

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
SUL DE MINAS GERAIS
Campus Inconfidentes

JULIANA UZAN

**EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DO NITROGÊNIO E POTÁSSIO
NO ENCHIMENTO DE GRÃO NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

INCONFIDENTES-MG

2015

JULIANA UZAN

**EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DO NITROGÊNIO E POTÁSSIO
NO ENCHIMENTO DE GRÃO NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação em Engenharia Agrônoma no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Cleber Kouri de Souza

Coorientador: Jamil de Moraes Pereira

INCONFIDENTES-MG

2015

JULIANA UZAN

**EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DO NITROGÊNIO E POTÁSSIO
NO ENCHIMENTO DE GRÃO NA CULTURA DO FEIJOEIRO**

Data de aprovação: ____ de _____ 20__

Dsc. Cleber Kouri de Souza
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

Dsc. Jamil de Moraes Pereira
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

Esp. Érico Carneiro de Oliveira
Eng. Agrônomo – Brasil Química Agrosience

DEDICATÓRIA

À minha família, especialmente, aos meus pais Joceli e José Braz, os quais sempre me incentivaram, me dando muito carinho, atenção e apoio. Acreditaram em mim, e dessa forma, pude ter a segurança necessária para trilhar mais esses cinco anos de graduação. Não mediram esforços para me ajudar a concluir mais essa etapa importante da minha vida.

Ao meu irmão Rafael, que foi uma das primeiras pessoas a me apresentar ao “mundo agrícola”, o qual, eu me apaixonei e segui a diante neste ramo. Agradeço o carinho e incentivo que me foi dado.

À minha vó Luci, que sempre participou ativamente de todos os momentos, revelando o seu apoio, me incentivando e mostrando seu orgulho em cada etapa vencida da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, que me protege e dá forças em todos os momentos da minha vida, abrindo caminhos e indicando direções, mostrando que é só termos força de vontade e fazer por merecer que conseguimos alcançar os nossos objetivos.

Aos professores Cleber Kouri de Souza e Jamil de Moraes Pereira, pela paciência na orientação, por todos os ensinamentos e incentivo que me foi dado, tornando possível a conclusão desta monografia.

Às minhas amigas, que eu tive a honra de conhecer e fazer amizade, e estas que estiveram sempre presente nos momentos bons e ruins destes cinco anos de graduação: Isabella Labigalini, Fernanda Pereira Franco e Julia Claudiane da Veiga, o meu carinho, agradecimento e gratidão por todos os momentos divididos.

À minha prima Bruna Zanini Uzan que sempre esteve presente em minha vida, desde que nasci, dividindo comigo a moradia e tantos momentos de companheirismo, compreensão, ajuda e incentivo nestes anos de graduação.

Ao Engenheiro Agrônomo Érico Carneiro de Oliveira, pela confiança, disponibilidade de tempo e posterior amizade, em me auxiliar em vários trabalhos desenvolvidos nesta jornada de graduação e passar todo o seu conhecimento de campo, o que ajudou muito na minha formação profissional.

Gostaria de agradecer a inúmeras pessoas que estiveram presentes também nestes cinco anos de graduação, como funcionários e demais professores, que muitas vezes, com uma simples conversa ou incentivo, incentivaram a minha formação, fica aqui o meu agradecimento ao IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, em geral.

EPÍGRAFE

“Não importa aonde você parou...
Em que momento da vida você cansou...
O que importa é que sempre é possível e necessário “Recomeçar”.
Recomeçar é dar uma chance a si mesmo...
É renovar as esperanças na vida e o mais importante...
Acreditar em você de novo” [...]

Carlos Drummond de Andrade

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A cultura do feijoeiro	4
2.2. A cultura do feijoeiro no Sul de Minas Gerais e sua importância econômica	5
2.3. O nitrogênio (N) na cultura do feijoeiro	5
2.4. O potássio (K) na cultura do feijoeiro.....	7
2.5. Micronutrientes na cultura do feijoeiro	7
2.6. O uso de nutrientes foliares.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. Objetivo geral.....	9
3.2. Objetivos específicos.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.1. Caracterização da área experimental.....	10
4.2. Instalação e condução dos experimentos.....	11
4.3. Delineamento experimental	12
4.3.1. Tratamentos avaliados	13
4.4. Material genético.....	16
4.5. Variáveis analisadas	16
4.5.1. Características avaliadas em campo	16
4.6. Análise de dados	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÕES.....	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

RESUMO

A cultura do feijoeiro é uma das mais importantes para o estado de Minas Gerais, principalmente o cultivo sendo desenvolvido por pequenos produtores do Sul do estado, que necessitam de maiores informações sobre o efeito dos nutrientes no desenvolvimento da cultura. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de N e K no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo e a produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). O experimento foi implantado na fazenda do IFSULDEMINAS, em blocos casualizados com 6 tratamentos constituídos de T0=Testemunha, T1=Adubo foliar com micronutrientes, T2=Adubo foliar com micronutrientes + Nitrogênio líquido + Potássio líquido, T3=Adubo foliar com micronutrientes + Nitrogênio líquido, T4=Adubo foliar com micronutrientes + Potássio líquido, T5=Nitrogênio líquido + Potássio líquido com 4 repetições. Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, peso de 1.000 grãos, tamanho do grão e produtividade. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. As plantas de feijão, da cultivar IPR Tangará, não responderam significativamente a nenhum dos tratamentos analisados. É provável que o estado nutricional das plantas, promovida pela adubação via solo, tenha mantido uma concentração suficiente de micronutrientes, N e K exercendo regulação da sua absorção foliar, reduzindo sua eficiência. Para o crescimento vegetativo pôde-se observar sinais de fitotoxicidade com a paralização no desenvolvimento. Os resultados obtidos podem ser justificados devido a adubação de plantio e cobertura realizada e também a fixação biológica do N₂, essas práticas suprimiram a necessidade da cultura e não permitiram verificar o efeito das complementações foliares. Portanto, a cultura do feijoeiro não apresentou resposta às adubações foliares com N, K e micronutrientes quando adubadas também via solo.

Palavras chave: *Phaseolus vulgaris* L.; nutrição mineral; adubação foliar; produtividade.

ABSTRACT

The bean culture is one of the most important in the state of Minas Gerais, especially to the small producer located in the southeastern state, therefore, to have good results fertilization practices are necessary. In this way, with the objective of evaluating the effect of the application of liquid nitrogen and potassium, as foliar nutrients in vegetative and reproductive development, and its effect on productivity. The experiment was installed in the experimental area of the IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, using a randomized block design with 6 treatments consisting of T0 = Witness, T1= Foliar fertilization with micronutrients, T2 = Foliar fertilization with micronutrients + Liquid nitrogen + Liquid potassium, T3 = Foliar fertilization with micronutrients + Liquid nitrogen, T4 = Foliar fertilization with micronutrients + Liquid potassium, T5 = Liquid nitrogen + Liquid potassium, with 4 repeats. They were evaluated as the following agronomic characteristics: plant height, insertion height first pod, number of pods per plant, 1.000 grain weight, grain size and productivity. The results were submitted to variance analysis, by Scott Knott test at 5% significance. The bean plants, of grow IPR Tangará, didn't significantly respond to any of the treatments discussed. It is likely that the nutritional status of plants, promoted by soil fertilization, has maintained a sufficient concentration of micronutrients, nitrogen and potassium exercising control of its foliar absorption, reducing its efficiency. For vegetative growth could be observed signs of phytotoxicity with standstill in development. The results can be justified due to fertilization at planting and the hedging and also the biological fixation, these practices have supplied the crop needs evidenced by there is no favorable effect with foliar additions. Therefore, it is not recommended foliar supplementation with N, K and micro-nutrient in the bean crop when it receives the soil the indicated doses.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; mineral nutrition; foliar fertilization; productivity.

1. INTRODUÇÃO

O feijão é um atributo básico na dieta do brasileiro, além disso, é um antioxidante natural, contendo também proteínas, fibras, carboidratos, compostos fenólicos e vitaminas. Além desta importante função social, o feijão tem grande importância econômica para o nosso país, sendo o maior produtor e também, maior consumidor deste grão. Levando aos agricultores buscar o uso de tecnologias e novas formas de cultivo, garantindo assim, maior produtividade.

Para o Sul de Minas Gerais o cultivo deste grão, emprega cerca de 7 milhões de pessoas, por dia e por ciclo da cultura. Além do mais é o Estado que apresenta 15 % da produção total do país.

O feijão para o Brasil, além da importância nutricional, como citado anteriormente, possui também grande importância econômica, sendo o maior produtor mundial e o maior estado produtor é Minas Gerais, representando 15% da produção total do país. Esta cultura, que antes se limitava aos pequenos produtores, há tempos vem se destacando pelo interesse de produtores de outras classes do agronegócio, adotando o uso de tecnologias e técnicas mais atuais de cultivo.

Segundo o oitavo levantamento da Conab (2015) a safra nacional (3ª safra) 2014/2015 foi de quase 826 mil toneladas e pro estado de Minas Gerais a mesma safra foi de 195,3 mil toneladas. Já as estimativas para a safra nacional 2015/2016 será de quase 810 mil toneladas e para o estado de Minas Gerais 198,3 mil toneladas do grão.

Como pudemos notar, a previsão de produtividade nacional para a safra 2015/2016 é que seja menor do que a obtida na safra passada, principalmente devido ao ataque de pragas e doenças e do desequilíbrio nutricional que sofrem essas plantas, caso que pode ser sanado com disponibilidade de macro e micronutrientes de forma equilibrada.

Uma nutrição equilibrada é essencial para a sobrevivência e desenvolvimento completo de qualquer ser vivo, para as culturas agrícolas a falta de nutrição adequada resulta em deficiências nutricionais, o que acarretará em prejuízos no seu desenvolvimento, sendo alvos fáceis para entrada de pragas e doenças, resultando em perdas na produtividade e conseqüentemente, perdas econômicas.

Dentre os nutrientes que trabalhamos neste experimento, estão o nitrogênio e o potássio, os quais são os mais requeridos pela cultura e participam de importantes funções metabólicas e compostos estruturais no sistema da planta. Estes estão no rol dos 16 nutrientes que são classificados como nutrientes essenciais, ou seja, atendem a três critérios de essencialidade, são eles: 1- Na falta do nutriente a planta não completa o seu ciclo de vida; 2- O nutriente não pode ser substituído por outro, a deficiência, se ocorrer, é específica e; 3- O elemento deve estar envolvido diretamente na nutrição da planta.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio é o mais limitante no crescimento do feijoeiro, o qual pode ser aplicado às plantas de diversas formas, como é o caso da nutrição foliar, uma opção para a rápida absorção dos nutrientes pela planta. Apesar de o feijoeiro ser uma leguminosa e ter a capacidade de se associar a bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, este suprimento não apresenta níveis satisfatórios que supram toda a necessidade da cultura.

Resultados encontrados na literatura com relação à adubação nitrogenada, mostram que no estado de Minas Gerais, em 71 experimentos desenvolvidos, 28 destes, ou seja em 49% houve resposta negativa à aplicação do N, mostrando que as respostas encontradas são controversas (Vieira, 1998), necessitando de maiores estudos com épocas, doses e fontes de aplicação.

Além do nitrogênio, em necessidade da cultura, potássio é o nutriente que influencia ativamente no crescimento vegetativo das plantas, estando relacionado à ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, controle da abertura e fechamento dos estômatos, entre outras importantes funções.

A nutrição foliar é uma alternativa viável para complementar a adubação via solo, principalmente onde há muita imobilização e/ou lixiviação dos nutrientes aplicados, nesse sentido supre-se a necessidade nutricional da cultura, além de os nutrientes serem aplicados juntamente com os produtos fitossanitários, otimizando a mão de obra.

O feijoeiro apresenta sistema radicular superficial e reduzido ciclo de desenvolvimento, necessitando de contínua disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente em determinadas fases da cultura. Nesse sentido, ainda há carência de

resultados sobre o efeito da adubação com K, K e micronutrientes na forma foliar na cultura do feijoeiro.

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1.A CULTURA DO FEIJOEIRO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é originário do Continente Americano, e como outras espécies alimentícias, foi levado à Europa como planta para ornamentação, após o descobrimento da América. Estima-se que a domesticação tenha ocorrido anteriormente à data mencionada, porém não há evidências mostrando a transição do estado silvestre para o cultivado (Voysset, 2000). Este é uma planta da família Fabaceae, desenvolvendo-se entre 90 a 100 dias (Inforzato et al., 1964). O gênero *Phaseolus* compreende aproximadamente 55 espécies e apenas 5 são cultivadas, sendo elas: o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*); o *P. polyanthus*; o feijão Ayocote (*P. coccineus*); o feijão de lima (*P. lunatus*) e o feijão tepari (*P. acutifolius*) (Diniz, 2006).

Conhecido como sendo um dos componentes mais importantes da dieta brasileira em proteínas, carboidratos, minerais, fibras, vitaminas e compostos fenólicos agindo no organismo como antioxidante e auxiliando na redução de doenças (Embrapa, 2005).

O feijão para o Brasil, além da importância social, como sendo uma rica fonte de proteína para a população, este também tem importante função econômica. Esta cultura, que antes era limitada ao cultivo de pequenos agricultores, há tempos vem se destacando pelo interesse de produtores de outras classes do agronegócio, adotando o uso de tecnologias e técnicas mais atuais de cultivo (Yokoyama, 2002).

Segundo o oitavo levantamento da Conab (2015) a safra nacional de feijão total, está estimada em 3,4 milhões de toneladas e 1,1 % menor que a última temporada, este resultado se deve ao ataque de pragas e doenças, resultado do desequilíbrio nutricional das plantas.

O nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais exportados pelo feijoeiro, seguidos dos nutrientes cálcio, magnésio, enxofre e fósforo (Bulisani, 1987). O N e K são considerados

dois elementos indispensáveis ao desenvolvimento natural das plantas, pois estes participam de funções no metabolismo e de alguns compostos estruturais (Braga et al., 1984).

2.2.A CULTURA DO FEIJOEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O feijão, além de ser utilizado na alimentação, é um produto de grande importância econômico-social, principalmente pela mão-de-obra empregada no seu cultivo. No Estado de Minas Gerais são empregados cerca de 7 milhões de trabalhadores por dia-ciclo da cultura (Embrapa, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, e segundo o oitavo levantamento da Conab (2015) a safra nacional (3ª safra) 2015/2015 foi de 825,6 mil toneladas, já a estimativa para a safra 2015/2016 será de 809,7 mil toneladas. Para Minas Gerais, que está na classificação do segundo maior Estado produtor, estando atrás somente do Paraná, contribuindo com 17,3 %, da produção do país, a safra 2014/2015 foi de 195,3 mil toneladas e a estimativa para a safra 2015/2016 é de 198,3 mil toneladas (Conab, 2015).

2.3.O NITROGÊNIO (N) NA CULTURA DO FEIJOEIRO

O rendimento da cultura do feijoeiro pode ser afetado por diversos fatores, tais como: ataque de pragas e patógenos, métodos de cultivo, qualidade das sementes e fertilidade do solo. Dentre estes, a fertilidade do solo adequada para o desenvolvimento da cultura, porém deve-se destaque, principalmente em relação à oferta de nitrogênio e outros micronutrientes (Silva et al., 2003). Neste sentido, o nitrogênio já foi relatado como limitante à cultura do feijoeiro (Crusciol et. al., 2007).

As fontes de nitrogênio para o feijoeiro podem ser provenientes da mineralização da matéria orgânica do solo, dos fertilizantes aplicados via solo e foliar, além da contribuição biológica por bactérias fixadoras de N₂. Porém, as reações do nitrogênio no solo são muito dinâmicas, principalmente a nitrificação que resulta na formação de NO₃⁻ facilmente lixiviável. O uso de fertilizantes nitrogenados aumenta o custo de produção e pode contribuir para a poluição do meio ambiente. Nesse sentido, a contribuição da fixação biológica do N₂ por bactérias simbióticas, associativas e de vida livre pode favorecer o desenvolvimento do feijoeiro. Este fenômeno ocorre porque as bactérias fixadoras do N₂ são capazes de sintetizar

o nitrogênio (nitrogenase) responsável por catalisar e reduzir o N₂ a amônia e formas combinadas de nitrogênio utilizadas pelas plantas e organismos do solo. Já o nitrogênio atmosférico, que se apresenta em grande quantidade no ambiente, quase 80%, além de possuir forte ligação entre seus átomos, o que não favorece a quebra pelos vegetais, somente por alguns gêneros de bactérias e rizóbios, formando assim, uma associação com as plantas da família denominada Fabaceae, auxiliando na sua absorção e suprimento deste nutriente para estes vegetais (Pessoa et al., 2000).

Apesar de o feijoeiro ter a capacidade de se associar com bactérias e fixar o nitrogênio atmosférico, a inoculação somente, não tem apresentado níveis satisfatórios de produtividade (Buzetti et al., 1992).

Em estudos desenvolvidos por Arf et al. (1999), o nitrogênio é absorvido durante todo o ciclo da cultura, porém a época em que há maior exigência deste nutriente ocorre entre 35 a 50 dias após a emergência das plantas. Sendo assim, a disponibilidade deste nutriente à cultura deve ocorrer até antes do florescimento, sendo o período em que possibilita maior formação de vagens (Rosolem, 1996).

Dentre as funções do nitrogênio nas plantas, a síntese de clorofila é parte integrante desta molécula, além de participar da fotossíntese e, conseqüentemente sua deficiência nas plantas resulta em baixa concentração de clorofila, fonte de energia, na produção de carboidratos (Lopes, 1998).

Rosolem & Boaretto (1989) estudaram doses e épocas de aplicação de nitrogênio via foliar e constataram problemas com fitotoxicidade do N nas plantas, problema que pode ser resolvido com a escolha da fonte do nutriente, volume da calda, bico e horário da aplicação do produto.

Estudos realizados por Bulisani et al. (1973) indicaram que as adubações de nitrogênio aplicadas via solo e foliar não influenciaram os teores dos nutrientes nas folhas. Porém, devido ao baixo custo das aplicações foliares estas, podem, inclusive ser misturados a produtos fitossanitários se faz interessante a continuação do estudo, uma vez que o ensaio apresentou 26% a mais de produção em relação à testemunha.

2.4.O POTÁSSIO (K) NA CULTURA DO FEIJOEIRO

No cultivo do feijoeiro o potássio é o segundo elemento mais requerido, em quantidades elevadas, atrás apenas do nitrogênio. A quantidade necessária de potássio

absorvida pelo feijoeiro ocorre até os 40-50 dias após a emergência das plantas (Rosolem, 1996).

O potássio além de influenciar no crescimento das plantas, está relacionado à ativação de enzimas envolvidas na fotossíntese, na respiração, na turgidez das células, equilíbrio iônico, controle da abertura e fechamento dos estômatos, transporte dos carboidratos no floema, degradação e síntese do amido, resistência das plantas quanto às intempéries climáticas (como a geada e a seca), também à salinidade do solo e doenças (Gurgel et al., 2010).

2.5.MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO FEIJOEIRO

Os micronutrientes de plantas abrangem, entre outros, os trabalhados neste experimento que foram o cobalto, boro, cobre, magnésio, molibdênio e zinco, e são requeridos pelas plantas em quantidades pequenas, mas são extremamente importantes pois estão no rol dos nutrientes essenciais e na falta de um deles, a planta não completa o seu ciclo de vida.

Na literatura há poucos trabalhos sobre a resposta do feijoeiro à aplicação de micronutrientes. Como neste trabalho, a maioria dos experimentos analisou a mistura de micronutrientes, avaliando a presença ou ausência deles, tornando difícil a correlação dos resultados com os teores na planta e no solo. Porém, pouca atenção é dada para as interações envolvendo micronutrientes, os quais tem diversas funções nas plantas e também regulam a disponibilidade de outros nutrientes (Fageria, 2001).

Com relação aos micronutrientes, que vêm apresentado baixas respostas, com exceção do boro e o zinco, pois apresentam normalmente baixa disponibilidade nos solos do Brasil (Oliveira et al., 1982; Oliveira et al., 1996). As respostas com relação ao cobre e manganês têm sido menores, porém não exclui a necessidade em solos carentes, podendo limitar a produtividade (Oliveira et al., 1996). Já o molibdênio que vem sendo mais estudado ultimamente, nos resultados obtidos obteve respostas positivas com a aplicação via foliar, sendo este, um componente importante da enzima redutase do nitrato, sendo importante na absorção deste.

Para a cultura do feijoeiro, a absorção de nutrientes segue a seguinte ordem para macronutrientes: N>K>P>S>Ca=Mg, e micronutrientes: Zn>Fe>Mn>B>Cu (Barbosa Filho e Silva, 2000).

Em estudos realizados por Faria e Pereira (1998) utilizando a aplicação foliar de Mn e Zn, foi observado aumento nos teores foliares destes nutrientes. Houve também decréscimo no teor de P com a aplicação do Mg, principalmente na presença do Zn, concluindo Teixeira et al. (2003). Em trabalho realizado no São Francisco (submédio), com feijão irrigado, na aplicação de B, Cu, Mn e Zn não obteve-se resposta positiva (Faria e Pereira, 1998).

Devido o B e o Zn serem encontrados em baixos níveis no solo, estes são considerados os micronutrientes mais limitantes ao crescimento das plantas (Abreu e Abreu, 1998).

2.6.O USO DE NUTRIENTES FOLIARES

O uso de adubações foliares é uma alternativa para o suprimento de nutrientes às plantas, devido sua capacidade de absorvê-los pelas folhas (Rosolem, 1984). Assim, é comum utilizar-se das pulverizações foliares, principalmente em adição no tratamento fitossanitário, aliando menor gasto com mão de obra e custos na operação, tornando mais econômico o processo.

Devido o sistema radicular da cultura do feijoeiro ser superficial e o seu ciclo curto, esta cultura é considerada altamente exigente em nutrientes (Rosolem & Marubayashi, 1994), Desta forma, os nutrientes devem ser disponibilizados no local e tempo adequados.

De modo geral, a maioria das culturas exige em maiores quantidades os nutrientes no período em que há o início da fase reprodutiva, sendo maior ainda na fase de formação das sementes, pois, nesse período os nutrientes são, automaticamente, translocados para os órgãos de reserva, aonde são necessários na sua formação e desenvolvimento (Carvalho et al, 2000).

A utilização dos fertilizantes foliares, geralmente, destina-se a corrigir as deficiências de macro e micronutrientes, em complementação a adubação via solo, representando economia na utilização de adubos. A adubação foliar apresenta alta eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas, havendo maior aproveitamento reduzindo a perda por imobilização e lixiviação (Winter et al., 1963; Stoller, 1989).

3.OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GERAL

Avaliar a aplicação foliar de nitrogênio e carbonato de potássio no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a eficiência da utilização foliar de nitrogênio e carbonato de potássio, juntamente com o uso de adubos químicos granulados, via solo, freqüentemente utilizados e o seu efeito na produtividade e;
- Comparar a resposta nos diferentes tratamentos com e sem nitrogênio e com e sem carbonato de potássio, líquidos.

4.MATERIAL E MÉTODOS

4.1.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi conduzido no município de Inconfidentes MG, na área experimental da Fazenda do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Inconfidentes, MG. O município está situado a 940 m de altitude, a 22°18'47'' de latitude Sul e 46°19'54,9'' de longitude Oeste (FAO, 1985). O clima da região é do tipo temperado propriamente dito, ou seja, mesotérmico de inverno seco (Cwb). Apresenta temperatura média anual de 19,3°C e precipitação média anual de 1.411 mm (Brasil, 1992; FAO, 1985).

O solo da área do experimento foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico (Souza, 2015), destinada ao cultivo de milho e feijão (Figura 1).



Figura 1. Vista parcial da área destinada ao desenvolvimento do experimento, após o preparo convencional do solo. Inconfidentes, MG, 2015.

4.2. INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Foi instalado um experimento no mês de abril, correspondente ao final do plantio de feijão, das secas, na região.

O solo foi preparado de maneira convencional, sendo realizada uma aração a 30 cm de profundidade e em seguida, duas gradagens para destorroamento e nivelamento. A adubação de plantio e cobertura foi realizada de acordo com a análise de solo (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise de solo realizada na área.

pH em água	mg/dm ³			Cmol/dm ³					dag/dm ³				
	P	K	Al	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	V%	M.O.	m%	Ca/Mg	Mg/K
5,23	5,60	8,20	0,30	1,53	0,43	5,50	1,98	7,49	26,49	1,72	13,14	3,54	20,60

Desta forma, a adubação de plantio e cobertura do feijoeiro foi feita seguindo a recomendação proposta pela CFSEMG (1999) (Nível Tecnológico 4).

Para a adubação de plantio, utilizou-se 120 kg ha⁻¹ de Ureia, 695 kg ha⁻¹ de Superfosfato simples e 105 kg ha⁻¹ de Cloreto de potássio. A adubação de cobertura foi feita aos 20 e 30 DAE (dias após a emergência), aplicando-se 180 kg ha⁻¹ de Sulfato de amônio em cada aplicação.

Foi utilizado para o plantio uma densidade de semeadura de 17 sementes por metro linear para atingir uma população final de 240.000 plantas ha⁻¹ (Figura 2).



Figura 2. Semeadura da cultivar IPR – Tangará. Inconfidentes, MG, 2015.

O controle e prevenção de plantas espontâneas, pragas e doenças foram realizados de acordo com o manejo recomendado para a cultura (Fancelli; Dourado Neto, 2007), ou seja, o controle de plantas espontâneas foi feito com capina mecânica e procedeu-se com a aplicação, dos produtos registrados Comet® ($0,3 \text{ L.ha}^{-1}$) para o controle de doenças fúngicas e Curacron® ($0,7 \text{ L.ha}^{-1}$) para o controle de insetos e ácaros, das empresas BASF e Syngenta, respectivamente, nos estádios V1, R1 e R5. Foi observado ao longo do desenvolvimento da cultura, o ataque principalmente, de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e mosca branca (*Bemisia tabaci*).

4.3.DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Cada parcela foi constituída de quatro fileiras, com 3 (três) metros de comprimento cada, espaçadas entre si por 0,50 metro, sendo as duas linhas centrais consideradas úteis para efeitos de coleta de dados e observações excluindo-se 0,50 m, do início e fim de cada linha, como mostra abaixo a figura 1.

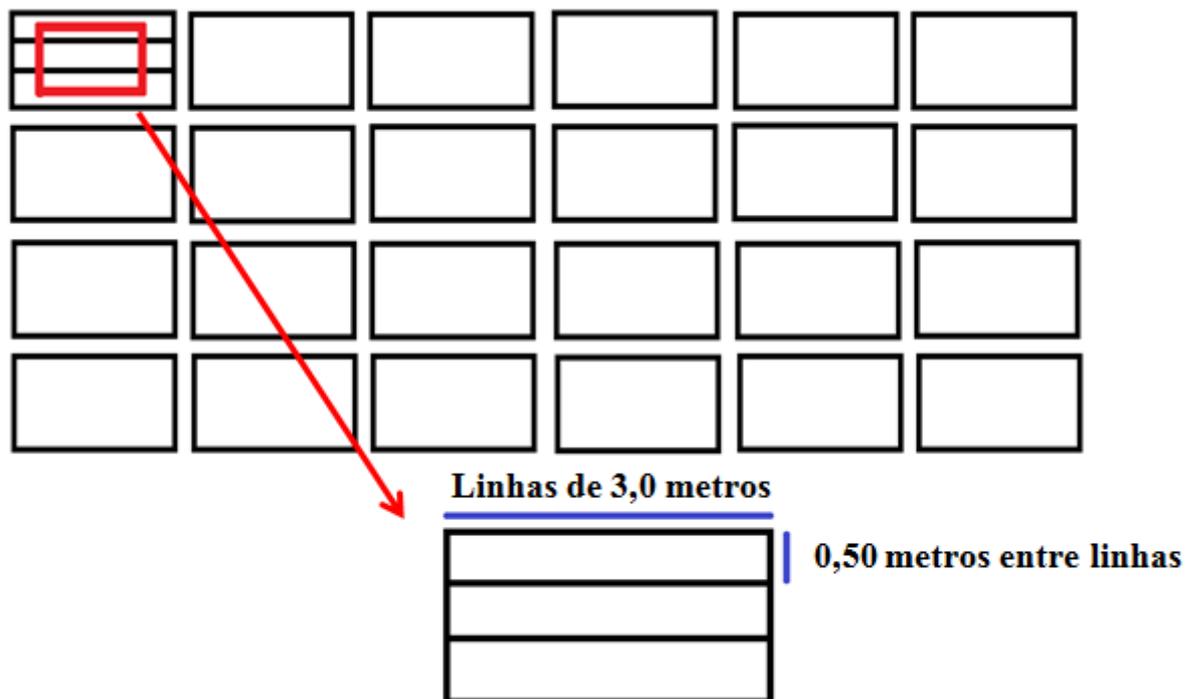


Figura 1. Ilustração representativa das parcelas em campo (delineamento em blocos casualizados), e área útil da parcela. Inconfidentes, MG, 2015.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados e os 6 tratamentos avaliados distribuídos em quatro repetições.

4.3.1. TRATAMENTOS AVALIADOS

T0 – Testemunha (somente recebeu as adubações via solo de plantio e cobertura e a aplicação dos produtos fitossanitários e controle de plantas daninhas);

T1 – Adubo foliar com nutrientes (Co, Mo, N, B, Zn, Mn e Cu):

- No estágio V3 da cultura: aplicação de 300 mL ha⁻¹ de Speed Marine CoMo[®];
- No estágio V4 da cultura: aplicação de 2 L ha⁻¹ de Aminospeed Cerrado[®] e;
- No estágio R5 da cultura: aplicação de 350 mL ha⁻¹ de Aminospeed Fertitop[®]

T2 – Adubo foliar com nutrientes (Co, Mo, N, B, Zn, Mn e Cu):

- No estágio V3 da cultura: aplicação de 300 mL ha⁻¹ de Speed Marine Como[®];
- No estágio V4 da cultura: aplicação de 2 L ha⁻¹ de Aminospeed Cerrado[®] e;
- No estágio R5 da cultura: aplicação de 350 mL ha⁻¹ de Aminospeed Fertitop[®]

+ Nitrogênio líquido:

- No estágio R7 e R8 da cultura, aplicação de 3 L ha⁻¹ de Aminospeed Vigor[®]

+ Potássio líquido:

- No estágio R7 e R8 da cultura, aplicação de 1 L ha⁻¹ de Qualyfol K320[®]

T3 – Adubo foliar com nutrientes (Co, Mo, N, B, Zn, Mn e Cu):

- No estágio V3 da cultura: aplicação de 300 mL ha⁻¹ de Speed Marine Como[®];

- No estágio V4 da cultura: aplicação de 2 L ha⁻¹ de Aminospeed Cerrado[®] e;

- No estágio R5 da cultura: aplicação de 350 mL ha⁻¹ de Aminospeed Fertitop[®]

+ Nitrogênio líquido:

- No estágio R7 e R8 da cultura, aplicação de 3 L ha⁻¹ de Aminospeed Vigor[®]

T4 – Adubo foliar com nutrientes (Co, Mo, N, B, Zn, Mn e Cu):

- No estágio V3 da cultura: aplicação de 300 mL ha⁻¹ de Speed Marine Como[®];

- No estágio V4 da cultura: aplicação de 2 L ha⁻¹ de Aminospeed Cerrado[®] e;

- No estágio R5 da cultura: aplicação de 350 mL ha⁻¹ de Aminospeed Fertitop[®]

+ Potássio líquido:

- No estágio R7 e R8 da cultura, aplicação de 1 L ha⁻¹ de Qualyfol K320[®]

T5 – Nitrogênio líquido:

- No estágio R7 e R8 da cultura, aplicação de 3 L ha⁻¹ de Aminospeed Vigor[®]

+ Potássio líquido:

- No estágio R7 e R8 da cultura, aplicação de 1 L ha⁻¹ de Qualyfol K320[®]

Tabela 1. Estádios de desenvolvimento do feijoeiro por Fernandez et al. (1982).

Estádio	Descrição
V0	Germinação
V1	Emergência
V2	Folhas primárias abertas
V3	Primeira folha trifoliolada aberta e plana
V4	Terceira folha trifoliolada aberta e plana
R5	Aparecimento dos primeiros botões florais – Pré-floração
R6	Primeira flor aberta – Floração
R7	Formação das vagens
R8	Enchimento dos grãos
R9	Maturação

Descrição de cada produto formulado utilizado nos tratamentos:

Speed Marine CoMo[®]: Fertilizante organomineral complexado com aminoácidos de algas marinhas. É recomendado visando o fornecimento de Molibdênio e Cobalto, contribuindo para uma fixação biológica de nitrogênio mais eficiente para as leguminosas.

<i>Garantias</i>	Co	Mo	D
p/p	1	10	1,33
(g/l)	13,3	133	

Aminospeed Cerrado®: Produto balanceado para o fornecimento de microelementos, em especial o Manganês e Zinco.

<i>Garantias</i>	N	B	Zn	Mn	Cu	COT	D
p/p	2,0	0,3	3,0	6,0	0,5	6,0	1,34
(g/l)	26,8	4,02	40,2	80,4	6,70	80,4	

Aminospeed Fertitop®: Bioestimulante vegetal com alta concentração de carbono orgânico, que ajuda na formação de mecanismo de auto-defesa das plantas.

<i>Garantias</i>	N	COT	D
p/p	6	18	1,25
(g/l)	75	225	

Qualyfol K320®: Produto que fornece grande quantidade de potássio na forma de carbonato de potássio 100% solúvel em pH neutro. O carbonato de potássio possui baixo índice salino, que torna a fonte de potássio mais adequada para aplicação foliar, potencializando a absorção.

<i>Garantias</i>	K ₂ O	D
%	22	1,40
(g/l)	308	

Aminospeed Vigor®: Produto organomineral que disponibiliza às plantas nitrogênio na forma nítrica, amoniacal e amídica.

<i>Garantias</i>	N	COT	D
p/p	22	6	1,25
(g/l)	275	75	

4.4.MATERIAL GENÉTICO

Para a realização do experimento foi utilizada a cultivar de feijão IPR Tangará, do grupo Carioca. Esta cultivar apresenta hábito de crescimento indeterminado, plantas de porte ereto com guias longas e ciclo médio de 87 dias e potencial produtivo médio de 3.326 Kg.ha¹. Possui resistência ao mosaico comum, murcha de *Curtobacterium*, murcha de *Fusarium*, ferrugem e resistência moderada ao oídio e mancha angular e apresenta suscetibilidade a antracnose e crestamento bacteriano comum. A apresenta tolerância intermediária a altas temperaturas e à seca durante a fase reprodutiva. O peso médio de mil sementes é de 290 g (IAPAR, 2015).

4.5.VARIÁVEIS ANALISADAS

4.5.1.Características avaliadas em campo

Neste trabalho foram analisadas as características agronômicas da cultura do feijão, sendo que todas seguiram padrões usualmente utilizados em campo, adotando-se procedimentos iguais para cada tratamento. Foram avaliadas as seguintes características:

- a) Altura da planta (AP): Esta medida foi realizada semanalmente, com auxílio de uma trena, medindo-se da superfície do solo até a última folha da planta. Foram avaliadas 20 plantas centrais de cada parcela.
- b) Altura de inserção da primeira vagem (AIPV): Esta medida foi realizada com o auxílio de uma trena, e na época em que ocorreu o aparecimento, foi medido, do nível do solo até a inserção da primeira vagem. Foram avaliadas 20 plantas centrais de cada parcela.
- c) Número de vagens por planta (NVP): Na colheita, foi contabilizado o número total de vagens das 20 plantas centrais de cada parcela e depois obtida a média, por planta.
- d) Número de grãos por planta (NGP): Na colheita, foi contabilizado o número total de grãos das 20 plantas centrais de cada parcela e depois obtida a média, por planta.

e) Peso de 1000 grãos: Na colheita, foram separados 1000 grãos, escolhidos aleatoriamente, colhidos das 20 plantas centrais de cada parcela e pesados utilizando balança analítica.

f) Produtividade (P): Na colheita, esta foi obtida colhendo-se os grãos de todas as 20 plantas da área útil de cada parcela e contabilizando, posteriormente os dados foram extrapolados para 1 hectare. Os dados de grãos foram expressos em kg.ha^{-1} e Sacas. ha^{-1}

4.6. ANÁLISE DE DADOS

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e a comparação de médias feita pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o Software SISVAR, Ferreira (2011).

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de feijoeiro, cultivar IPR Tangará, não responderam significativamente aos tratamentos avaliados. Verifica-se que as aplicações foliares contendo micronutrientes, sua mistura com N + K e a estes separadamente, não promoveram aumento no número de vagens em relação à testemunha que recebeu apenas a adubação via solo indicada para a cultura do feijoeiro segundo CFSEMG (1999) (Figura 1).

A fertilização via solo foi suficiente para o desenvolvimento do feijoeiro, impedindo que a aplicação dos tratamentos via foliar não mostrasse diferença significativa. Estudos realizados por Sá et al. (1982) indicaram que a aplicação combinada de N via solo e foliar não promoveu aumento do número de vagens/plantas.

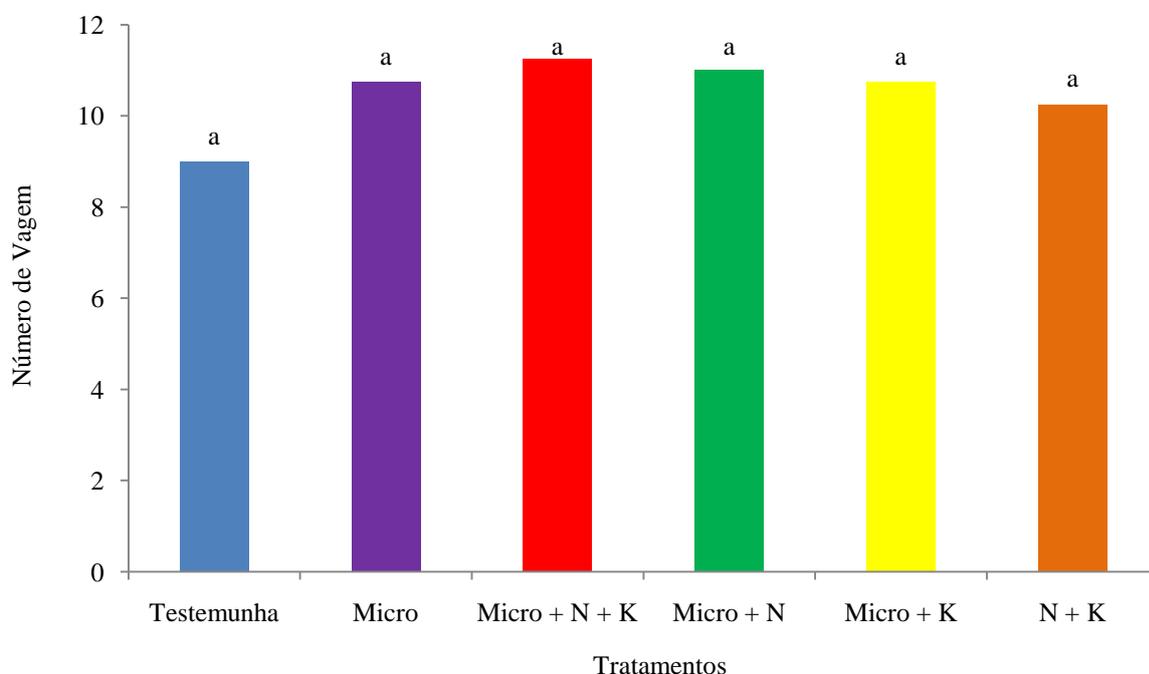


Figura 1. Médias de número de vagens por planta, em feijoeiro da cultivar IPR Tangará (Grupo Carioca), sob diferentes tratamentos. Inconfidentes - MG, Brasil, 2015.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.

No entanto, percebe-se uma ligeira tendência ao estímulo do aumento do número de vagens quando se complementa a fertilização foliar de N e K com micronutrientes.

Os resultados de altura de inserção da primeira vagem podem ser visualizados na figura 2, esta variável é um parâmetro importante, pois marca o início da fase de frutificação onde a exigência de nutrientes pela planta é maior, nota-se que mesmo com a complementação foliar com N, K, micronutrientes e suas combinações não houve diferença significativa.

Elias et al. (1999) afirmam que para se efetuar uma colheita mecanizada é importante que a primeira vagem seja mais alta, pois neste caso as perdas durante a colheita serão menores. A maior dificuldade existente nesta operação é a regulagem da colhedora mais rente ao solo.

Desta forma, a escolha de cultivares que apresentam maior altura de inserção da primeira vagem contribui para a implantação de um sistema de colheita mecanizada. Dentro as cultivares existentes no mercado, 50% delas são suscetíveis ao acamamento e apresentam altura de inserção de vagens entre 5,0 a 10,0 cm acima do solo, dificultando assim, o uso da colheita mecanizada (Alonço et al, 1997).

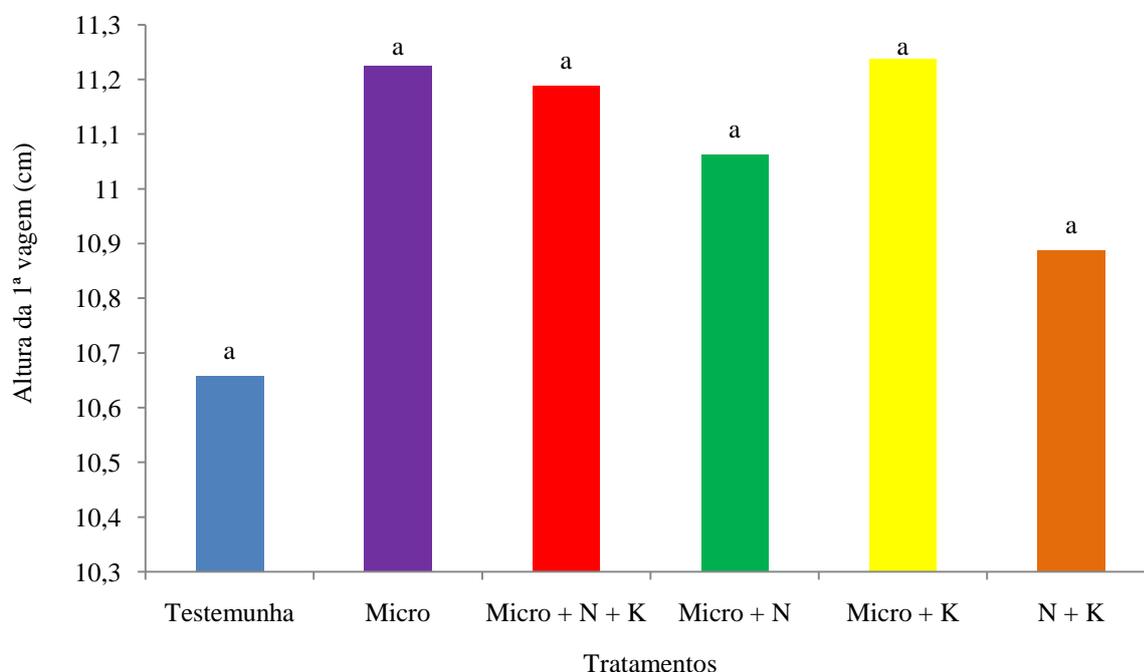


Figura 2. Médias de inserção da 1ª vagem, representadas em centímetros, em plantas de feijão da cultivar IPR Tangará (Grupo Carioca), sob diferentes tratamentos. Inconfidentes, MG, 2015.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.

Nas figuras 3 e 4 são apresentados os resultados das variáveis número e peso de grãos. Estas variáveis são as características que mais influenciam a produtividade do feijoeiro (Ramos Junior et al., 2005), mas, neste estudo, não foi verificada resposta significativa as aplicações de N, K, Micronutrientes e a combinação destes. No entanto, observa-se um leve efeito aditivo na produção do número de grãos por vagem quando se adiciona N + K com micronutrientes, seguido do tratamento só com a aplicação de micronutrientes, e, para a variável peso de grão nota-se uma tendência quando se aplica somente N + K, seguidos do tratamento completo (Micronutrientes + N + K) e Micronutrientes + N (Gráfico 4).

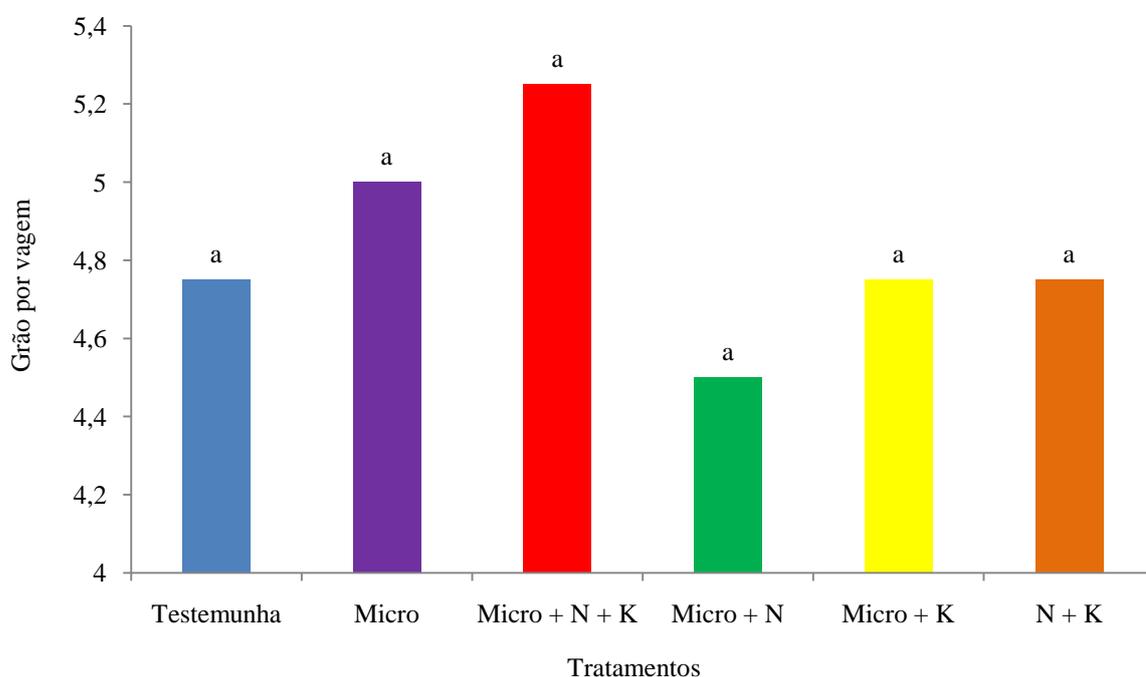


Figura 3. Médias de grãos por vagens, obtidas de plantas de feijoeiro da cultivar IPR Tangará (Grupo Carioca), sob diferentes tratamentos. Inconfidentes, MG, 2015.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.

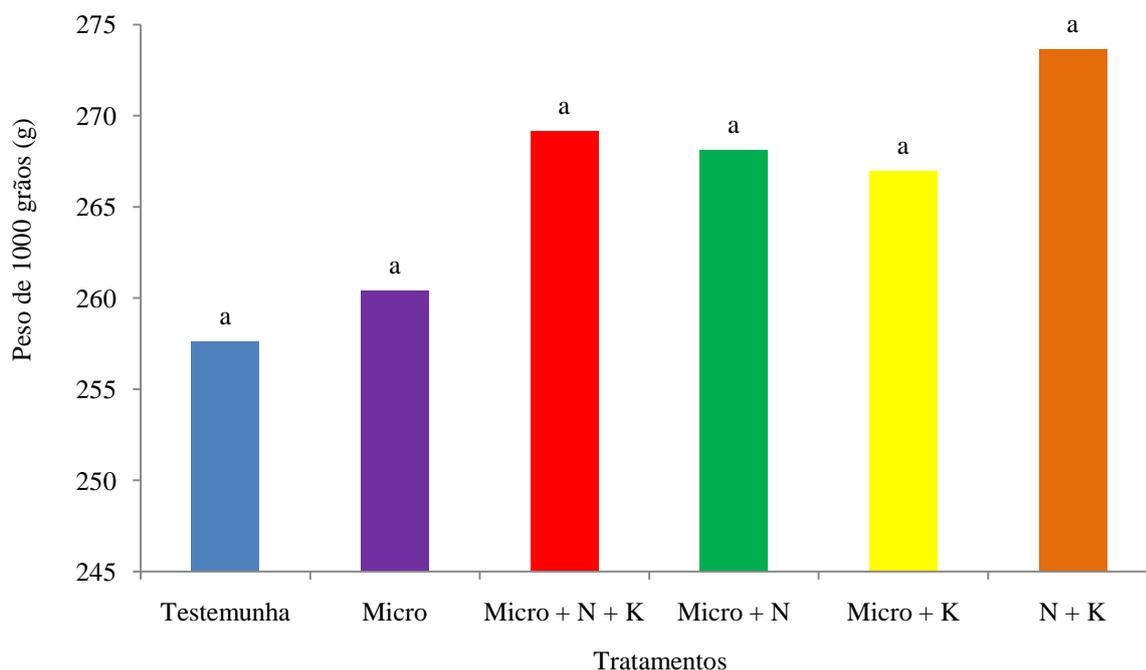


Figura 4. Peso de 1.000 grãos, escolhidos aleatoriamente da área útil de cada parcela, de plantas de feijão da cultivar IPR Tangará (Grupo Carioca), sob diferentes tratamentos. Inconfidentes, MG, 2015.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.

A falta de diferença estatística nos tratamentos analisados com a aplicação de N na forma de uréia sob cobertura no solo e via foliar também foi relatado por Almeida et al (2000) para as variáveis número de grãos e peso de grãos. Assim, o histórico da área de plantio, principalmente a fertilização utilizada no ano anterior, além da complementação da fixação biológica do N_2 já suprem a necessidade da cultura. Outro aspecto importante esta relacionado à dinâmica do N no solo que varia muito de um ano para outro, resultando em diferentes respostas (Cunha et al., 1980).

A produtividade do feijoeiro não foi superior a testemunha em nenhum dos tratamentos avaliados, embora os tratamentos com apenas micronutrientes e a aplicação de N + K mostrem uma tendência ao estímulo a produtividade (Figura 5).

Cunha et al. (1980) e Ambrosano et al. (1996) encontraram maior produtividade do feijoeiro com a aplicação de N, no cultivo de sequeiro e irrigado, respectivamente. É necessário ressaltar que a combinação da aplicação do N no solo e via foliar tem resultado mais efetivo do que a aplicação do nutriente somente via foliar. Já Rosolem et al. (1983) e Balducci Junior et al. (1984), não encontraram diferença significativa entre a adubação de

cobertura com N via solo e foliar sobre a produtividade. Assim, na cultura do feijoeiro, a produtividade de grãos está intimamente relacionada com algumas características agrônomicas, componentes da produção, tais como: número de grãos e de vagens por planta (Costa; Zimmermann, 1988). Nesse sentido, alguns resultados desses componentes da produção podem variar, dependendo de diversas condições, permitindo que ocorra a manutenção da estabilidade produtiva (Casquero et al., 2006).

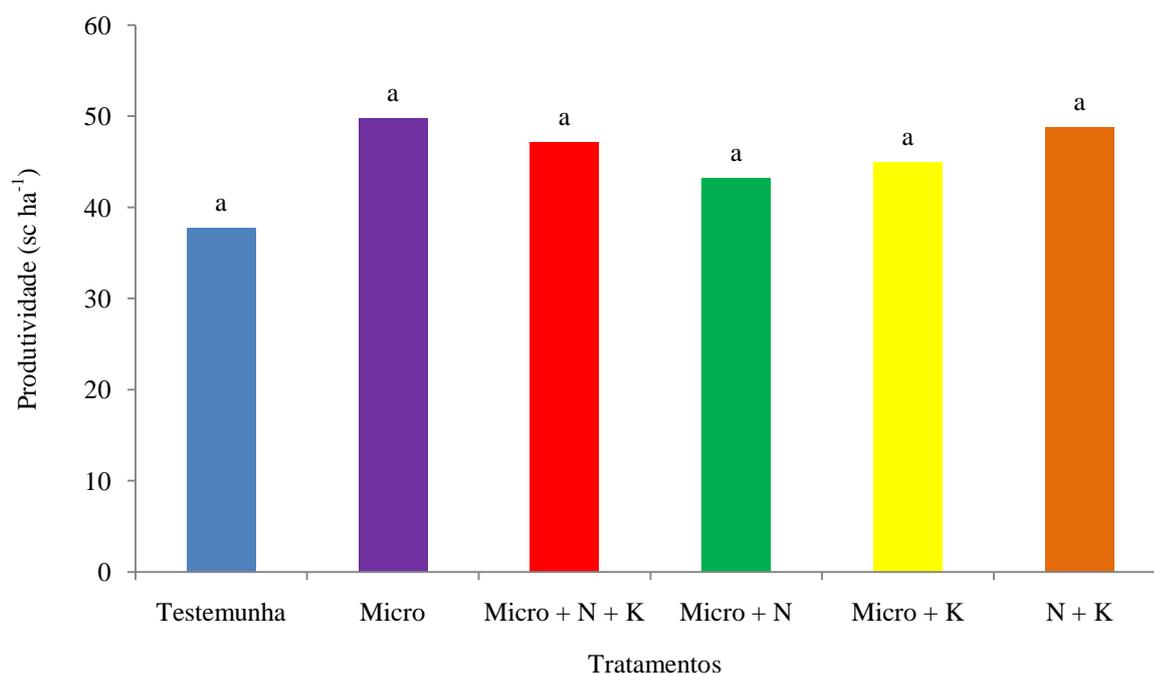


Figura 5. Produtividade obtida, em Sacas ha⁻¹, de feijoeiro da cultivar IPR Tangará (Grupo Carioca), sob diferentes tratamentos. Inconfidentes, MG, 2015.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.

Em estudos desenvolvidos por Ambrosano et al. (1996) foi observado diferentes respostas à aplicação de nitrogênio de um ano seguido do outro, esse resultado pode ser explicado pela planta do feijoeiro apresentar ciclo curto (90 a 100 dias) e o sistema radicular pouco desenvolvido, o que pode haver queda na produtividade se houver algum “stress” ou injúria às plantas durante o seu desenvolvimento (Rosolem & Boaretto, 1987). Outras variáveis estão relacionadas às respostas que as plantas de feijão podem apresentar com a aplicação de nutrientes. No caso do nitrogênio, Rosolem (1996) justifica que a planta responde à aplicação dependendo de diversos fatores, tais como: a cultivar, o clima, o solo, a cultura anterior, o teor de matéria orgânica existente no local de plantio, a irrigação utilizada, a

compactação e textura do solo, concluindo que o histórico da área é de extrema importância à resposta da aplicação de qualquer nutriente.

Na tabela 1 são apresentadas as médias das interações entre os tratamentos testados e altura de plantas ao longo das oito semanas avaliadas. Verifica-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos dentro de cada semana concluindo-se que não há efeito benéfico dos tratamentos para esta variável.

Tabela 1. Médias obtidas de altura de plantas de feijoeiro, medidos ao longo de oito semanas, à partir de 20 DAS (dias após a sementeira). Inconfidentes, MG, 2015.

Tratamentos	Semanas							
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
Testemunha	8,16Aa	11,55Aa	14,37Ab	16,36Ab	20,78Ac	23,43Ac	26,36Ad	29,74Ad
Micro	7,93Aa	12,01Ab	15,02Ac	17,20Ac	20,95Ad	23,66Ad	27,26Ae	30,02Ae
Micro + N + K	7,81Aa	11,68Ab	14,84Ac	16,90Ac	20,50Ad	22,87Ad	26,63Ae	29,85Ae
Micro + N	7,54Aa	11,70Ab	14,09Ab	16,12Ab	20,16Ac	22,56Ac	25,83Ad	28,91Ad
Micro + K	8,19Aa	11,94Ab	15,59Ac	17,85Ac	22,02Ad	25,01Ad	29,34Ae	33,01Ae
N + K	7,29Aa	11,40Ab	14,15Ac	15,95Ac	20,83Ad	23,47Ad	25,97Ae	28,87Ae

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

A partir desta variável, é possível quantificar o desenvolvimento vegetativo da cultura que pode nos oferecer informações a respeito de alguma fitotoxidez após aplicação dos tratamentos testados.

Observou-se que o crescimento da cultura, independente do tratamento aplicado, foi linear desde a primeira até a oitava semana de avaliação. Porém, houve estabilidade no crescimento (verificada por não haver diferenças estatísticas), na maioria dos tratamentos, nas 3^a e 4^a semanas e, posteriormente, nas 5^a e 6^a e 7^a e 8^a semanas.

Cabe ressaltar que as pulverizações ocorreram no estágio V3, V4 e R5, que coincide com as 3^a – 4^a, 5^a – 6^a e 7^a – 8^a semanas respectivamente. O fato de não haver diferença significativa dentro das semanas, sugere uma fitotoxidez associada a aplicações foliares reforçando a importância de não combinar suplementação a cultura quando a fertilização via solo for adequada.

Observa-se que tanto a testemunha quanto o tratamento com o complexo de micronutrientes + N foram os que obtiveram menor altura de plantas, reforçando ainda mais, a provável fitotoxidez que o excesso de N causou no sistema das plantas e a falta de nutrientes no caso da testemunha. A altura de plantas para o tratamento com micronutrientes + N

estabilizou da 2^a a 4^a semana, para à partir da 5^a semana voltar a crescer novamente e estabilizar entre a 5^a e 6^a e a 7^a e 8^a semanas, em que houveram as demais aplicações.

6.CONCLUSÕES

- 1-Não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados.
- 2- Os adubos organominerais aplicados via foliar não influenciaram significativamente o crescimento, desenvolvimento e produtividade do feijoeiro.
- 3- O baixo desenvolvimento vegetativo do feijoeiro pode ser indicativo de fitotoxidez causado pela fertilização via solo e foliar.
- 4- A aplicação foliar com micronutrientes, nitrogênio e potássio não se mostrou eficiente.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C.A. de; ABREU, M.F. de. Micronutrientes e metais pesados em solos: monitoramento de áreas agrícolas. Anais. FERTBIO 98, v. 1, p. 455, Caxambu-MG, 1998.

ALMEIDA, C.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.293-296, 2000.

ALONÇO, A. S.; ANTUNES, I. F. Semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando à colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 9, p. 919-922, 1997.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; AMBROSANO, G. M. B.; BULISANI, E. A.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A. L. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; DE SORDI, G. Efeito do nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, p.338-342, 1996.

ARF, O.; FERREIRA, E. C.; CARVALHO, M. A. C.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Efeito de doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999. p.790-793.

ARF, O.; FORNASIERI FILHO, D.; MALHEIROS, E. B.; SAITO, S. M. T. Efeito da inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Carioca 80. **Científica**, Joboticabal, v.19, p.29-38, 1991.

BALDUCCI JUNIOR, J. J.; ROSOLEM, C.; MACHADO, J. R. Adubação foliar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): III efeitos de NP e NPK. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.59, p.221-228, 1984.

BARBOSA FILHO, M.P.; SILVA, O.M. Adubação e calagem para o feijoeiro em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1317-1324, 2000.

BRAGA, J. M.; YAMADA, T. Uso eficiente de fertilizantes potássicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, DEP, 1984. p.291-321.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. **Normas climatológicas.** 1961 – 1990. Brasília 1992 84p.

BULISANI, E. A. (Coord.) **Feijão: fatores de produção e qualidade.** Campinas: Fundação Cargill, 1987, 326p.

BULISANI, E. A.; ALMEIDA, L. A. D.; DEMATTÊ, J. D. Observações preliminares sobre adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) I. **Bragantia**, Campinas, v.32, p.XIII-XVII, 1973.

BUZETTI, S.; ROMEIRO, P. J. M.; ARF, O.; SÁ, M. E. de; GUERREIRO NETO, G. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.1, n.1, p.11-19, 1992.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CASQUERO, P. A.; LEMA, M.; SANTALLA, M.; DE RON A. M. Performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Spain in the Atlantic and Mediterranean environments. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, n. 05, p. 1021-1032, 2006.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 5. ed. Lavras, 1999. 306 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira feijão safra 2014/2015: oitavo levantamento**, maio/2015. Acesso em 01 jun. 2015. Online. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_12_08_59_36_boletim_graos_maio_2015.pdf.

COSTA, J. C. G.; ZIMMERMANN, M. J. O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **A cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Potafós . 1988. p. 229-245.

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**, Viçosa, v. 31, p. 545-1552, 2007.

CUNHA, J.M.; GUAZZELLI, R.J.; DALL'ACQUA, F.M.; FERNANDES, D.C. Níveis de nitrogênio, na cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, p.47-52, 1980.

DINIZ, B. L. M. T.; **Apostila: Cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

ELIAS, A.I.; CAMARGO, J.R. de O.; ARBEX, M. Colheita mecanizada de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: FANCELLI A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo**. Piracicaba: Publique, 1999. p.102-107.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na região Sul de Minas Gerais**. Dezembro/2005. Acesso em 01 jun. 2015. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/>.

FAGERIA, V.D. Nutrient interactions in crop plants. *Journal Plant Nutrition*, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de feijão. 2. ed. Piracicaba: Livroceres, 2007. 386 p.

FAO. **Agroclimatological data for Latin América and Caribbean**. Roma, 1985. (Coleção FAO: Produção e Proteção Vegetal, v. 24).

FARIA, C.M.B. de; PEREIRA, J.R. Respostas de culturas irrigadas à aplicação de micronutrientes no submédio São Francisco. In: FERTIBIO 98, v.1, Caxambu, 1998. Resumos, Lavras, UFLA/SBCS/SBM. 863 p. 1998.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, p.1039-1042, 2011.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 41, n. 1, p. 18-28, 2010.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Principais características das cultivares de feijão com sementes disponíveis no mercado**. Acesso em 20 nov. 2015. Disponível em:
<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1363>

INFORZATO, R.; GUIMARÃES, G.; BORGONOV, M. Desenvolvimento do sistema radicular do arroz e do feijoeiro em duas séries de solo do Vale do Paraíba. **Bragantia**, Campinas, v.23, n.30, p.365-370, 1964.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Tradução e Adaptação. 2.ed. Piracicaba, Potafós, 1998. 177p.

OLIVEIRA, I.P. de; ARAÚJO, R.S. e DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAUA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (eds.). *Cultura do feijoeiro no Brasil*. Piracicaba, POTAFOS, p.169-221. 1996.

OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J.; CARVALHO, J.R.P. Efeitos de macro e micronutrientes na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em Latossolos Vermelho-Escuro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. **Anais**. EMBRAPA/CNPAF. p. 214-47. 1982.

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

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 01, p. 75-82, 2005.

ROSOLEM, C.A. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, Brasília, 1984. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p.419-449.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. cap.4., p.353-385.

ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. Adubação foliar do feijoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 2., Botucatu, 1987. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.449-512.

ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. **Avaliação do estado nutricional das plantas cultivadas**. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. (Ed.). Adubação foliar. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.117-144.

ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; KANTACK, R.A.D. Adubação foliar do feijoeiro. VI Efeitos de doses e épocas de aplicação de NPKS. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.58, p.305-314, 1983.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações Agrônomicas**, n.68, p.1-16, 1994. Encarte Especial.

SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; CONSTANT, E.A.; FRIZZONE, J.A.; SANTOS, P.C. Efeito da adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cultivar Carioca, cultivada em um solo sob vegetação de cerrado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA, CNPAF, 1982. p.161.

SILVA, M. V.; ANDRADE, M. J. B.; MORAES, A. R.; ALVES, V. G. Fontes e doses de molibdênio em duas **Adubação nitrogenada e molíbdica do feijoeiro 123** Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, v. 32, n. 1, p. 117-123, 2010 cultivares de feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 126-133, 2003.

SOUZA, C. K. **Caracterização físico-ambiental da fazenda-escola do IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes, MG**. 2015 (no prelo)

STOLLER, J. Adubação foliar em citros. **Laranja**, Cordeirópolis v.10, n.2, p.555-564, 1989.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM A.; ARAÚJO, G.A de A.; FONTES, R.L.F.; MOTA, J.H.; SILVA, A.G. Nutrição mineral do feijoeiro em função de doses de manganês e zinco. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 235-242, jul./dez. 2003

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

VOYSEST, O. V. **Mejoramiento genetic del frijol (*Phaseolus vulgaris*) legado de variedades de América Latina (1930-1999)**. CIAT n. 321. Cali, Colombia. 2000. 195 p.

WINTER, S.H.; BUKOVAC, M.J.; TUKEY, H.B. Advances in foliar feeding of plant nutrients. In: McVICKAR, M.H.; BRIDGER, G.L.; NELSON, L.B (Ed.) **Fertilizer technology and usage**. Madison: Soil Science Society of America, 1963. p.429-455.

YOKOYAMA, L. P. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 249-292.