

Johann Amaral Lunkes

**EFEITO DA ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR  
COM MACRONUTRIENTES SOBRE A CULTURA  
DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS – MINAS GERAIS

1993

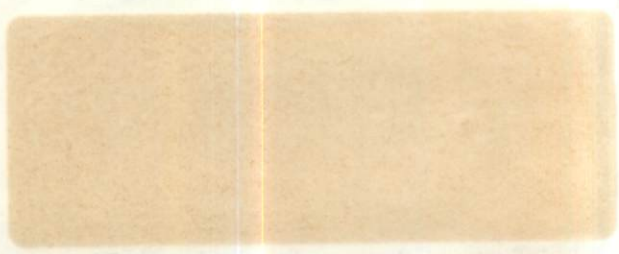
John A. Smith, London

DEPARTAMENTO DE POLICIA SUPLENIMENTAR  
MAGAZIN DE MATERIAIS DE CONSUMO  
POLICIA (Município de Vila Rica)

DESCARTADO

ASSINATURA

DATA 11/11/1971  
DEPARTAMENTO DE POLICIA SUPLENIMENTAR  
U. E. L. A.

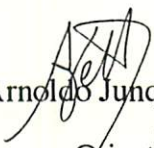


SECRETARIA DE POLICIA SUPLENIMENTAR  
DEPARTAMENTO DE POLICIA SUPLENIMENTAR

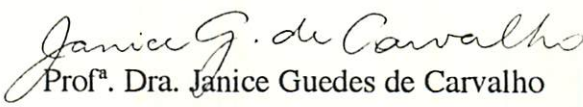
1971

**EFEITO DA ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR  
COM MACRONUTRIENTES SOBRE A CULTURA  
DO FEIJOEIRO(Phaseolus vulgaris L.)**

APROVADA: 25 de Outubro de 1993

  
Prof. Dr. Arnaldo Junqueira Netto

Orientador

  
Prof.ª. Dra. Janice Guedes de Carvalho

  
Antônio Nazareno Guimarães Mendes

A minha esposa

Renata,

e minha filhinha

Bárbara,

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, pela oportunidade de realização deste curso.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Arnaldo Junqueira Netto, pela orientação, apoio, incentivo e ensinamentos transmitidos.

A Professora Janice Guedes de Carvalho, pelas valiosas colaborações na orientação deste trabalho, atenção dispensada e conhecimentos recebidos.

Ao pesquisador da EPAMIG Antônio Nazareno G. Mendes, pela contribuição à análise estatística deste trabalho.

Ao Professor Messias José Bastos de Andrade pela colaboração e atenção dispensada.

A minha esposa Renata, pelo carinho, compreensão e abnegação, durante a execução deste curso.

Ao bibliotecário Luiz Carlos de Miranda pela revisão bibliográfica deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Solos da ESAL.

E a todas aquelas pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	03
2.1. Aspectos gerais da adubação foliar .....	03
2.1.1. Fontes de nutrientes utilizados para adubação foliar .....	06
2.1.2. pH da solução .....	08
2.1.3. Fitotoxidez da solução .....	08
2.2. Adubação foliar na cultura do feijoeiro .....	11
2.2.1. Demanda nutricional do feijoeiro, e épocas de aplicação de adubação foliar .....	14
2.2.2. Absorção, translocação e teor dos nutrientes nas folhas do feijoeiro .....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
4.1. Rendimento de grãos e seus componentes .....	29
4.2. Teor de nutrientes nas folhas .....	33
5. CONCLUSÕES .....	41
6. RESUMO .....	42
7. SUMMARY .....	44
8. LITERATURA CONSULTADA .....	45
APÊNDICE .....	55

## LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Eficiência do fornecimento de nutrientes via solo ou via foliar .....	3
2. Concentrações médias de algumas fontes que podem ser utilizadas após o diagnóstico de deficiência no campo, em aplicações foliares no feijoeiro .....	9
3. Níveis deficientes, adequados e tóxicos de nutrientes encontrados no tecido foliar do feijoeiro .....	21
4. Características químicas e físicas de amostra do solo da área experimental, coletado nas camadas de 0 - 20 e de 20 - 40 cm de profundidade, no município de Lavras, M.G., 1992 .....	23
5. Tratamentos utilizados no ensaio de adubação foliar suplementar com macronutrientes na cultura do feijoeiro, Lavras - M.G., 1992 .....	25
6. Adubos utilizados, teores dos nutrientes nos adubos, concentrações dos adubos na solução e quantidades de nutriente aplicados no ensaio de adubação foliar suplementar com macronutrientes na cultura do feijoeiro. Lavras - M.G., 1992 .....	25



## Quadro

## Página

7. Total precipitado (mm) e horário de ocorrência de chuvas nas 48 horas subsequentes às adubações foliares suplementares com macronutrientes na cultura do feijoeiro. Lavras - M.G., 1992/93 ..... 26
8. Resumo das análises de variância dos dados relativos a rendimento de grãos (g/parcela), peso médio de 100 sementes (g), número de vagens por planta e número de sementes por vagem . Lavras - M.G., 1993 ..... 29
9. Médias de rendimento de grãos, peso médio de 100 sementes, número de vagens por planta e número de sementes por vagem em função de diferentes adubações foliares suplementares na cultura do feijoeiro, cv. Carioca. Lavras - M.G., 1993 ..... 30
10. Resumo das análises de variância, coeficientes de variação, média geral e amplitude entre médias dos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv Carioca antes da primeira aplicação de adubação foliar suplementar com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993 ..... 34
11. Resumo das análises de variância, coeficientes de variação, média geral e amplitude entre médias dos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca antes da primeira aplicação de adubação foliar suplementar com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993 ..... 35
12. Resumo das análises de variância dos dados relativos aos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, considerando as três épocas de realização de análise foliar. Lavras, M.G., 1993 .. 36

## Quadro

## Página

13. Resumo das análises de variância dos dados relativos aos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, considerando as três épocas de realização de análise foliar. Lavras, M.G., 1993 .. 37
14. Resumo das análises de variância, coeficientes de variação, média geral e amplitude entre médias dos dados relativos aos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, considerando as análises foliares após a primeira e segunda aplicações . Lavras - M.G., 1993 ..... 38
15. Resumo das análises de variância, coeficientes de variação, média geral e amplitude entre médias dos dados relativos aos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, considerando as análises foliares após a primeira e segunda aplicações . Lavras - M.G., 1993 ..... 39

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1 Ocorrência de máxima velocidade de absorção radicular de macronutrientes pela cultura do feijoeiro, em dias após a emergência (DAE) .....	17

## 1. INTRODUÇÃO:

O feijão é um dos produtos agrícolas de mais alta expressão econômica e social, constituindo juntamente com o arroz, a base da alimentação do povo brasileiro.

A alta taxa de crescimento populacional em nosso país, torna necessário o desenvolvimento de novas técnicas culturais, bem como o aperfeiçoamento daquelas já existentes, visando a obtenção de altas produtividades na cultura do feijoeiro. Somente através disto, será possível atender as necessidades da população em relação a este alimento básico, além de proporcionar maior lucratividade ao produtor.

O uso da adubação foliar tem demonstrado sua importância e despertado interesse devido à rapidez e eficácia da absorção através das folhas, em relação à forma tradicional de aplicar os fertilizantes no solo.

Na cultura do feijoeiro, pode-se obter acréscimo de produção compensatório com o uso da adubação foliar suplementar, tornando esta prática economicamente viável. Além disso, o fornecimento suplementar de nutrientes através de adubação foliar seria de enorme importância prática, considerando-se que a cultura do feijoeiro necessita da aplicação frequente de defensivos e que a aplicação foliar de fertilizantes,

simultaneamente com esses defensivos, não oneraria em demasia os custos de produção.

Apesar das vantagens apresentadas, conhecem-se poucos trabalhos com adubação foliar suplementar para a cultura do feijoeiro, e via de regra, os resultados são inconsistentes ou às vezes contraditórios, mostrando a necessidade da realização de mais estudos para obtenção de melhores informações.

Diante disto, foi objetivo deste trabalho avaliar os efeitos da adubação foliar suplementar com N, P, K, Ca, Mg e S sobre o rendimento de grãos do feijoeiro e seus componentes, e sobre os teores de nutrientes nas folhas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos gerais da adubação foliar

O desenvolvimento da técnica de adubação foliar visa maximizar o aproveitamento dos nutrientes, evitando os fatores que interferem no seu aproveitamento a nível de solo e também a nível de planta (ALVAREZ, 1989).

No Quadro 1, extraído de ROSOLEM (1984), verifica-se que as quantidades de unidades de nutrientes que devem ser aplicadas via solo, são bem maiores que as aplicadas via foliar, mostrando maior eficiência de aproveitamento nesse último método.

QUADRO 1. Eficiência do fornecimento de nutrientes via solo ou via foliar.

Nutriente	Relação de eficiência(unidades)	
	Folha	Solo
Nitrogênio	1	: 1,5 a 2,0
Fósforo	1	: 4 a 30
Potássio	1	: 3
Magnésio	1	: 50 a 100

Apesar dessa maior eficiência de aproveitamento dos nutrientes, BOARETTO (1982) afirma que a adubação foliar tem por objetivo ser uma prática apenas corretiva, complementar, estimulante ou suplementar.

Segundo PRIMAVESI (1980), pretendeu-se utilizar a adubação foliar para substituir total ou parcialmente a adubação de base via solo, porém, a utilização desta prática para os macronutrientes é temerosa, pois como estes são exigidos em maiores proporções, requerem a aplicação de grande quantidade dos nutrientes. DAGHLIAN (1986) complementa ainda afirmando que, sendo assim, somente parte das necessidades da planta pode ser suprida dessa forma, passando a adubação foliar a ter um caráter complementar, que tem a finalidade de fornecer os nutrientes essenciais de acordo com as exigências nutricionais de cada etapa de vida dos vegetais. Ainda segundo o mesmo autor, o emprego como adubação estimulante ou suplementar representaria um investimento a mais, sendo então recomendado somente para culturas vigorosas de alta produtividade e portanto, sem carência nutricional.

De acordo com CAMARGO & SILVA (1975) o uso da adubação foliar suplementar apresenta as seguintes vantagens: confere maior resistência às plantas contra pragas, doenças, frio e seca e leva a aumento de produtividade altamente vantajoso para o produtor. Apesar destas vantagens, sua aplicação representa um investimento extra e como qualquer outro investimento, seu retorno precisa ser garantido.

✕ Para GARCIA & HANWAY (1976), na cultura da soja, uma adubação foliar suplementar aplicada no estágio reprodutivo deve conter N, P, K e S, que seriam os nutrientes que são translocados

para as sementes em maior quantidade. Neste caso, o objetivo não é suprir à planta nutrientes que encontram-se deficientes no solo, mas sim fornecer, a uma cultura em condições ideais de nutrição, os nutrientes na fase de "enchimento de grãos", pois existem evidências experimentais de que os fotossintatos produzidos ao serem canalizados prioritariamente para as sementes em desenvolvimento, translocariam os nutrientes aplicados das folhas para as sementes, evitando uma rápida senescência das folhas e mantendo alta taxa de fotossíntese por tempo maior, o que refletiria na produtividade de grãos.

NEWMANN (1982) afirma que a fertilização tardia não impede a senescência das folhas, mas confirma a possibilidade de ocorrência de aumento de produtividade através de adubação foliar suplementar quando a cultura encontra-se em solo com boas características físicas e químicas.

BORKERT et alii (1979) e BEN (1983) não verificaram efeito significativo da adubação foliar para a cultura da soja, tanto em substituição como em complemento ou suplemento à adubação de solo. PARKER & BOSWELL (1980), por sua vez, concluíram que a adubação foliar de N, P, K e S para a referida cultura não parece praticável para aumentos de produtividade, concordando com resultados obtidos por ROBERTSON et alii (1977) e KEOGH et alii (1979). Já GARCIA & HANWAY (1976), obtiveram aumentos de produtividade em soja através do uso da adubação foliar, mas verificaram que esses aumentos foram devidos a acréscimos no número de sementes e não no tamanho das sementes.

Embora a fertilização foliar apresente um alto



potencial para aumento de produtividade de grãos, HANWAY (1981) recomenda tal prática para culturas de grãos apenas em bases experimentais até que se tenha respostas mais concretas.

### 2.1.1. Fontes de nutrientes utilizados para adubação foliar

Para o nitrogênio as principais fontes utilizadas em aplicações foliares são a uréia, que é um composto orgânico sintético, os sais nítricos e os sais amoniacais (CAMARGO & SILVA, 1975), principalmente amônia anidra ou hidróxido de amônio e nitrato de amônio (FERNANDES, 1989). Entre todas as fontes, a uréia é a mais empregada (WITTWER et alii, 1965). Isso se deve ao seu alto teor de nitrogênio, alto grau de solubilidade, baixa corrosividade, menor injúria à folhagem das plantas quando comparada às demais fontes de N e à sua capacidade de facilitar a absorção de outros íons (THORNE, 1955; CARTWRIGHT & SNOW, 1962; HALLIDAY, 1961 e WITTWER et alii, 1965).

Segundo OSAKI (1991), a uréia é um dos compostos que a folha absorve mais rápida e intensamente, chegando a sua absorção a ser até vinte vezes mais rápida que a de outros compostos. De acordo com CAMARGO & SILVA (1975), para o fornecimento de nitrogênio via foliar a uréia é a melhor fonte.

Para a adubação foliar fosfatada tem-se como fontes mais comuns o ácido ortofosfórico, os fosfatos de amônio e os superfosfatos (CAMARGO & SILVA, 1975), sendo que o composto que penetra com maior velocidade nas folhas é o fosfato diamônico (DAP), que é também aquele que as folhas absorvem em maior quantidade (Bowling, 1963 citado por CAMARGO, 1970). Silberstein

& Wittwer (1951) e Yogaratan et alii (1981), citados por ROSOLEM (1992), afirmam que o  $H_3PO_4$  é absorvido mais rapidamente que outros compostos orgânicos e inorgânicos. FERNANDES (1989), indica como principais fontes de fósforo o ácido fosfórico purificado e o monofosfato de amônio (MAP) purificado.

Como principais fontes de potássio para aplicações foliares tem-se o sulfato de potássio, o cloreto de potássio (CAMARGO & SILVA, 1975 e FERNANDES, 1989) e o hidróxido de potássio (FERNANDES, 1989), sendo que as formas de sulfato, cloreto ou nitrato levam a uma mesma intensidade de absorção do nutriente (CAMARGO & SILVA, 1975). Já Chamel (1988), citado por ROSOLEM (1992), apresenta a seguinte ordem decrescente de absorção de sais potássicos, a qual obedece a ordem de solubilidade em água e as propriedades higroscópicas dos sais:  $K_2CO_3 > KCl - KNO_3 - KH_2PO_4 > K_2SO_4$ .

Para tratamentos foliares com cálcio, segundo ROSOLEM (1992), as fontes mais utilizadas são o nitrato de cálcio e o cloreto de cálcio, além de algumas formas quelatizadas. CAMARGO & SILVA (1975) recomendam como principal fonte o cloreto de cálcio e afirmam que o hidróxido de cálcio, embora não seja utilizado como fonte de cálcio pela sua insolubilidade, pode ser usado como agente protetor.

As principais fontes de magnésio são o sulfato de magnésio e o nitrato de magnésio (CAMARGO & SILVA, 1975). ROSOLEM (1992) apresenta o sulfato de magnésio como fonte mais tradicional do nutriente e aponta carregadores alternativos que seriam o óxido de magnésio, o cloreto, o nitrato e quelatos

(Mg-EDTA). O cloreto é mais eficiente que o nitrato de magnésio em função de sua maior higroscopicidade (Webster, 1985 citado por ROSOLEM, 1992), enquanto o óxido de magnésio causa menor fitotoxidez que o sulfato (Haub, 1986 citado por ROSOLEM 1992) .

O enxofre é normalmente fornecido às plantas através de defensivos sulfurados, geralmente sulfatos e sulfetos, e também como enxofre elementar, na forma de flor de enxofre (CAMARGO & SILVA, 1975).

### 2.1.2. pH da solução

O efeito do pH da solução sobre a absorção foliar de nutrientes é muito variável (OSAKI, 1991). Segundo FERNANDES (1989), o pH é de grande importância para a eficiência da fórmula utilizada, tanto no tocante ao aproveitamento dos nutrientes como em relação à compatibilidade e mistura com defensivos agrícolas. O referido autor afirma também que, em termos gerais, para a formulação completa a faixa ideal de pH estaria em torno de 4,5 a 5,0. Desta forma, na sua diluição para aplicação no campo, a calda iria permanecer com pH em torno de 5,5 o que facilitaria a absorção de fósforo, bem como da maioria dos fertilizantes e defensivos agrícolas.

### 2.1.3. Fitotoxidez da solução:

Segundo ROSOLEM & BOARETTO (1989), a aplicação via foliar, principalmente de nitrogênio, pode esbarrar no problema da fitotoxidez, que poderá ser minimizada com a escolha correta

do volume de calda e bico, assim como horário de aplicação e fonte de nutriente.

O horário de aplicação pode intensificar a fitotoxidez da solução, devendo-se evitar pulverizações nas horas mais quentes do dia. Para as condições brasileiras, no verão deve-se evitar pulverizar das 10 às 16 horas, podendo-se reduzir esta restrição ao horário de aplicação em dias ou regiões cujas temperaturas do ar sejam inferiores a 30° C (CAMARGO & SILVA, 1975).

Quanto à concentração, a uréia pode ser empregada até à concentração de 10%, independentemente das condições ambientais, e até mesmo 20% em aplicações feitas no começo da manhã (BOARETTO et alii, 1985 e NEPTUNE & MURAOKA, 1977).

De acordo com WILCOX & FAGERIA (1976) e FLOR (1971), podem ser empregadas na prática da adubação foliar, as recomendações contidas no Quadro 2.

**QUADRO 2. Concentrações médias de algumas fontes que podem ser utilizadas após o diagnóstico de deficiência no campo, em aplicações foliares no feijoeiro.**

Nutriente	Fonte	Concentração(%)
Nitrogênio	Uréia	0,5 - 1
Potássio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1
Magnésio	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	1

Fonte: WILCOX & FAGERIA (1976) E FLOR (1971)

A fitotoxidez da solução contendo N, P, K e S parece

ter sido um dos fatores mais limitantes no uso da adubação foliar suplementar com macronutrientes no estágio reprodutivo do feijoeiro, como mostram NEPTUNE & MURAOKA (1977), apesar dos autores associarem a fitotoxidez observada ao uso de nitrato de amônio na composição da solução de Hanway aplicada.

NEWMANN & GISKIN (1979) verificaram que teores excessivos de N, P, K e S levaram a uma senescência precoce das folhas em feijão e que a adição de cálcio à fórmula, apesar de aumentar a concentração de NPK nos grãos, propiciou produtividade bem menor devido à contribuição do sulfato de cálcio em aumentar o stress salino, a senescência e a exportação de nutrientes das folhas.

Em 1979, BORKERT et alii relacionaram 281 experimentos de adubação foliar na cultura da soja que não apresentaram aumento de produtividade ou queda de produtividade como consequência da queima ocorrida nas folhas, causada pela aplicação do adubo.

Aplicando N, P, K e S em soja, PARKER & BOSWELL (1980) verificaram que todos os tratamentos provocaram injúrias nas folhas, sendo os danos mais evidentes no final do ciclo das plantas. Além disso, todos os tratamentos pulverizados produziram menos que a testemunha.

De acordo com ROSOLEM (1984), no Brasil tem-se obtido resultados contraditórios quando se utiliza a fórmula N, P, K, S nas culturas do feijão e da soja, sendo a fitotoxidez uma das principais limitações ao uso da adubação foliar suplementar com macronutrientes, pois diminui a área foliar em consequência da

queima ocorrida e anula os eventuais benefícios em termos de taxa e duração da fotossíntese .

## 2.2. Adubação foliar na cultura do feijoeiro

Do ponto de vista nutricional, o feijoeiro é uma cultura que apresenta particularidades muito importantes como ciclo curto e sistema radicular pouco profundo (ROSOLEM & BOARETTO, 1989). Apesar destas características limitantes à sua nutrição demonstrarem o potencial do uso da adubação foliar para esta cultura, segundo DAGHLIAN (1986) são relativamente poucos os trabalhos realizados com relação à adubação foliar do feijoeiro.

A utilização da adubação foliar como complemento à adubação tradicional deve ser melhor estudada, em função das características peculiares da planta do feijoeiro, bem como em função da maior eficiência da utilização dos nutrientes, aplicados via foliar, pelo feijoeiro, em relação à adubação tradicional via solo (ROSOLEM & BOARETTO, 1989).

Bullisani et alii (s. d.), citados por TRANI (1979), obtiveram aumento de 7,5% na produtividade de grãos ao utilizarem adubação de solo e foliar, quando comparado com a utilização de adubos apenas no solo.

Estudando o efeito da aplicação foliar de nitrogênio, MACHADO et alii (1982) não encontraram aumento significativo, apesar de notarem uma tendência de aumento na produção de grãos em relação à testemunha. DAGHLIAN (1986) encontrou resultados semelhantes, porém os atribuiu a uma boa fixação biológica de N, que foi medida durante o experimento.

Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação foliar do produto comercial YOGEN 30-10-10 (NPK) + Mg e micronutrientes, BULLISANI et alii (1973a), realizaram adubação normal de solo e, em ausência da mesma, uma, duas ou três aplicações foliares quinzenais, à partir de 25 dias após a sementeira, até o início do florescimento. Não foi verificada diferença significativa de produtividade entre a testemunha (sem adubação de solo e foliar) e os tratamentos que receberam adubação foliar, independentemente do número de aplicações. Apesar disso, os tratamentos que receberam adubação foliar produziram, em média, 26% a mais do que a testemunha. O tratamento que recebeu adubação normal de solo apresentou produtividade 41% superior à média dos tratamentos que receberam adubação foliar e 78% maior que a da testemunha; entretanto, essa produtividade não diferiu significativamente daquela do tratamento que recebeu três aplicações foliares.

Avaliando vários produtos comerciais (NPK + Ca, Mg e micronutrientes), BULLISANI et alii (1973b) realizaram aplicações foliares aos 20, 31 e 47 dias após a emergência do feijoeiro e obtiveram, para o produto ENVY 10-20-10 que mostrou-se mais eficiente, um aumento de produtividade na ordem de 18% em presença da adubação básica de solo. Apesar dos autores não discutirem o fato, é importante salientar que o produto Ouro Verde n<sup>o</sup> 3, 25-15-10 reduziu a produtividade mesmo na presença da adubação básica do solo.

PARRA & VOSS (1979) verificaram que a adubação foliar com NPK proporcionou aumento de produção apenas na ausência da adubação mineral básica no solo.

Aplicando de 5 a 25% da adubação básica recomendada através da adubação foliar, GISKIN et alii (1984) não encontrou diferenças significativas de produção.

Realizando aplicações foliares no início da formação de grãos e 10 dias após, com NPKS, NEPTUNE & MURAOKA (1980) conseguiram apenas uma tendência de aumento na produção em plantas que receberam adubação básica de solo.

Entretanto, nem todos os trabalhos, fornecem resultados negativos para a adubação foliar. MURAOKA & NEPTUNE (1980), por exemplo, observaram aumentos significativos de produtividade quando aplicaram os adubos no início do florescimento e 10 dias após, utilizando soluções de polifosfato de potássio, superfosfato triplo, uréia e Yogen. É importante salientar que este trabalho foi realizado em solo de baixa fertilidade.

ROSOLEM et alii (1983a) obtiveram respostas lineares, quando foram aplicados até 30 litros de 10-1-10-2 (NPKS)/ha, via foliar, durante a fase vegetativa das plantas, juntamente com doses de até 60 litros de 5-1-5-1/ha aplicado no florescimento, apresentando aumentos de produtividade na ordem de 22%. Já a fórmula comercial 22-12-8, utilizada nas doses de 8, 16 e 32 l/ha não proporcionou qualquer resposta do feijoeiro em termos de produtividade (ROSOLEM et alii, 1983b).

AÑEZ & TAVIRA (1985) não encontraram diferenças significativas entre tratamentos, que receberam NPKS + micronutrientes via solo, via foliar ou de ambas as formas. Não houve diferença entre tratamentos, mas a adubação foliar acrescentou 600 Kg/ha ao rendimento da testemunha (sem adubação via solo e via foliar).



Em condições de campo, BOARETTO et alii (1987) não encontraram resposta do feijoeiro a cálcio quelatizado. Para CAMARGO & SILVA (1975), em virtude da baixa mobilidade do cálcio na planta, sua aplicação foliar não apresenta efeitos, a não ser em casos muito raros.

Comparando o cultivo da "seca" e o cultivo das "águas", ROSOLEM et alii (1982) não obtiveram resultados significativos em ambas as épocas, porém houve tendência de resposta mais positiva à adubação foliar na época da "seca", concordando com resultados de MACHADO et alii (1980).

Realizando aplicações foliares com NPK + Mg, S, B e Zn na época da "seca", LANA (1991) não observou efeito significativo de doses de adubo foliar, divididas em quatro aplicações totalizando 0, 225, 450, 675 e 900 l da solução/ha. Já na época das "águas" houve efeito linear das doses de adubo foliar sobre o peso de 100 grãos, o peso total das plantas e o índice de colheita. Entretanto, estes efeitos não causaram aumentos significativos de produtividade.

### **2.2.1. Demanda nutricional do feijoeiro, e épocas de aplicação de adubação foliar**

O crescimento do feijoeiro é inicialmente muito lento e só à partir do vigésimo dia é que a taxa de crescimento torna-se mais intensa, atingindo o máximo quando alcança a idade de 55 a 70 dias. Após esta idade começam a prevalecer os fenômenos de translocação, em substituição ao de absorção (OLIVEIRA & THUNG,

1988). Para a cultivar Carioca, ALMEIDA & BULLISANI (1980) observaram que o processo de absorção de nutrientes pelas raízes é crescente até 50 dias, atingindo o máximo entre 50 e 60 dias e, à partir deste estágio, inicia-se uma fase decrescente de absorção.

Os mesmos autores afirmam que, em termos de matéria fresca, o feijoeiro desenvolve-se muito pouco até os 10 dias após a germinação, sendo a taxa de absorção de fósforo e potássio muito pequena nesta fase, enquanto a de nitrogênio é crescente à partir da germinação. HAAG et alii (1967) afirmam que a planta absorve todo o nitrogênio, potássio e cálcio de que necessita nos primeiros 50 dias após a germinação, e que o Mg e o S são absorvidos até os 70 e 60 dias, respectivamente. Para o fósforo não foi verificada época preferencial de absorção. Foi observada a seguinte sequência de absorção, em ordem decrescente: nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, magnésio e fósforo.

GALLO & MIYASAKA (1961) e COBRA NETTO et alii (1971), afirmam que o máximo de absorção radicular de macronutrientes se dá em torno de 56 dias após a sementeira.

Segundo ROSOLEM (1987) a máxima velocidade de absorção de nitrogênio pelo feijoeiro ocorre durante o florescimento, atingindo de 2,0 a 2,5 Kg/ha/dia para produções acima de 1000 Kg/ha. Ele afirma também que à partir do florescimento, além da absorção de nitrogênio do solo para os grãos, ocorre migração do nitrogênio das folhas para os grãos, concordando com GALLO & MIYASAKA (1961) ao afirmarem que nos órgãos vegetativos os teores de nitrogênio tendem a decrescer com a idade da planta. ROSOLEM (1987) estimou ainda que apenas 40% do nitrogênio dos grãos do

feijoeiro teriam sido previamente acumulados pela planta; assim, os outros 60% dependeriam da absorção tardia do nutriente.

Para o fósforo, ROSOLEM & BOARETTO (1989) afirmam que apesar da planta de feijoeiro apresentar absorção deste nutriente até o final do ciclo, à partir do florescimento há migração de fósforo das folhas para as vagens. Entretanto, como ROSOLEM (1987) estimou que este processo contribui com apenas 15% do fósforo acumulado nos grãos, verifica-se a necessidade de haver um suprimento contínuo do mesmo ao feijoeiro.

Com relação ao potássio, a cultura apresenta dois períodos de demanda acentuada: na diferenciação dos botões florais e no final do florescimento/formação de vagens. Como o potássio absorvido até esta época vai quase totalmente para as folhas e como a absorção até o final do ciclo torna-se insignificante, pode-se concluir que praticamente todo o potássio contido nos grãos do feijão foi remobilizado à partir das folhas da planta (ROSOLEM, 1987).

De modo geral, os teores de nitrogênio, fósforo e potássio na planta, são mais elevados por ocasião do florescimento e formação dos frutos, decrescendo com o aumento do peso das plantas (GALLO & MIYASAKA, 1961). Segundo HAAG et alii (1967), ocorre um decréscimo dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas da planta madura à partir da formação de vagens, o que sugere a ocorrência da translocação destes elementos. A percentagem de cálcio aumenta, com o desenvolvimento da planta, principalmente nas folhas, indicando em parte, a falta de redistribuição interna do elemento. O mesmo autor afirma que a

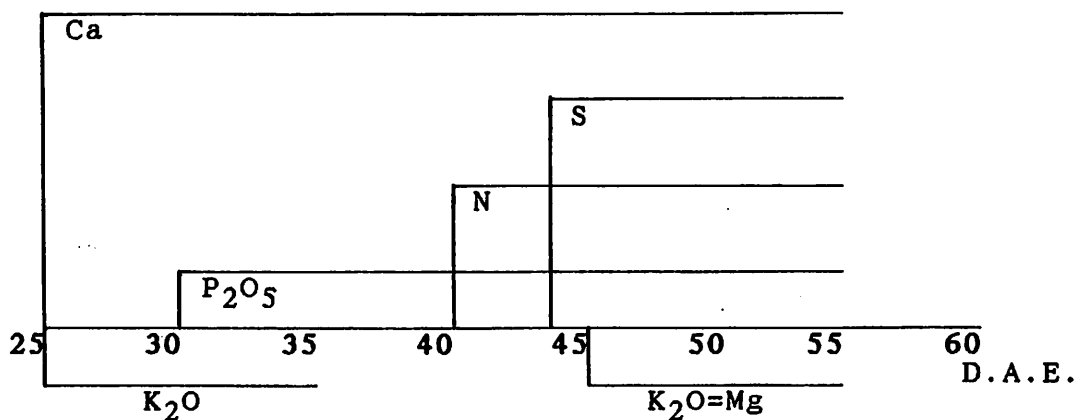
concentração de Mg e S nos tecidos apresenta-se constante, com uma leve flutuação durante todo o ciclo do feijoeiro.

A absorção de cálcio pelo feijoeiro é máxima desde antes do florescimento (botões florais visíveis) até o final do florescimento, quando praticamente todo cálcio já foi absorvido pela planta (ROSOLEM, 1987).

A figura 1 apresentada por JUNQUEIRA NETTO (1991) representa a marcha de absorção radicular dos nutrientes pelo feijoeiro (máxima velocidade de absorção).

Como pode-se observar, o autor afirma que a absorção máxima de magnésio ocorre entre os 45 e 55 dias após a emergência e para o enxofre essa absorção é máxima entre 42 e 55 dias. Ele afirma ainda que o período crítico nutricional para o feijoeiro

**FIGURA 1. Ocorrência de máxima velocidade de absorção radicular de macronutrientes pela cultura do feijoeiro, em dias após a emergência (DAE).**



encontra-se entre 45 e 55 dias após a emergência das plantas, o que corresponde ao período de maior floração.

As épocas de máxima absorção de nutrientes apresentadas sugerem que as fases adequadas para a aplicação da adubação

foliar suplementar correspondem ao início da diferenciação floral, a qual antecede o período de maior demanda para a maioria dos nutrientes, e durante o pleno florescimento, que corresponde ao referido período, como foi apresentado na Figura 1.

Para OSAKI (1991), a época ideal de aplicação foliar é quando a planta demonstra a necessidade de nutrientes, o que, em geral, ocorre antes do florescimento e no início do florescimento nas culturas anuais.

MALAVOLTA (1974), apesar de não mencionar os adubos e dosagens utilizadas, afirma que em cultura do feijoeiro aplicações foliares feitas no início da formação de grãos tiveram bons resultados e, quando feitas no início da floração os nutrientes aplicados mostraram-se capazes de reduzir a queda de botões florais. Uma segunda aplicação 2-3 semanas depois, promoveu o desenvolvimento de todas as sementes da vagem. MACHADO et alii (1982) e ROSOLEM et alii (1982) observaram aumentos no peso de 100 sementes do feijoeiro quando aplicaram nitrogênio via foliar após o florescimento da cultura.

OSAKI (1991), citando Malavolta (1979), indica as seguintes épocas de aplicação dos adubos foliares e formulações NPK correspondentes, para leguminosas: Crescimento 1-1-1, Florescimento 1-2-1 e Frutificação 2-1-2.

Segundo ROSOLEM & BOARETTO (1989), as aplicações até a época do florescimento podem provocar aumento no número de grãos por vagem e número de vagens por planta, assim como pequenos aumentos no peso de 100 grãos, ao passo que adubações posteriores tem potencial para aumentar o peso de 100 grãos. Porém, os

autores salientam que os incrementos por eles obtidos foram pequenos e nem sempre se conseguiu significância estatística entre as diferenças observadas experimentalmente.

BALDUCCI JUNIOR et alii (1980) não obtiveram aumentos significativos de produção, ao aplicar de 0 a 48 l de 10-30 (NP)/ha ou 15-7-10 (NPK)/ha parcelado em quatro vezes. Já ROSOLEM et alii (1983), obtiveram aumentos significativos de produção ao aplicar até 30 litros de 10-1-10-2 (NPKS)/ha na fase vegetativa juntamente com até 60 litros de 5-1-5-1/ha no florescimento.

### 2.2.2. Absorção, translocação e teor de nutrientes nas folhas do feijoeiro

Em geral, os nutrientes aplicados às folhas são absorvidos com muita rapidez, assim como são translocados para outras partes da planta (OSAKI, 1991).

Segundo DAGHLIAN (1986), o nitrogênio aplicado às folhas do feijoeiro é rapidamente absorvido, tendo observado que 2 horas após a aplicação 50% do nitrogênio aplicado já havia sido absorvido. A autora verificou ainda que a maior parte do nitrogênio absorvido via foliar foi translocado para os grãos, mesmo quando essa aplicação foi realizada no início do ciclo (20 dias após a emergência).

Para o fósforo, CARTWRIGHT & SNOW (1962) afirmam que 50% do elemento aplicado são absorvidos entre 30 horas e 6 dias pelas folhas do feijoeiro. BOARETTO et alii (1986), aplicando soluções de fósforo e enxofre durante o florescimento do feijoeiro, constataram que aproximadamente 50% de ambos os

nutrientes foram absorvidos após 16 horas. A translocação dos mesmos teve início 8 horas após a aplicação da solução, sendo que 7 dias após a aplicação um terço do fósforo e enxofre absorvidos já haviam sido translocados das folhas para outras partes da planta.

As folhas do feijoeiro absorvem 50% do potássio aplicado em 1 a 4 dias (CAMARGO & SILVA, 1975). Os mesmos autores afirmam que o cálcio pulverizado à folhagem é rapidamente absorvido, mas muito pouco translocado, saturando logo os tecidos adjacentes ao local de aplicação. As folhas de feijão absorvem 50% do cálcio a elas aplicado por aspersão em 4 dias. Em experimento realizado por BOARETTO et alii (1983), 50% do cálcio aplicado via foliar foi absorvido em 2 horas e a translocação do cálcio absorvido apresentou-se insignificante mesmo após um período de 15 dias. É importante observar que o cálcio absorvido, apesar de ser considerado imóvel, é inicialmente transportado para as regiões em formação do vegetal (OSAKI, 1991).

ROSOLEM (1984) apresenta como sendo de 10 a 24 horas o tempo necessário para a absorção de 50% do magnésio aplicado nas folhas das culturas em geral.

Crocomo & Menard (1961), citados por CAMARGO (1970), mostraram que o rádio enxofre na forma de sulfato é totalmente absorvido pelas folhas em 48 horas e que cerca de 1/3 do enxofre assim absorvido é translocado para os demais órgãos da planta, principalmente folhas novas.

Quanto aos teores de nutrientes nas folhas do feijoeiro, os níveis considerados deficientes, tóxicos e

adequados são apresentados no Quadro 3, extraído de WILCOX & FAGERIA (1976).

**QUADRO 3. Níveis deficientes, adequados e tóxicos de nutrientes encontrados no tecido foliar do feijoeiro.**

Elemento	Deficiente	Adequado	Tóxico
N(%)	< 2,5	2,80 - 6,00	
P(%)	< 0,2	0,25 - 0,50	
K(%)	< 1,5	1,80 - 2,50	
Ca(%)	< 0,5	0,80 - 3,00	
Mg(%)	< 0,2	0,25 - 0,70	
Fe (ppm)	< 50	100 - 450	> 500
Zn (ppm)	< 15	20 - 100	> 200
Mn (ppm)	< 20	30 - 300	> 500
B (ppm)	< 20	30 - 60	> 200
Cu (ppm)	< 5	10 - 20	> 30

Para o enxofre, COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA (1991) indica 0,5 a 1,0 % como teores foliares considerados adequados para a cultura do feijoeiro.

BULLISANI et alii (1973a), ao realizarem adubações foliares contendo NPK, verificaram que o teor de nutrientes nas folhas não foi influenciado nem por estas adubações, nem pelas aplicações de adubo no solo, independentemente do número de aplicações foliares.

Segundo CARTWRIGTH & SNOW (1962), nas leguminosas, a aplicação foliar de uréia aumenta o teor de nitrogênio nas folhas.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido na época das "águas", na propriedade denominada Fazenda Baunilha, situada no município de Lavras, Minas Gerais.

Os dados das análises química e física da amostra do solo da área experimental, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, encontram-se no Quadro 4. Trata-se de um latossolo vermelho escuro, de alta fertilidade, com altos níveis de macronutrientes, inclusive o enxofre, que devido à sua fácil lixiviação, encontra-se mais concentrado na camada de 20 a 40 cm de profundidade. O solo apresentava ainda uma alta C.T.C., elevada soma de bases e alto índice de saturação de bases (acima de 80%), uma relação Ca/Mg adequada (2,6), baixo teor de alumínio e elevado pH (6,85).

A adubação básica foi realizada em todos os tratamentos, incluindo a testemunha, aplicando-se 400 kg/ha da formulação 4-14-8 (NPK).

A semeadura foi realizada em 11/11/92, utilizando a cultivar Carioca. A emergência (80% de plantas emergidas) ocorreu no dia 19 de novembro, sendo que 25 dias após esta data (14 de dezembro), foi realizada a cobertura nitrogenada aplicando-se 40 kg de N/ha na forma de uréia, escolhida por representar

QUADRO 4. Características químicas e físicas de amostra do solo da área experimental, coletado nas camadas de 0 - 20 e de 20 - 40 cm de profundidade, no município de Lavras, M.G., 1992.<sup>1/</sup>

Características	Profundidades	
	0 - 20 cm	20 - 40 cm
<b>Químicas:</b>		
pH (H <sub>2</sub> O)	6,85	6,70
P (ppm)	21,16	11,85
K (ppm)	154,00	116,50
Ca (meq/100 cc)	5,76	5,23
Mg (meq/100 cc)	2,17	1,83
Na (meq/100 cc)	0,01	0,01
Al (meq/100 cc)	0,05	0,05
H + Al (meq/100 cc)	1,60	1,60
S.B. (meq/100 cc)	8,34	7,38
V (%)	83,90	82,18
CTC (meq/100 cc)	9,94	8,98
M.O. (%)	2,49	1,98
S (ppm)	2,50	6,10
B (ppm)	0,42	0,42
Zn (ppm)	2,90	1,40
Mn (ppm)	120,00	85,00
Fe (ppm)	14,00	17,00
Cu (ppm)	0,70	0,80
Relação Ca/Mg	2,60	2,80
Relação Ca/K	14,60	17,50
Relação Mg/K	5,50	6,10
<b>Físicas:</b>		
Areias (%)	18,05	16,15
Limo (%)	21,70	22,65
Argila (%)	60,25	61,20
Textura	Argiloso	Argiloso

1/. Análises realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Análises Agronômicas do IBRA, Campinas, S.P.

fonte exclusiva deste macronutriente. Isto se fez necessário, uma vez que a constituição dos tratamentos baseou-se na técnica dos elementos faltantes como será apresentado a seguir.

Na mesma data foi realizada também a cobertura com 1 kg de B/ha na forma de ácido bórico, 1 kg de Cu/ha na forma de sulfato de cobre e 4 kg de Zn/ha na forma de sulfato de zinco, devido ao elevado pH apresentado pelo solo, o que poderia ocasionar deficiência dos referidos micronutrientes. Segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE GOIÁS (1988) a aplicação destes micronutrientes deve ser realizada quando o solo apresentar condições que possam provocar sua deficiência.

As sementes foram tratadas com o fungicida Captan, sendo empregadas 100 g do fungicida para cada 100 kg de sementes. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura do feijoeiro.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados com 14 tratamentos e 4 repetições, sendo as parcelas formadas por 4 linhas de 5,0 m de comprimento e espaçadas de 0,5 m, totalizando uma área de 10 m<sup>2</sup>/parcela. A área útil foi constituída pelas duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m em cada extremidade, totalizando 4 m<sup>2</sup>.

Os tratamentos, que são apresentados no Quadro 5, foram constituídos por adubações foliares suplementares com N, P, K, Ca, Mg e S, fundamentados na técnica do elemento faltante (MALAVOLTA & MURAOKA, 1985).

Foram realizadas duas aplicações foliares, sendo a primeira aos 35 dias após a emergência (24/12/93) e a segunda aos 48 dias após a emergência (06/01/93), correspondendo, respectivamente às etapas R5 (pré-floração) e R6 (florescimento) (FERNÁNDEZ et alii, 1986). As fontes e dosagens de nutrientes utilizados são apresentados no Quadro 6.

**QUADRO 5. Tratamentos utilizados no ensaio de adubação foliar suplementar com macronutrientes na cultura do feijoeiro, Lavras - M.G., 1992.**

Tratamentos	Nutrientes aplicados via foliar
1	N, P, K, Ca, Mg, S (completa)
2	P, K, Ca, Mg, S (sem N)
3	N, K, Ca, Mg, S (sem P)
4	N, P, Ca, Mg, S (sem K)
5	N, P, K, Mg, S (sem Ca)
6	N, P, K, Ca, S (sem Mg)
7	N, P, K, Ca, Mg (sem S)
8	N
9	P
10	K
11	Ca
12	Mg
13	S
14	Testemunha (sem foliar)

**QUADRO 6. Adubos utilizados, teores dos nutrientes nos adubos, concentrações dos adubos na solução e quantidades de nutriente aplicados no ensaio de adubação foliar suplementar com macronutrientes na cultura do feijoeiro. Lavras - M.G., 1992.**

Nutriente	Adubo		Teor do nutriente no adubo(%)	Concentração do adubo na solução(%)	Quantidade de nutriente aplicado(Kg/ha)
	Nome	Fórmula			
N	Uréia	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	45% de N	1,5	2,7
P	Ac. fosfórico	$\text{H}_3\text{PO}_4$	54% de $\text{P}_2\text{O}_5$	1,25	2,7
K	Cloreto de potássio	KCl	58% de $\text{K}_2\text{O}$	1,16	2,7
Ca	Cloreto de cálcio	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	24% de Ca	1,05	1,0
Mg	Cloreto de magnésio	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	12% de Mg	2,10	1,0
S	Enxofre pó molhável	S	80% de S	0,31	1,0

Todas as soluções que apresentaram pH abaixo de 5,0 tiveram o pH corrigido para este valor, de acordo com FERNANDES (1989), através do uso de solução de NaOH 13 M.

O volume de calda aplicado foi de 400 l/ha utilizando-se pulverizador a pressão de CO<sub>2</sub>, de alta precisão (pressão constante de 50 lbs/pol<sup>2</sup>) e bico de 2,40 lbs/pol<sup>2</sup>. As aplicações foram realizadas no final da tarde, na ausência de vento, utilizando-se uma proteção plástica em volta da parcela para evitar os efeitos da deriva.

Os dados referentes à ocorrência de chuvas no dia das aplicações e durante as 48 horas subsequentes são apresentados no Quadro 7.

QUADRO 7. Total precipitado (mm) e horário de ocorrência de chuvas nas 48 horas subsequentes às adubações foliares suplementares com macronutrientes na cultura do feijoeiro. Lavras - M.G., 1992/93<sup>1/</sup>.

Data	Total precipitado(mm)	Horário de ocorrência
24/12/93 <sup>2/</sup>	0	
25/12/93	0	
26/12/93	21,4	19:30 às 23:30
-----		
06/01/93 <sup>3/</sup>	40,4	0:00 às 3:00 3:20 às 7:00
07/01/93	2,4	15:40 às 16:50
08/01/93	5,6	17:10 às 17:50 23:40 às 24:00

<sup>1/</sup>Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras - M.G.

<sup>2/</sup>Data da primeira aplicação realizada após 16:00 horas

<sup>3/</sup>Data da segunda aplicação realizada após 16:00 horas

Pode-se verificar que somente depois de decorridas mais de 48 horas após a primeira aplicação teve início a primeira chuva.

Para a segunda adubação, cerca de 22 horas após sua execução teve início a primeira chuva com 70 minutos de duração, embora totalizando apenas 2,4 mm.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

- a) Teor foliar dos nutrientes através de análises foliares realizadas: antes da primeira aplicação, 10 dias após a primeira aplicação e 10 dias após a segunda aplicação.
- b) Rendimento de grãos: obtido pela pesagem dos grãos produzidos na área útil da parcela, após a trilha e secagem, fazendo-se a correção de umidade para 12%.
- c) Componentes do rendimento: número de vagens/planta, número de sementes/vagem e peso médio de 100 sementes.

As amostras foliares foram submetidas à digestão nítrico-perclórica em bloco digestor, para determinação do P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, de acordo com MALAVOLTA et alii (1989).

O nitrogênio foi dosado pelo método de Kjeldahl. Para a determinação do Boro, as amostras foliares foram submetidas à digestão por via seca (incineração), quantificando-se posteriormente o seu conteúdo através da técnica descrita por MALAVOLTA et alii (1989).

Para determinação do número de vagens/planta foram coletadas, ao acaso, 10 plantas da área útil, que tiveram cada uma, suas vagens contadas. Calculando-se as médias destas 10 contagens obteve-se o número de vagens/planta de cada parcela.

Na determinação do número de sementes/vagem, as vagens das 10 plantas coletadas ao acaso na parcela útil tiveram suas sementes contadas e a média destas contagens representou o número médio de sementes/vagem.

O peso de médio de 100 sementes foi determinado pela média de 3 pesagens de 100 sementes realizadas, para cada parcela, em balança de precisão.

A correção da umidade para 12% nos grãos utilizada na determinação do peso médio de 100 sementes e do rendimento, foi realizada através da seguinte fórmula citada por BORGES (1973):

$$P = \frac{Pc (1 - Uo)}{(1 - Ui)}$$

em que:

P : peso corrigido

Pc : peso de campo determinado

Uo : umidade determinada

Ui: umidade de correção.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Rendimento de grãos e seus componentes:

As análises de variância para rendimento de grãos e seus componentes (Quadro 8) mostram que não houve efeito significativo da fonte de variação tratamentos sobre estes parâmetros. Os baixos coeficientes de variação obtidos demonstram alta precisão experimental, o que reforça a confiabilidade nos resultados obtidos.

QUADRO 8. Resumo das análises de variância dos dados relativos a rendimento de grãos (g/parcela), peso médio de 100 sementes (g), número de vagens por planta e número de sementes por vagem. Lavras - M.G., 1993.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Rendimento	Peso médio 100 sem.	Nº vagens por planta	Nº sementes por vagem
Blocos	3	499	0,40	1,64	0,087
Tratamentos	13	935	1,81	3,55	0,097
Resíduo	39	1708	2,71	4,73	0,017
CV(%)		4,6	7,03	16,31	7,68

As médias do rendimento de grãos (kg/ha) e dos



componentes do rendimento encontram-se no Quadro 9.

**QUADRO 9. Médias de rendimento de grãos, peso médio de 100 sementes, número de vagens por planta e número de sementes por vagem em função de diferentes adubações foliares suplementares na cultura do feijoeiro, cv. Carioca. Lavras - M.G., 1993.**

Tratamento	Rendimento (Kg/ha)	Peso médio 100 sementes (g)	Vagens por planta (N <sub>o</sub> )	Sementes por vagem (N <sub>o</sub> )
Completa	2220	23,22	12,05	5,09
Sem N	2211	22,85	12,90	5,57
Sem K	2297	22,26	13,40	5,20
Sem P	2225	22,73	12,45	5,50
Sem Ca	2228	23,19	13,08	5,54
Sem Mg	2211	23,26	12,94	5,41
Sem S	2218	23,20	13,90	5,37
Nitrogênio	2275	24,50	15,37	5,34
Fósforo	2340	24,82	12,82	5,15
Potássio	2249	24,03	12,84	5,14
Cálcio	2239	23,13	13,59	5,22
Magnésio	2248	23,52	14,70	5,40
Enxofre	2205	23,32	12,42	5,41
Testemunha	2226	23,47	14,32	5,42
Média geral	2242	23,39	13,34	5,34
D.M.S. (Tukey 5%)	104,36	4,15	5,49	1,04

Pode ser observado que as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram bastantes próximas, tanto no caso de aplicações isoladas de um só nutriente como no caso de aplicações conjuntas. Desta forma, pode-se inferir que não houve efeito de interação entre os nutrientes utilizados.

Apesar de não ter sido detectada significância em

números absolutos, o tratamento com aplicação de fósforo isoladamente chegou a produzir 5,1% a mais que a testemunha. O peso de 100 sementes também apresentou esta tendência com o tratamento 9 (somente fósforo) apresentando resultados 5,7% superiores em relação à testemunha. Para estes dois parâmetros, entretanto, foram obtidos baixos coeficientes de variação, o que demonstra a alta precisão do experimento e invalida qualquer afirmação, baseada apenas em tendências.

As produtividades obtidas, acima de 2.200 Kg/ha, inclusive para a testemunha (sem adubação foliar), podem ser consideradas altas, quando comparadas com a produtividade média nacional que encontra-se em torno de 600 Kg/ha (BARROS, 1993). Estes valores de produtividade ocorridos, refletem a alta fertilidade do solo, que pode ser considerada como um dos principais, ou provavelmente o principal fator que limitou a obtenção de respostas significativas à adubação foliar, apesar desta ter sido suplementar.

É importante salientar que em todas as repetições observou-se nos tratamentos 1 a 7, os quais receberam soluções com mais de um nutriente, a ocorrência de uma ligeira queima das folhas causada pelas soluções, o que pode justificar a tendência geral de menores produções para estes tratamentos, exceto no tratamento 4 (Sem potássio), quando comparados com os demais.

Desta forma, um dos fatores que provavelmente limitaram o acréscimo de produção que poderia ocorrer devido à aplicação da adubação foliar suplementar, podem ter sido as injúrias ocorridas devido à fitotoxidez das soluções, em função do stress salino por

elas provocados nas folhas. Esta suspeita encontra respaldo nos dados obtidos por NEPTUNE & MURAOKA (1977), NEWMANN & GISKIN (1979), BORKERT et alii (1979), PARKER & BOSWELL (1980) e ROSOLEM (1984).

O fato de não ter sido utilizado nenhum tipo de adjuvante pode ter provocado uma menor absorção dos nutrientes, o que favoreceria a ocorrência de injúria nas folhas, uma vez que, não sendo absorvidos imediatamente, os nutrientes, permaneceriam por mais tempo na superfície foliar, promovendo um stress salino cada vez maior à medida que a água da solução evaporasse.

Já foi mencionado que resultados obtidos por ROSOLEM et alii (1982) e MACHADO et alii (1980) apresentaram uma tendência de resultados mais positivos para a adubação foliar na época da "seca". No presente estudo, apesar de realizado na época das "águas", as chuvas não afetaram a eficiência das aplicações. Comparando-se os dados de precipitação apresentados no Quadro 7 com o tempo necessário para a absorção foliar de nitrogênio (DAGHLIAN, 1986), fósforo e enxofre (BOARETO et alii, 1986), potássio (CAMARGO & SILVA, 1975) e magnésio (ROSOLEM, 1984), pode-se afirmar que as precipitações ocorridas não prejudicaram o efeito das aplicações. Além disso, as produtividades obtidas, acima de 2200 Kg/ha, demonstram que as condições climáticas não limitaram a produção, independentemente dos efeitos da adubação foliar suplementar.

Quanto às etapas de desenvolvimento da cultura em que foram aplicadas as adubações foliares, os resultados obtidos por NEPTUNE & MURAOKA (1980) e ROSOLEM & BOARETO (1980) possibilitam afirmar que a inexistência de resultados significativos não se

deve à época de aplicação, mas sim aos demais fatores já discutidos anteriormente.

#### 4.2. Teor de nutrientes nas folhas:

Com o objetivo de verificar se os teores de nutrientes nas folhas apresentavam-se em níveis semelhantes para todas as parcelas, antes da primeira aplicação, foi realizada a análise de variância para esta época separadamente (Quadros 10 e 11).

Como pode-se observar, no Quadro 10, houve significância para os teores de potássio, cálcio e enxofre nas folhas, o que poderia significar que as parcelas experimentais diferiram, antes da primeira aplicação nos teores destes macronutrientes nas folhas. Entretanto, é importante chamar a atenção para a estreita amplitude e baixos coeficientes de variação destes teores. Para o enxofre, por exemplo, apesar da significância do Teste F, não foram encontradas diferenças significativas entre as médias pelo Teste de Tukey ao mesmo nível de probabilidade. Além disso, os teores encontrados, apesar da diferença estatística, situam-se dentro dos níveis considerados adequados para a cultura do feijoeiro, apresentados por WILCOX & FAGERIA (1976) e COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA (1991).

Os teores de micronutrientes encontrados na folhas antes da primeira aplicação da adubação foliar (Quadro 11) não apresentaram diferenças significativas. Além disso, os referidos teores encontram-se dentro dos intervalos considerados adequados para a cultura do feijoeiro, de acordo com WILCOX & FAGERIA

**QUADRO 10. Resumo das análises de variância, coeficientes de variação, média geral e amplitude entre médias dos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv Carioca antes da primeira aplicação de adubação foliar suplementar com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993.**

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	11,878	0,100	9,160	9,391	0,364	0,087
Tratamentos	13	0,020	0,001	0,011*	0,008*	0,001	0,003*
Resíduo	39	0,017	0,001	0,003	0,002	0,001	0,001
CV(%)		3,796	15,632	2,393	3,003	7,016	5,031
Média geral(%)		3,434	0,225	3,323	1,661	0,478	0,698
Amplitude entre médias (%)		3,540/ 3,280	0,250/ 0,220	2,420/ 2,240	1,720/ 1,585	0,500/ 0,460	0,730/ 0,650

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

(1976).

O fato dos teores de todos os macro e micronutrientes encontrados nas folhas, corresponderem àqueles considerados adequados para a cultura do feijoeiro é uma consequência da alta fertilidade do solo que, assim sendo é capaz de suprir todas as necessidades nutricionais das plantas.

Desta forma pode-se considerar que os teores de nutrientes nas folhas eram homogêneos para todas as parcelas, antes da primeira aplicação foliar.

**QUADRO 11. Resumo das análises de variância, coeficientes de variação, média geral e amplitude entre médias dos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca antes da primeira aplicação de adubação foliar suplementar com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993.**

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	1670,7	90,8	102783,9	98194,2	965,0
Tratamentos	13	18,3	0,7	68,8	40,3	1,5
Resíduo	39	19,2	1,6	312,2	47,7	1,9
CV(%)		10,9	8,4	6,8	3,0	2,5
Média geral(ppm)		40,2	15,1	260,8	226,6	54,4

Para verificar se houve efeito das aplicações sobre os teores de nutrientes nas folhas, nas diferentes épocas, foi realizada outra análise de variância, considerando as três épocas de análise foliar, como sendo subparcelas no tempo (Quadros 12 e 13). Nesta análise, desprezaram-se os efeitos significativos obtidos para tratamentos, uma vez que, de outra forma, incorreria-se no risco de subestimar as médias para tratamentos ao incluir-se os valores da primeira época, na qual ainda não havia sido realizada nenhuma aplicação dos adubos foliares, ou seja, ainda não havia efeito dos tratamentos.

Tanto para os macronutrientes, como para os micronutrientes, não foi verificado, através do Teste F ao nível

**QUADRO 12. Resumo das análises de variância dos dados relativos aos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, considerando as três épocas de realização de análise foliar. Lavras, M.G., 1993.**

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	26,869	0,237	19,743	2,824	0,258	0,119
Tratamentos	13	0,086	0,002	0,027*	0,026*	0,002	0,009*
Resíduo(A)	39	0,045	0,002	0,004	0,003	0,002	0,002
Parcelas (55)							
Época	2	0,064	0,001	0,000	0,001	0,001	0,005
Época X Trat	26	0,011	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Resíduo(B)	84	0,235	0,004	0,304	0,899	0,032	0,011
Subparcelas (112)							
CV%(A)		3,611	11,492	1,587	2,056	5,333	3,780
CV%(B)		14,150	24,648	23,769	57,161	37,284	14,941

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

de 5% de probabilidade, efeito significativo das épocas de aplicação nem da interação entre épocas de aplicação e tratamentos. Isso possibilita afirmar que, em média, os teores de nutrientes nas folhas não apresentaram diferenças significativas entre as três épocas avaliadas, ou seja, as adubações foliares suplementares com macronutrientes não alteraram os teores de nutrientes nas folhas após cada época de aplicação.

**QUADRO 13. Resumo das análises de variância dos dados relativos aos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, considerando as três épocas de realização de análise foliar. Lavras, M.G., 1993.**

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	2822,1	104,1	39080,0	103303,9	410,5
Tratamentos	13	29,7	1,8	175,0	84,8	4,2*
Resíduo(A)	39	25,3	1,2	138,5	54,6	1,4
<hr/>						
Parcelas	(55)					
Época	2	3,7	0,4	0,6	3,7	0,4
Época X Trat	26	6,0	0,2	4,1	2,6	0,1
Resíduo(B)	84	57,4	6,1	9446,1	6726,0	88,6
<hr/>						
Subparcelas	(112)					
CV%(A)		7,2	4,2	2,6	1,9	1,3
CV%(B)		18,8	16,3	37,2	36,1	17,3

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

Foi realizada uma terceira análise de variância para os teores de nutrientes nas folhas, com o objetivo de verificar os efeitos dos tratamentos sobre estes teores. Para tanto, considerou-se somente as épocas de realização de análise foliar após a primeira e após a segunda aplicação (Quadros 14 e 15).

Com relação ao efeito dos tratamentos, pode-se observar resultados significativos, segundo o Teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para potássio, cálcio, enxofre e ferro. É importante salientar que isto deve-se principalmente aos baixos



**QUADRO 14. Resumo das análises de variância, coeficientes de variação, média geral e amplitude entre médias dos dados relativos aos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, considerando as análises foliares após a primeira e segunda aplicações . Lavras - M.G., 1993.**

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	16,286	0,151	15,001	4,386	0,189	0,138
Tratamentos	13	0,073	0,001	0,018*	0,018*	0,001	0,008*
Resíduo(A)	39	0,068	0,002	0,004	0,004	0,003	0,003
<b>Parcelas (55)</b>							
Época	1	0,125	0,000	0,000	0,003	0,000	0,011
Época X Trat	13	0,016	0,001	0,000	0,001	0,001	0,003
Resíduo(B)	42	0,342	0,005	0,290	1,013	0,042	0,012
<b>Subparcelas (112)</b>							
CV%(A)		5,373	14,526	1,871	2,846	7,638	5,569
CV%(B)		17,076	30,540	23,218	60,716	42,234	15,806
Média Geral (%)		3,424	0,232	2,319	1,658	0,485	0,699
Amplitude entre médias (%)		3,520/ 3,200	0,250/ 0,215	2,395/ 2,250	1,715/ 1,580	0,505/ 0,465	0,755/ 0,650

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

coeficientes de variação apresentados pelos resultados obtidos para estes nutrientes. Além disso, as médias dos teores destes nutrientes nas folhas, obtidas para todos os tratamentos,

QUADRO 15. Resumo das análises de variância, coeficientes de variação, média geral e amplitude entre médias dos dados relativos aos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, considerando as análises foliares após a primeira e segunda aplicações . Lavras - M.G., 1993.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	1415,7	55,7	55974,2	52095,3	526,3
Tratamentos	13	18,2	1,5	110,1*	47,8	2,7
Resíduo(A)	39	23,8	1,0	40,3	47,8	2,3
Parcelas (55)						
Época	1	7,5	0,6	0,0	7,5	0,8
Época X Trat	13	5,2	0,1	4,3	1,9	0,1
Resíduo(B)	42	79,4	7,9	10144,9	10057,8	97,5
Subparcelas (112)						
CV%(A)		8,6	4,6	1,7	2,2	2,0
CV%(B)		22,1	18,6	38,6	44,2	18,1
Média Geral (%)		40,3	15,1	261,0	226,6	54,4
Amplitude entre médias (%)		43,5/ 38,5	15,9/ 14,5	266,0/ 254,0	230,5/ 223,5	55,4/ 53,7

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

apresentam uma estreita amplitude encontrando-se também dentro dos valores considerados adequados para a cultura do feijoeiro como já foi citado anteriormente.

Desta forma, pode-se considerar que não houve efeito

dos tratamentos sobre os teores de nutrientes nas folhas do feijoeiro, apesar de não ter sido utilizado nenhum tipo de adjuvante. Tais resultados corroboram com aqueles obtidos por BULLISANI et alii (1973a).

Apesar da adubação foliar testada ter sido suplementar, deve-se observar que além dos fatores apresentados, a alta fertilidade do solo da área experimental provavelmente atuou como um dos principais fatores limitantes à obtenção de resultados significativos, para os teores de nutrientes nas folhas, uma vez que antes da aplicação dos tratamentos estes teores já encontravam-se em níveis considerados adequados para a cultura do feijoeiro, o que limitaria a capacidade de absorção foliar segundo MALAVOLTA (1980). Desta forma, aqueles nutrientes que permaneceram na superfície foliar, sem ser absorvidos devido ao estado iônico interno das folhas, foram retirados pela lavagem criteriosa realizada no preparo das amostras foliares para a análise, impossibilitando assim que esta detectasse alteração dos teores de nutrientes, devido às aplicações foliares.

Além disso, os nutrientes absorvidos, ou parte deles podem ter sido translocados para outras partes da planta, sem que seus teores nas folhas fossem alterados.

## 5. CONCLUSÕES

Diante das condições em que foi realizado este estudo pode-se concluir:

- A adubação foliar suplementar completa e aquelas com nutriente faltante, nas dosagens utilizadas, provocou injúrias nas folhas do feijoeiro, que, apesar de não reduzirem a produtividade, podem ter limitado os acréscimos de produção que esperava-se obter com a adubação foliar suplementar através de eventuais benefícios em termos de taxa e tempo de fotossíntese.
- Não houve efeito da adubação foliar suplementar com macronutrientes sobre a produtividade e seus componentes (número de vagens/planta, número de sementes/vagem e peso médio de 100 sementes).
- A adubação foliar suplementar com macronutrientes não afetou o teor de nutrientes nas folhas.
- Apesar da adubação foliar testada ter sido suplementar, a alta fertilidade natural do solo utilizado presumivelmente atuou como um dos principais fatores limitantes à obtenção de resultados significativos para todos os parâmetros avaliados.

## 6. RESUMO

Com objetivo de avaliar o efeito da adubação foliar suplementar com N (2,7 Kg de N/ha), P (2,7 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha), K (2,7 Kg de K<sub>2</sub>O/ha), Ca (1,0 Kg de Ca/ha), Mg (1,0 Kg de Mg/ha) e S (1,0 Kg de S/ha) sobre os componentes da produção, produtividade e teor de nutrientes nas folhas do feijoeiro, foi instalado, em condições de campo, no município de Lavras - M.G., um ensaio na época das "águas", utilizando-se a cultivar "Carioca".

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados com 4 repetições, sendo as parcelas constituídas por 4 linhas com espaçamento de 0,5 m e 5,0 m de comprimento, totalizando uma área de 10 m<sup>2</sup>/parcela. A área útil foi constituída pelas duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m em cada extremidade totalizando 4m<sup>2</sup>.

A adubação básica foi realizada em todos os tratamentos, incluindo a testemunha, aplicando-se 400 Kg/ha da formulação 4-14-8 (NPK). Aos 25 dias após a emergência foi realizada a cobertura nitrogenada (40 Kg de N/ha) na forma de uréia. Na mesma data foram aplicados no solo 1 Kg de boro/ha, 1Kg de Cu/ha e 4Kg de Zn/ha devido ao elevado pH do solo.

Foram realizadas duas aplicações foliares (400 l de solução/ha) aos 35 e 48 dias após a emergência das plantas,

correspondentes aos estágios desenvolvimento R5 e R6 respectivamente. Desta forma, os tratamentos constituíram-se em adubações foliares suplementares, baseadas na técnica do elemento faltante, sendo:

1 - N,P,K,Ca,Mg,S (completa); 2 - P,K,Ca,Mg,S; 3 - N,K,Ca,Mg,S;  
4 - N,P,Ca,Mg,S; 5 - N,P,K,Mg,S; 6 - N,P,K,Ca,S; 7 - N,P,K,Ca,Mg;  
8 - N; 9 - P; 10 - K; 11 - Ca; 12 - Mg; 13 - S; 14 - Testemunha (sem adubação foliar).

As aplicações foram realizadas sempre no final da tarde com uma proteção plástica em volta da parcela para evitar os efeitos da deriva. As soluções que apresentaram pH abaixo de 5,0 tiveram seu pH corrigido para este valor através do uso de solução de NaOH 13 M.

Avaliou-se o rendimento de grãos, os componentes da produção (número de vagens/planta; número de sementes/vagem e peso médio de 100 sementes) e teor de nutrientes nas folhas através de análises foliares realizadas antes da primeira aplicação, 10 dias após esta e 10 dias após a segunda aplicação.

Não foram obtidos resultados significativos para nenhum dos parâmetros avaliados. Os tratamentos 1 a 7 apresentaram injúrias nas folhas, em todas as repetições, devido ao stress salino provocado nas mesmas pelas soluções. Esta injúria, apesar de não reduzir a produtividade, limitou os acréscimos que poderiam ser obtidos. Apesar da adubação foliar testada ter sido suplementar, a alta fertilidade natural do solo utilizado presumivelmente atuou como um dos principais fatores limitantes à obtenção de resultados significativos para todos os parâmetros avaliados.



## 7. SUMMARY

A field experiment was conducted in a high fertility soil at Lavras, Minas Gerais State, Brazil, with the objective of evaluating the effects of the suplementar application of foliar fertilizers using N, P, K, Ca, Mg e S on bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The soil fertilizing and nitrogen covering were realized for all treatments including the control. Two applications (400 l/ha anyone) at R5 and R6 development stage of plants, were realized respectively. The experimental design was randomized blocks, with 14 treatments and 4 replicates. The number of seeds per pod, number of pods per plant, average weight of 100 seeds, yield of grains and the nutrient content of leaves were evaluated. By the results obtained it was possible to conclude that the suplementar application of foliar fertilizers didn't affect any of the evaluated parameter.

## 8. LITERATURA CONSULTADA

01. ALMEIDA, L. D. & BULISANI, E. A. Técnicas para aumentar a rentabilidade do feijoeiro. *Correio Agrícola*, São Paulo, (1): 236-43, 1980.
02. ALVAREZ, C. Utilização de quelatos em adubação foliar. In: BOARETO, A. E. & ROSELEM, C. A., Coords. *Adubação foliar*. Campinas, Fundação Cargill. 1989. v.1., p.177-89.
03. AÑEZ, B. & TAVIRA, E. Aplicacion foliar de fertilizantes em caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turrialba*, Turrialba, 35(2):197- 200, 1985.
04. BALDUCCI JÚNIOR, J. J.; ROSELEM, C. A. & MACHADO, J. R. Adubação foliar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). III. Efeitos de NP e NPK. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, s.d. *Anais...* Botucatu, FEPAF, 1980. p.123.
05. BARROS, A. O governo sai e o campo fica melhor. *Veja*, São Paulo, 26(44):100-1, nov. 1993.



06. BEN, J. R. Adubação foliar na cultura da soja. Passo Fundo, EMBRAPA - CNPT, 1983. 13p.
07. BOARETTO, A. E. Adubação foliar do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill) estaqueado. Botucatu, 1982. 183p.
08. BOARETTO, A. E.; DAGHILIAN, C.; MURAOKA, T. & CRUZ, A de P. Absorção e translocação foliar de cálcio ( $^{45}\text{Ca}$ ) pelo feijoeiro. *Científica*, Botucatu, 11(2):227-31, 1983.
09. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_. Adubação foliar do feijoeiro: fontes de N, concentração de solução e horário de aplicação. *Revista da Agricultura*, Piracicaba, 60(2):117-23, 1985.
10. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; & DAGHLIAN, C. Absorção de fósforo e enxofre pelas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turrialba*, Turrialba, 36(1):120-23, 1986.
11. \_\_\_\_\_ ; SOUZA, J.R.P. de & NAKAGAWA, J. Adubação foliar com EDTA-Ca e/ou adubo completo em feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21, Campinas, 1987. Programa e resumos..., Campinas, 1987. p.176.
12. BORGES, A. C. Nodulação e fixação de nitrogênio em soja (*Glycine max.* L. Merrill) em solo ácido do Rio Grande do Sul: calagem, molibdênio, enxofre e zinco. Viçosa, UFV, 1973. 80p. (Dissertação MS).

13. BORKERT, C. M.; CORDEIRO, D. S.; SFREDO, G. J. & PALHANO, J. B. Eficiência da adubação foliar da soja. In: SEMINARIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, 1, Londrina, 1979. Seminário... Londrina, EMBRAPA, 1979.
14. BULLISANI, E. A.; ALMEIDA, L. D. de & DEMATTE, J. D. Observações preliminares sobre adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I. *Bragantia*, Campinas, 32:XIII-XVII, 1973a.
15. \_\_\_\_\_ ; MIYASAKA, S. & ALMEIDA, L. D. de. Observações sobre adubação foliar, em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) II. *Bragantia*, Campinas, 32:XXVII-XXXI, 1973b.
16. CAMARGO, P. N. Princípios de nutrição foliar. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1970.
17. \_\_\_\_\_ & SILVA, O. Manual de adubação foliar, São Paulo, Editora e Distribuidora Herba, 1975. 258p.
18. CARTWRIGHT, P. M. & SNOW, D. The influence of foliar applications of urea on the nodulation. Pattern of certain leguminous species. *Annals of Botany*, New York, 26(10):252-59, 1962.

19. COBRA NETTO, A.; ACCORSI, W. R. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Roxinho. In: ANAIS DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIS DE QUEIROZ". Piracicaba, ESALQ, 1971. P.257-74.
  
20. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE GOIÁS. **Recomendação de corretivos e fertilizantes para Goiás; 5ª Aproximação.** Goiania, EFG/EMGOPA, 1988. 101p.(Convênio Informativo Técnico, 1).
  
21. COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA. **Manual de adubação e calagem.** São Paulo, Departamento de adubos/Ger. Com. Assist. Téc./Sç. Assist. Técnica, 1991. 56p.
  
22. DAGHLIAN, C. **Eficiência de adubação foliar de uréia -  $^{15}\text{N}$  em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** Piracicaba, ESALQ, 1986. 88p. (Dissertação MS).
  
23. FERNANDES, C. G. P. **Tecnologia de formulação de adubo foliar.** In: BOARETTO, A. E. & ROSOLEM, C. A., Coords. **Adubação foliar.** Campinas, 1989. v.1, p.165-75.
  
24. FERNANDEZ, F.; GEPTS, P. & LÓPEZ, M. **Etapas de desarrollo en la planta de frijol.** Cali, Colômbia, CIAT, 1986. 34p.

25. FLOR, C. A. Revision de algunos critérios sobre el problema de la recomendacion de fertilizantes en frijol. Cali, CIAT, 1971. 29p.
26. GALLO, J. R. & MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. *Bragantia*, Campinas, 20(140):867-84, set. 1961.
27. GARCIA, R. L. & HANWAY, J. J. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. *Agronomy Journal*, Washington, 68:653-7, 1976.
28. GISKIN, M. L., SANTOS, A. T. & ETCHEVERS, J. D. Can the foliar application of essential nutrients decrease fertilizer inputs? In: INTERNACIONAL COLLOQUIUM FOR THE OPTIMAZATION OF PLANT NUTRITION, 6, Montpellier, 1984. *Proceedings...* Montpellier, ALONP/GERDAT, 1984. v.1, p.239-42.
29. HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H. & BLANCO, H. G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. *Bragantia*, Campinas, 26(30):380-91, 1967.
30. HALLIDAY, D. J. Foliar application of mayor nutrients to fruit and plantation crops. *Outlook on Agriculture*, London, 3(3):111-5, 1961.

31. HANWAY, J. J. The potencial for foliar application of complet fertilizers on corn and other crops. In: ANNUAL CORN & SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 31, 1981.
32. JUNQUEIRA NETTO, A. Manejo da cultura de feijão visando ao controle de pragas, doenças e plantas daninhas. In: SEMINARIO SOBRE PRAGAS E DOENÇAS DO FEIJOEIRO, 4, Campinas, 1991. Anais... Campinas, Estação Experimental do Instituto Biológico, 1991. p.55-70.
33. KEOGH, L. J.; MAPLES, R. & BEATTY, K. D. Foliar feeding of soybean. Arkansas Farm Research, Fayetteville, 28(5):9, 1979.
34. LANA, A. M. Q. Adubação foliar na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) associada à adubação no sulco de plantio. Viçosa, UFV, 1991. 60p. (Dissertação MS).
35. MACHADO, J. R. ; ROSOLEM, C. A. ; BALDUCCI JUNIOR, J. J. & NAKAGAWA, J. Adubação foliar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) : I. Estudo de épocas de aplicação de nitrogênio. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, 1980. Anais... Botucatu, FEPAF, 1980. p.121.

36. MACHADO, J. R. ; ROSOLEM, C. A. & NAKAGAWA, J. Adubação foliar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): V. Estudo de doses e épocas de aplicação de adubo nitrogenado (URAN). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, s. d. Anais... Goiânia, CNPAF-EMBRAPA, 1982. p.196-202.
37. MALAVOLTA, E. Adubação pelas folhas. O Estado de São Paulo, São Paulo, 6 jan. 1974.(Suplemento agrícola).
38. \_\_\_\_\_ . Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1980. p. 80-94.
39. \_\_\_\_\_ & MURAOKA, T. Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo: métodos de vegetação diagnose por subtração em vasos. Piracicaba, CENA-USP, 1985. 7p. (Mimeografado).
40. \_\_\_\_\_ ; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. de . Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Potafós, 1989. 201 p.
41. MURAOKA, T. & NEPTUNE, A. M. L. Efeito da aplicação foliar de polifosfato, superfosfato, uréia e yogen na produção do feijoeiro. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, s.d. Anais... Botucatu, FEPAF, 1980. p.120 .

42. NEPTUNE, A. M. L. & MURAOKA, T. Adubação foliar de feijoeiro no estágio de formação de grãos. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, s.d. Anais... Botucatu, FEPAF, 1980. p.118.
43. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Effects of foliar fertilizations of common bean during the seed-filling stage. Anais da ESALQ, Piracicaba, 34:551-64, 1977.
44. NEWMANN, M. P. Late-season foliar fertilization with macronutrients - Is there a theoretical basis for increased seed yields. Journal of Plant Nutrition, New York, 5(10):1209-15, 1982.
45. \_\_\_\_\_ & GISKIN, M. Late-season foliar fertilization of beans with NPKS: Effects of cytokinins, calcium and spray frequency. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, 10:579-89, 1979.
46. OLIVEIRA, I. P. & THUNG, M. D. T. Nutrição Mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. de O., ROCHA, M. & YAMADA, T., eds. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS, 1988. p.175-259.
47. OSAKI, F. Calagem e adubação. Campinas, Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991. 503p.

48. PARKER, M. B. & BOSWELL, F. C. Foliage injury nutrient intake, and yield of soybeans as influenced by foliar fertilization. *Agronomy Journal*, Madison, 72:110-13, 1980.
49. PARRA, M. S. & VOSS, M. Adubação do feijoeiro no Paraná. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. s.l., 1979.
50. PRIMAVESI, O. Resultados de NitrofosKa foliar em diversas culturas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, 1980. p.73-95.
51. ROBERTSON, W. R.; HINSON, K. & HAMMOND, L. C. Foliar fertilization of soybeans (*Glycine max* (L) Merrill.) in Florida. *Proceedings of Soil and Crop Science Society of Florida*, Belle Glade, 36:77-0, 1977.
52. ROSOLEM, C. A. Adubação Foliar. In: SIMPÓSIO DE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, s.l., 1984. Anais... Brasília, EMBRAPA, 1984. p.419-49.
53. \_\_\_\_\_ Eficiência da Adubação Foliar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, 1992. Anais..., Piracicaba, SBCS/Fundação Cargill, 1992, p. 315-47.
54. \_\_\_\_\_ Nutrição e adubação do feijoeiro. Piracicaba, POTAFOS, 1987.



55. ROSOLEM C. A. & BOARETTO, A. E. Adubação foliar do feijoeiro. In: BOARETTO, A. E. & ROSOLEM, C. A., Coords. Adubação foliar. Campinas, Fundação Cargill, 1989. v.2, p.499-512.
56. \_\_\_\_\_ & MACHADO, J. R. Adubação foliar do feijoeiro. VI: Efeito da hora de aplicação e volume de água. In: JORNADA CIENTÍFICA DO CAMPUS DE BOTUCATŪ, 12, Botucatú, 1983. Anais... Botucatú, ADCB/UNESP, 1983. p.51.
57. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; BALDUCCI JUNIOR, J. J. & HING, L. T. Adubação foliar do feijoeiro. II. Efeitos do nitrogênio com e sem cobertura nitrogenada. Turrialba, Turrialba, 32:423-8, 1982.
58. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ & KANTAK, R. A. D. Adubação foliar do feijoeiro. IV: Efeitos de doses de épocas de aplicação de NPKS. Revista da Agricultura, Piracicaba, 58(4): 305-14. 1983a.
59. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ & SILVÉRIO, J. C. O. Adubação foliar do feijoeiro. VI: Efeitos de NPKS e de uma fórmula comercial. In: JORNADA CIENTÍFICA DO CAMPUS DE BOTUCATŪ, 12, Botucatú, 1983. Anais... Botucatú, ADCB/UNESP, 1983b. p.51.
60. THORNE, G. N. Nutrient uptake from sprays by crops. Field Crops Abstracts, Farham royal, 8(3):147-52, 1955.

61. TRANI, P. E. **Análise química e adubação foliar.** Campinas, CATI, 1979. 32p. ( Boletim Técnico, 110).
62. WILCOX, G. E. & FAGERIA, N. K. **Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção.** Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1976. 22p. ( Boletim Técnico 5).
63. WITWERT, S. H.; JYUNG, W. H.; YAMADA, Y.; BUKOVAC, M. J.; KANNAN, R. S.; RASMUSSEN, H. P. & MARIAN, S. N. H. **Pathways and mechanisms for foliar absorption of mineral nutrients as revealed by radioisotopes.** In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Isotopes and Radiation in Soil-Plant Nutrition Studies.** Viena, IAEA, 1965. p.387-407.

**APÉNDICE**

QUADRO 1A. Médias dos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, antes da primeira aplicação de diferentes adubações foliares suplementares com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993.

Tratamento	Nutriente (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completa	3,43	0,23	2,24	1,68	0,46	0,66
Sem N	3,28	0,22	2,24	1,62	0,49	0,73
Sem K	3,33	0,23	2,31	1,56	0,50	0,70
Sem P	3,49	0,21	2,40	1,69	0,47	0,72
Sem Ca	3,42	0,24	2,42	1,60	0,46	0,65
Sem Mg	3,40	0,23	2,28	1,72	0,46	0,68
Sem S	3,46	0,23	2,24	1,68	0,47	0,68
Nitrogênio	3,48	0,24	2,30	1,69	0,40	0,67
Fósforo	3,53	0,25	2,40	1,62	0,49	0,68
Potássio	3,54	0,24	2,33	1,69	0,46	0,72
Cálcio	3,46	0,22	2,33	1,65	0,50	0,72
Magnésio	3,39	0,23	2,28	1,61	0,47	0,68
Enxofre	3,45	0,22	2,36	1,72	0,48	0,68
Testemunha	3,40	0,23	2,31	1,71	0,48	0,73
Média geral	3,43	0,22	2,32	1,66	0,48	0,70

**QUADRO 2A. Médias dos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, antes da primeira aplicação de diferentes adubações foliares suplementares com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993.**

Tratamento	Nutriente				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Completa	41	15,6	263	224	55,3
Sem N	39	14,5	267	228	54,6
Sem K	38	16,1	258	223	53,4
Sem P	43	14,8	264	229	53,8
Sem Ca	44	15,3	259	231	54,8
Sem Mg	38	15,0	254	227	55,2
Sem S	40	14,9	263	225	53,9
Nitrogênio	38	15,2	265	224	54,8
Fósforo	39	15,3	257	232	55,1
Potássio	40	14,9	263	222	53,9
Cálcio	42	14,7	266	226	54,2
Magnésio	43	14,8	259	224	53,8
Enxofre	40	14,9	256	231	55,1
Testemunha	41	15,2	258	226	54,6
Média geral	40,25	15,16	260,82	226,61	54,46

**QUADRO 3A. Médias dos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, após a primeira aplicação de diferentes adubações foliares suplementares com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993.**

Tratamento	Nutriente					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completa	3,38	0,23	2,36	1,66	0,45	0,68
Sem N	3,23	0,22	2,26	1,64	0,47	0,72
Sem K	3,36	0,24	2,28	1,58	0,51	0,68
Sem P	3,43	0,21	2,38	1,71	0,50	0,69
Sem Ca	3,48	0,23	2,40	1,61	0,48	0,66
Sem Mg	3,39	0,25	2,30	1,68	0,47	0,71
Sem S	3,46	0,22	2,26	1,66	0,49	0,65
Nitrogênio	3,48	0,23	2,29	1,70	0,48	0,63
Fósforo	3,50	0,24	2,29	1,58	0,50	0,66
Potássio	3,49	0,25	2,34	1,70	0,48	0,70
Cálcio	3,47	0,22	2,34	1,65	0,49	0,72
Magnésio	3,37	0,23	2,31	1,58	0,47	0,70
Enxofre	3,48	0,22	2,38	1,70	0,51	0,66
Testemunha	3,39	0,21	2,29	1,69	0,50	0,72
Média geral	3,42	0,23	2,32	1,65	0,48	0,68

**QUADRO 4A. Médias dos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, após a primeira aplicação de diferentes adubações foliares suplementares com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993.**

Tratamento	Nutriente				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Completa	39	15,8	263	225	55,6
Sem N	38	14,3	266	229	54,7
Sem K	40	15,6	257	223	53,8
Sem P	42	14,7	265	230	54,1
Sem Ca	44	15,6	260	229	54,6
Sem Mg	39	15,0	255	226	55,4
Sem S	43	14,9	264	224	53,8
Nitrogênio	40	15,4	263	225	54,6
Fósforo	38	15,3	258	231	55,1
Potássio	39	15,0	263	223	54,1
Cálcio	39	14,9	266	225	53,9
Magnésio	41	14,6	260	225	54,0
Enxofre	42	14,5	257	229	55,0
Testemunha	43	14,8	257	225	54,2
Média geral	40,5	15,03	261,00	226,36	54,49

**QUADRO 5A. Médias dos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, após a segunda aplicação de diferentes adubações foliares suplementares com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993.**

Tratamento	Nutriente					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completa	3,42	0,22	2,33	1,64	0,48	0,69
Sem N	3,23	0,23	2,24	1,65	0,47	0,72
Sem K	3,34	0,24	2,29	1,58	0,50	0,71
Sem P	3,49	0,22	2,39	1,72	0,50	0,73
Sem Ca	3,43	0,22	2,30	1,59	0,46	0,68
Sem Mg	3,44	0,25	2,28	1,73	0,49	0,69
Sem S	3,49	0,23	2,25	1,68	0,51	0,65
Nitrogênio	3,53	0,25	2,27	1,71	0,50	0,63
Fósforo	3,54	0,24	2,31	1,59	0,48	0,63
Potássio	3,58	0,24	2,36	1,71	0,49	0,69
Cálcio	3,49	0,23	2,35	1,67	0,46	0,74
Magnésio	3,33	0,22	2,32	1,63	0,47	0,72
Enxofre	3,46	0,21	2,38	1,68	0,48	0,66
Testemunha	3,44	0,22	2,29	1,70	0,50	0,70
Média geral	3,44	0,23	2,32	1,66	0,48	0,69



QUADRO 6A. Médias dos teores de micronutrientes nas folhas do feijoeiro, cv. Carioca, após a segunda aplicação de diferentes adubações foliares suplementares com macronutrientes. Lavras - M.G., 1993.

Tratamento	Nutriente				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Completa	38	16,0	264	226	55,3
Sem N	39	14,7	266	227	54,5
Sem K	40	15,8	257	224	53,6
Sem P	42	15,1	263	230	53,6
Sem Ca	43	15,8	261	230	54,2
Sem Mg	37	14,6	253	228	55,0
Sem S	41	15,3	262	225	53,7
Nitrogênio	38	15,5	266	225	54,7
Fósforo	39	14,9	259	230	55,0
Potássio	40	15,2	262	224	53,9
Cálcio	41	15,0	265	225	54,0
Magnésio	40	14,7	266	226	53,7
Enxofre	39	15,0	258	230	54,6
Testemunha	40	14,9	257	226	54,5
Média geral	39,78	15,18	261,36	226,86	54,33