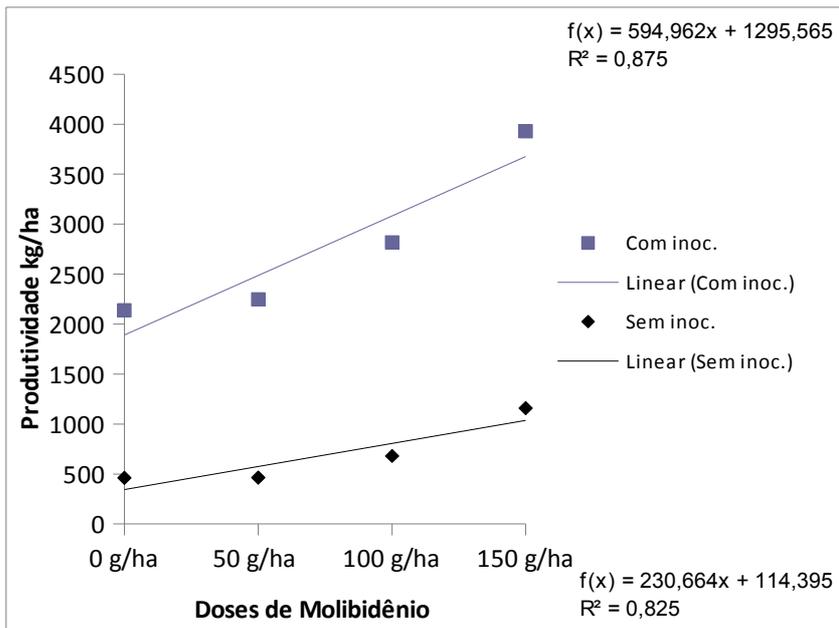
produtividade está relacionada com o acréscimo no teor de N orgânico e na massa das sementes, proporcionados pelo Mo.



**Figura 10.** Peso de 1000 grãos, em função dose de Molibdênio.

A produtividade foi aumentada (**Figura 11**) seguindo uma equação linear de acordo com as doses de molibdênio, principalmente quando inoculado. Este aumento da produtividade se deu pelo maior teor de clorofila e maior teor de N na planta. Os principais componentes do aumento da produtividade foram o número de vagens por planta e peso de mil grãos. Pessoa et al., (2000); Jesus Júnior et al., (2004), também obtiveram aumento da produtividade do feijoeiro com a aplicação de Mo via foliar. Resultados semelhantes foram obtidos por Berger et al. (1993) e Ferreira et al. (2003). Vieira et al., (2006) verificaram que a interação inoculante, molibdênio afetou positivamente o rendimento da variedade IAPAR 31. Nos estudos de Soratto et al., (2006) realizados na região leste de Mato Grosso do Sul, também foi verificada resposta quadrática para a produtividade de grãos, com a dose estimada para a máxima produtividade superior a 140 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Esses resultados discordam dos encontrados por (BASSAN et. al., 2001) onde observaram-se que na ausência de inoculação de sementes, o número de vagens e de sementes por planta foram respectivamente 19 e 20% maiores que na presença de inoculação, ocorrendo também aumentos no peso de 100 sementes e na produtividade de grãos.



**Figura 11.** Produtividade de grãos por hectare, em função da dose de Molibdênio.

## 5. CONCLUSÕES

1. Os resultados confirmaram a hipótese de que, a inoculação com *R. tropici* aumentou o teor de clorofila, de nitrogênio nas folhas, acúmulo de biomassa vegetal, número de vagem por planta, peso de 1000 grãos e a produtividade do feijão comum cv. Pérola.
2. A aplicação foliar de molibdênio, aumentou o teor de clorofila, teor de nitrogênio nas folhas o número de vagem por planta, o peso de 1000 grãos e a produtividade da cultura, principalmente em conjunto com a inoculação do *R. tropici*, mostrando uma interação significativa entre os fatores.
3. A adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro pode ser substituída na sua totalidade pela inoculação com a bactéria *R. tropici*, e pela adubação foliar com molibdênio.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, U. B.; CAMPO, R.J. Efeitos de fontes de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.3, 2001.
- ALBUQUERQUE, H. C. de; PEGORARO, R. F.; VIEIRA, N. M. B.; AMORIM, I. DE J. F.; KONDO, M. K. Capacidade nodulatória e características agronômicas de feijoeiros comuns submetidos à adubação molíbdica parcelada e nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.214-221, 2011.
- ANDRADE, M.J.B.; DINIZ, A.R.; CARVALHO, J.G.; LIMA, S.F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, 22:499-508, 1998.
- ANDRADE, M. J. B.; ALVARENGA, P. E.; SILVA, R.; CARVALHO, J. G.; JUNQUEIRA, A. D. de A. Resposta do feijoeiro às adubações nitrogenada e molíbdica e à inoculação com *Rhizobium tropici*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.934-940, 2001.
- AMARA, A. M.; NASR, S. A. Impact of foliar application with biofertilizers and micronutrients on the growth and yield of Bradyrhizobium inoculated soybean plants. **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 40, n. 2, p. 567-578, 1995.
- ARAÚJO, G.A.A.; FONTES, L.A.N.; AMARAL, F.A.L.; CONDÊ, A.R. Influência do molibdênio e do nitrogênio sobre duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, n.2, p.333-339, 1987.
- ARAÚJO, A. S. F. Ecologia microbiana do solo. **Sapiência**, Teresina, v. 4, n. 12, p 3. jul. 2007.
- ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. **Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão**. Pesquisa Agropecuária Brasileira., 39:131-138, 2004.
- 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
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.
- 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**, 32:117-123, 2010.
- BASSAN, D.A.Z; ARF, O.; , BUZETTI, S.; CARVALHO, M.A.C.; SANTOS, N.C.B.; E 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**, vol. 23, nº 1, p.76-83, 2001.

BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A.A. Adubação molíbdica por via foliar na cultura do feijão: efeito de doses. In: reunião nacional de pesquisa de feijão, 4, Londrina, 1993. **Anais**. Londrina: IAPAR, 1993. p.159.

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

BULEN, W. A.; LeCONTE, J. R. The nitrogenase system from Azotobacter: two enzyme requirements for N<sub>2</sub> reduction, ATP-dependent H<sub>2</sub> evolution, and ATP hydrolysis. **National Academy of Sciences of the United States of America Proceedings**, Washington, v. 56, p. 979- 986, 1966.

CALONEGO, J.C.; RAMOS JÚNIOR, E.U.; BARBOSA, R.D.; LEITE, G.H.P.; GRASSI, H.F. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, p.334-340, 2010.

CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; MAROUELLI, W. A.; CAMPOS, J. P. **Fertirrigação de Hortaliças**. Brasília: EMBRAPA, 2004. 13 p. (Boletim Técnico),2004.

CASSINI; FRANCO. Fixação Biológica de Nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. p. 143-170, 2011.

COELHO, F.C.; FREITAS, S. P.; SMITH, R.B.; DORNELLES, M.S.; MONERAT, P.H. **Efeitos da adubação nitrogenada, em cobertura, da aplicação de molibdênio, por via foliar, e do manejo de plantas daninhas na cultura do feijão**, na região de Campos dos Goytacazes-RJ. In:VI Reunião Nacional de pesquisa de feijão. Goiânia, **Anais**, v. 1, p. 656-659, 1999.

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 da plantas daninhas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, p.455-467, 2001.

CONAB (Campanha Nacional de Abastecimento). **Indicadores da Agropecuária. SAFRAS 2013/2014 – GRÃOS. Série Históricas: Feijão total (Safrs 1, 2, 3 safras)**. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/FeijaoTotalSerieHist.xls>. Acesso em 1º de julho de 2015.

EMBRAPA - Agência de Informação EMBRAPA Feijão. 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/arroz-e-feijao> . Acessado em: 11 maio de 2015.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Londrina: Planta, 2006. p. 251-286.

FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In...45ª-Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFS-Car, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; CARDOSO, A.A.; FONTES, P.C.R.; VIEIRA, C. Características agronômicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.65-72, 2003.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; ROCHA, A. C. Inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijoeiro comum em solo de Cerrado. **Revista de Ciência da Vida**, v.29, p.42-48, 2009.

GERENDÁS, J.; PIEPER, I. **Suitability of the SPAD meter and the petiole nitrate test for nitrogen management in nursery potatoes**. In: HORST, W.J.; SCHENK, M.K.; BÜRKERT, A.; CLAASSEN, N.; FLESSA, H.; FROMMER, W.B.; GOLDBACH, H.; OLFS, H.W.; RÖMHELD, V.; SATTELMACHER, B.; SCHMIDHALTER, U.; SCHUBERT, S.; WIRÉN, N.V.; WITTERNMAYER, L., eds. International plant nutrition colloquium, 14., Hannover 2001. Proceedings. Kluwer Academic Publishers, 2001 Plant Nutr., Develop. Plant Soil Sci., 92:716-717, 2001.

GRIS, E.P.; CONTE, A.M.; OLIVEIRA, F.F. de. Produtividade da soja em resposta à aplicação de molibdênio e inoculação com bradyrhizobium japonicum. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.151- 155, 2005.

HEGAZY, M. H.; EL HAWARY, F. I.; GHOBRIAL, W. N. Effect of micronutrients application and Bradyrhizobium japonicum inoculation on soybean. **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 1, p. 381-398, 1990.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

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**, Oxford, v. 39, p. 88-93, 2003.

INMET – Instituto Nacional de meteorologia, <http://www.inmet.gov.br/portal/> acessado em: 10 de março de 2015.

JESUS JÚNIOR, W.C.; VALE, F.X.R.; COELHO, R.R.; HAU, B.; ZAMBOLIM, L.; BERGER, R.D. Management of angular leaf spot in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with molybdenum and fungicide. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.3, p.665- 670, 2004.

KUBOTA, F. Y.; ANDRADE NETO, A. C. de; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1635-1641, 2008.

LEITE U.T.; PIRES, A.A; ARAÚJO, G.A.A.; ZAMPIROLI P.D.; RIBEIRO, J.M.O.; MEIRELES, R.C. Parcelamento e época de aplicação foliar do molibdênio na composição mineral das folhas do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27 p. 25-31, 2007.

LIMA, S.F. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) submetido à aplicação foliar de doses de boro, molibdênio e zinco.** Lavras: ESAL, 1997. 76p. (Dissertação Mestrado).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 319p.

MARCONDES, J. A.P.; CAIRES, E.F. **Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja.** *Bragantia*, vol.64, no.4, Campinas, 2005.

MARTENS, D. C.; WESTERMANN, D. T. Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.). **Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies: micronutrients in agriculture.** 2. ed. Madison : Soil Science Society of America, 1991. p. 549-592.

MESCHEDE, D.K.; BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; SCHUAB, S.R.P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento das sementes com molibdênio e cobalto. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.26. n.2, p.139-145,2004.

OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica do nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F. & ZIMMERMANN, M.J.O. (co-ords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: Potafós, p.169-216, 1996.

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.219-226, 2009.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Atividades de nitrificação e redutase de nitrato e produtividade do feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.217-224, 2001.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração de foliar de Mo e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com Mo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24, n. 1, p. 75-84, 2000.

PERES, J. R. R.; SUHET, A. R.; MENDES, I. C.; VARGAS, M. A. T. Efeito da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada em sete cultivares de feijão em solos de Cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, p. 415-420, 1994.

PIRES, A.A.; ARAÚJO, G.A.A.; LEITE U.T.; ZAMPIROLI P.D.; RIBEIRO, J.M.O.; MEIRELES, R.C. Parcelamento e época de aplicação foliar do molibdênio na composição mineral das folhas do feijoeiro. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27:25-31,2005.

SANTOS, A. B.; SILVA, O. F. Manejo do nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 207-216.

SILVA, E. P. Inoculação de feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada a exsudato de *Minosa floculosa* com diferentes doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.68, p. 443-451, 2009.

SILVA, B.R.T.; LEMOS, B.L.; TAVARES, A.C. **Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio**. Pesquisa. agropecuária. brasileira., Brasília, v.41, n.5, p.739-745, maio 2006.

SOUZA, R. A. et al. Conjunto mínimo de parâmetros para avaliação da microbiota do solo e da fixação biológica do nitrogênio pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 01, p. 83-91, 2008.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P.; PAGANI, F. A. Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.4, p. 370-377, 2011.

SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p. 259-265, 2006.

TORRES, H.R.M.; RIBEIRO, P.R.C.C.; RIBEIRO, J.J.; produtividade do feijão phaseolus vulgaris l. com aplicações crescentes de molibdênio associadas ao cobalto via foliar. **enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014

VARGAS, R.; RAMIREZ, C. Respuesta de la soya y el maní a Rhizobium y a la fertilización con N, P y Mo en un típico pellustert de cañas, guanacaste. **Agronomia Costarricense**, San José, v. 13, p. 175-182, 1989.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 123-152.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 123-152. 2006

VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 115-142, 2011.

XAVIER, T.F.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B.; CAMPOS, F.L. Influência da inoculação e adubação nitrogenada sobre a nodulação e produtividade de grãos de feijão-caupi. **Ciência Rural**, v. 38, n. 07, p. 25-32, 2008.