

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**WILLIAN BOSQUETTE ROSA**

**ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO EM COBERTURA E MOLIBDÊNIO POR VIA  
FOLIAR NA CULTURA DO FEIJÃO COMUM**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ**

**2016**

**WILLIAN BOSQUETTE ROSA**

**ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO EM COBERTURA E MOLIBDÊNIO POR VIA  
FOLIAR NA CULTURA DO FEIJÃO COMUM**

**Dissertação apresentada a Universidade Estadual do  
Oeste do Paraná, como parte das exigências do  
Programa de Pós Graduação em Agronomia para  
obtenção do título de Magister Scientiae**

**Orientador: Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior**

**Coorientadores: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da  
Costa**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Lana**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R788a

Rosa, Willian Bosquette

Adubação com nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar na cultura do feijão comum. Willian Bosquette Rosa. Marechal Cândido Rondon, 2016.

54 p.

Orientador: Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Lana

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Campus de Marechal Cândido Rondon, 2016

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. Adubação nitrogenada. 3. Adubação foliar. 4. Micronutrientes. 5. Viabilidade econômica. I. Duarte Júnior, José Barbosa. II. Costa, Antonio Carlos Torres da. III. Lana, Maria do Carmo. IV. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. V. Título.

CDD 21.ed. 631.84

CIP-NBR 12899

*A Deus.*

*A minha esposa Geane Michele*

*Rosa e aos meus sogros*

*Adivaldo e Rosalina Rosa.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por tudo.

Agradeço a minha esposa Geane Michele Rosa o ser mais precioso e extraordinário que completa meu viver com seu amor imensurável.

A Camila Rosa, minha querida cunhada e a Adivaldo e Rosalina Rosa, meus amados sogros pelo apoio e suporte em absolutamente tudo. Por me acolherem como filho.

A minha querida mãe, pelo amor e carinho e por sempre acreditar no meu sucesso.

A memória de Aparecida Bosquette Marin, avó materna, que assumiu papel de mãe e pai e a mim dedicou amor incondicional.

Agradeço a Samara Brandão Queiroz, pois acredito que existem amigos mais chegados que um irmão, assim considero essa grande amiga, que não mediu esforços físicos e mentais para que esse trabalho fosse possível.

Ao meu orientador Dr. José Barbosa Duarte Junior, que com muita sabedoria me instruiu a lidar com as diversas situações. Pela compreensão, paciência e atenção dedicada.

A Iracilda, Silvanei, Sandra, Dulce, Ismael, Jairo e Flávio. Sem vocês eu não teria alcançado esse objetivo tão importante. Muito obrigado por fazerem parte da minha história.

A todos os amigos da Igreja Evangélica Comunidade Graça e Vida, vocês com certeza tem e sempre terão um lugar especial na minha vida.

Ao Eng. Agro. Ms. Marcelo Júnior Lang, Claudio Spier, Cláudio Adolino Kirsten, Jonas Osmar Winter, Rodrigo Bamberg, Wagner Luchtenberg e demais funcionários da UNIOESTE, que contribuíram nas diversas etapas desse trabalho.

A todos os professores da UNIOESTE, que com suas mentes brilhantes nos proporcionam conhecimento sólido.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pelo ensino gratuito e de qualidade.

A CAPES, pelo suporte financeiro.

## RESUMO

ROSA, W, B. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro de 2016. **Adubação com nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar na cultura do feijão comum.** Orientador: José Barbosa Duarte Júnior. Coorientadores: Antônio Carlos Torres da Costa e Maria do Carmo Lana

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação com nitrogênio (N) em cobertura e molibdênio (Mo) via foliar na cultura do feijão comum. Foram conduzidos três experimentos em dois municípios da região Oeste do Paraná (Toledo e Marechal Cândido Rondon-PR) denominados de Toledo, MCR 1ª safra e MCR 2ª safra. Os experimentos foram conduzidos em nível de campo em um delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 5 x 4, sendo cinco doses de N em cobertura (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro doses de Mo por via foliar (0, 35, 70 e 140 g ha<sup>-1</sup>). As combinações e repetições totalizaram 80 tratamentos em uma área de 2.700 m<sup>2</sup>. As aplicações foram realizadas no estágio fenológico V<sub>4</sub>. As parcelas experimentais foram compostas por 12 linhas de semeadura, espaçadas 0,5 metros entre si, com cinco metros de comprimento, caracterizando uma unidade experimental de 30 m<sup>2</sup>. A massa de 1.000 grãos aumentou linearmente nos três experimentos com doses acima de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N. As doses de 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> em comparação com a dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> no experimento de Toledo proporcionaram um aumento de 12% na altura de plantas e 15% na produtividade. Considerando o experimento de MCR 2ª safra, a diferença na produtividade entre a dose de 30 e a de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N é de 1.306 kg ha<sup>-1</sup>, um aumento de 51%. A produtividade dos experimentos MCR 1ª e 2ª safra foram em média 35% superior em comparação ao experimento de Toledo. Com relação aos efeitos significativos para Mo, o aumento nas doses do micronutriente resultou numa maior produtividade nos experimentos MCR 1ª e 2ª safra quando submetidos as doses de 70 e 140 g ha<sup>-1</sup>, sendo em média 45% superior ao experimento de Toledo. De forma geral, a dose de 140 g ha<sup>-1</sup> de Mo resultou num aumento de 8, 21 e 25% na produtividade dos experimentos de Toledo e MCR 1ª e 2ª safra respectivamente. Quanto às interações para N x Mo, houve efeito significativo apenas para o número de grãos por vagem. Quando o feijoeiro foi submetido a dose de 140 g ha<sup>-1</sup> de Mo e doses crescente de N, o aumento no número de grãos por vagem foi linear nos três experimentos. A aplicação de N em cobertura e Mo por via foliar elevou o teor de N foliar bem como a produtividade da cultura. Quanto a viabilidade econômica das doses de N, a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> foi a que expressou a melhor receita líquida. Em síntese, a aplicação de N e Mo na cultura do feijão, agrega valores nas variáveis agrônomicas, inclusive na produtividade, eleva o teor de N foliar e é economicamente viável.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. adubação nitrogenada. adubação foliar. micronutriente e viabilidade econômica

## ABSTRACT

ROSA W, B. Master's Thesis (MS in Agronomy State University of Western Paraná, February 2016 **Fertilization with nitrogen coverage and molybdenum through the leaves in common bean** Supervisor: Jose Duarte Barbosa Junior Co-Advisors: Antônio Carlos Torres da Costa and Maria do Carmo Lana

The objective of this study was to evaluate the effect of the application of nitrogen (N) in coverage and molybdenum (Mo) by foliar application in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Three experiments were conducted in two cities in the western Parana (Toledo and Candido Rondon Rondon-PR) called Toledo, MCR 1st and 2nd harvest. The experiments were conducted at the field level in a randomized block design with four replications in a factorial 5 x 4, five nitrogen dosages (0, 30, 60, 120 and 240 kg ha<sup>-1</sup>) and four molybdenum dosages by leaf (0, 35, 70 and 140 g ha<sup>-1</sup>). The combinations and repetitions totaling 80 treatments in an area of 2,700 m<sup>2</sup>. The applications were performed at the phenological stage V<sub>4</sub>. The experimental plots were composed of 12 seeding rows, spaced 0,5 meters from each other, with five meters in length, featuring an experimental unit of 30 m<sup>2</sup>. The mass of 1,000 grains increased linearly in the three experiments above 60 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen. Dosages of 120 and 240 kg ha<sup>-1</sup> compared with 30 kg ha<sup>-1</sup> at the Toledo experiment yielded a 12% increase in plant height, and 15% yield. Considering the experiment MCR 2nd harvest, the difference in productivity between the dose of 30 and 240 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen is 1306 kg ha<sup>-1</sup>, an increase of 51%. The productivity of MCR experiments 1st and 2nd harvest were on average 35% higher compared to the experiment of Toledo. Generally, the dose of 140 g ha<sup>-1</sup> molybdenum resulted in an increase of 8, 21 and 25% of the productivity experiments Toledo and MCR 1st and 2nd crop, respectively. The significant interactions for nitrogen x molybdenum, a significant effect only for the number of seeds per pod. When bean underwent dosage of 140 g ha<sup>-1</sup> of molybdenum and increasing nitrogen rates, the increase in the number of seeds per pod was linear in all experiments. The application of nitrogen in coverage and molybdenum by foliar raised the leaf nitrogen content and crop yield. The economic viability of nitrogen doses, the dose of 120 kg ha<sup>-1</sup> was expressed that the best net revenues. In summary, the application of nitrogen and molybdenum in bean crop, adds values in agronomic variables, including productivity, raises the leaf nitrogen content and is economically viable.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. nitrogen fertilization. leaf fertilization. micronutrient. economic viability

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Valores médios mensais das temperaturas mínimas médias e máximas (°C) e precipitação (mm) observadas no decorrer de três experimentos de feijão conduzidos em dois municípios da região Oeste do Paraná, UNIOESTE/PPGA, 2014/15.....20
- Figura 2. Valores da precipitação referente aos 60 dias que antecederam a semeadura de três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....21
- Figura 3. Altura de plantas (A) e Massa de 1.000 grãos (B) em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, independente do uso de molibdênio por via foliar, em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.....29
- Figura 4. Produtividade do feijoeiro em função da aplicação de cinco doses de nitrogênio em cobertura, independente do uso de molibdênio por via foliar em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.....31
- Figura 5. Massa de 1.000 grãos da cultura do feijoeiro em função da aplicação de molibdênio por via foliar, independente do uso de nitrogênio em cobertura em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.....34
- Figura 6. Produtividade do feijoeiro em função da aplicação de quatro doses de molibdênio por via foliar, independente da aplicação de nitrogênio em cobertura em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.....36
- Figura 7. Superfície de resposta para o número de grãos por vagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar num experimento conduzido no município de Toledo – PR, (Toledo). UNIOESTE/PPGA, 2014/15.....38
- Figura 8. Superfície de resposta pra número de grãos por vagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar num experimento conduzido no município de Marechal Cândido Rondon - PR, (MCR 1ª safra). UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....39
- Figura 9. Superfície de resposta para número de grãos por vagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar num experimento conduzido no município de Marechal Cândido Rondon - PR, (MCR 2ª safra). UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....40
- Figura 10. Teor de nitrogênio foliar em função da aplicação de nitrogênio e cobertura na cultura do feijoeiro, \*\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....43

Figura 11. Teor de nitrogênio foliar em função da aplicação de molibdênio por via foliar na cultura do feijoeiro, \*\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise química do solo para três experimentos de feijão conduzidos da região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....	22
Tabela 2. Relação abaixo de 7:1 entre os quadrados médios residuais das análises individuais de número de grãos por vagem (NGV), altura de plantas (ALP), massa de 1.000 grãos (MMI) e produtividade (PRO), e relação acima de 7:1 para a variável número de vagens por planta (NVP) de três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná.....	25
Tabela 3. Altura de plantas, Massa de 1.000 grãos e Produtividade do feijoeiro em função da aplicação de nitrogênio em cobertura em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....	27
Tabela 4. Massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos de três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná, submetidos a aplicação de molibdênio por via foliar. UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....	32
Tabela 5. Teores foliares de NPK e produtividade do feijão comum, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar de dois experimentos conduzidos no município de Marechal Cândido Rondon. UNIOESTE/PPGA, 2014/15. ....	42
Tabela 6. Produtividade de grãos, Receita bruta, Custo com fertilizantes e Receita líquida de três experimentos de feijão conduzidos na região Oeste do Paraná, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 ORIGEM, DISSEMINAÇÃO E CONSUMO DO FEIJÃO NO BRASIL E NO MUNDO .....	13
2.2 USO E IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO NA CULTURA DO FEIJOEIRO .....	16
2.3 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL FOLIAR NA CULTURA DO FEIJOEIRO .....	18
2.4 RESPOSTA NA PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO FEIJOEIRO .....	19
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
4.1 VARIÁVEIS AGRONÔMICAS .....	26
4.1.1 Efeito da Adubação Com Nitrogênio .....	26
4.1.2 Efeito da Adubação Com Molibdênio .....	31
4.1.3 Efeitos da Interação Entre Nitrogênio x Molibdênio.....	36
4.2 ANÁLISE NUTRICIONAL DE NPK NO TECIDO FOLIAR .....	40
4.2.1 Teor de Nitrogênio Foliar em Função da Aplicação de Nitrogênio em Cobertura .....	42
4.2.2 Teor de Nitrogênio Foliar em Função da Aplicação de Molibdênio Por Via Foliar .....	43
4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DAS DOSES DE NITROGÊNIO APLICADAS EM COBERTURA .....	44
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*P. vulgaris L.*) desempenha importante papel na alimentação humana por se tratar de uma das principais fontes proteicas, especialmente para as classes mais carentes da população de países em desenvolvimento como o Brasil. A maior produção dessa leguminosa ocorre nas Américas, Ásia e África, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, sendo que os países em desenvolvimento são responsáveis por 87% do consumo e 89% da produção mundial (PAULA, 2008).

A *Organization for Food and Agriculture* (FAO) publicou informações indicando a Índia e o Brasil como os maiores produtores mundiais de feijão na safra 2014/15, com 4,1 e 3,3 milhões de toneladas respectivamente (FAO, 2014). Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estimam que para safra brasileira em 2016, a cultura se estenda por uma área de aproximadamente 3,1 milhões hectares, com produtividade média de 1.095 kg ha<sup>-1</sup>, sendo 7% superior à safra anterior e que a produção chegará a 3,3 milhões toneladas, portanto, um acréscimo de 6% em relação à safra 2014/15 (CONAB, 2015).

No entanto, a produção bem como a produtividade brasileira ainda é pequena frente à demanda do produto. Conforme a CONAB (2015), nos anos de 2013, 2014 e 2015, a produção brasileira foi em média de 3,0 milhões de toneladas, porém, o mercado exigiu 3,5 milhões, ocasionando aumento na importação do grão e consequentemente repercussão negativa no bolso do consumidor.

Giasson et al. (2004) relatam que o bom rendimento agrônômico da cultura é diretamente influenciado por fatores bióticos e abióticos. Os autores evidenciam a importância do equilíbrio nutricional do solo e da planta para obtenção de bons resultados, ressaltando a lei de Liebig (1.828) conhecida como Lei do Mínimo, onde o bom desenvolvimento da planta é diretamente influenciado pelo nutriente essencial que se encontra em quantidades insuficientes às suas necessidades fisiológicas, químicas e biológicas.

Entre os nutrientes essenciais, o nitrogênio (N) constitui um dos mais limitantes ao crescimento do feijoeiro. No entanto, um nutriente intimamente relacionado com o metabolismo do N nas plantas é o molibdênio (Mo) que devido à deficiência natural de

alguns solos sua aplicação foliar tem se tornado frequente na cultura do feijão (FERREIRA et al., 2003). Esse micronutriente é considerado essencial por fazer parte das enzimas redutase do nitrato e nitrogenase, intimamente relacionadas ao processo de absorção e aproveitamento do N pelas plantas.

No caso do feijoeiro, cujo sistema de fixação de N é de baixa eficiência principalmente devido ao seu limitado sistema radicular, a necessidade da aplicação de Mo é ainda mais contundente. Em caso de deficiência de Mo, mesmo a aplicação de doses elevadas de N podem não resultar em grandes produtividades, devido ao possível acúmulo de nitrato na planta que é resultado da nitrificação do amônio e da síntese insuficiente de redutase do nitrato por falta do nutriente (PESSOA et al., 2000).

Diante de vários trabalhos relacionados, entende-se que a aplicação de N e Mo na cultura do feijoeiro promovem respostas significativas no rendimento agrônômico e conseqüentemente na produtividade da cultura. Porém, a dinâmica do sistema solo-planta-atmosfera tem se alterado em função dos fatores envolvidos no processo e, com a demanda crescente de alimentos no mundo surge a necessidade de novas informações que corroborem confirmando resultados e esclarecendo pontos divergentes, podendo assim, contribuir com o melhor desempenho e expressividade produtiva da cultura.

Assim, o objetivo da realização deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação com nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar na cultura do feijoeiro, para verificar os efeitos nos teores de NPK no tecido foliar e nas variáveis agrônômicas bem como na produtividade e analisar a dose de N e Mo que proporciona maior produtividade e melhor receita líquida em dois locais na região Oeste do Paraná.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ORIGEM, DISSEMINAÇÃO E CONSUMO DO FEIJÃO NO BRASIL E NO MUNDO**

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) teve origem no continente americano. Voysest (2000) afirma que historiadores encontraram evidências arqueológicas nas Américas. A cultura pode ter se originado na região sudoeste dos Estados Unidos, norte do México,

Caverna do Guitarreiro no Peru, Panamá, Guatemala ou até mesmo no noroeste da Argentina, entre 7 e 10 mil anos atrás. Essa ampla área de ocorrência de populações selvagens é um dos fatores que geram dificuldades na localização exata do centro de origem e domesticação da cultura.

Em função dessas evidências encontradas em diversos pontos das Américas, entende-se que havia uma grande gama de populações selvagens e que isso tenha permitido o surgimento de várias raças. O gênero *Phaseolus* compreende aproximadamente 55 espécies, porém apenas cinco são cultivadas: o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.); o feijão de lima (*P. lunatus*); o feijão Ayocote (*P. coccineus*); o feijão tepari (*P. acutifolius*); e o *P. polyanthus*, dentre esses o *Phaseolus vulgaris*, corresponde a 95% da produção mundial (DEBOUCK, 1999).

O feijão foi disseminado para todos os continentes, principalmente a espécie *P. vulgaris* que, consumida inicialmente apenas como vagens imaturas, chegou ao continente europeu por volta do século XVI, trazido da América Central pelos espanhóis e, posteriormente, atingiu as demais regiões. O Brasil, por meio da rota inversa ao tráfico de escravos, levou o feijão à África e em tempos posteriores o disseminou para a Ásia via Filipinas (LLANILLO; GUERREIRO, 1989).

Essa grande adaptabilidade do feijão em praticamente todas as regiões do mundo está relacionada aos aspectos físicos, químicos, biológicos e fisiológicos da cultura que sofreu alterações e adaptações ambientais distintas durante o seu processo evolutivo. Apesar de poder apresentar limitações na produtividade e expressões agrônômicas, a cultura poder ser cultivada em regiões com altitude de 400 a 2.000 metros, variações de temperaturas entre 10 e 35°C, fotoperíodo distintos, solos e pluviosidade de 300 a 2.000 mm (DEBOUCK, 1986).

Até o ano de 2008 o gênero *Phaseolus vulgaris* L., espécie mais abrangente dentre as cinco principais produzidas, estava presente em 117 países em todo o mundo, com produção em torno de 27 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 30 milhões de hectares. Nesse cenário, 70% proviam de apenas seis países, sendo o Brasil o maior produtor com 19% da produção mundial (FAO, 2008).

Atualmente a Índia representa o maior produtor mundial de feijão com 4,1 milhões de toneladas. O Brasil em segundo com 3,3 milhões de toneladas, vem

perdendo espaço para países asiáticos justamente em função das quedas de produtividade e áreas produtivas que sofrem forte influência competitiva com soja e milho, culturas fortemente inseridas no mercado externo, com preços e demandas agradáveis aos produtores brasileiros (SNA, 2015).

Dentre os estados brasileiros o Paraná, Mato Grosso e Minas Gerais, são os de maior área destinada à cultura do feijão, maiores produtores nacionais e apresentam maior produtividade. Porém, o aumento desses parâmetros não tem sido significativo nos últimos anos e isso vem estagnando o desenvolvimento da cultura ao ponto de competir com a soja, milho, trigo, entre outras culturas, já estabilizadas no país (SEAB, 2014).

O levantamento de safra realizado pela CONAB 2001/02, a safra brasileira de feijão apresentou uma área de 4,3 milhões de hectares, a produtividade média em torno de 700 kg ha<sup>-1</sup> e produção de 3,2 milhões de toneladas. O Estado do Paraná, nesse contexto, plantou 530 mil hectares, obteve produtividade de 1.145 kg ha<sup>-1</sup> e produção de 605 mil toneladas, representando 12,5% da área plantada e 23% da produção nacional.

Comparando os valores da safra 2001/02 com a safra 2014/15, também levantada pela CONAB, é possível ponderar pouca evolução, pois nesta safra estima-se que o Brasil venha plantar 3,1 milhões de hectares, 28% a menos que a safra de 15 anos atrás. A produtividade média por outro lado aumentou 40% e a produção média foi de 2,9 para 3,5 milhões de toneladas, aumento de 21% apenas. Se correlacionar a evolução do feijão com a da soja nesse mesmo período, é possível verificar que a área direcionada ao cultivo da soja aumentou 41% e a produção teve incremento de 52 milhões em 2001/02 para 92 milhões de toneladas em 2014/15, um significativo acréscimo de 43%. Isso reflete claramente a baixa competitividade da cultura do feijão em relação a cultura da soja e outras culturas de maior demanda no mercado atual, como é o caso do milho (CONAB, 2001-2014).

Em relação ao consumo de feijão, os principais países produtores geralmente são os grandes consumidores, não havendo muitos excedentes exportáveis. O Brasil é o maior consumidor de feijão mundial, com consumo em torno de 16 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, o México é o segundo, com 15 kg habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A Índia apesar de ser o maior

produtor até a safra 2013, apresenta menor índice de consumo com apenas 500 g habitante<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (DEPEC, 2014).

## 2.2 USO E IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO NA CULTURA DO FEIJOEIRO

O feijão é uma planta da família *Fabaceae* e assim como a soja, é capaz de realizar fixação biológica do N em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Porém, pesquisas têm ressaltado que essa fixação por si não supre totalmente as necessidades da planta mas, quando aplicado em quantidades ideais, o Mo auxilia a simbiose elevando a eficiência de absorção de N pelas raízes (BARBOSA et al., 2010).

O uso de Mo nessa cultura têm despertado o interesse de pesquisadores pelos resultados obtidos. Trabalhos menos recentes já evidenciavam a importância do Mo na cultura do feijoeiro (VIEIRA; NOGUEIRA; ARAÚJO, 1992; BERGER; VIEIRA E ARAÚJO, 1993; RODRIGUES; ANDRADE; CARVALHO, 1996).

Barbosa Filho et al. (1979) relataram que esse micronutriente em pequenas quantidades, sozinho ou em combinação com outros nutrientes tais como cálcio, fósforo, boro, cobalto e cobre, aumentava a produtividade da cultura e inclusive outros fatores relacionados como o número de nódulos e os teores de N, de proteínas, de aminoácidos, de carboidratos, de caroteno, de clorofila e de ácido ascórbico.

Malavolta, Vitti e Oliveira, (1997) o Mo é o único nutriente que, dependendo da espécie e das quantidades presentes na semente, consegue suprir as necessidades da planta da emergência até a maturação. Ainda segundo os autores, sua principal função está relacionada ao metabolismo do N e o seu aproveitamento pela planta.

Sua importância se dá devido ao fato de o Mo estar presente no processo de ativação de algumas enzimas, principalmente a nitrogenase e redutase do nitrato. A enzima nitrogenase catalisa a redução do N atmosférico em NH<sub>3</sub>, esse mecanismo ocorre por uma bactéria do gênero *Rhizobium* que está presente nos nódulos radiculares. Esse processo supre a planta com N. Plantas que apresentam deficiência de Mo, também podem expressar sintomas de deficiência de N mesmo este macronutriente estando em quantidades adequadas no solo (OLIVEIRA; ARAÚJO; DUTRA, 1996).

Na constituição da enzima nitrogenase está presente íons de Mo e ferro, necessários para ativação da própria enzima. Sem esse elemento a enzima não é ativada, podendo ocasionar problemas no processo de catalisação do N. A nitrato redutase promove a redução biológica de  $\text{NO}_3$  a  $\text{NO}_2$ , que é o primeiro passo para a incorporação do N como  $\text{NH}_2$  em proteínas (DECHEN; HAAG; CARMELLO, 1991). Muitas vezes no campo, é possível confundir a deficiência de N com a de Mo, fato esse que ocorre por esses dois elementos apresentarem uma intrínseca relação.

Guareschi e Perin (2010) avaliando os caracteres agronômicos altura da primeira vagem, florescimento e a produtividade do feijoeiro comum em função da aplicação de diferentes doses de Mo (0, 60, 90, 120  $\text{g ha}^{-1}$ ) notaram que não houve diferenças para altura da inserção da primeira vagem e florescimento, mas a dose de 90  $\text{g ha}^{-1}$  promoveu um acréscimo de 23,6% na produtividade.

Vieira (2006) confirma a importância do elemento como componente na nitrogenase, enzima relacionada à fixação do N do ar pelos rizóbios e da redutase do nitrato, indispensável para aproveitamento do nitrato que é absorvido pela planta. Lopes (1998) também já havia alertado sobre a importância da atividade do micronutriente na formação de nódulos que são indispensáveis ao processo de fixação simbiótica do N.

Avaliando a interação N x Mo na cultura do feijão Sapucaý (2012) afirmou que a dose de 80  $\text{g ha}^{-1}$  do micronutriente elevaram em 13,8% o teor de N no tecido foliar e incrementou em 12% a produtividade e, quando associado à dose de 120  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, essa mesma dose de Mo elevou a produtividade de 1.754  $\text{kg ha}^{-1}$  para 2.070  $\text{kg ha}^{-1}$ , ou seja, um aumento de 15%.

Stones e Moreira (2001) e Carvalho et al. (2003) verificaram que doses de N acima de 100  $\text{kg ha}^{-1}$  refletiram em um aumento de 40% na produtividade. Outros autores como Silveira e Damasceno (1993) e Chidi et al. (2002) verificaram a resposta de produtividade do feijoeiro entre 50 e 76  $\text{kg ha}^{-1}$  de N e ressaltaram que o macronutriente tem extrema importância na produção de matéria seca e, por se tratar de constituinte da molécula de clorofila, tem influência no processo de formação de fotoassimilados e promoção do crescimento vegetativo da cultura.

Em um experimento de campo, Crusciol et al. (2007) verificaram resultados significativos da aplicação de N em cobertura com doses de até 120 kg ha<sup>-1</sup>, obtendo produtividade superior a 2.900 kg ha<sup>-1</sup>.

Por outro lado, Barbosa Filho et al. (2009) não observaram diferenças significativas na produtividade do feijoeiro cultivado em Sistema de Semeadura Direta (SSD), quando o N foi aplicado a lanço 15 dias antes da semeadura. Todavia, Nascente et al. (2012) aferiram que os cultivares de feijão respondem de diferentes formas a adubação nitrogenada e que a dose total de N incorporada antes da semeadura resultou em maior produtividade.

Avaliando o desempenho do feijoeiro sob diferentes doses (30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) de N, Binotti et al. (2010) aferiram que a produtividade da cultura foi superior quando submetida a maior dose e que doses abaixo de 30 kg ha<sup>-1</sup> podem não expressar efeitos satisfatórios pois, conforme Guerra et al. (2000) o N é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro, podendo chegar a 2,46 kg ha<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> no período do florescimento e o efeito não significativo de doses baixas, pode estar relacionado ao fato de que a planta apresenta sistema radicular limitado e não explora todo o perfil do solo, além também da alta mobilidade do elemento no solo que rapidamente se torna indisponível para planta.

### 2.3 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL NA CULTURA DO FEIJOEIRO

A avaliação nutricional da planta através da análise foliar se caracteriza como um dos métodos utilizados para verificar a eficiência da calagem e adubação. Pois por meio desse método é possível observar os reflexos do manejo da fertilidade do solo diretamente na planta. Para compreender melhor o uso da análise foliar é importante o entendimento das relações entre o crescimento vegetal e a concentração de minerais presentes nas amostras de tecido vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Um outro ponto importante que contribui com a escolha da análise foliar para determinar o estado nutricional da planta é que esse método revela o estado da planta num dado momento, possibilitando expor com maior clareza suas condições nutricionais. Por outro lado, o solo é um sistema complexo e heterogêneo, as diversas

reações físico-químicas e microbiológicas influenciam na disponibilidade e no aproveitamento dos nutrientes aplicados. Assim, Faquin (2002), afirma que o ideal é a integração de métodos para elevar a precisão dos resultados obtidos.

#### 2.4 RESPOSTA NA PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO FEIJOEIRO

Dentre os nutrientes que a planta necessita para completar seu ciclo biológico o N se caracteriza como o mais importante, pois além de ser o elemento mais oneroso é absorvido em maior quantidade podendo ultrapassar os 200 kg ha<sup>-1</sup> por safra<sup>-1</sup> (HAAG; MALAVOLTA, 1967). Para Oliveira et al. (1996) a planta de feijão apresenta deficiência de N a partir do momento em que os teores do macronutriente estão abaixo de 20 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, apresentando além disso, sintomas específicos como folhas com coloração verde pálida ou amarelada.

Em muitas ocasiões os prejuízos obtidos com a cultura do feijoeiro estão relacionados a uma adubação nitrogenada ineficiente ou em excesso. Por ser uma cultura de sistema radicular limitado, doses muito baixas podem não resultar em aumento na produtividade. Da mesma forma a aplicação doses demasiadamente elevadas podem se perder facilmente para o ambiente por volatilização e lixiviação (GUERRA et al., 2000)

Quando esses critérios básicos não são observados, o produtor pode sofrer sérios riscos de não obter ganhos líquidos da safra ou em muitos casos nem mesmo pagar o custo de produção. Assim, para um melhor aproveitamento do capital investido no manejo da adubação, é imprescindível a realização de análise de viabilidade econômica da aplicação de N na cultura, desta forma, o produtor pode determinar se o custo da aquisição e aplicação do nutriente compensa nos ganhos produtivos da lavoura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram implantados três experimentos em nível de campo em dois municípios da região Oeste do Estado do Paraná (Toledo, localizado a 24°40`S de latitude, 53°38`W de longitude com 489 metros de altitude e Marechal Cândido Rondon, com latitude de 24°31`S, longitude de 54°01`W e altitude de 407 metros). O primeiro experimento foi denominado de Toledo e os experimentos conduzidos em Marechal Cândido Rondon foram denominados de MCR 1ª safra e MCR 2ª safra. O solo das áreas é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Os dados meteorológicos foram coletados no decorrer dos experimentos e estão dispostos na figura 1.

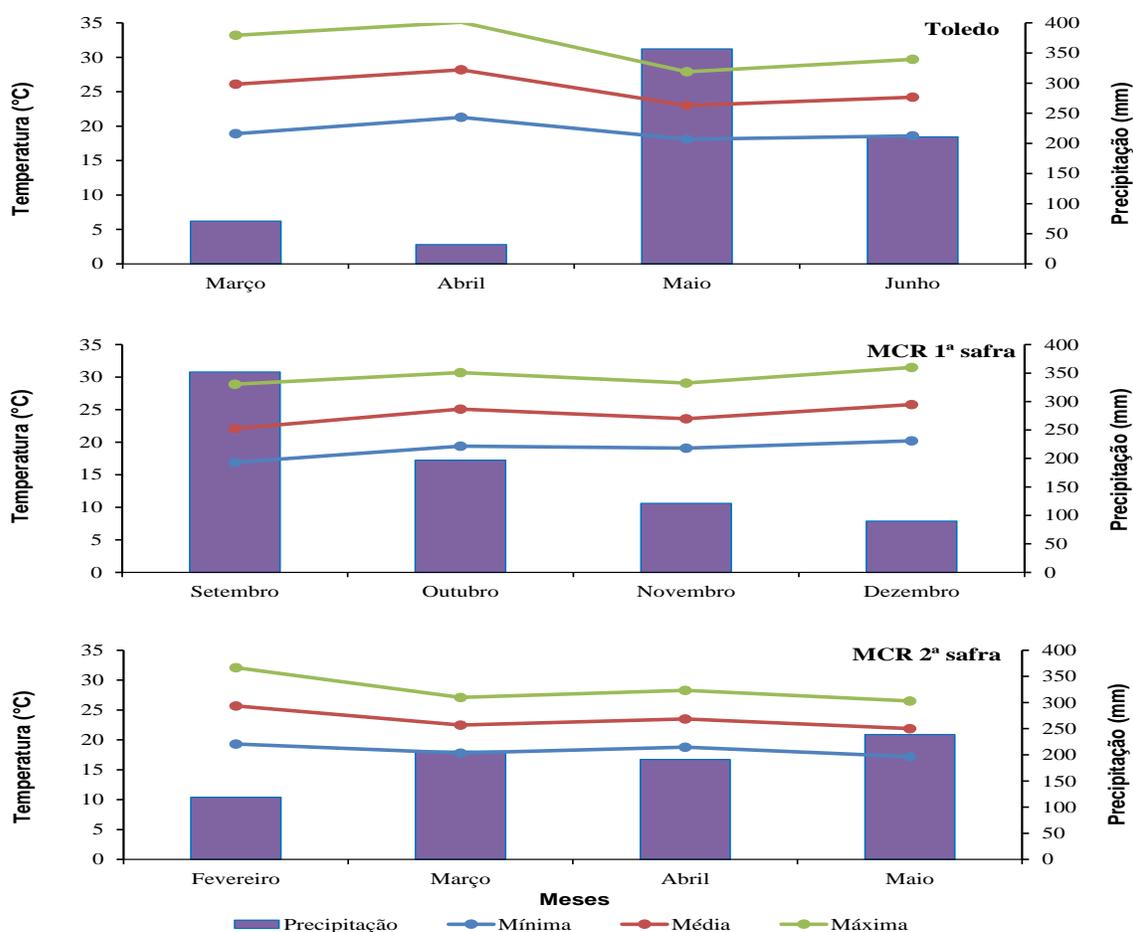


Figura 1. Valores médios mensais das temperaturas mínimas médias e máximas (°C) e precipitação (mm) observadas no decorrer de três experimentos de feijão conduzidos em dois municípios da região Oeste do Paraná, UNIOESTE/PPGA, 2014/15

Os ensaios foram conduzidos num delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 4 com quatro repetições, sendo cinco doses de N em cobertura (0, 30, 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro doses de Mo por via foliar (0, 35, 70 e 140 g ha<sup>-1</sup>). A área experimental foi de 2.700 m<sup>2</sup>. As parcelas experimentais foram compostas por 12 linhas com 5 metros de comprimento espaçadas 0,5 m, caracterizando uma unidade experimental de 30 m<sup>2</sup>, delimitou-se a área útil em duas linhas centrais de 3 metros de comprimento. A densidade de semeadura foi de 12 sementes por metro linear numa profundidade de 3,0 centímetros. O cultivar avaliado foi o IPR - Tangará Carioca - Tipo II, semeado em Sistema de Plantio Direto (SPD) na condição de sequeiro.

De acordo com os resultados obtidos nas análises química dos solos (Tabela 1) foi aplicado o calcário calcítico com PRNT de 85%, 60 dias antes da semeadura dos experimentos, com o objetivo de elevar as relações Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup> que se encontravam abaixo de 3 cm<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>, valor considerado baixo segundo a Embrapa, (2013). No experimento de Toledo foi aplicada 1,1 toneladas ha<sup>-1</sup>, em MCR 1<sup>a</sup> safra 1,3 toneladas ha<sup>-1</sup> e MCR 2<sup>a</sup> safra 1,7 toneladas ha<sup>-1</sup>. Não houve incorporação do calcário. Na figura 4 estão dispostos os valores da precipitação mensal referente aos 60 dias que antecederam a semeadura dos experimentos.

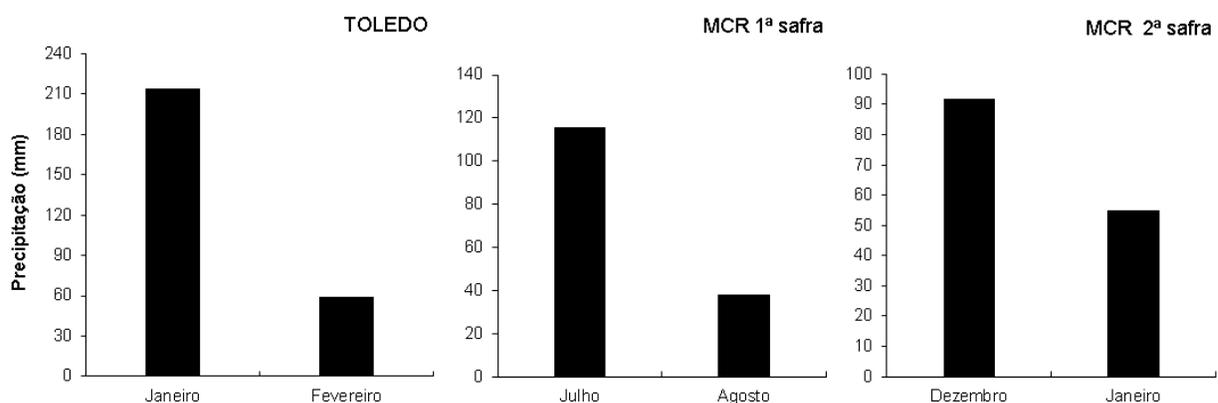


Figura 2. Valores da precipitação referente aos 60 dias que antecederam a semeadura de três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15

A adubação de base foi realizada de acordo com a análise química do solo dos três experimentos (Tabela 1). No experimento conduzido no município de Toledo foi aplicada na base uma dose de 450 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 2-20-18 (2% N, 20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 18% de K<sub>2</sub>O). No experimento de MCR 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> safra foram aplicados 300 e 444 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, do mesmo formulado.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo para três experimentos de feijão conduzidos da região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15

Análise química do solo Toledo-PR (Toledo)										
P	MO	pH CaCl <sub>2</sub> )	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V(%)
mg dm <sup>3</sup>	g m <sup>3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> -----							
p1 1,82	21,5	4,94	4,28	0,15	0,33	4,87	1,69	6,89	11,16	61,68
p2 1,50	7,43	5,18	4,43	0,10	0,27	5,04	1,44	6,75	10,59	63,74
Análise química do solo Marechal C. Rondon (MCR 1 <sup>a</sup> Safra)										
P	MO	pH CaCl <sub>2</sub> )	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V(%)
mg dm <sup>3</sup>	g m <sup>3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> -----							
p1 9,73	14,72	4,84	4,74	0,20	0,57	4,62	1,93	7,12	11,86	60,03
p2 11,56	8,73	5,03	3,83	0,20	0,29	3,92	1,85	6,06	9,88	61,34
Análise química do solo Marechal C. Rondon (MCR 3 <sup>a</sup> Safra)										
P	MO	pH CaCl <sub>2</sub> )	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V(%)
mg dm <sup>3</sup>	g m <sup>3</sup>	0,01 mol L <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> -----							
p1 5,70	12,30	4,86	4,88	0,15	0,49	4,29	1,60	6,38	11,26	56,66
p2 3,59	10,94	4,98	4,43	0,10	0,24	4,44	1,56	6,24	10,67	58,48

p1= profundidade 0-20 centímetros, p2= profundidade de 20-40 centímetros

O primeiro experimento foi implantado sobre palhada de aveia no dia 01 de março de 2014 no município de Toledo - PR. O segundo e o terceiro experimento (MCR 1<sup>a</sup> safra e MCR 2<sup>a</sup> safra) foram implantados sobre palhada de milho e aveia respectivamente, no município de Marechal Cândido Rondon-PR nos dias 09 de setembro de 2014 e 10 de fevereiro de 2015.

Os tratamentos foram aplicados quando a cultura atingiu o estágio fenológico V<sub>4</sub> (terceiro trifólio) foram aplicados os tratamentos. A pulverização foliar do Mo foi realizada com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a base de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) equipado com uma barra de 3 metros portando seis pontas da série XR11002, trabalhando a 3 bar de pressão e com vazão de serviço de 194 L ha<sup>-1</sup>. Para aplicação do N foram padronizados quatro recipientes de acordo com as respectivas

doses e a aplicação ocorreu de forma uniforme em cobertura por toda área da unidade experimental. As fontes de nutrientes foram o molibdato e amônio (54% de Mo) e sulfato de amônio (21% de N).

O controle de plantas daninhas foi através de capina manual nos estádios fenológicos V<sub>3</sub> (primeira folha trifoliolada) e R<sub>6</sub> (início da floração). Para manejo de pragas foi utilizado um inseticida de ação sistêmica dos grupos químicos neonicotinoide (Imidacloprido) e piretroide (Beta-ciflutrina) na dose de 900 ml ha<sup>-1</sup>. Nos estádios fenológicos V<sub>3</sub> e R<sub>6</sub>. Para controle de doenças foi aplicado um fungicida de ação sistêmica dos grupos químicos estrobilurina (Pyraclostrobin) e triazol (Metconazole) na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial nos estádios V<sub>4</sub> e R<sub>8</sub>.

No estágio fenológico R<sub>6</sub> foram realizadas amostras foliares para análise nutricional foliar de N, P (fosforo) e K (potássio). Para isso, coletou-se 30 trifólios do terço médio das plantas dentro de uma nova área útil de cada parcela e levados ao laboratório de fertilidade do solo da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. O material foi limpo com água destilada e levado à estufa de circulação e renovação de ar por 72 horas numa temperatura de 60°C. Posteriormente as amostras foram moídas em um moinho tipo Willye e em seguida, utilizando uma balança analítica com quatro casas decimais pesou-se 0,2 gramas de cada amostra e depositou-as em tubos de ensaio (tubos digestores).

As determinações de NPK foliar foram realizadas através da digestão sulfúrica, metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Esse procedimento foi realizado da seguinte forma: adicionou-se 2 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 1 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 0,7g de mistura digestora (100g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 10g CuSO<sub>4</sub>; 1g Se) ao tubo de ensaio contendo 0,2 g da amostra de tecido foliar. Os tubos digestores em seguida foram levados à “capela” e alocados em um bloco digestor por 15 minutos numa temperatura de 100°C para pré-digestão e na sequência, elevou-se a temperatura para 365°C até clareamento das amostras. Após retiradas do bloco digestor as amostras ficaram em repouso por aproximadamente 30 minutos para esfriar e então foram passadas para um balão volumétrico de 50 mL e completado o volume com água deionizada.

Para determinação do N foram pipetados 10 mL de cada amostra e encaminhados para o destilador de N por 35 minutos, em seguida fez-se a titulação

com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ , esse processo é denominado de destilação de arraste a vapor. Para determinação de fósforo foi coletado 2 mL da amostra e realizada a leitura no espectrômetro UV-VIS e o potássio foi determinado pela fotometria de chama.

As variáveis agronômicas foram avaliadas utilizando dez plantas da área útil sendo cinco de cada linha. Foram avaliadas altura de planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1.000 grãos, produtividade de grãos e, além da determinação de NPK, foi realizada também uma análise da viabilidade econômica das doses de N.

Para a realização da análise econômica foram considerados os custos dos fertilizantes que variaram em função da combinação das suas doses e o preço de grãos. No cálculo dos custos dos fertilizantes não foram considerados os custos operacionais de suas aplicações com máquinas e serviços. Os demais custos, como a semeadura, mão-de-obra, tratos culturais e outros itens envolvidos indiretamente no processo produtivo, como depreciação, despesas administrativas, juros e outros serviços, não foram considerados por serem os mesmos para todos os tratamentos.

A receita bruta foi calculada considerando-se a produção estimada por modelos de regressão que melhor se ajustaram aos valores obtidos e o preço de grãos. O preço do saco com 60 kg de feijão variou para cada época que a produção foi comercializada. A produção do experimento conduzido no município de Toledo foi comercializada em junho de 2014, nessa época o valor da saca estava cotado a R\$ 110,00. O experimento MCR 1ª conduzido a partir de setembro de 2014 foi comercializado em janeiro de 2015, por R\$ 135,00 a saca. Da mesma forma a produção do experimento MCR 2ª safra conduzido a partir de fevereiro de 2015 foi comercializado no mês de junho de 2015 a um valor de R\$ 140,00 a saca.

O cálculo dos custos com fertilizantes levou em consideração o preço da tonelada do sulfato de amônio em cada época que foi conduzido os respectivos experimentos. Assim, o custo da tonelada do fertilizante na época em que foi conduzido o experimento de Toledo no mês de março de 2014 foi de R\$ 910,00. Nos experimentos de MCR 1ª e 2ª safra conduzidos em setembro de 2014 e fevereiro de 2015, os respectivos custos do fertilizante foram R\$ 930,00 e R\$ 1.080,00 a tonelada.

O sulfato de amônio contém 21% de N, assim, em uma tonelada do fertilizante tem-se 210 kg do macronutriente. Desta forma, foram calculadas as quantidades de sulfato de amônio necessárias para suprir as doses de N aplicadas. Para dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, foram necessários 143 kg de sulfato de amônio, para dose de 60 kg ha<sup>-1</sup>, 285,7 kg, para dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, 571,4 kg e para 240 kg ha<sup>-1</sup> de N foram necessários 1.142,9 kg de sulfato de amônio. Com base nessas informações e nos valores das doses de N aplicadas, calculou-se o custo da adubação. A receita líquida resultou da diferença entre a receita bruta e os custos com fertilizantes.

Para iniciar um procedimento de análise conjunta (AC) foi necessário verificar a homogeneidade entre os quadrados médios residuais das análises individuais (QMRi). Para isso, dividiu-se o maior quadrado médio residual de cada variável analisada pelo menor. Segundo (BANZATTO; KRONKA, 2006) se os QMRi estiverem numa relação máxima de 7:1, permite-se então a realização da análise conjunta. Na tabela 2 é possível visualizar que os resultados das relações dos QMRi permitiram dar sequência na análise conjunta para as variáveis agrônômicas número de grãos por vagem, altura de plantas, massa de 1.000 grãos e produtividade, no entanto, não permitiu avaliar o número de vagens por planta.

Tabela 2. Relação abaixo de 7:1 entre os quadrados médios residuais das análises individuais de número de grãos por vagem (NGV), altura de plantas (ALP), massa de 1.000 grãos (MMI) e produtividade (PRO), e relação acima de 7:1 para a variável número de vagens por planta (NVP) de três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná

Variáveis	Toledo	MCR 1ª safra	MCR 2ª safra	Relação (>/<)
	<b>Quadrado Médio do Resíduo individual</b>			
PRO	8.534.329,081	14.119.004,018	58.368.076,879	6,8392*
MMI	229.265,387	137.458,008	195.644,081	1,6679*
ALP	28.945,874	24.663,395	75.013,746	3,0414*
NGV	0,292	0,123	0,173	2,3585*
NVP	2.647.494	3.108.969	33.239.356	12,5550**

\*Relação abaixo de 7:1 permite a realização da análise conjunta de dados entre os experimentos.

\*\*Relação acima de 7:1 não

Os dados obtidos no decorrer dos experimentos foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F a nível de 5% de probabilidade de erro. Os resultados significativos foram avaliados pela análise de regressão também a nível de 5% de probabilidade de erro. As médias de experimentos foram contrastadas utilizando o teste

de Tukey. Foi realizada a análise conjunta dos dados. Para estes procedimentos foram utilizados os programas estatísticos do SISVAR e o programa Estatística 8.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O experimento conduzido no município de Toledo-PR foi fortemente afetado pelo déficit hídrico e temperaturas elevadas no estágio de florescimento e alto volume pluviométrico no estágio de maturação fisiológica. Essas condições refletiram principalmente da produtividade que será abordada mais adiante.

Para (SORATTO et al., 2003) o *P. vulgaris* é uma espécie de baixa tolerância à seca, especialmente nos estádios de germinação, florescimento e enchimento de grãos. Oliveira et al. (2005) afirmam que o estresse hídrico, caracterizado pela escassez ou excesso de água pode contribuir significativamente para o baixo rendimento da cultura, especialmente a produtividade. Nesse sentido, Vieira et al. (2006) corroboram dizendo que condições de excesso de pluviosidade no período de maturação pode acarretar numa redução entre 50 a 60% da produtividade e em casos extremos levar a perda total da lavoura.

Apesar das relações entre os QMRi dos três experimentos terem permitido a análise conjunta para maioria das variáveis agronômicas estudadas (tabela 2) o estande final de plantas bem como a variável agronômica número de vagens por planta em função dos diferentes níveis das variáveis independentes, não manifestaram interação significativa. Assim, o estande médio obtido nos três experimentos foi de 200 mil plantas por hectare e com média geral de 26 vagens por planta.

### **4.1 VARIÁVEIS AGRONÔMICAS**

#### **4.1.1 Efeito da Adubação com Nitrogênio**

As variáveis agronômicas que apresentaram resultado significativo em função das doses de N em cobertura nos três experimentos foram a altura de plantas (ALP), massa de 1.000 grãos (MMI) e a produtividade. Quando submetida as doses de 120 e

240 kg ha<sup>-1</sup> de N a altura de plantas nos experimentos MCR 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> safra foi respectivamente 14 e 20% superior ao experimento de Toledo (Tabela 3).

Tabela 3. Altura de plantas, Massa de 1.000 grãos e Produtividade do feijoeiro em função da aplicação de nitrogênio em cobertura em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15

Experimentos	Doses de N em cobertura (kg ha <sup>-1</sup> )					Média
	0	30	60	120	240	
<b>----- Altura de plantas (cm) -----</b>						
MCR 1 <sup>a</sup> safra	55,45 a	66,35 a	66,00 a	79,58 a	88,59 a	71,19
MCR 2 <sup>a</sup> safra	51,93 a	61,45 ab	66,45 a	77,84 a	87,95 a	68,72
Toledo	53,31 a	59,41 b	62,56 a	67,52 b	70,48 b	63,66
Média	53,56	62,40	65,00	74,98	82,34	67,85
CV (%)						9,62
DMS						5,4763
<b>----- Massa de 1.000 grãos (g) -----</b>						
MCR 1 <sup>a</sup> safra	179,90 a	178,56 a	184,63 a	203,37 a	230,62 a	195,42
MCR 2 <sup>a</sup> safra	164,05 a	171,72 a	177,29 a	209,15 a	230,38 a	190,52
Toledo	171,69 a	171,27 a	181,33 a	198,90 a	211,80 b	186,99
Média	171,88	173,85	180,08	203,81	224,27	190,98
CV (%)						7,18
DMS						11,45
<b>----- Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) -----</b>						
MCR 1 <sup>a</sup> safra	1.277,99 a	1.480,77 a	1.669,53 a	2.217,67 a	2.583,31a*	1.777,45
MCR 2 <sup>a</sup> safra	1.140,88ab	1.175,05 b	1.327,49 b	1.827,88 b	2.353,79 b	1.633,43
Toledo	1.038,09 b	1.056,83 b	1.083,17 c	1.184,44 c	1.242,48 c	1.121,00
Média	1.152,32	1.237,55	1.360,06	1.743,33	2.059,86	1.510,63
CV (%)						10,88
DMS						137,444

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro.

Gomes Junior et al. (2008) conduziram experimentos em duas épocas e verificaram aumento na altura de plantas e inclusive na produtividade com dose de N superior a 80 kg ha<sup>-1</sup>.

Apesar das condições climáticas terem influenciado de forma negativa no rendimento do experimento de Toledo, a MMI sofreu pouca influência, pois as doses de 0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N não resultaram em diferença significativa entre os experimentos e ainda quando aplicado 240 kg ha<sup>-1</sup> os experimentos MCR 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> safra

foram em média 8% superior em relação a Toledo. Stone e Moreira (2001) relataram que a massa de 1.000 grãos é influenciada pelas condições edafoclimáticas e que temperaturas elevadas e déficit hídrico na fase de enchimento de grãos afeta, mesmo que indiretamente essa e outras variáveis agronômicas da cultura.

Ainda na tabela 3 é possível visualizar que independente das doses de N em cobertura a produtividade média dos experimentos de MCR 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> safra foi respectivamente 37 e 31% superior ao experimento de Toledo. Quando aplicado 30 kg ha<sup>-1</sup> de N a maior produtividade foi atingida em MCR 1<sup>a</sup> safra, que produziu em média 366 kg ha<sup>-1</sup> a mais que os experimentos MCR 2<sup>a</sup> safra e Toledo.

As doses de 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> proporcionaram resultados diferentes nos três experimentos, permanecendo MCR 1<sup>a</sup> safra com melhor resposta, no entanto, a maior discrepância ocorreu com a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup>, nessa condição, a produtividade do experimento MCR 1<sup>a</sup> safra foi 52% superior ao experimento de Toledo, ou seja, uma diferença de 1.341 kg ha<sup>-1</sup>.

A aplicação de N em cobertura resultou em efeito significativo na altura de plantas independente do uso de Mo (Figura 3 A). No experimento de Toledo e MCR 2<sup>a</sup> safra essa variável aumentou linearmente com o incremento das doses de N. De acordo com Rodrigues et al. (2002) a disponibilidade crescente do nutriente pode levar a maior absorção e crescimento em altura do feijoeiro, pois, o adequado suprimento do macronutriente está associado a alta atividade fotossintética e conseqüentemente ao crescimento vegetativo vigoroso das plantas (VIEIRA et al., 1998). Trabalhando com fontes e doses de N em superfície e incorporadas Cunha et al. (2011) também observaram incremento na altura de plantas com o fornecimento de N, independentemente do modo de aplicação.

Os resultados da altura de plantas no experimento de MCR 1<sup>a</sup> safra ajustou-se num modelo quadrático, utilizando o modelo matemático é possível verificar que uma dose de 278 kg ha<sup>-1</sup> indicaria o ponto máximo da curva, ou seja, doses acima desse valor promoveria a redução na altura de plantas, esse fato possivelmente está relacionado ao intenso crescimento e fechamento das entre linhas da cultura que dificulta a incidência de luz no dossel das plantas e conseqüentemente reduz a eficiência fotossintética. Souza et al. (2014) verificaram redução na altura de plantas

com doses a partir de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, este mesmo comportamento já foi observado por Teixeira et al. (2005) que estudaram diferentes doses de N e culturas de cobertura no plantio direto do feijoeiro, mas a dose correspondente a altura máxima observada pelos pesquisadores está próxima de 100 kg ha<sup>-1</sup>.

A massa de 1.000 grãos aumentou linearmente nos três experimentos com incremento nas doses de N em cobertura. Assim como ocorreu para produtividade, a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> promoveu o maior aumento nessa variável, ou seja, 25% maior em relação a testemunha (Figura 3 B). Valderrama et al. (2009) não observaram efeito significativo nesta variável com doses abaixo de 60 kg ha<sup>-1</sup>, no entanto, com doses acima de 80 kg ha<sup>-1</sup> os autores verificaram um aumento de 27% e inclusive aumentos também em outras variáveis agrônômicas como altura de plantas e massa seca. Binotti et al. (2010) não verificaram efeito significativo com doses de até 80 kg ha<sup>-1</sup>.

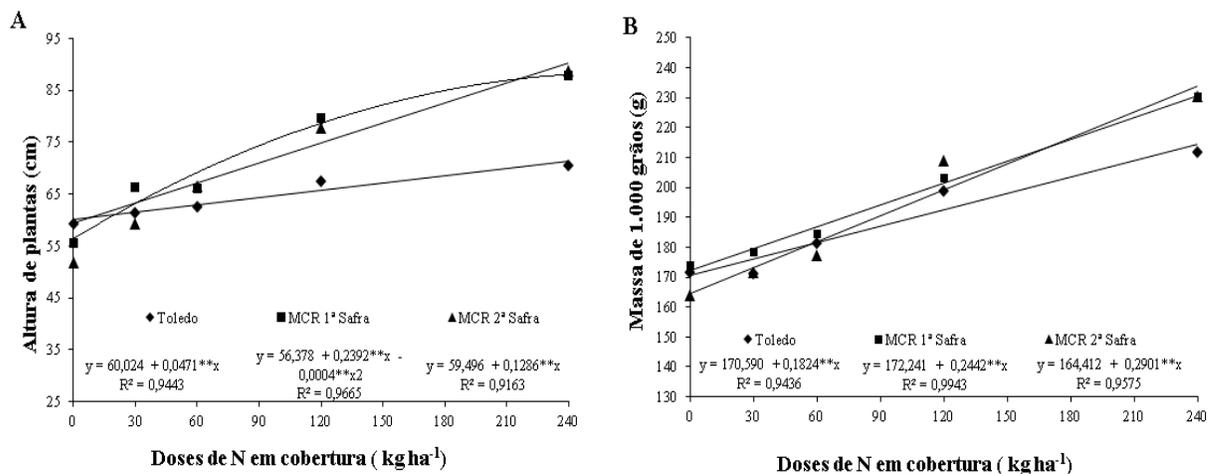


Figura 3. Altura de plantas (A) e Massa de 1.000 grãos (B) em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, independente do uso de molibdênio por via foliar, em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

Os resultados da produtividade em função das doses de N em cobertura para os três experimentos individuais estão representados na figura 4. Apesar dos problemas ambientais ocorridos no experimento de Toledo (Figura 1), as doses de 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura elevaram a produtividade média em 15% em relação a não aplicação do elemento, porém, esse valor é considerado baixo se comparado aos resultados obtidos por Meira et al. (2005) e Binotti et al. (2009) que obtiveram

produtividade média acima de 1.700 kg ha<sup>-1</sup> quando aplicaram 80 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura.

Outros fatores que podem ter influenciado negativamente no experimento conduzido em Toledo, devem estar relacionados ao metabolismo do N que convertem rapidamente o amônio gerado pela assimilação de nitrato em aminoácidos e quando em condições adversas como o déficit hídrico, proporciona o aumento exagerado dos níveis de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrito (NO<sub>2</sub>) que se tornam tóxicos por ocasionarem a dissipação dos gradientes de prótons trans-membranas que a planta requer, tanto para o transporte elétrico fotossintético quanto para isolamento de metabólitos nos vacúolos (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Still et al. (2002) relataram que quando a planta se encontra sob déficit hídrico sua capacidade fisiológica e metabólica é reduzida e conseqüentemente reduz-se também a translocação do nitrito gerado pela redução do nitrato no citosol para o interior dos cloroplastos, podendo resultar em toxicidade nas plantas.

Marschner (1995) e Pessoa et al. (2000) contribuem afirmando que doses muito elevadas de N nem sempre resultam em altas produtividades pois nessas condições, a planta tende a investir no desenvolvimento vegetativo e aumento do índice de área foliar, ocasionando o rápido fechamento das entre linhas, refletindo na baixa formação de fotoassimilados. Os autores alertam ainda sobre o possível acúmulo de nitrato na planta, resultado da nitrificação do amônio no solo.

Os dados do experimento MCR 1<sup>a</sup> safra se ajustaram num modelo de regressão quadrática (Figura 4). Evidentemente a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N resultou na maior produtividade, todavia, se utilizar a equação do modelo quadrático para simular um valor máximo é possível determinar que o pico da curva de regressão seria atingido com uma dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, proporcionando assim uma produtividade estimada de 2.647 kg ha<sup>-1</sup> e com doses a partir desse valor, a tendência é de redução na produtividade.

A produtividade alcançada no experimento MCR 2<sup>a</sup> safra ajustou-se num modelo de regressão linear. A diferença entre a dose de 30 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N é de 1.306 kg ha<sup>-1</sup>, um aumento de 51% (Figura 4). Franco et al. (2008) também observaram aumento linear na produtividade do feijoeiro em função do incremento nas doses de N

em cobertura independentemente do experimento e da época de condução. Os autores afirmam ainda que a adubação nitrogenada de qualidade e nas quantidades adequadas propicia alta atividade fotossintética, crescimento vegetativo vigoroso e folhas verdes escuras.

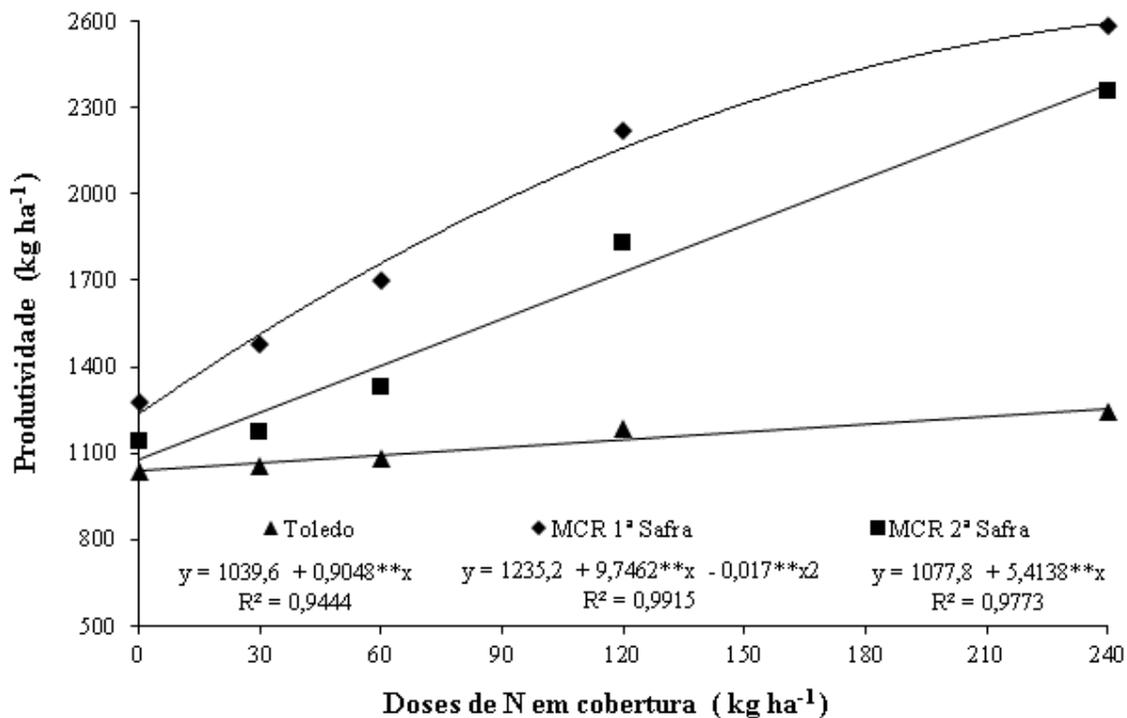


Figura 4. Produtividade do feijoeiro em função da aplicação de cinco doses de nitrogênio em cobertura, independente do uso de molibdênio por via foliar em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

#### 4.1.2 Efeito da Adubação Com Molibdênio

A massa de 1.000 grãos apresentou efeito significativo para as seguintes condições: na ausência de Mo e quando aplicado a dose de 140 g ha<sup>-1</sup>. No entanto, não houve diferença significativa para as doses de 35 e 70 g ha<sup>-1</sup>. Apesar da diferença estatística na ausência da adubação com Mo via foliar, a massa de 1.000 grãos foi apenas 5% maior no experimento de MCR 1ª safra em relação aos experimentos de

MCR 2ª safra e Toledo, quando submetido a dose de 140 g ha<sup>-1</sup> não houve diferença entre os experimentos MCR 1ª e 2ª safra, no entanto, estes foram em média 7% superiores ao experimento de Toledo (Tabela 4).

Tabela 4. Massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos de três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná, submetidos a aplicação de molibdênio por via foliar. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

Experimento	Doses de Mo via foliar (g ha <sup>-1</sup> )				Média
	0	35	70	140	
----- Massa de 1.000 grãos (g) -----					
MCR 1ª safra	184,03 a	188,71 a	195,72 a	208,41 a	194,22
MCR 2ª safra	175,21 b	180,22 a	191,89 a	216,31 a	190,09
Toledo	173,66 b	182,52 a	192,86 a	197,41 b	186,61
Média	177,63	138,82	193,49	207,38	190,31
CV (%)					7,18
DMS					10,24
----- Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) -----					
MCR 1ª safra	1.645,68 a	1.652,37 a	1.995,01 a	2.090,39 a	1.845,86
MCR 2ª safra	1.381,50 b	1.460,86 b	1.563,04 b	1.854,72 b	1.565,03
Toledo	1.051,89 c	1.155,99 c	1.137,06 c	1.139,06 c	1.121,00
Média	1.359,69	1.422,97	1.565,04	1.694,72	1.510,61
CV (%)					10,88
DMS					122,94

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro.

Mesmo sem a aplicação de Mo a produtividade do feijoeiro nos experimentos MCR 1ª e 2ª safra foi respectivamente 36 e 24% superior ao experimento de Toledo. Esses resultados indicam a possível diferença nas concentrações de Mo presentes no solo ou até mesmo nas sementes apesar de ser da mesma cultivar foram obtidas em épocas distintas. Segundo Pereira (2010) a maior parte do Mo presente no solo, ocorre na forma de sulfeto ou óxidos e está ocluso no interior de minerais primários e secundários. O intemperismo desses minerais libera íons de molibdato, cuja solubilidade aumenta em condições alcalinas.

Com o aumento nas doses de Mo, as diferenças foram ainda maiores, pois o resultado médio da produtividade dos experimentos de MCR 1ª e 2ª safra com doses de 70 e 140 g ha<sup>-1</sup> foi 45% superior ao experimento de Toledo. Resultados do efeito

isolado de Mo foram encontrados por Calonego et al. (2010) onde a adubação molíbdica interferiu de forma positiva na produtividade, na massa de 100 grãos e na inserção da primeira vagem. Guareschi e Perin (2010) avaliando características agronômicas do feijoeiro em função de diferentes doses de Mo (0, 60, 90, 120 g ha<sup>-1</sup>) notaram que a dose 90 g ha<sup>-1</sup> promoveu acréscimo de 23,6% na produtividade.

A massa de 1.000 grãos expressou resultados distintos em função das doses de Mo por via foliar, independe do uso de N por cobertura. A aplicação de Mo proporcionou aumento significativo nesta variável nos três experimentos. Como pode ser visualizado na figura 5, quando não submetido a aplicação de Mo, a massa de 1.000 grãos nos experimentos Toledo e MCR 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> safra foi 12, 19 e 12% menor respectivamente em comparação com a dose de 140 g ha<sup>-1</sup>. Estudos mais antigos já expressavam a importância desse micronutriente na cultura do feijão. Barbosa Filho et al. (1979) e Barbosa Filho et al. (2005) afirmam que mesmo pequenas quantidades de Mo nessa leguminosa, promovem uma melhor expressividade de variáveis agronômicas.

As respostas isoladas de Mo observadas nesses experimentos podem estar relacionadas com a aplicação continuada de sulfato de amônio como fonte de N. Solos que receberam doses elevadas de fertilizantes contendo sulfato, podem gerar deficiência de Mo pela competição direta entre os íons SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (ALVAREZ et al., 2007).

Vieira et al. (1998), Amane et al. (1999), Ferreira et al. (2003) e Meireles et al. (2003) observaram que o efeito da aplicação isolada de doses acima de 70 g ha<sup>-1</sup> de Mo influenciaram as características agronômicas e principalmente da produtividade da cultura do feijão.

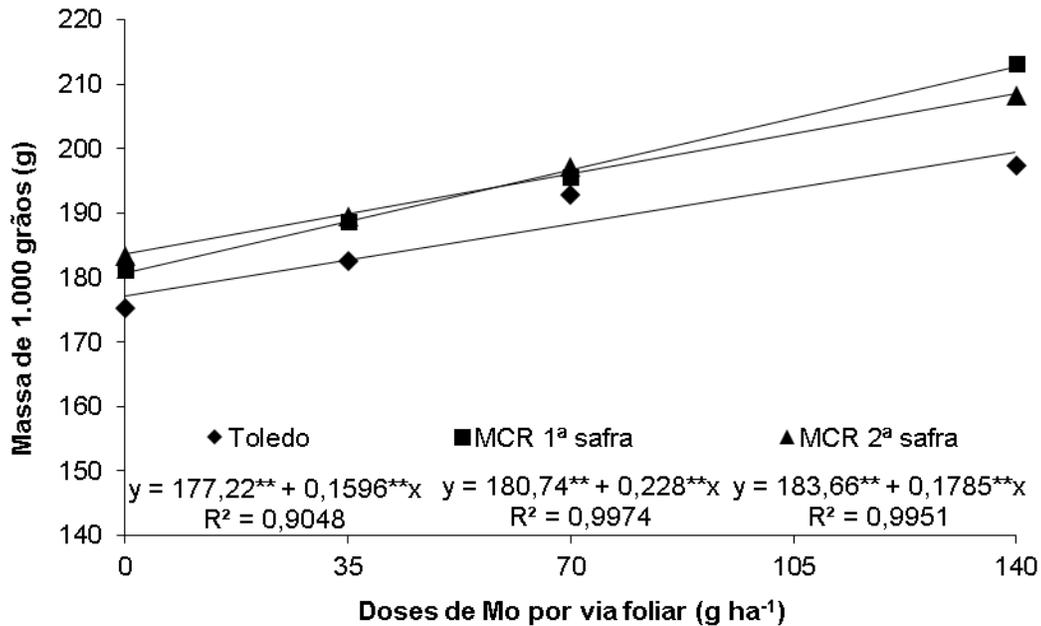


Figura 5. Massa de 1.000 grãos da cultura do feijoeiro em função da aplicação de molibdênio por via foliar, independente do uso de nitrogênio em cobertura em três experimento conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

Houve diferença significativa para produtividade quando aplicado a dose de 35 g ha<sup>-1</sup> de Mo nos experimentos MCR 1ª e 2ª safra (Figura 6). Barbosa et al. (2010) afirmam que por ser exigido em pequenas quantidades, em muitos casos, doses baixas ou até mesmo a concentração do micronutriente presente nas sementes pode ser suficiente para a planta exercer suas funções metabólicas e fisiológicas, isso possivelmente tenha ocorrido também em função das concentrações presentes no solo, cujo material de origem é basalto com teores maiores de molibdênio em comparação a outras rochas como arenito e calcária (PROCHNOW; CASARIN; STIPP, 2010).

Vieira et al. (1998), Amane et al. (1999), Ferreira et al. (2003) e Meireles et al. (2003) observaram que o efeito da aplicação isolada de doses acima de 70 g ha<sup>-1</sup> de Mo influenciaram as características agrônômicas principalmente a produtividade da cultura do feijão. As respostas isoladas de Mo observadas nesses experimentos podem estar relacionadas com a aplicação continuada de sulfato de amônio como fonte de nitrogênio. Solos que receberam doses elevadas de fertilizantes contendo sulfato

podem gerar deficiência de molibdênio pela competição direta entre os íons  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{MoO}_4^{2-}$  (ALVAREZ et al., 2007).

Outro fator que também está envolvido na disponibilidade de Mo é o pH, esse micronutriente só é absorvido na forma de  $\text{MoO}_4^{2-}$ , sendo que a disponibilidade deste é maior quanto mais elevado for o pH (LOPES; SILVA; GUILHERME, 1991), ou seja, em solos ácidos a concentração deste elemento é baixa, pois tanto o Mo quanto o fósforo, são adsorvidos pelos óxidos e hidróxidos de  $\text{Fe}^{+3}$  e  $\text{Al}^{+3}$ , o qual ocorre devido aos processos de intemperismo nos solos tropicais (SANTOS, 2012). Assim, o íon  $\text{OH}^-$  deslocaria o molibdato adsorvido nos coloides do solo liberando-o na solução, enquanto os óxidos de Fe e Al o adsorveriam fortemente.

Doses de Mo a partir de  $70 \text{ g ha}^{-1}$ , promoveram acréscimo linear na produtividade e quando aplicado  $140 \text{ g ha}^{-1}$  o aumento foi 23% em relação a testemunha. A dose de  $140 \text{ g ha}^{-1}$  de Mo proporcionou um aumento de 8, 21 e 25% na produtividade dos experimentos de Toledo e MCR 1ª e 2ª safra respectivamente (Figura 6). No entanto, é importante mencionar que mesmo sem a aplicação de Mo a produtividade do experimento de Toledo foi 36% menor que o experimento MCR 1ª safra, e com o aumento das doses essa diferença se tornou ainda mais evidente, chegando a atingir 54% quando aplicado a dose de  $140 \text{ g ha}^{-1}$ .

É importante mencionar também que para os três experimentos a aplicação da dose de  $140 \text{ g ha}^{-1}$  não caracterizou um limite máximo, havendo a possibilidade de estudar doses ainda maiores para essa cultura. As discrepâncias de resultados entre os experimentos a as doses individuais estudadas se aplicam as interferências ambientais já mencionadas, mas também as relações metabólicas e fisiológicas do molibdênio com o solo a planta e microrganismos fixadores de nitrogênio (FERREIRA et al., 2003).

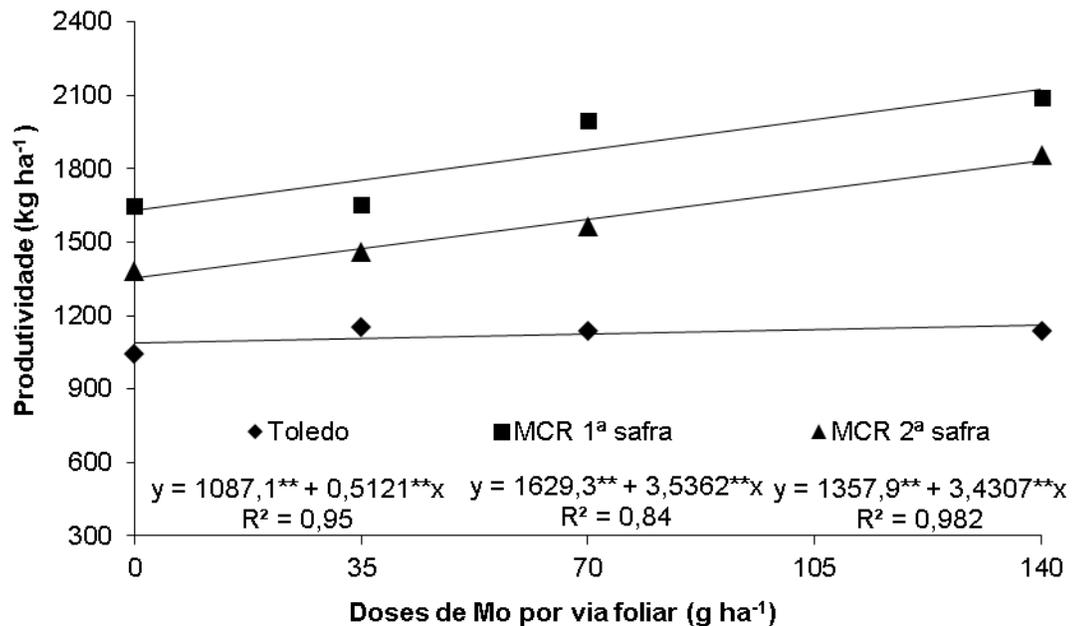


Figura 6. Produtividade do feijoeiro em função da aplicação de quatro doses de molibdênio por via foliar, independente da aplicação de nitrogênio em cobertura em três experimentos conduzidos na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

#### 4.1.3 Efeitos da Interação Entre Nitrogênio x Molibdênio

Houve interação significativa entre experimentos x N x Mo para a variável agrônômica número de grãos por vagem. O comportamento da variável dependente nos três experimentos está disposto nas figuras 9 (Toledo), 10 (MCR 1ª safra) e 11 (MCR 2ª safra). Tanto no experimento de Toledo quanto no de MCR 1ª safra os resultados foram ajustados num modelo de regressão linear, já o experimento de MCR 2ª safra o modelo quadrático foi o melhor para explicar os resultados.

Desconsiderando o uso de N no experimento de Toledo, as doses de Mo por via foliar não refletiram em maior número de grãos por vagem, sendo que o maior valor desta variável foi observado quando não houve aplicação do micronutriente, por outro lado, o número de grãos por vagem aumentou quando houve incremento na dose de N em cobertura.

O comportamento do número de grãos por vagem no experimento de MCR 1ª safra aumentou linearmente com o incremento nas doses de N e Mo. Nas condições em

que os experimentos foram conduzidos o melhor resultado da variável analisada foi observado com a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N em associação a dose de 140 g ha<sup>-1</sup> de Mo. Segundo Silva et al. (2012) muitos fatores permitem a diferenciação do comportamento nos nutrientes, tanto no solo quanto na planta, dentre esses fatores que estão envolvidos com a eficiência do Mo destacam-se também o pH e o tipo de solo em que as culturas são conduzidas. Para os autores, solos ácidos necessitam de maiores quantidades de Mo. Rocha et al. (2011) estudando dose de 0 a 120 g ha<sup>-1</sup> de Mo, verificaram melhores resultados na interação com doses 80 kg ha<sup>-1</sup> de N.

No experimento de MCR 2<sup>a</sup> safra o ajuste dos dados num modelo quadrático permitiram verificar que apesar de aumento significativo no número de grãos por vagem, doses de N acima de 180 kg ha<sup>-1</sup> associadas à doses de Mo acima de 70 g ha<sup>-1</sup> não refletiram em ganhos significativos na variável.

Não foi encontrado na literatura trabalhos com relação direta do uso de Mo no aumento do número de grãos por vagem pois os trabalhos desenvolvidos até então, relatam que os efeitos no aumento dessa variável são provenientes da aplicação de N ou são características do próprio cultivar.

Desta forma, pode-se afirmar que o uso de Mo no aumento do número de grãos por vagem está relacionado diretamente ao aumento da eficiência de absorção e assimilação do N através da atividade das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, a qual o micronutriente está intrinsecamente envolvido (FERNADES et al., 2005) e (BINOTTI et al., 2010).

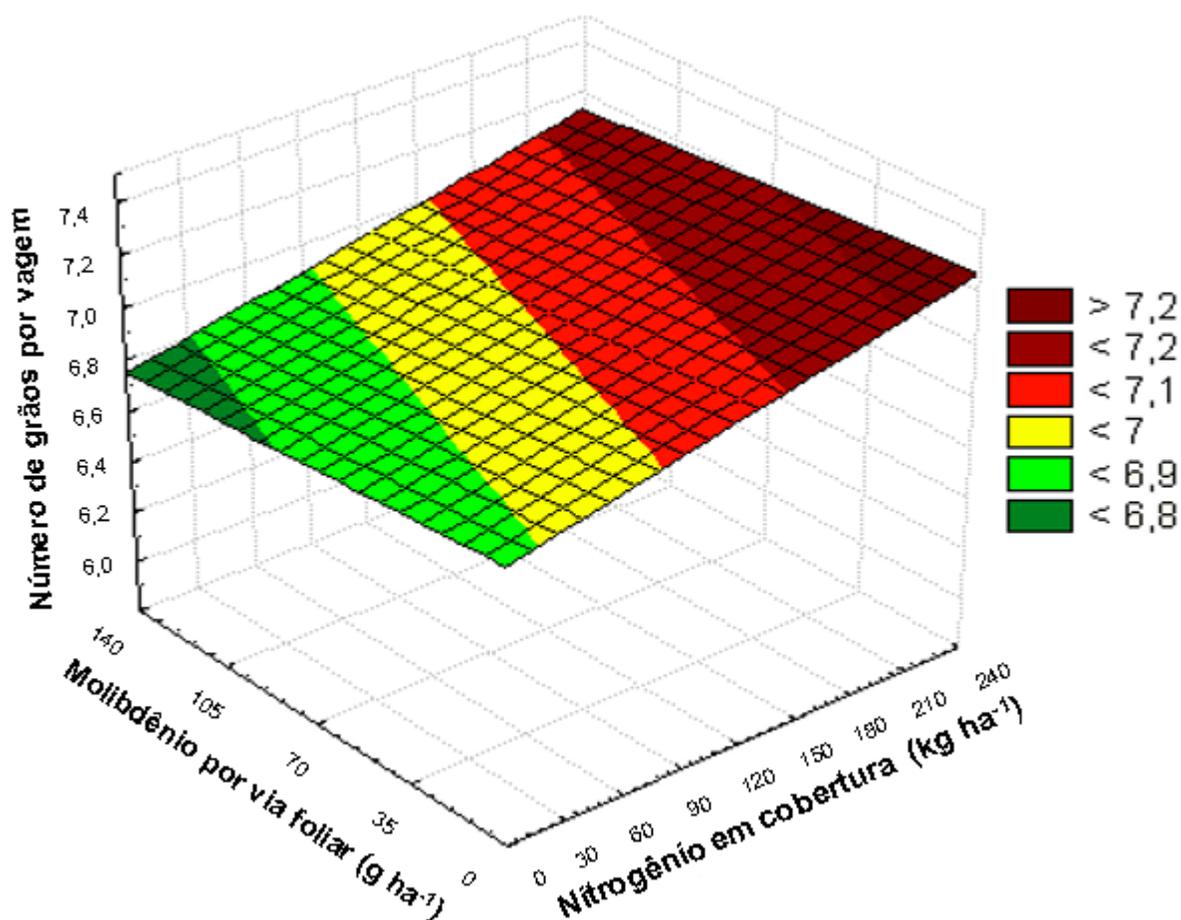


Figura 7. Superfície de resposta para o número de grãos por vagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar num experimento conduzido no município de Toledo – PR, (Toledo). UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

$$NGV = 6,8732 + 0,0016 * N - 0,0009 Mo \quad R^2 = 0,75$$

\* significativo a 5% de probabilidade.

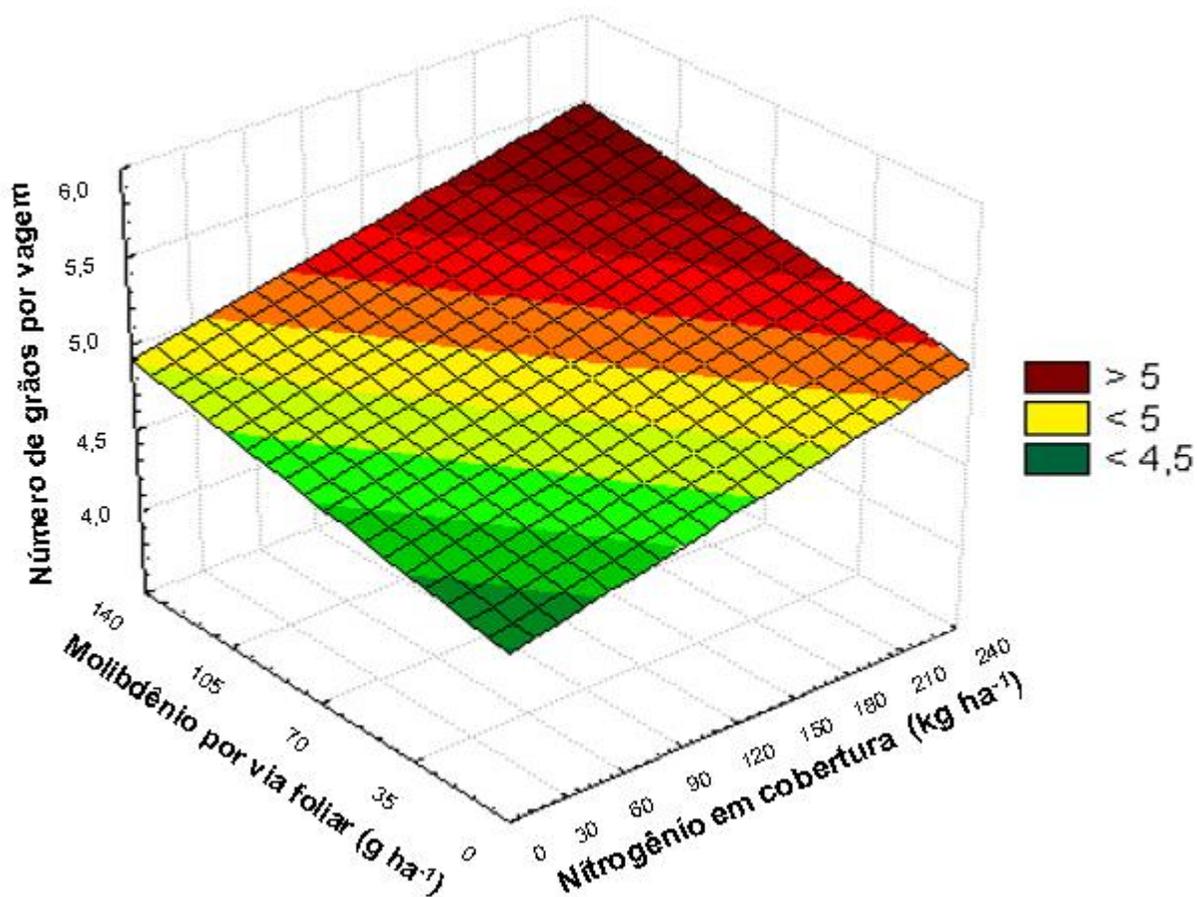


Figura 8. Superfície de resposta para número de grãos por vagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar num experimento conduzido no município de Marechal Cândido Rondon - PR, (MCR 1ª safra). UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

$$\text{NGV} = 4,490 + 0,0024 * \text{N} + 0,003 * \text{Mo} \quad R^2 = 0,78$$

\* significativo a 5% de probabilidade.

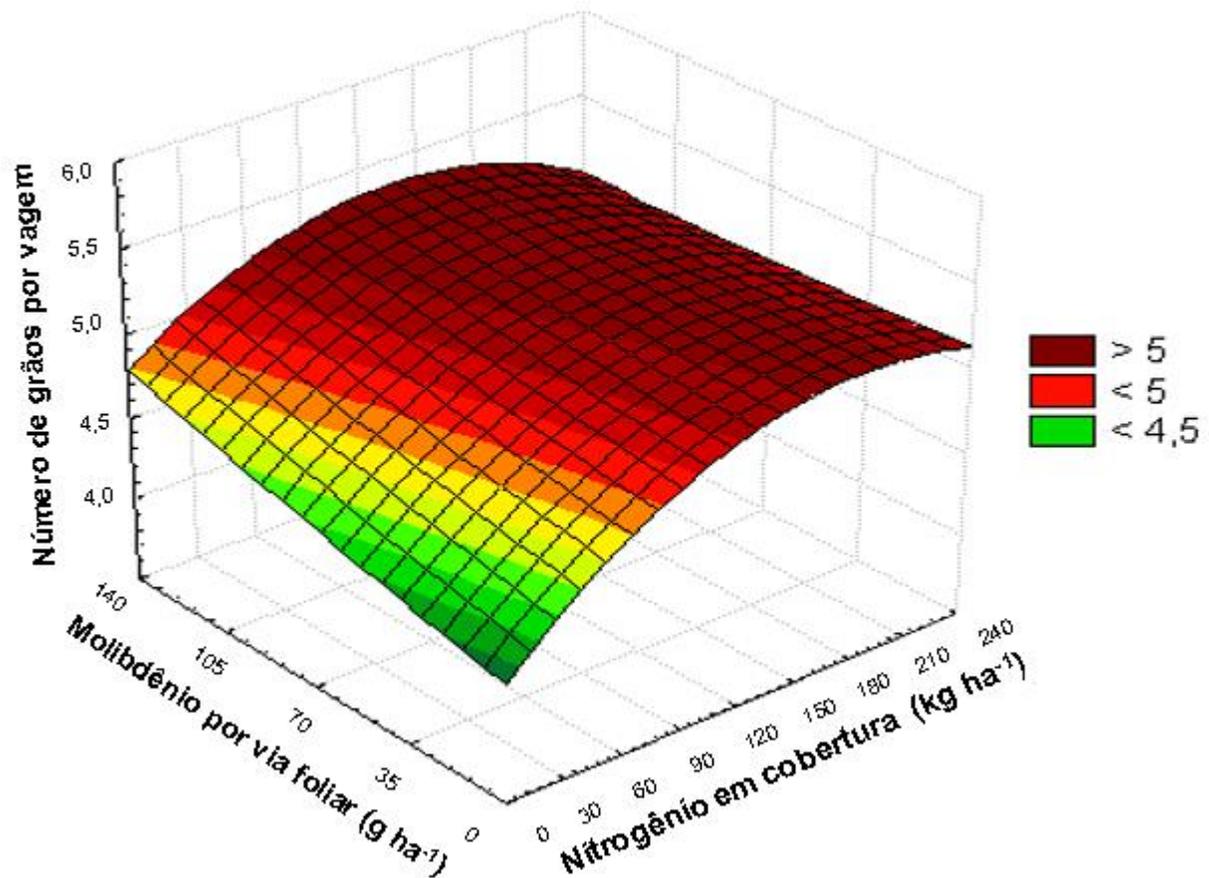


Figura 9. Superfície de resposta para número de grãos por vagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar num experimento conduzido no município de Marechal Cândido Rondon - PR, (MCR 2ª safra). UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

$$\text{NGV} = 4,2232 + 0,011 \cdot \text{N} + 0,0036 \text{Mo} - 0,000030183 \text{ N} \times \text{N} - 0,0000196 \text{ N} \times \text{Mo} + 0,00000353 \text{ Mo} \times \text{Mo} \quad R^2 = 0,96$$

\* significativo a 5% de probabilidade. \* sinal de multiplicação

#### 4.2 ANÁLISE NUTRICIONAL DE NPK FOLIAR

Devido a ocorrência de problemas com as amostragens foliares em função das condições climáticas desfavoráveis que afetaram o experimento conduzido no município de Toledo, a avaliação nutricional foliar de N, P e K foi realizada somente para os experimentos conduzidos em Marechal Cândido Rondon (MCR 1ª e 2ª safra).

Considerando os teores de N e potássio foliar, a aplicação de N em cobertura e Mo por via foliar não refletiram em diferença estatística entre os experimentos, os

resultados significativos foram verificados para os teores de fósforo e a produtividade que foi 15% superior no experimento de MCR 1ª safra (Tabela 5).

Estudos mostram que a disponibilidade de fósforo no solo varia em função de diversos fatores e que estes fatores influenciam inclusive na eficiência de absorção e aproveitamento do macronutriente. Dentre os fatores existentes estão a fonte de nutriente aplicada, a mineralogia da fração argila, conteúdo de coloides amorfos, conteúdo de alumínio trocável e potencial de oxirredução (NOVAIS; SMYTH, 1999); (MALAVOLTA, 2006).

Os resultados da análise conjunta dos dados desse trabalho apontam que o efeito significativo da adubação nitrogenada e molíbdica ocorreram independentemente dos experimentos. Assim, pelo teste F, é possível relatar que houve diferença entre as doses de N aplicadas em cobertura e Mo por via foliar na cultura do feijão para os teores de N foliar e a produtividade que foi em média 31 % maior com a aplicação de N e 14% maior quando submetido a aplicação de Mo.

A disparidade no teor de N foliar quando submetido a dose de 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura é de 15 g kg<sup>-1</sup>. Comparando os valores obtidos em função da maior dose e a testemunha, notou-se uma diferença de 54% no teor de N foliar quando aplicado o fertilizante. Diferente dos resultados obtidos por Carvalho et al. (2003) que observaram que doses de N entre 70 e 140 kg ha<sup>-1</sup> não alteraram o teor de N foliar, os resultados obtidos nesse estudo indicam que a cultura do feijoeiro começa a acumular N com maior eficiência quando submetida a doses acima de 60 kg ha<sup>-1</sup> mas, mesmo não observando resultados significativos, os autores citados acima verificaram que em relação a testemunha a dose 140 kg ha<sup>-1</sup> elevou a concentração de N foliar em 35%. Carvalho et al. (2001) não verificaram diferenças estatísticas entre o uso de Ureia e Sulfato de amônio. Quando os autores aplicaram uma dose de 75 kg ha<sup>-1</sup> dos fertilizantes na cultura o teor foliar de N foi 40% maior em relação a testemunha.

Arf et al. (1990) e Buzetti et al. (1990) não observaram efeitos da aplicação parcelada de N sobre a produtividade. Por outro lado, Del Peloso et al. (1990) observaram efeito positivo na produtividade com a aplicação de parte do N na semeadura (10 kg ha<sup>-1</sup>) e parte em cobertura (30 kg ha<sup>-1</sup>) aos 25 dias após emergência. 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 teor de nitrato, do pecíolo e a avaliação indireta do teor de clorofila.

Tabela 5. Teores foliares de NPK e produtividade do feijão comum, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio por via foliar de dois experimentos conduzidos no município de Marechal Cândido Rondon. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

Fator	Teores de N	Teores de P	Teores de K	Produtividade
	g kg <sup>-1</sup>			Kg ha <sup>-1</sup>
<b>Safras</b>				
MCR 1ª Safra	44,12 a	5,28 b	16,63 a	1.845,99 a
MCR 2ª Safra	44,23 a	5,74 a	16,91 a	1.565,14 b
Média	44,17	5,51	16,77	1.705,57
DMS	2,3547	0,3518	0,5790	59,6304
<b>Doses de N</b>				
0	30,80	5,47	16,76	1.209,44
30	32,91	5,43	16,51	1.302,91
60	39,22	5,41	16,44	1.498,51
120	51,67	5,34	17,18	2.022,78
240	66,35	5,62	16,83	2.468,55
Média	44,19	5,45	16,74	1.700,43
<b>Doses de Mo</b>				
0	40,46	5,35	16,58	1.513,57
35	43,92	5,45	16,91	1.556,59
70	45,49	5,49	16,40	1.735,96
140	47,24	5,51	17,05	1.979,73
Média	44,28	5,45	16,74	1.696,46
CV (%)	17,03	20,59	11,05	11,60
<b>Teste F a 5% de probabilidade de erro</b>				
Safras	0,9270 <sup>ns</sup>	0,0581*	0,7851 <sup>ns</sup>	0,0000*
Doses de N	0,0001*	0,8891 <sup>ns</sup>	0,5973 <sup>ns</sup>	0,0000*
Doses de Mo	0,0004*	0,9196 <sup>ns</sup>	0,3920 <sup>ns</sup>	0,0000*

\*As médias seguidas da mesma letra nas colunas são diferentes pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade de erro.

#### 4.2.1 Teor de Nitrogênio Foliar em Função da Aplicação de Nitrogênio em Cobertura

A aplicação de N em cobertura elevou a concentração de N foliar. Com os dados ajustados num modelo de regressão linear é possível verificar que houve diferença estatística entre as doses de N aplicadas. Mesmo sem a aplicação de N o teor do macronutriente aferido foi de 30 g kg<sup>-1</sup>. Segundo Wilcox e Fageria (1976) e Malavolta et al. (1997) esse valor está dentro da faixa considerada normal para a cultura que vai de 28 a 60 g kg<sup>-1</sup> de massa seca. Quando submetido a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> o aumento de N foliar foi de aproximadamente 53%.

Chidi et al. (2002) encontraram valores de 30 g kg<sup>-1</sup> de N foliar quando submeteram a cultura numa dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. Nas mesmas condições em que o ensaio foi conduzido, quando elevaram a dose de N para 120 kg ha<sup>-1</sup> os autores observaram valores acima do nível crítico de 30 g kg<sup>-1</sup>. Andrade et al. (1998), também observaram maiores valores de N foliar a medida que em que se elevou as doses de N em cobertura.

Trabalhando com doses de N em cobertura de até 80 kg ha<sup>-1</sup> Barbosa Filho et al. (2004) e Binotti et al. (2009) não observaram aumentos significativos no teor do macronutriente na folha do feijoeiro todavia, verificaram incremento na produtividade.

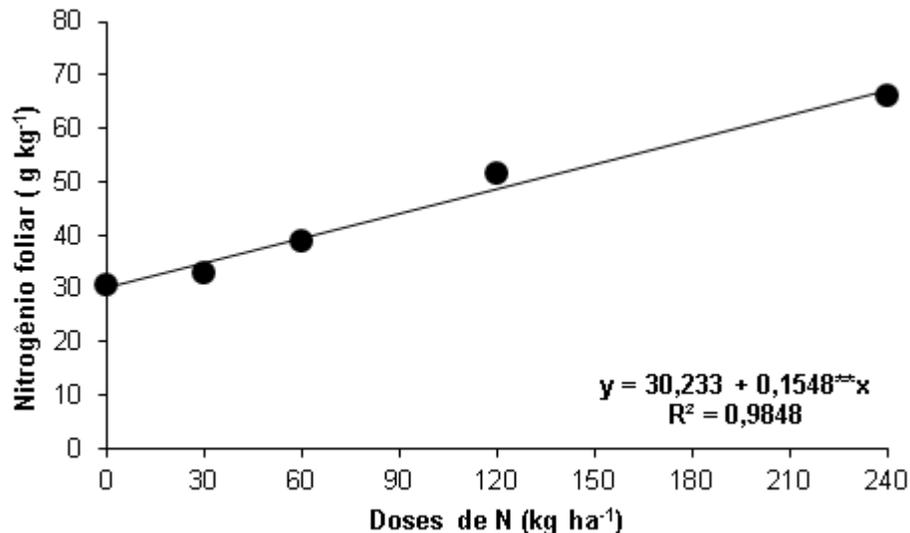


Figura 10. Teor de nitrogênio foliar em função da aplicação de nitrogênio e cobertura na cultura do feijoeiro, \*\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

#### 4.2.2 Teor de Nitrogênio Foliar em Função da Aplicação de Molibdênio Por Via Foliar

O uso de Mo por via foliar na cultura do feijão elevou a concentração de N foliar. Foi possível verificar que todas as doses foram superiores a testemunha. Derivando o modelo matemático quadrático é possível verificar que a maior concentração de N foliar seria obtida com uma dose de 124 g ha<sup>-1</sup> de Mo via foliar obtendo assim, um acréscimo de 15% em relação a testemunha. Um bom aproveitamento do N no processo de

assimilação pela planta foi demonstrado por Pessoa et al. (2000), que verificaram maiores teores de N total e N orgânico nas folhas do feijoeiro em função da aplicação de Mo via foliar. Os autores afirmam que a adubação molíbdica também proporcionou resposta positiva na produtividade de grãos sendo que a suplementação desse micronutriente resultou em um acréscimo de 245 kg ha<sup>-1</sup> no rendimento médio de grãos, o que representa um incremento de 26%. Efeitos da adubação foliar com Mo no teor foliar de N também foram demonstradas por Coelho et al. (2001) com a aplicação de 75 g ha<sup>-1</sup> e por Ascoli et al. (2008) com dose de até 101,2 g ha<sup>-1</sup> de micronutriente.

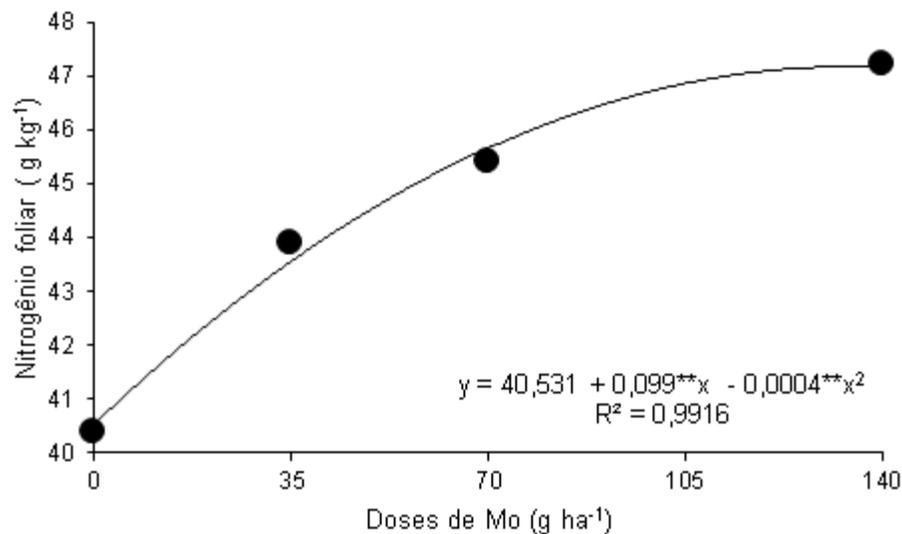


Figura 11. Teor de nitrogênio foliar em função da aplicação de molibdênio por via foliar na cultura do feijoeiro, \*\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

#### 4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DAS DOSES DE NITROGÊNIO APLICADAS EM COBERTURA

Houve ganho na produtividade dos três experimentos quando aplicado o N em cobertura. Os valores de receita bruta obtidos também foram positivos nos três casos porém, é possível perceber que no experimento conduzido em Toledo, a medida em que incrementou as doses de N reduziu-se a receita líquida, ou seja, quando não submetido ao uso do nutriente o ganho líquido obtido foi de R\$1.903,18 e nenhuma dose de N aplicada proporcionou uma receita líquida superior a essa pois, em relação a

testemunha, quando aplicou-se a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> a receita líquida caiu em 35%. Essa disparidade nos resultados está relacionada a influência climática que afetou significativamente as plantas nas fases mais críticas do seu desenvolvimento.

Os resultados obtidos no experimento de MCR 1ª safra apresentou relevante discrepância em relação aos de Toledo. Nessas condições, o aumento na produtividade em função do incremento nas doses de N foi significativamente maior, ao ponto de a receita líquida alcançada compensar o custo do adubo.

Comparando a receita bruta com a receita líquida que é calculada reduzindo o preço do fertilizante da receita bruta, percebe-se que até a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N a receita líquida obtida viabiliza a dose aplicada, pois o gasto com fertilizante para aplicar essa dose é de R\$ 531,00 e a receita líquida atingida é de R\$ 1.583,00 em relação a testemunha, R\$ 1.259,00 comparando com a dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> e R\$ 968,00 em relação a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup>. Gerônimo et al. (2014) obtiveram a melhor receita líquida com uma dose de 88 kg ha<sup>-1</sup> de N em associação a uma dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por outro lado, Binotti et al. (2010) observaram que a aplicação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, proveniente do sulfato de amônio não foi capaz de cobrir o custo do adubo com o seu incremento na produtividade, inclusive resultados positivos não foram observados quando houve incremento de 40 kg ha<sup>-1</sup> de ureia.

Quando submetida a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> a cultura apresentou maior produtividade, receita bruta e receita líquida. Em relação às doses de 30 e 60 kg ha<sup>-1</sup>, essa dose apresentou viabilidade econômica, no entanto, o custo para dobrar a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> foi de R\$ 530,00 e a receita líquida obtida foi R\$ 291,00. Considerando as condições em que este experimento foi conduzido, a receita líquida obtida inviabiliza a aplicação da dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura na cultura do feijão.

No experimento de MCR 2ª safra, apesar de apresentar maior produtividade e conseqüentemente maior receita bruta, a dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou menor receita líquida em relação a não aplicação do fertilizante, ou seja, o lucro obtido não compensou o custo do adubo para esta dose.

Quanto à dose de 60 kg ha<sup>-1</sup>, também houve incremento na produtividade da cultura e na receita bruta, no entanto, o ganho líquido foi pouco expressivo sendo apenas R\$ 47,00 em relação ao custo de aumentar a dose de N de 30 para 60 kg ha<sup>-1</sup>.

Assim como ocorreu para MCR 1ª safra a dose de N em cobertura que resultou na maior receita líquida foi a de 120 kg ha<sup>-1</sup>. Nessas condições, o ganho líquido foi de R\$ 859,00 e o custo para dobrar a dose de 60 para 120 kg ha<sup>-1</sup> de N foi de R\$ 309,00. Dando uma margem líquida de R\$ 550, 00.

Em relação à dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, pode-se aplicar o mesmo princípio que foi utilizado para o experimento MCR 1ª safra pois, nesse ensaio, tanto a produtividade quanto a receita bruta foram positivas porém, ao sacar o custo do fertilizante para esta dose a receita líquida foi menor, ou seja, para elevar a dose de 120 para 240 kg ha<sup>-1</sup> de N foi preciso investir R\$ 617,00 e a receita líquida foi de R\$ 609,00, indicando assim a inviabilidade econômica desta dose (Tabela 6)

Tabela 6. Produtividade de grãos, Receita bruta, Custo com fertilizantes e Receita líquida de três experimentos de feijão conduzidos na região Oeste do Paraná, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura. UNIOESTE/PPGA, 2014/15.

Doses de N	Produtividade	Receita bruta	Custo com fertilizantes	Receita líquida
Experimento de Toledo				
	(Kg ha <sup>-1</sup> )		R\$	
0	1.038,10	1.903,18	0	1.903,18
30	1.056,82	1.937,50	130,13	1.807,20
60	1.083,17	1.985,81	256,00	1.729,81
120	1.184,44	2.171,47	520,00	1.651,47
240	1.242,48	2.277,88	1.039,95	1.237,93
Experimento de MCR 1ª safra				
0	1.277,99	2.875,48	0	2.875,48
30	1.480,77	3.331,73	132,99	3.198,74
60	1.669,53	3.756,44	265,70	3.490,74
120	2.217,67	4.989,76	531,40	4.458,36
240	2.583,31	5.812,45	1.062,90	4.749,55
Experimento de MCR 2ª safra				
0	1.140,88	2.662,05	0	2.662,05
30	1.175,05	2.741,78	154,44	2.587,34
60	1.327,49	3.097,48	308,56	2.788,92
120	1.827,89	4.265,08	617,11	3.647,97
240	2.353,79	5.492,18	1.234,33	4.257,85

## 5 CONCLUSÕES

A aplicação de N em cobertura e Mo por via foliar expressaram comportamentos distintos entre os experimentos. No entanto, o experimento que expressou melhor respostas das variáveis agronômicas em função da adubação nitrogenada e molibdica foi MCR 2ª safra.

A produtividade e massa de mil grãos mantiveram aumento linear em função do incremento nas doses isoladas de N e Mo.

A altura de plantas em função das doses isoladas de Mo se comportaram de forma diferente entre os experimentos.

A aplicação de Mo por via foliar promoveu aumento linear na produtividade do feijoeiro.

Houve a interação tripla experimente x N x Mo para a variável agronômica número de grãos por vagem.

Doses isoladas de N em cobertura e Mo por via foliar elevam a concentração do teor de N foliar e aumento a produtividade da cultura do feijoeiro.

Até a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> a produtividade bem como a receita bruta dos experimentos foram elevadas, porém a dose de N em cobertura que proporcionou a maior receita líquida é de 120 kg ha<sup>-1</sup>.

Apesar de proporcionar maiores produtividade nos três experimentos, a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N é economicamente inviável.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007, p. 595-644

AMANE, M. I. V.; VIEIRA, C.; NOVAIS, R. F.; ARAÚJO, G. A. A. Adubação nitrogenada e molibdica da cultura do feijão na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 643-650, 1999.

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. **Ciencia e Agrotecologia**, Lavras, v.22, n.4, p.499-508, 1998.

ARF, O.; FERNANDES, F.M. & JACOMINO, A.P. **Comparação de fontes e doses de adubos nitrogenados na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado no sistema de plantio direto**. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3., Vitória, 1990. Resumos. Vitória, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1990. p.225.

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**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 247 p

BARBOSA FILHO, M. P.; JUNQUEIRA NETO, A.; GUEDES, G. A. A.; REZENDE, P. M. Efeitos de idade, fósforo, molibdênio e cobalto no teor percentual de nitrogênio em diferentes partes do feijoeiro-comum. **Ciência e Prática**, v. 3, n.2, p.107-116, 1979.

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**, Maringá, v. 32, p. 117-123, 2010.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K., SILVA, O. F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 69-76, 2005.

BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Época de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado monitorada com auxílio de sensor portátil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n. 2, p. 425-431, 2009.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro irrigado submetido a três níveis de acidez do solo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 785-792, 2004.

BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. A. T. A. Adubação molíbdica por via foliar na cultura do feijão: efeito de doses. In: **Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão 4**, Londrina, 1993. Resumos. Londrina: Iapar, 1993. n.p. (Resumo, 159).

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A. C.; KAMIMURA, K. M. Fontes, doses e modo de aplicação de N em feijoeiro no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 473-481, 2009.

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; CAROSO, E.D.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro de Inverno irrigado no sistema plantio direto. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 770-778, 2010.

BINOTTI, F.F.S.; ARF, O.; CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro de Inverno irrigado no sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 4, p. 665-670, 2010.

BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; KATAQUE, R.F.; TAMAKI, K.; FRANCO, L.G.B. & ARF, O. Efeito da adubação nitrogenada via solo e foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar “carioca”. In: **Reunião nacional de pesquisa de feijão**, 3., Vitória, 1990. Resumos. Vitória, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1990. p.226.

CALONEGO, J. C.; RAMOS JUNIOR, E U.; BARBOSA R, D.; LEITE, G. H. P.; FILHO, H. G. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 334-340, 2010.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N. C. B.; BASSAN, D. A. Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.25, n.2, p. 617-624, 2001.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JÚNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n. 3, p. 445-450, 2003.

CHIDI, S. N.; SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum: Agronomia**, v.24, n. 2, p.1391-1395, 2002.

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 de plantas daninhas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 278, p. 455-467, 2001.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira Grãos**. Dezembro de 2015. Brasília, Conab, 2015.p.14-17.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Feijão. Sexto levantamento Agosto de 2002. – Brasília, Conab, 2002.p.1,2 e 17.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Soja. Sexto levantamento Agosto de 2002. – Brasília, Conab, 2002.p.22.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n. 4, p.1545- 1552, 2007.

CUNHA, P. C. R., SILVEIRA, P. M., XIMENES, P. A., SOUSA, R. F., ALVES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, J. L. Fontes, formas de aplicação e doses de nitrogênio em feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agrônômica Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 80 - 86, 2011.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A. DE C. Funções dos micronutrientes nas plantas. In: Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P. (Eds). *Micronutrientes na Agricultura*, Piracicaba: **Potafos**, 1991, p.65-78.

DEBOUCK, D.G. Primary diversification of Phaseolus in the Americas: three centers? **Plant Genetic Resources Newsletter**, v.67, p.2-8, 1986.

DEBOUCK, D. G. Diversity in Phaseolus species in relation to the common bean. In: SINGH, S. P. (Ed.). **Common bean improvement in the twenty-first century**. Dordrecht: Kluwer, 1999. p. 25-52.

DEL PELOSO, M.J.; MORAES, E.A.; DUTRA, L.G. Efeito do parcelamento da adubação em cobertura do feijoeiro de inverno com irrigação por aspersão. In: **Reunião nacional de pesquisa de feijão**, 3., Vitória, 1990.Resumos. Vitória, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1990. p.221.

DEPEC – Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos – Bradesco. **Feijão**. Março de 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa – CNPS. p. 343. 2013.

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

FAO - Food and Agriculture Organization. Faostat. **Dados de cultivo, produção e quantidade**, 2008. Disponível em < <http://faostat.fao.org/> >. Acesso em 08 de janeiro de 2016.

FAO - Food and Agriculture Organization. Faostat. **Dados de cultivo, produção e quantidade**, 2014. Disponível em < <http://faostat.fao.org/> >. Acesso em 08 de janeiro de 2016.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional de plantas**. 2002. 15. f. (Especialização) Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, MG. 2002.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIERIA, C. Características agronômicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 2, p.65-72, 2003.

FERNADES, F. A; ARF, O. BINOTTI, F. F. S.; ROMANINI JÚNIOR, A.; DE SÁ, M. E.; BUZZETTI, S; RODRIGUES, R. A. F. Molibdênio foliar e nitrogênio em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 7-15, 2005.

FRANCO, E.; ANDRADE, C. A. B.; SCAPIM, C. A.; FREITAS, P. S. L. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 427-434, 2008.

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 Nutrition, Development Plant Soil Science**, v. 92, p. 716-717, 2001.

GERÔNIMO, F. S.; OLIVERIA, F. H. T.; PEREIRA, R. G.; SILVA, P. S. L.; DIÓGENES, T. B. A.; SILVA, A. R. Doses de nitrogênio e fósforo para produção econômica de milho na Chapada do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental**, v.18, n.12, p.1247–1254, 2014

GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E.; MURAISHI, C. T. Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistema de semeadura direta e preparo convencional do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 673-680, 2008.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A. Efeito do molibdênio nas culturas da soja e do feijão via adubação foliar. **Global Science and Technology**, v. 02, n. 03, p. 08-15, setembro. 2010.

GUERRA, A. F. et al. Manejo da irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.6, p.1229-1236, 2000.

GIASSON, C. G. E. Fatores que afetam o rendimento das culturas e sistemas de cultivos. In: In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e adubação de culturas**. 1. ed. Porto Alegre: Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS, 2004. p. 21-32.

HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.26, n.30, p. 381-391, 1967.

LLANILLO, R. F.; GUERREIRO, E. **O feijão no Paraná**. Londrina – Paraná. Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. 1989. p.303.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade e adubação do solo**. Piracicaba: Potafos, 1998. 177p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações. Piracicaba: **Potafos**, 1997. p.97-98.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MEIRA, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 40, n. 4, p. 383-388, 2005.

MEIRELES, R. C.; REIS, L. S.; ARAÚJO, E. F.; SOARES, A. S.; PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A. Efeito de época e do parcelamento da aplicação do molibdênio via foliar, na qualidade de sementes de feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 292, p. 699-707, 2003.

NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; COBUCCI, T.; OLIVEIRA, P. Adubação de cultivares de feijoeiro comum em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.407- 415, 2012.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. 1999. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Universidade Federa de Viçosa, Viçosa, MG. 399p.

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 86-95, 2005.

OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. DE O. (coords). **Cultura do Feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: **Potafos**. 1996, p. 170-221.

PAULA, T. J. J. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira.** Viçosa. Minas Gerais, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2008. 180p.

PEREIRA, F. F. S. **Doses e formas de aplicação de molibdênio na cultura do milho.** 2010. 124. f. Tese (Doutorado) Faculdade de ciências agrônômicas campus de Botucatu. 2010.

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

PROCHNOW, L. I.; CASARIN, W.; STIPP, S. R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes.** Piracicaba, SP: IPNI, 2010. 462.p.

ROCHA, P. R. R.; ARAÚJO, G. A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; LIMA, T. C. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 24, n. 2, p. 9-17, 2011.

RODRIGUES, J. R. M.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R.; REZENDE, P. M. População de plantas e rendimento de grãos do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1218-1227, 2002.

RODRIGUES, J. R. M.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. C. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a doses de molibdênio aplicadas via foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, 20:323-332, 1996.

SAPUCAY, M. J. L. C. **Molibdênio pode substituir adubo nitrogenado de cobertura em feijoeiro de alta produtividade na zona da mata de Minas Gerais.** Avaliação de molibdênio em cada dose de nitrogênio. 2012. 35 f. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa. 2012.

SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n. 3, p.1269-1276, 1993.

SEAB. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Departamento de Economia Rural, Feijão: **Análise da conjuntura agropecuária.** Dezembro de 2014. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao\\_2014\\_15.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao_2014_15.pdf). Acesso em 08 de janeiro de 2016.

SNA. Sociedade Nacional da Agricultura. **Safra de feijão é insuficiente para atender o consumo.** Rio de Janeiro, 2015.

SORATTO, R. P.; ORIVALDO, A. R. F.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; SILVA, T. R. B. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 89-96, 2003.

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

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

STILL, M. C.; MULLER, E.; MATT, Y.; GIBON, E.; CARILLO, R. MORCUENDO, W. R.; ACHEIBLE, A.; KRAPP. Sept towards na integrated view of nitrogen metabolis. **Journal of Experimental Botany**, v.53, p.959-970, 2002.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n. 2, p.473-481, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHENEM, H. E VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2º Ed. E ampliado. Porto alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia/UERGS, 1995. 174p.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, J. G.; ANDRADE, M. J. B.; FURTINI NETO, A. E.; MARQUES, E. L. S. Palhadas e doses de nitrogênio no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 3, p. 499-505, 2005.

VALDERRAMA, M., BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 191-196, 2009.

VIEIRA, C. **Adubação mineral e calagem**. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.). Feijão. 2.ed. atual. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 115-142.

VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O.; ARAÚJO, G. A. A. Adubação nitrogenada e molíbdica da cultura do feijão. In: **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais**. Projeto Feijão - Relatório 88/92. Viçosa, 1992. p.41-42.

VIEIRA, R. F.; CARDOSO, E. J. B. N.; VIEIRA, C.; CASSINI, S. T. A. Foliar application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and reductase activities in a soil of high fertility. **Journal Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 2, p. 169-180, 1998.

VOYSEST, O. V. **Mejoramento genético Del frijol (*Phaseolus vulgaris*) legado de variedades de América Latina (190-1999)**. CIAT n. 231. Cali, Colombia. 2000. p.195.

WILCOX, G. E.; FAGERIA, N. K. **Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção**. Goiânia: Embrapa/CNPAP, 1976. 22 p. (Embrapa/CNPAP. Boletim, 5).