

SEBASTIÃO LOPES PEREIRA

EFEITOS DA ADIÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENA-  
DOS AO SUBSTRATO NO DESENVOLVIMENTO DE  
MUDAS DE CAFEEIRO (**Coffea arabica** 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 "Magister Science".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS . MINAS GERAIS

1992

*Dedico este trabalho*

*A Deus*

*aos meus pais, pelo carinho, incentivo  
e apoio.*

*aos meus irmãos*

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

A EPAMIG-FAPEMIG pelos recursos fornecidos para a realização deste trabalho.

Ao professor Milton Moreira de Carvalho, pelo incentivo, orientação e amizade durante a realização de todo o curso .

Aos professores Gui Alvarenga e Janice Guedes de Carvalho, pelas críticas e sugestões.

A todos **os** professores que transmitiram seus conhecimentos durante a realização do curso.

À todos **os** colegas, pelo convívio e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura e Biblioteca, pela atenção e colaboração.

À José Avelino e José Mauricio, funcionários do viveiro de café da ESAL, pela amizade e colaboração.

À todos aqueles que, de algum modo, tenham contribuído para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Sebastião Lopes Pereira filho de Raymundo Lopes Pereira e Maria de Lourdes Gonçalves Lopes, nasceu em Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais, a 20 de janeiro de 1959.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica na Escola Superior de Lavras, em dezembro de 1981.

No período de 1982 a 1983, desenvolveu atividades de pesquisas na EMBRAPA/CNPMS de Sete Lagoas-MG, na condição de bolsista do CNPq (Bolsa de Aperfeiçoamento de Profissionais Recém-Formados de Nível Superior).

Em dezembro de 1984, ingressou na EMATER-MT, como Engenheiro Agrônomo (Extensionista Rural), tendo permanecido nesta empresa até o ano de 1988.

Iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia na Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, em março de 1990.

## SUMÁRIO

<b>1 . INTRODUÇÃO</b> .....	<b>01</b>
<b>2 . REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>04</b>
2.1. Nitrogênio no solo e na planta .....	04
2.2. Resposta do cafeeiro ao nitrogênio .....	06
2.3. Resposta do cafeeiro ao nitrogênio com o uso de diferentes fontes .....	09
<b>3 . MATERIAL DE MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
3.1. Localização do Experimento .....	12
3.2. Material .....	13
3.2.1. Planta .....	13
3.2.2. Solo .....	13
3.2.3. A matéria orgânica .....	13
3.2.4. Fertilizantes químicos .....	16

3.3. Métodos .....	17
3.3.1. Delimitação experimental .....	17
3.3.2. Parcelas .....	17
3.3.3. Tratamentos.....	17
3.3.3.1. Composição do substrato básico utilizado .....	18
3.3.4. Semeadura.....	18
3.3.5. Condução das mudas .....	18
3.3.6. Avaliação dos efeitos dos tratamentos ...	19
3.3.6.1. Altura das plantas .....	19
3.3.6.2. Diâmetro do caule .....	19
3.3.6.3. Área foliar .....	19
3.3.6.4. Número de folhas verdadeiras ...	20
3.3.6.5. Matéria seca .....	20
3.3.6.6. Análises químicas da parte aérea e do sistema radicular .....	20
3.3.6.7 .. Análises estatísticas .....	21
<b>4 . RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
4.1. Características de crescimento .....	22
4.2. Macronutrientes na matéria seca da parte aérea	28
4.2.1. Nitrogênio na parte aérea .....	29
4.2.2. Fósforo na parte aérea .....	31
4.2.3. Potássio na parte aérea .....	32
4.2.4. Cálcio na parte aérea .....	33

4.2.5.	Magnésio na parte aérea .....	35
4.2.6.	Enxofre na parte aérea .....	36
4.3.	Micronutrientes na matéria seca da parte aérea	36
4.3.1.	Boro na parte aérea .....	37
4.3.2.	Cobre na parte aérea .....	38
4.3.3.	Ferro na parte aérea .....	39
4.3.4.	Manganês na parte aérea .....	40
4.3.5.	Zinco na parte aérea .....	41
4.4.	Macronutrientes na matéria seca do sistema radicular .....	42
4.4.1.	Nitrogênio no sistema radicular .....	42
4.4.2.	Fósforo no sistema radicular .....	44
4.4.3.	Potássio no sistema radicular .....	45
4.4.4.	Cálcio no sistema radicular .....	47
4.4.5.	Magnésio no sistema radicular .....	48
4.4.6.	Enxofre no sistema radicular .....	49
4.5.	Micronutrientes na matéria seca do sistema radicular .....	49
4.5.1.	Boro no sistema radicular .....	50
4.5.2.	Cobre no sistema radicular .....	51
4.5.3.	Ferro no sistema radicular .....	52
4.5.4.	Manganês no sistema radicular .....	53
4.5.5.	Zinco no sistema radicular .....	54



5 . CONCLUSÕES .....	56
6 . RESUMO .....	58
7 . SUMMARY .....	60
8 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
APÊNDICE .....	12

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Resultados das análises químicas da amostra do <b>solo</b> utilizado para a composição do substrato, ESAL, Lavras-MG, 1990 .....	14
2	Resultados da análises físicas da amostra do <b>solo</b> utilizado para a composição do substrato, ESAL, Lavras-MG, 1990... ..	15
3	Teores de nutrientes na matéria seca do esterco de curral utilizado na constituição do substrato para formação das mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG, 1992 .....	17
4	Características dos adubos químicos utilizados no experimento .....	16

## Quadro

Página

- 5 Valores médios das características de crescimento determinados em mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis diferentes fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL. Lavras-Mg, 1992... 23
- 6 Teores médios dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992 .. 29
- 7 Teores médios dos micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras -MG, 1992..... 37

## Quadro

## Página

a	Teores médios dos macronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m <sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.....	43
9	Teores médios dos micronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m <sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992 .....	50

## APÊNDICE

Quadro

Página

- 1A      Resumo das análises de variância relativas às características de altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas verdadeiras, e área foliar, determinadas em mudas de café, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992 .....;

73

## Quadro

## Página

- 2A      Resumo das análises de variância relativas às características .de matérias seca da parte aérea e do sistema radicular, determinadas e mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg. de nitrogênio/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.).      ESAL, Lavras-MG, 1992 .....      73
- 3A      Resumo das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das mudas .de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N por m<sup>3</sup> de substrato e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.).      ESAL, Lavras-MG, 1992 .....      74

## Quadro

## Página

<b>4A</b>	Resumos das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular das mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg N/m <sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). <b>ESAL</b> , Lavras-MG, 1992 .....	<b>74</b>
<b>5A</b>	Resumo das análises de variâncias dos teores dos micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N por m <sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. - S.B. - M.O.). <b>ESAL</b> , Lavras-MG, 1992 .....	<b>75</b>

## Quadro

## Página

6A	Resumo das análises de variâncias dos teores dos micronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular das mudas de cafeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N por m <sup>3</sup> de substrato e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992 .....	75
----	---	----



## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do café no Brasil vem-se apresentando desde muitos anos como uma das principais fontes de divisas para o país. Responsável em 1989 por 16,3% dos produtos agrícolas exportáveis e por 5,2% da pauta das exportações, IBC (1989).

Para a formação de mudas de cafeeiro no Sul de Minas Gerais, tem-se adotado, predominantemente, a semeadura direta e o tipo de muda mais utilizado é a de meio ano. Portanto, além dos aspectos inerentes à quantidade e qualidade das mudas, ênfase especial tem que ser dada ao tempo disponível para se conseguir o desenvolvimento adequado, afim de se efetuar o plantio na época de maior precipitação pluviométrica. Vários fatores influenciam a velocidade de desenvolvimento das mudas, destacando-se entre estes a composição do substrato que irá ser usada para o enchimento dos recipientes. Segundo BRILHO et alii (1967) e OLIVEIRA et alii (1972) esta composição pode determinar a Velocidade de desenvolvimento das mudas.

Este substrato utilizado para o desenvolvimento das mudas já vem sendo estudado há algum tempo. Entre as pesquisas mais recentes pode-se destacar, entre outras, a de **CARVALHO** et alii (1976), que obtiveram um melhor desenvolvimento quando utilizaram, por  $m^3$  de mistura, aproximadamente 1,0 kg de  $P_2O_5$  e, como fonte de matéria orgânica, 60 kg de esterco de galinha ou 300 litros de esterco de curral: e a de Malavolta e Morais, citados por **MALAVOLTA** et alii (1974), que recomendaram, para cada tonelada de terra: 100 kg de esterco de curral ou 25 kg de esterco de galinha, ou ainda 5 kg de torta de oleaginosa, todos com o processo de fermentação complementado: e ainda 2,5 kg de sulfato de amônio, 2,5 kg de superfosfato simples, 1,0 kg de cloreto de potássio, 10 g de bórax e 20 g de sulfato de zinco e que, caso o solo mostre pH abaixo de 6,5, antes de se adicionar os fertilizantes juntar 1 a 2 kg de calcário dolomítico. Conforme pode-se verificar no presente exemplo, não existe um consenso entre os especialistas na cultura e/ou nutrição mineral de plantas, com relação à uma recomendação ideal para composição (adubação) do substrato. Endossando o mencionado, **ADUAY** (1970), comenta que, aparentemente não há níveis fixados dos elementos nutritivos nos diferentes solos em que se cultiva o cafeeiro, que sirvam como guia absoluto para as adubações. Cada solo específico tem o seu nível ótimo de fertilidade variável com as condições ambientais químicas ou com alterações biológicas.

Em trabalho recente, AGUAS (1989) verificou valores significativamente superiores nos parâmetros de crescimento das mudas (altura das plantas, matéria seca da parte aérea e das raízes, diâmetro do caule e área foliar), quando utilizou o DAP como fonte de fósforo em substituição ao superfosfato simples, no substrato. O autor julgou que estes resultados foram devidos principalmente, ao fato do DAP apresentar também em sua constituição 16% de nitrogênio, o que segundo ele, deve ter contribuído para que as mudas que receberam este tratamento apresentassem superioridade nos parâmetros mencionados.

Diante do exposto verificou-se a necessidade de desenvolver o presente trabalho com os objetivos de avaliar:

- a) A contribuição dos fertilizantes químicos nitrogenados aplicados ao substrato, para o desenvolvimento das mudas.
- b) A eficiência destes fertilizantes aplicados ao substrato, no fornecimento de nitrogênio às mudas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Nitrogênio no solo e na planta

Segundo MALAVOLTA (1980), um hectare de solo brasileiro possui na profundidade de 30 cm entre 1.000 e 1.500 kg de nitrogênio total. Quase todo este está em forma orgânica; a fração mineral (geralmente nitratos e um pouco de  $\text{NH}_4^+$ ) corresponde a apenas uns 25 kg. O conteúdo de N - NO<sub>3</sub> do solo flutua muito, dependendo da chuva, variando entre 2,5 kg até 100 kg de nitrogênio por hectare. Com a chuva os nitratos descem no perfil, com a seca, sobem com a água que caminha pelos poros do terreno.

De acordo com Broadbent, citado por MALAVOLTA (1976), o nitrogênio representa uns 5% da matéria orgânica. Acrescenta que, o nitrogênio aparece em proporção bastante constante mesmo considerando-se a matéria orgânica de solos muito diversos.

A maior parte do nitrogênio orgânico no solo parece estar ligado à lignina (um derivado de carboidrato) como um complexo

ligno proteico, MALAVOLTA (1980). Este mesmo autor acrescenta que, as plantas superiores são capazes de absorver o nitrogênio de diferentes formas:  $N_2$  (caso das leguminosas e de outras espécies), aminoácidos, uréia,  $NH_4^+$  e predominantemente nas condições naturais como  $NO_3^-$ . Geralmente a absorção do  $NH_4^+$  e a do  $NO_3^-$  faz com que haja o abaixamento e a elevação do pH, respectivamente, EPSTEIN (1975).

Conforme Mengel e Kirkby, citados por LOCATELLI (1984), o  $NO_3^-$  é geralmente a fonte mais absorvida pelas plantas para o seu crescimento, muito embora isso seja variável com a espécie vegetal e com fatores ambientais. Essa afirmação é endossada por LEE e STWART (1978), ao mencionarem que habitats diferentes condicionam as plantas a mecanismos diversos para uma eficiente absorção e assimilação de nitrogênio. Segundo eles, a natureza constitutiva e adaptativa do mecanismo de absorção é um aspecto fundamental da adaptação de uma espécie a seu ambiente edáfico.

O nitrogênio é transportado no xilema e redistribuído no floema; tanto o transporte quanto a redistribuição são relativamente rápidos, MALAVOLTA (1980).

O nitrogênio é de fundamental importância na constituição de compostos orgânicos tais como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e coenzimas, EPSTEIN (1975). A deficiência desse elemento resulta na redução da quantidade de clorofila, causando amarelecimento geral ou clorose das folhas, JONES (1966) e EPSTEIN (1975).

## 2,2. Resposta do cafeeiro ao nitrogênio

De acordo com **GUIMARÃES (1986)**, com relação ao nitrogênio, seu comportamento nas fertilizações nem sempre está relacionado com o teor deste elemento no **solo** ou na matéria orgânica. **URIBE-HENAO & MESTRE-MESTRE (1976)**, encontraram resultados similares em **solos** com elevados e baixos teores de nitrogênio, mostrando que o cafeeiro parece requerer aplicações de nitrogênio para aumentar o rendimento ainda que em **solos** com elevados teores de matéria orgânica.

Segundo **MORAES et alii (1976)**, na maioria das regiões cafeeiras do Brasil, com frequência o nitrogênio é o fertilizante que mais afeta a produção de café fato que decorre da elevada exigência apresentada pela cultura em relação ao dito nutriente.

**CARVAJAL et alii (1969)**, estudaram a absorção líquida dos macronutrientes com exceção do enxofre, por planta de café (*Coffea arabica L.*) var. Bourbon durante um ciclo vegetativo e reprodutivo completo. A contribuição por parte dos nutrientes ao total da absorção líquida, mostrou que o nitrogênio é o elemento quantitativamente mais importante na nutrição do café.

**MORAES et alii (1976)**, estudando fontes e doses de nitrogênio na adubação mineral do cafeeiro, verificaram que as produções de café obtidas durante o transcorrer do ensaio evidenciaram uma reação altamente significativa e positiva para doses crescentes de nitrogênio.

Com relação a composição química do cafeeiro, Catani e Moraes, citados por CARDOSO (1990), constataram que as quantidades médias dos elementos retirados por uma planta com 5 anos de idade foram: 117,5 g N; 4 g  $P_2O_5$ ; 121,3 g  $K_2O$ ; 77,1 g CaO e 23,5 g MgO. Os frutos foram responsáveis por cerca de 28% de todo o N contido na planta; 31% de todo o P; 35% de todo K; 7% de todo Ca e 23% de todo Mg. CORREA et alii (1983), constataram para mudas da cultivar Catuaí com 6 meses de idade, uma quantidade de nutrientes, contida na matéria seca total de 0,160 g N; 0,025 g  $P_2O_5$ ; 0,160 g  $K_2O$ ; 0,106 g CaO; 0,024 g MgO. Seguindo esta mesma linha de pesquisa Malavolta et alii, citados por GUIMARÃES (1986), determinaram os teores de macro e micronutrientes contidos na casca e nos grãos de café de três variedades cultivadas em três solos do estado de São Paulo. Os nutrientes extraídos em maiores quantidades foram respectivamente, em ordem decrescente os seguintes: N, K, Ca, Mg, S e P e, K, N, Ca, S, P e Mg.

Quanto a variação da quantidade de nutrientes durante o desenvolvimento dos frutos, Catani et alii, citados por GUIMARÃES (1986), esclareceram que estes absorvem continuamente todos os nutrientes, durante o seu desenvolvimento. Dentre eles o K e o N foram solicitados em maior quantidade, seguindo-se o Ca, o P, o S e o Mg. O K contribuiu com 52% e o N com 34% da quantidade total de macronutrientes.

HIROCE et alii (1975), estudaram através de um fatorial  $3^3$ ,

na presença e ausência de B e Zn, os efeitos das doses 0, 100 e 200 g de N e  $K_2O$  e 0, 50 e 100 g de  $P_2O_5$ /cova, em dois solos do estado de São Paulo, um LR de São Simão e um LV de Campinas. Observaram um efeito linear positivo das doses de N em relação à média de quatro produções que variaram de 826, 1.304 e 1.366 kg/ha no LR e 838, 1.320 e 1.419 kg/ha no LV orto. O P e o K não aumentaram significativamente a produção em ambos os solos.

FRANCO et alii (1960) trabalhando em LR de Ribeirão Preto, aplicaram as doses de 0, 120 e 360 g de N, 0, 100 e 300 g de  $P_2O_5$  e 120, 240 e 480 g de  $K_2O$ /cova. Obtiveram respostas altamente significativas e positivas, de natureza linear, para o N e o K.

Com a finalidade de estudar o efeito da omissão de macronutrientes (N, P, K, Ca, S, Mg) da solução nutritiva no crescimento do cafeeiro e na composição química das folhas, utilizando-se de plantas jovens cultivadas em casa de vegetação, com solução de Hoagland & Arnon, devidamente modificada, HAAG & MALAVOLTA (1960), verificaram que os parâmetros peso seco das folhas, peso seco do caule e número de folhas, entre outros, foram mais afetados pela ausência do nitrogênio na solução que os demais macronutrientes.

Estudos realizados por SANTANA & PEDROSO (1976), sobre o efeito de fertilizantes nitrogenados na formação de mudas de cafeeiro, mostraram que a adubação com doses crescentes de fertilizantes nitrogenados provocaram um aumento do peso fresco das raízes.



Estudando a influencia da adubação nitrogenada no desenvolvimento de mudas de cafeeiro, cultivar "Mundo Novo", com meio ano de idade, MARCONDES & PAVAN (1975), verificaram que todos **os** tratamentos diferiram da testemunha, evidenciando a importância da adubação nitrogenada.

### 2.3. Resposta do cafeeiro **ao** nitrogênio com **o** uso de diferentes fontes.

Em certas culturas a fonte de nitrogênio é importante e pode influenciar na produção, tendo em vista **o** seu comportamento no solo **ou** devido ao íon acompanhante. Na agricultura tal fato é pouco estudado, LACERDA et alii (1986).

Conforme MORAES et alii (1976), a indicação da fonte de nitrogênio mais adequada para cada caso específico, **a sua** dosagem e forma de emprego se revestem de uma certa complexidade, em decorrência da extrema mobilidade desse elemento no **solo** e da possível ocorrência de efeitos secundários negativos sobre **o solo** e a planta, além de suas implicações econômicas.

Abruña & Chandler, citados por MORAES et alii (1976), comparando seis fontes de nitrogênio na adubação mineral do cafeeiro, observaram efeito acidificante do sulfato de amônio sobre **o solo** e, em consequência uma elevação na concentração de manganês nas folhas.

Verliere, citado por MORAES et alii (1974), trabalhando com três fontes de nitrogênio - sulfato de amônio, uréia e nitrato de cálcio, concluiu pela superioridade da primeira em relação às outras duas. ROBINSON (1961) já havia chegado à mesma conclusão quando utilizou uréia e sulfato de amônio.

Lazzarini & Moraes, citados por MORAES et alii (1976), em um experimento sobre fontes de nitrogênio, instalado em Podzolizações de Lins e Marília, da região de Pindorama, SP, verificaram a ocorrência de sintomas de carência e de excesso de manganês nas folhas de cafeeiro, em decorrência do emprego do salitre do Chile e nitrocálcio (carência) e do sulfato de amônio (excesso).

ABRUÑA & SILVA (1962), estudaram o efeito de várias fontes de nitrogênio (nitrato de sódio, sulfato de amônio, nitrato de amônio, nitrato de potássio e nitrato de amônio-cal), sobre o rendimento de café cultivado intensivamente e concluíram que, os rendimentos foram muito mais baixos quando utilizaram o nitrato de sódio como fonte de nitrogênio, em comparação à demais fontes que mostraram-se estatisticamente iguais.

MORAES et alii (1974), estudando fontes e doses de nitrogênio na adubação mineral de cafeeiro, desde o período de formação da lavoura até um espaço de tempo suficiente para obtenção de 11 colheitas, concluíram que, o nitrocálcio e o sulfato de amônio foram as melhores fontes de nitrogênio tendo diferido significativamente da uréia e do salitre do Chile. Acrescentaram que, o sulfato de amônio foi inicialmente superior

ao nitrocálcio sendo entretanto superado por este na 'fase final do experimento.

CARVALHO (1975), estudando a atividade da nitrato redutase em mudas de cafeeiro sob as formas nítrica (salitre **do** chile) e amoniacal (sulfato de amônio) de adubação nitrogenada, concluiu, mesmo não havendo diferenças significativas que a forma nítrica apresentou melhor resultado.

BRAVO & FERNANDES (1964), estudando a resposta de plantas jovens de café a aplicação de três níveis de umidade no **solo** e aos fertilizantes nitrogenados uréia e nitrato de sódio, obtiveram entre outras, as seguintes conclusões:

- a) A uréia produziu mais matéria seca e área foliar que o nitrato de sódio e ambas foram superiores à testemunha sem fertilização.
- b) Ambos fertilizantes diminuíram a relação raiz/parte aérea em relação a testemunha devido a maior produção de parte aérea.

Após estas considerações torna-se evidente que, a fonte de nitrogênio pode ter influência na produção em determinadas situações. Ressalta-se entretanto, que devido à algumas peculiaridades deste elemento, podendo-se destacar entre outras, a sua grande mobilidade no **solo** e **os** possíveis efeitos negativos que este promove no solo e na planta, que muito existe para se elucidar com relação a indicação da melhor fonte, para cada caso específico.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização do Experimento

O experimento foi instalado no viveiro de formação de mudas da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no Sul do Estado de Minas Gerais, em agosto de 1990.

A altitude do local é de 800 metros, sendo que no período de execução do experimento (agosto/90 - março/91), verificou-se as médias de temperaturas máximas e mínimas de respectivamente, 27,8°C e 16,9°C, e uma precipitação de 1.285,5 mm.

O viveiro utilizado é de cobertura alta, permitindo uma insolação de aproximadamente 50% do total.

## **3.2. Material**

### **3.2.1. Planta**

Para a avaliação dos tratamentos, utilizou-se mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) da progênie Catuaí Vermelho C# 2077-2-5-44.

### **3.2.2. Solo**

Para a realização do experimento utilizou-se um **solo** classificado como Latossolo **Roxo** distrófico, **BAHIA (1975)**. A coleta para a composição do substrato foi feita no horizonte **sub-superficial**, de onde foram retiradas amostras para as análises químicas e físicas, cujos **os** resultados **são** apresentados nos Quadros 01 e 02, respectivamente.

### **3.2.3. A matéria orgânica**

A matéria orgânica utilizada foi o esterco de curral. **No** Quadro **03 são** apresentados **os** resultados das análises químicas de uma amostra deste material.

QUADRO 1. Resultados das análises químicas da amostra do solo utilizado para a composição do substrato - Lavras, MG - 1990.

Características	Valores
pH em água	5,0 AcM
Matéria Orgânica (%)	2,3 M
P (ppm)	1 B
K (ppm)	14 B
Ca (meq/100cc)	0,4 B
Mg (meq/100cc)	0,1 B
Al (meq/100cc)	0,6 M
H + Al (meq/100cc)	7,0 A
S (meq/100cc)	0,5 B
t (meq/100cc)	1,1 B
T (meq/100cc)	7,5 M
m (%)	53 A
V (%)	7 MB

- Análises realizadas no Instituto de Química "John W. Weelock" do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

S - Soma de bases trocáveis	B - Baixo
m - Saturação de Al da CTC efetiva	AcM - Acidez Média
V - Saturação de bases a pH 7	T - CTC a pH 7
MB - Muito Baixo	M - Médio
t - CTC efetiva	A - Alto

QUADRO 2. Resultados das análises físicas da amostra do solo utilizado para a composição do substrato - Lavras, MG - 1990.

Características	Valores (%)
Areia	19
Limo	9
Argila	72

- Análises realizadas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

QUADRO 3. Teores de nutrientes na matéria seca do esterco de curral utilizado na constituição do substrato para formação das mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG, 1992. (\*)

Nutrientes	Valores (%)
N	1,47
P	0,03
K	0,02
Ca	1,34
Mg	0,03
M.O.	29,40

\* Análise realizada no Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

## 3.2.4. Fertilizantes químicos

Utilizou-se o superfosfato simples como fonte de fósforo; o sulfato de amônio, a uréia, o nitrocálcio, o MAP, o nitrato de amônio e o nitrato de potássio, como fontes de nitrogênio. O Quadro 04, mostra as características destes fertilizantes.

QUADRO 4. Características dos adubos químicos utilizados no experimento (\*).

Adubos	Porcentagem de						Equivalente em $\text{CaCO}_3$
	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	CaO	MgO	S	
Nitrato de amônio	33,5	-	-	-	-	-	-590
Nitrocálcio	27	-	-	5	3	-	-280
Sulfato de amônio	21	-	-	-	-	23	-1.100
Uréia	45	-	-	-	-	-	-840
Fosfato monoamônico (MAP)	-	50	-	-	-	-	-650
Nitrato de potássio	10	-	44	-	-	-	+260
Superfosfato simples	-	15	-	26	-	12	0

Fonte: MALAVOLTA (1980).

(\*) Equivalente em  $\text{CaCO}_3$ ; kg de carbonatos necessários para neutralizar (sinal -) a acidez provocada por 1 t do adubo.

Sinal +: alcalinidade equivalente.

$\text{P}_2\text{O}_5$ : solúvel em água.



### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado, foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições.

#### 3.3.2. Parcelas

Cada parcela experimental foi constituída de **16** mudas de cafeeiro, dispostas na forma quadrada (4 x 4), sendo que na avaliação dos parâmetros foram consideradas as quatro centrais.

#### 3.3.3. Tratamentos

Foram estudados **os** tratamentos relacionados abaixo:

- 1) Substrato básico + sulfato de amônio
- 2) Substrato básico + uréia
- 3) Substrato básico + nitrocálcio
- 4) Substrato básico + MAP
- 5) Substrato básico + nitrato de amônio
- 6) Substrato básico ■ nitrato de potássio
- 7) Substrato básico
- 8) Substrato básico - matéria orgânica

OBS.: Todos **os** adubos nitrogenados foram aplicados na dosagem de 0,6 kg de N por m<sup>3</sup> de substrato.

#### 3.3.3.1. Composição do substrato básico utilizado

A composição do substrato básico utilizado nos diversos tratamentos, é a recomendada por **CARVALHO et alii (1976)**, sendo a seguinte, por m<sup>3</sup> de mistura: 700 litros de terra + 300 litros de esterco de curral + 5 kg de superfosfato simples como fonte de fósforo. Conforme nota-se, não **se** utiliza adubo químico potássico em sua composição.

#### 3.3.4. Semeadura

Duas sementes foram semeadas diretamente em cada saquinho de polietileno, na profundidade de 1 cm. Posteriormente foram cobertas com 0,5 cm de areia grossa, peneiradas sobre **os** saquinhos. E finalmente procedeu-se uma rega com Brassicol.

#### 3.3.5. Condução das mudas

Durante o desenvolvimento das mudas foram executadas as recomendações de **GONÇALVES & THOMAZIELLO (1970)** no que se refere ao controle de plantas daninhas e tratos fitossanitários,

### 3.3.6. Avaliação dos efeitos dos tratamentos.

A coleta final dos dados de campo foi efetuada, aproximadamente sete meses após o plantio, avaliando-se os seguintes parâmetros:

#### 3.3.6.1. Altura das plantas

Foi realizada a medição correspondente à distância do colo até o ponto de inserção dos brotos terminais da muda.

#### 3.3.6.2. Diâmetro do caule

O diâmetro foi medido com micrômetro, no ponto imediatamente inferior à inserção das folhas cotiledonares,

#### 3.3.6.3. Área foliar

Foi determinada medindo-se o comprimento e a maior largura de uma folha de cada par. Posteriormente multiplicou-se o comprimento, a largura, a constante 0,667 e o valor 2 (para se obter a área do par). Em seguida somou-se os valores de cada par, obtendo-se a área foliar da muda, metodologia descrita por GOMIDE et alii (1976).

#### 3.3.6.4. Número de folhas verdadeiras.

Procedeu-se a contagem do número de folhas verdadeiras de cada uma das quatro mudas da parcela útil.

#### 3.3.6.5. Matéria seca

Após as mudas serem destorroadas e lavadas em água corrente, separou-se a parte aérea do sistema radicular na altura do colo. Depois de obtido o peso fresco destes materiais, acondicionou-se separadamente a parte aérea e o sistema radicular, em sacos de papel, que foram submetidos à secagem em estufa a 70°C até peso constante. Após a obtenção do peso seco, o material foi triturado em moinho e colocado em vidros para posterior análise de nutrientes.

#### 3.3.6.6. Análises químicas da parte aérea e do sistema radicular

Foram feitas análises para os macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre e para os micronutrientes: zinco, cobre, ferro, manganês e boro. Para a determinação do nitrogênio, utilizou-se o método kjeldahal, o fósforo foi determinado por colorimetria e o potássio por fotometria de chama. Os elementos cálcio, magnésio, zinco, manganês e cobre

foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Na determinação do enxofre utilizou-se turbidimetria. Os métodos utilizados **são os** propostos por SARRUGE & HAAG (1974).

#### **3.3.6.7. Análises estatísticas**

**Os** dados foram submetidos à análise de variância de acordo com PIMENTEL GOMES (1976), utilizaram-se **os** programas em uso no Centro de Processamento de Dados e no Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância, referentes aos valores médios verificados para as características de crescimento estudadas, e aos dos teores dos macronutrientes e dos micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco) determinados na matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas de cafeeiro, encontram-se respectivamente, nos Quadros 1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A do Apêndice.

### 4.1. Características de crescimento

Os valores médios observados nas mudas de cafeeiro para altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar, número de folhas verdadeiras, matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de  $0,6 \text{ kg de N/m}^3$  de substrato, e de dois tratamentos adicionais (substrato básico e substrato básico - matéria orgânica), são apresentados no Quadro 05.

QUADRO 5. Valores médios das características de crescimento determinados em mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B.- M.O.). ESAL. Lavras-MG, 1992.

Tratamentos	Características de crescimento					
	Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	NO de folhas verdes	Matéria seca(g)	
					Raiz	P. aérea
Substrato básico + sulfato de amônio	21,56	3,25	345,75	11,00	0,53	2,14
Substrato básico + uréia	20,86	3,03	325,94	10,50	0,38	1,91
Substrato básico + nitrocálcio	22,69	3,25	389,58	11,30	0,49	2,41
Substrato básico + MAP	21,25	3,06	340,85	11,20	0,38	1,95
Substrato básico + nitrato de amônio	21,71	3,20	369,95	11,10	0,47	2,19
Substrato básica + nitrato de potássio	20,52	3,01	319,74	10,70	0,38	1,85
Substrato básico	21,00	3,14	334,53	10,60	0,45	2,00
Substrato básico - matéria orgânica	6,31	1,96	45,49	6,10	0,19	0,26
DMS (Tukey 5%)	3,98	0,59	120,41	1,53	0,25	0,89
CV (%)	9,88	9,59	18,83	7,17	29,33	23,33

Observa-se no Quadro 5 que todas as características de crescimento estudadas exibiram um comportamento similar, em função dos tratamentos utilizados, ou seja, as mudas cultivadas na presença das seis fontes de nitrogênio do experimento e as do S.B., mostraram-se estatisticamente iguais, sendo que somente as do S.B. - M.O. evidenciaram uma inferioridade significativa.

Fazendo-se uma comparação do valor médio da altura das plantas do S.B. (21,00 cm) com o do S.B. - M.O. (6,31 cm),

verifica-se que, o 1º é 232,80% superior. Estes resultados evidenciam a grande importância da matéria orgânica na formação de mudas de cafeeiro. É fato conhecido que a matéria orgânica melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. ALMEIDA et alii (1978); CARVALHO et alii (1976); CAIXETA et alii (1972); TOLEDO et alii (1960) e EZEQUIEL (1980), também encontraram respostas positivas quando utilizaram esterco de curral para esta característica, em mudas de cafeeiro.

Os valores médios para as alturas das plantas quando foram utilizados o nitrocálcio (22,69 cm), e o nitrato de potássio (20,52 cm), mostraram-se como o maior e o menor do experimento, respectivamente, das seis fontes de N estudadas. O confronto destes valores com o do S.B., evidencia uma superioridade do 1º de 8,05% e uma inferioridade do 2º de 2,30%.

Comparando-se o valor médio do diâmetro do caule do S.B. (3,14 mm) com o do S.B. - M.O. (1,96 mm), observa-se que o 1º é superior em 60,20%. Estes resultados confirmam as considerações de CARVALHO et alii (1976), de que a matéria orgânica é de grande importância para a produção de mudas de cafeeiro.

O maior e o menor valor médio do experimento, considerando-se o diâmetro do caule das seis fontes de N do experimento, foram determinados quando foram utilizados o nitrocálcio e o sulfato de amônio (3,25 mm) e o nitrato de potássio (3,01 mm), respectivamente. Fazendo-se uma comparação destes valores com o do S.B., verifica-se uma superioridades do 1º de 3,50% e uma



inferioridade do 2º de 4,32%.

Analisando-se o valor médio de área foliar do S.B. (334,53 cm<sup>2</sup>), e o do S.B. - M.O. (45,49 cm<sup>2</sup>), detecta-se que o 1º é 635,40% superior. Resultados semelhantes aos deste trabalho, evidenciando o proeminente efeito positivo da matéria orgânica na formação de área foliar em mudas de cafeeiro, foram obtidos por EZEQUIEL (1980) e SOUZA (1987).

Para a área foliar, os valores médios quando foram utilizados o nitrocálcio (389,58 cm<sup>2</sup>), e o nitrato de potássio (319,74 cm<sup>2</sup>), mostraram-se como o maior e o menor do experimento, respectivamente, das seis fontes de N estudadas. Comparando-se estes valores com o do S.B., nota-se uma superioridade do 1º de 16,46% e uma inferioridade do 2º de 4,63%.

Comparando-se o valor médio do número de folhas verdadeiras do S.B. (10,60 folhas) com o do S.B. - M.O. (6,10 folhas), percebe-se uma superioridade do 1º de 73,77%. CARVALHO et alii (1976); CAIXETA et alii (1972) e ALMEIDA et alii (1978), também mostraram o efeito benéfico da adição do esterco de curral ao substrato para esta característica.

O maior e o menor valor médio, para o número de folhas verdadeiras, das seis fontes de N estudadas, foram determinados na presença do nitrocálcio (11,30 folhas), e na da uréia (10,50 folhas), respectivamente. Comparando-se estes valores com o do S.B., observa-se uma superioridade do 1º de 6,60% e uma inferioridades do 2º de 0,99%.

Confrontando-se o valor médio de matéria seca da parte aérea do S.B. (2,00 g) com o do S.B. - M.O. (0,26 g), verifica-se uma superioridade do 1º de **669,23%**. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por CARVALHO et alii (1976) e EZEQUIEL (1980), quando verificaram um grande efeito positivo da aplicação do esterco de curral ao substrato na produção de matéria da parte aérea em mudas de cafeeiro.

Para a matéria seca da parte aérea, os valores médios quando foram utilizados o nitrocálcio (2,41 g), e o nitrato de potássio, (1,85 g), apresentaram-se como o maior e o menor do experimento, das seis fontes de N estudadas, respectivamente. Fazendo-se uma comparação entre estes valores com o do S.B., detecta-se uma superioridade do 1º de 20,50% e uma inferioridade do 2º de **8,11%**.

Analisando-se o valor médio de matéria seca do sistema radicular do S.B. (0,45 g), e o do S.B. - M.O. (0,19 g), nota-se que o 1º é **136,84%** superior. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por CARVALHO et alii (1976) e ALMEIDA et alii (1978).

Com relação à matéria seca do sistema radicular, os valores médios quando foram utilizados o sulfato de amônio (0,53 g), e a uréia, o nitrato de potássio e o MAP (0,38 g), mostraram-se como o maior e o menor do experimento, respectivamente, das seis fontes de N estudadas. Confrontando-se estes valores com o do S.B., nota-se uma superioridade do 1º de **17,78%** e uma inferioridade do 2º de **18,42%**.

Verificando-se o comportamento geral das mudas com relação às características de crescimento estudadas, percebe-se que os maiores valores médios do experimento foram determinados na presença do nitrocálcio, excetuando-se apenas a m.s. do sistema radicular. É provável que isto foi devido à baixa capacidade deste fertilizante de acidificar o solo, e também por este possuir em sua composição 5% de CaO e 3% de MgO (Quadro 04). O substrato ao qual foi adicionado sofreu um incremento nos seus teores de cálcio e magnésio trocáveis, podendo inclusive ter-se verificado um melhor equilíbrio de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das mudas.

O nitrato de potássio apresentou-se como a pior fonte de N do experimento para quase todas as características de crescimento consideradas, excetuando-se apenas o número de folhas verdadeiras. Acredita-se que a utilização deste fertilizante tenha condicionado um desequilíbrio de nutrientes no substrato, pois os valores médios destas características, excetuando-se a mencionada acima, determinados na sua presença, mostraram-se inferiores inclusive aos do S.B., MALAVOLTA (1976), menciona que o potássio inibe competitivamente a absorção de  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{Ca}^{+2}$ . Conforme pode-se ver no Quadro 04, este fertilizante apresenta 44% de  $\text{K}_2\text{O}$  em sua composição.

A presença da uréia proporcionou a obtenção dos piores valores médios do experimento, das seis fontes de N estudadas, Para as características de número de folhas verdadeiras e m.s. do

sistema radicular. É provável que isto se deva à alta capacidade que este fertilizante apresenta de acidificar o solo (Quadro 04).

Os maiores valores do experimento para a m.s. do sistema radicular e diâmetro do caule observados na presença do sulfato de amônio, julga-se que foram devido aos 23% de S que este possui (Quadro 04). A sua utilização propiciou um aumento no S disponível e proporcionou uma maior absorção deste nutriente pelas mudas, e conseqüentemente um maior crescimento em diâmetro do caule, e das raízes.

O fato da presença do MAP ter condicionado o menor valor médio do experimento, das seis fontes de N estudadas, considerando-se a m.s. do sistema radicular, parece coerente com as considerações de MALAVOLTA (1981), de que os fosfatos de amônio ao contrário dos superfosfatos simples e triplo tendem a baixar o pH do solo devido às transformações da amônia que possuem; podendo-se verificar uma colheita relativamente menor devido à elevação na concentração do manganês a níveis tóxicos ou a uma diminuição no teor de cálcio trocável do solo, tudo provocado pela acidez gerada.

#### 4.2. Macronutrientes na matéria seca da parte aérea

Os valores médios para os teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio,

na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (substrato básico e substrato básico - matéria orgânica), são apresentados no Quadro 06.

QUADRO 6. Teores médios dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B.- M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

Tratamentos	Macronutrientes (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Substrato básico + sulfato de amônio	2,25	0,27	1,68	1,03	0,49	0,11
Substrato básico + uréia	2,40	0,31	2,33	1,08	0,43	0,12
Substrato básico + nitrocálcio	2,45	0,31	1,88	1,09	0,50	0,11
Substrato básico + MAP	2,63	0,34	2,58	1,05	0,39	0,12
Substrato básico + nitrato de amônio	2,31	0,31	1,93	1,07	0,46	0,12
Substrato básico + nitrato de potássio	2,35	0,29	2,53	1,07	0,35	0,12
Substrato básico	2,52	0,31	2,26	1,07	0,43	0,11
Substrato básico - matéria orgânica	1,58	0,28	1,48	1,22	0,22	0,17
DMS (Tukey 5%)	0,53	0,05	0,49	0,19	0,09	0,03
CV (%)	11,07	8,51	11,41	8,68	10,96	12,84

#### 4.2.1. Nitrogênio na parte aérea

Observa-se no Quadro 06 que a absorção de N (teores médios de N determinados na m.s. da parte aérea), na presença das seis fontes de N do experimento e na do S.B., mostraram-se

estatisticamente iguais. Apenas as mudas do S.B. e M.O. foram negativamente influenciadas.

O maior e o menor valor médio de absorção, das seis fontes de N utilizadas, foram verificados na presença do MAP (2,63%), e na do sulfato de amônio (2,25%), respectivamente. O 1º valor exibe, quando comparado ao do S.B. (2,52%), uma superioridade de 4,36%, sendo que o 2º mostrou-se, considerando-se esta mesma comparação, inferior em 12%.

Este comportamento das mudas na presença do MAP entra em contradição com os comentários de MENARD & MALAVOLTA (1962), os quais afirmam que, existe um antagonismo entre o P e o N. Estes autores encontraram menores teores de N na m.s. da parte aérea de mudas de café, quando aumentaram os níveis de P no meio. Salienta-se que, no presente trabalho a aplicação deste fertilizante correspondeu a um aumento de P no substrato, pois este apresenta em sua composição 50% de  $P_2O_5$  solúvel em água (Quadro 04). Ressalta-se, porém, que BRAGANÇA (1984), não encontrou influência de doses de fósforo no teor de N da parte aérea de mudas de cafeeiro. Analisando-se ainda a relação entre estes dois nutrientes SOUZA (1987), comenta que, no experimento de MENARD & MALAVOLTA (1962) as mudas foram cultivadas em solução nutritiva, onde o elemento é fornecido na forma mais elementar, o que provavelmente deve ter interferido na absorção do N adicionado. Os resultados deste trabalho parecem reforçar os Comentários destes dois últimos autores.

Com relação ao sulfato de amônio, acredita-se que a influência negativa que este condicionou às mudas na absorção do N, se deva ao fato deste ser o fertilizante nitrogenado que apresenta maior capacidade de acidificar o solo (Quadro 04). Em solos com pH baixo, normalmente se verifica uma menor disponibilidade de diversos elementos essenciais para as plantas, entre estes o N.

Comparando-se o tratamento S.B. com o S.B. - M.O., verifica-se os teores médios de 2,52% e 1,58%, respectivamente. Evidenciando, portanto, que o N presente no esterco de curral (1,47% de N total), foi o responsável por este incremento. Após passar pelo processo de mineralização, a matéria orgânica é uma fonte de nitrogênio para as plantas, KIEHL (1985); MALAVOLTA (1986) e SANCHES (1981).

#### 4.2.2. Fósforo na parte aérea

As mudas do tratamento S.B. - M.O. e as cultivadas na presença do sulfato de amônio, apesar de serem significativamente inferiores apenas às submetidas ao MAP, mostraram uma maior tendência de redução na absorção de P (teores médios de P determinados na m.s. da parte aérea), Quadro 06.

Considera-se que o efeito negativo que o sulfato de amônio condicionou às mudas se deve possivelmente, ao fato deste ser o fertilizante nitrogenado que tem ação mais evidenciada no

processo de acidificação do solo (Quadro 04). Como já se sabe, a disponibilidade de P em valores baixos de pH é diminuída pela formação de fosfatos de Fe e Al.

As mudas do S.B. não se diferenciaram das cultivadas na presença das seis fontes de nitrogênio do experimento e superou às do S.B. - M.O. em 14,81%. Evidenciando a capacidade da matéria orgânica de funcionar como fonte de P após o processo de mineralização, o que concorda com as considerações de KIEHL (1985) e MALAVOLTA (1986).

#### 4.2.3. Potássio na parte aérea

Conforme se vê no Quadro 06, as mudas cultivadas na presença do MAP e na do nitrato de potássio absorveram uma quantidade superior de K (teores médios de K determinados na m.s. da parte aérea), em comparação às cultivadas na presença do nitrato de amônio, do nitrocálcio e do sulfato de amônio. Apesar de não terem se diferenciado estatisticamente das cultivadas na presença da uréia e do S.B., entretanto apresentaram tendência de superioridade.

É provável que este comportamento das mudas na presença do MAP foi devido ao fato deste fertilizante possuir 50% de  $P_2O_5$  solúvel em água (Quadro 04). MENARD & MALAVOLTA (1962), constataram que ao fornecer uma dose mais elevada de fósforo às mudas de cafeeiro, este nutriente interferiu na absorção do potássio,



aumentando sua concentração na m.s. das folhas. Com' relação ao nitrato de potássio, considera-se que, o efeito positivo que proporcionou às mudas foi devido aos 44% de  $K_2O$  que este possui (Quadro 04). A concentração de K é considerado o fator mais importante para a absorção pela planta, MALAVOLTA (1976).

Confrontando-se o tratamento S.B. com o S.B. - M.O., verifica-se os valores médios de 2,26% e 1,48%, respectivamente. O que nos mostra que a matéria orgânica é uma fonte de K depois de passar pelo processo de mineralização.

Salienta-se que as mudas cultivadas na presença do sulfato de amônio, apesar de não se diferenciarem estatisticamente na absorção de K das correspondentes ao nitrocálcio e ao nitrato de amônio, todavia exibiram tendencia de inferioridade. Isto provavelmente se deve ao fato deste fertilizante apresentar elevada capacidade de acidificação do solo. Como já se sabe, em pH baixo, além de se verificar um menor teor de bases trocáveis, entre as quais K, geralmente se verifica toxidez de Al, a qual prejudica sensivelmente o sistema radicular e condiciona a planta uma menor capacidade de absorção de K, entre outros elementos essenciais.

#### 4.2.4. Cálcio na parte aérea

Conforme se vê no Quadro 06 não se verificou influência de nenhuma das seis fontes de N estudadas na absorção de cálcio

(teores médios de  $\text{Ca}^{+2}$  determinados na m.s. da parte aérea). As mudas do S.B. - M.O., apesar de terem superado estatisticamente apenas as cultivadas na presença do sulfato de amônio, entretanto mostraram tendência (maior valor médio) de superarem as submetidas aos demais tratamentos do experimento. Considera-se que isto foi devido ao efeito de diluição, uma vez que, as mudas dos demais tratamentos desenvolveram-se mais, o que determinou, portanto, uma diminuição no teor de cálcio na m.s. da parte aérea.

Comparando-se o valor médio do tratamento S.B. (1,07%) com o do S.B. - M.O. (1,22%), verifica-se uma inferioridade de 19 de 14,02%. Devido ao efeito de diluição, mencionado acima. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por SOUZA (1987) e AGUAS (1989).

Analisando-se apenas as seis fontes de N estudadas, verifica-se que as mudas cultivadas na presença do sulfato de amônio exibiram tendência de inferioridade. É provável que isto foi devido ao fato deste fertilizante apresentar elevada capacidade de acidificar o solo (Quadro 04). MALAVOLTA (1981), comenta que, os fertilizantes que acidificam o solo, citando como exemplo os fosfatos de amônio, podem condicionar uma colheita relativamente menor devido à elevação na concentração de Mn a níveis tóxicos ou a uma diminuição no teor de cálcio trocável do solo, tudo provocado pela acidez gerada.

#### 4.2.5. Magnésio na parte aérea

Observando-se o Quadro 06, considera-se importante destacar-se os seguintes aspectos:

1) Apesar da absorção pelas mudas de cafeeiro cultivadas na presença do nitrocálcio, do sulfato de amônio, do nitrato de amônio, da uréia e do S.B, não terem diferido estatisticamente entre si, todavia verifica-se o maior valor médio do experimento nas cultivadas na presença do nitrocálcio. Considera-se que a explicação para esta determinação está condicionada ao fato deste fertilizante possuir 3% de MgO (Quadro 04). A aplicação deste ao substrato promoveu um incremento no teor de Mg trocável, permitindo às mudas uma melhor condição de absorvê-lo.

2) As mudas cultivadas na presença do nitrato de potássio, o qual apresenta 44% de  $K_2O$  em sua constituição (Quadro 04), foram as mais prejudicadas no processo de absorção do magnésio, das seis fontes de N do experimento. Apesar de não terem se diferenciado estatisticamente das cultivadas na presença do MAP, e da uréia, no entanto apresentaram tendência de inferioridade. Estes resultados concordam com a afirmação de MALAVOLTA (1976) de que o K inibe competitivamente entre outros cátions, o magnésio.

3) Analisando-se o valor médio do S.B. (0,43%), e o do S.B.-M.O. (0,22%), evidencia-se a superioridade da presença da matéria orgânica comparada, à ausência. Pelo Quadro 03 observa-se que, a matéria orgânica possuía 0,03% de magnésio, sendo que

possivelmente, após o processo de mineralização, parte dele tenha se tornado disponível para as mudas.

#### 4.2.6. Enxofre na parte aérea

Conforme se vê no Quadro 06 não se verificou efeito da aplicação de nenhuma das fontes de nitrogênio estudadas na absorção do enxofre (teores médios de S determinados na M, S, da parte aérea). Apenas o teor determinado nas mudas do S, B, -M, O, diferenciou-se significativamente dos correspondentes aos demais tratamentos estudados, exibindo comportamento de superioridade.

Diversos autores afirmam que a matéria orgânica é a principal, fonte de S nos solos brasileiros, podendo-se citar entre outros, MALAVOLTA (1986) e SANCHES (1981). O que não concorda com os resultados deste experimento, pois, as mudas do S, B, exibiram um valor médio 54,54% inferior ao do S, B, -M, O,, AGUAS (1989) obteve resultados semelhantes aos do presente trabalho e atribuiu suas constatações ao efeito de diluição.

#### 4.3. Micronutrientes na matéria seca da parte aérea

Os valores: médios para os teores dos micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco), determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de

$N$  por  $m^3$  de substrato, e de dois tratamentos' adicionais (substrato básico e substrato básico - matéria orgânica), são apresentados no Quadro 07.

**QUADRO 7.** Teores médios dos micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de  $0,6$  kg de  $N/m^3$  de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). **ESAL**, Lavras-MG, 1992.

Tratamentos	Micronutrientes (ppm)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Substrato básico + sulfato de amônio	43,51	11,82	415,96	125,31	16,08
Substrato básico + uréia	36,93	13,95	497,87	56,23	14,42
Substrato básico + nitrocalcio	40,43	14,53	337,25	64,90	15,52
Substrato básico + MAP	40,19	10,71	359,90	174,98	14,59
Substrato básico + nitrato de amônio	37,60	11,60	358,99	77,88	14,44
Substrato básico + nitrato de potássio	39,68	14,40	421,91	42,04	14,64
Substrato básico	39,73	12,13	447,76	52,99	14,88
Substrato básico - materia orgânica	44,78	20,93	1.309,88	384,85	13,13
DMS (Tukey 5%)	8,91	3,57	315,27	44,24	3,41
CV (%)	10,67	12,56	29,38	17,47	11,19

#### 4.3.1. Boro na parte aérea

Nenhum dos tratamentos estudados influenciou estatisticamente a absorção do boro (teores médios de **B**

determinados na m.s. da parte aérea), Quadro 07.

Constata-se, ao comparar-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., os valores médios de 39,73 ppm e 44,78 ppm, respectivamente. Estes resultados não concordam com a afirmação de MALAVOLTA (1980), que o boro orgânico é a principal fonte de boro para as plantas, e também com os resultados obtidos por AGUAS (1989) e SOUZA (1987), porém assemelham-se às observações de EZEQUIEL (1980). O qual atribuiu seus resultados obtidos a um possível efeito de diluição.

#### 4.3.2. Cobre na parte aérea

Pelo Quadro 07 observa-se que as mudas que mais absorveram cobre (teores médios de  $\text{Cu}^{+2}$  determinados na m.s. da parte aérea), foram as do S.B.-M.O.. Seguidas pelas cultivadas na presença do nitrocálcio, nitrato de potássio, da uréia, do S.B., do sulfato de amônio e do nitrato amônio, que não se diferenciaram estatisticamente. Finalmente verifica-se as mudas cultivadas na presença do MAP que apesar de não terem se diferenciado das dos 4 últimos tratamentos mencionados, entretanto, exibiram tendência de inferioridade.

Comparando-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., observa-se os valores médios de 12,13 ppm e 20,93 ppm, respectivamente; portanto, o 2º exibiu uma superioridade de 72, 55%. Esta observação concorda com a afirmação de MALAVOLTA (1976), de que a

matéria orgânica como o Esterco de Curral, por exemplo, pode diminuir a concentração de cobre na solução do solo, possivelmente através da formação de quelados. Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos por AGUAS (1989).

As mudas cultivadas na presença do MAP, conforme já mencionou-se, foram as que apresentaram o menor valor médio de absorção do experimento (10,71 ppm). É provável que isto foi devido ao fato deste fertilizante apresentar 50% de  $P_2O_5$  solúvel em água (Quadro 04). Diversos autores, entre os quais, Bingham & Martin e Timmer & Leyden, citados por CARDOSO (1990), afirmam que a deficiência de cobre pode ser induzida por doses elevadas de P.

#### 4.3.3. Ferro na parte aérea

Conforme se vê no Quadro 07 a utilização das seis fontes de N e a do S.B. não condicionaram diferenças significativas na absorção de ferro ((teores médios de Fe determinados na m.s. da parte aérea). Apenas as mudas do S.B.-M.O. foram positivamente influenciadas.

Confrontando-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., detecta-se os valores médios de 447,76 ppm e 1.309,88 ppm, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com MALAVOLTA (1986), que diz que menores teores de ferro em viveiros de cafeeiro

parecem estar associados, entre outros fatores, com a matéria orgânica. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por EZEQUIEL (1980) e SOUZA (1987).

#### 4.3.4. Manganês na parte aérea

Observa-se no Quadro 07 que as mudas do S.B.-M.O., apresentaram uma absorção de Mn (teores médios de Mn determinados na m.s. da parte aérea), estatisticamente superior às dos demais tratamentos estudados. Seguidas pelas cultivadas na presença do MAP. Logo após aparecem as correspondentes ao sulfato de amônio. Na sequência as cultivadas na presença do nitrato de amônio, do nitrocálcio, da uréia, do S.B. e do nitrato de potássio, que não diferiram estatisticamente entre si.

Comparando-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., verifica-se os valores médios de 52,99 ppm e 284,84 ppm, respectivamente. Estas observações concordam com KIEHL (1985) que afirma que o manganês é fortemente adsorvido pela matéria orgânica, formando complexos insolúveis e estáveis; e também com os comentários de MALAVOLTA (1986), que menciona que a adubação orgânica, entre outras, é condição para carência de Mn. Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos por AGUAS (1989).

Considera-se coerente o comportamento das mudas cultivadas na presença do MAP e do sulfato de amônio, 29 e 39 maior valor médio do experimento, respectivamente. Como mostra o Quadro 04,



estes fertilizantes apresentam uma grande tendência em promoverem a acidificação do solo. Conforme citação de MALAVOLTA (1980), a elevação de uma unidade do pH diminui 100 vezes a concentração deste elemento na solução do solo. O mesmo MALAVOLTA (1981), menciona que os fosfatos de amônio, ao contrário dos superfosfatos simples e triplo tendem fazer baixar o pH do solo devido às transformações da amônia que possuem, podendo condicionar uma colheita relativamente menor devido à elevação na concentração de Mn a níveis tóxicos ou a uma diminuição no teor de cálcio trocável do solo, tudo provocado pela acidez gerada.

#### 4.3.5. Zinco na parte aérea

Nenhum dos tratamentos utilizados no trabalho influenciou significativamente a absorção do Zn (teores médios de Zn determinados na m.s. da parte aérea), Quadro 07.

Confrontando-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., nota-se os valores médios de 14,88 ppm e 13,32 ppm, respectivamente. A presença da matéria orgânica proporcionou uma superioridade de 11,71%. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por AGUAS (1989).

Salienta-se que os maiores valores médios foram determinados nas mudas cultivadas na presença do sulfato de amônio (16,08 ppm) e do nitrocálcio (15,52 ppm). O sulfato de amônio apresenta elevada capacidade de acidificar o solo (Quadro 04), portanto o

comportamento das mudas na sua presença se enquadram nos comentários de MALAVOLTA (1976), que diz que o N aplicado como adubo pode aumentar ou diminuir a absorção do Zn devido ao efeito do pH que pode ser, respectivamente, diminuído ou aumentado. Considerando-se que o nitrocálcio possui 3% de MgO em sua composição (Quadro 04), a explicação para o comportamento das mudas na sua presença também se enquadram nas discussões deste mesmo autor, o qual diz que, o Mg pode aumentar a disponibilidade de Zn pois como os dois elementos tem raios iônicos parecidos, o primeiro pode deslocar o zinco de compostos relativamente insolúveis.

#### 4.4. Macronutrientes na matéria seca do sistema radicular

Os valores médios para os teores dos macronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular das mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N por m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (substrato básico e substrato básico - matéria orgânica), são apresentados no Quadro 08.

##### 4.4.1. Nitrogênio no sistema radicular

Apenas as mudas do S.B.-M,O, diferiram-se estatisticamente das dos demais tratamentos estudados, apresentando-se em

condições de inferioridade, na capacidade de absorver N (teores médios de N determinados na m.s. do sistema radicular), Quadro 08.

QUADRO 8. Teores médios dos macronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

Tratamentos	Macronutrientes (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Substrato básico + sulfato de amônio	1,84	0,21	1,19	1,10	0,95	0,24
Substrato básico + uréia	1,91	0,22	1,72	0,77	0,96	0,23
Substrato básico + nitrocálcio	1,95	0,23	1,50	0,88	1,06	0,25
Substrato básico + MAP	2,00	0,25	2,47	0,69	0,93	0,20
Substrato básico + nitrato de amônio	1,84	0,20	1,34	0,85	0,89	0,21
Substrato básico + nitrato de potássio	1,93	0,23	2,32	0,77	0,75	0,25
Substrato básico	1,81	0,22	1,77	0,81	1,06	0,22
Substrato básico - matéria orgânica	1,31	0,21	1,21	1,84	0,54	0,26
DMS (Tukey 5%)	0,44	0,05	0,63	0,31	0,32	0,10
CV (%)	11,74	11,10	18,10	15,74	17,22	19,98

Fazendo-se o confronto do tratamento S.B. com o S.B.-M.O., constata-se os valores médios de 1,81% e 1,31%, respectivamente. A ausência da matéria orgânica condicionou um valor médio 38,17% inferior. Vários autores, entre os quais KIEHL (1985) e SANCHES (1981), citam que, após passar pelo processo de mineralização, a

matéria orgânica é uma fonte de nitrogênio para as plantas.

Observa-se que a absorção relativa à todas seis fontes de **N** estudadas foram superiores à das mudas do **S.B.**, o que nos sugere que a utilização de nenhuma destas implicou numa perda total do **N** aplicado.

#### 4.4.2. Fósforo no sistema radicular

Conforme se vê no Quadro 08 a utilização do **MAP** condicionou uma superioridade na absorção de **P** (teores médios de **P** determinados na m.s. do sistema radicular), quando comparada com a do nitrato de amônio. Os demais tratamentos não diferiram entre si e nem destes dois citados.

As mudas cultivadas na presença do **MAP** foram as que exibiram o maior valor médio do experimento. Acredita-se que isto se deve aos 50% de  $P_2O_5$  solúvel em água que este possui (Quadro 04). O substrato ao qual foi aplicado apresentou um incremento no seu teor de **P** disponível, o que proporcionou melhores condições para que este nutriente fosse absorvido pelas mudas.

Considera-se coerente o comportamento das mudas cultivadas na presença do nitrocálcio (2º maior valor médio do experimento), considerando-se que este possui 3% de  $MgO$  (Quadro 04), e atentando-se para as considerações de Truog et alii, citado por MALAVOLTA (1981), os quais demonstraram que o aumento na dose de **Mg** aumentou o teor de **P** na ervilha mais que o fornecimento de

fósforo disponível; admitiram que o malogro da adubação fosfatada pode ser devida em parte à falta de magnésio no solo.

Comparando-se o tratamento **S.B.** com o **S.B.-M.O.**, detecta-se os valores médios de 0,22% e 0,21%, respectivamente. A presença da matéria orgânica condicionou um valor 4,76% superior. Possivelmente isto foi devido ao esterco de curral, cuja análise revelou um valor de 0,03% de  $P_2O_5$  solúvel em água. Após o processo de mineralização este funcionou como fonte de P para as mudas. O que concorda com as considerações de diversos autores entre os quais, KIEHL (1985) e MALAVOLTA (1986).

#### 4.4.3. Potássio no sistema radicular

Observa-se no Quadro 08 que o maior valor médio de absorção (teores médios de K determinados na m.s. de sistema radicular), foi determinado na presença do MAP, logo após aparece o relativo ao nitrato de potássio, sendo que estes dois não diferiram estatisticamente entre si. Em seguida verifica-se o do S.B. e o da uréia, entretanto estes não diferiram entre si e nem do nitrato de potássio. Na sequência o do nitrocálcio, o do nitrato de amônio, o do S.B.-M.O. e o do sulfato de amônio, que também não diferiram entre si, e nem do S.B. e da uréia.

Diante destes esclarecimentos, julga-se importante os seguintes comentários:

a) É provável que o maior valor médio de absorção verificado nas

mudas' cultivadas na presença de MAP (2,47%), se 'deva' ao fato deste fertilizante possuir em sua composição 50% de  $P_2O_5$  solúvel em água (Quadro 04). MENARD & MALAVOLTA (1962), constataram ao fornecer uma dose mais elevada de fósforo às mudas de cafeeiro, que este nutriente interferiu na absorção do potássio, aumentando sua concentração na m.s. das folhas.

b) O comportamento das mudas cultivadas na presença do nitrato de potássio, 2º maior valor médio do experimento, foi devido possivelmente, ao fato deste fertilizante conter em sua composição 44% de  $K_2O$  (Quadro 04). A concentração de K é considerado o fator mais importante para a absorção pela planta, MALAVOLTA (1976).

c) Comparando-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., verifica-se os valores médios de 1,77% e 1,21%, respectivamente. O que nos mostra que a matéria orgânica após passar pelo processo de mineralização se constituiu numa fonte de potássio para as mudas.

d) A tendência de inferioridade de absorção exibida pelas mudas cultivadas na presença do nitrocálcio, possivelmente se deve ao fato deste fertilizante possuir 5% de  $CaO$  e 3% de  $MgO$  (Quadro 04). MALAVOLTA (1986), diz que existe um antagonismo entre K e Mg. O mesmo MALAVOLTA (1980), cita que existe uma inibição competitiva entre o cálcio e o potássio.

e) A inferioridade no processo de absorção do K exibida pelas mudas cultivadas na presença de sulfato de amônio, menor valor médio do experimento, provavelmente foi devida à alta capacidade deste fertilizante de acidificar o solo (Quadro 04). Em solo com

pH baixo, além de se verificar um menor teor de  $K^+$  trocável, geralmente ocorre toxicidade de **Al**, a qual prejudica sensivelmente o sistema radicular e condiciona a planta uma menor capacidade de absorção de **K**, entre outros elementos essenciais.

#### 4.4.4. Cálcio no sistema radicular

**As** mudas do tratamento S.B.-M.O. superaram estatisticamente as demais do experimento na capacidade de absorver cálcio (teores médios de Ca determinados na matéria seca do sistema radicular), Quadro 08. Considera-se que estes resultados foram devidos ao efeito de diluição, uma vez que as mudas deste tratamento foram as que menos desenvolveram-se do experimento.

Comparando-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., verifica-se os valores médios de **0,81% e 1,84%**, respectivamente. É provável que estes resultados foram devidos, como já mencionou-se, ao efeito de diluição. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por **AGUAS (1989)** e **SOUZA (1987)**.

**Os** dois menores valores médios do trabalho, foram verificados nas mudas cultivadas na presença da uréia e do nitrato de potássio (0,77%), e do MAP (0,69%). Considera-se que o comportamento das mudas cultivadas na presença do nitrato de potássio está relacionado com o fato deste fertilizante possuir **44%** de  $K_2O$  (Quadro 04). O potássio inibe competitivamente entre outros cátions, o cálcio, **MALAVOLTA (1976)**. O comportamento das

mudas na presença do **MAP** e da uréia é coerente com os comentários de **MALAVOLTA (1981)**, que diz que os fertilizantes que acidificam o solo, citando como exemplo os fosfatos de amônio, podem condicionar uma colheita relativamente menor devido à elevação na concentração de Mn a níveis tóxicos ou a uma diminuição no teor de cálcio trocável do solo, tudo provocado pela acidez gerada.

#### 4.4.5. Magnésio no sistema radicular

Conforme se vê no Quadro 08 não se verificou efeito de nenhuma das seis fontes de nitrogênio estudadas na absorção do magnésio (teores médios de  $Mg^{+2}$  determinados na m.s. do sistema radicular). Dos tratamentos do experimento, apenas o S.B.-M.O. evidenciou diferença significativa dos demais, exibindo um comportamento de inferioridade.

Constata-se, ao comparar-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., os valores médios de 1,06% e 0,54%, respectivamente. Estes resultados concordam com os comentários de **MALAVOLTA (1980)**, de que a matéria orgânica, entre outros fatores, contribui para o aparecimento da deficiência de Mn, associados aos de Lohnis e Mass et alii, citados por **MOYSÉS (1988)**, que relatam que há um efeito competitivo entre o manganês e cátions como Ca e o Mg.

O valor médio para as mudas cultivadas na presença do nitrato de potássio (0,75%) apresentou-se como o menor do experimento, das seis fontes de N estudadas, sendo inferior



inclusive ao do S.B. (1,06%). Isto se deve possivelmente, aos 44% de  $K_2O$  presentes neste adubo (Quadro 04). Existe um antagonismo entre K e Mg, MALAVOLTA (1986).

#### 4.4.6. Enxofre no sistema radicular

Nenhum dos tratamentos estudados influenciou significativamente a absorção do enxofre (teores médios de S determinados na m.s. do sistema radicular), Quadro 08.

O confronto do tratamento S.B. com o S.B.-M.O., mostra-nos os valores médios de 0,22 e 0,26%, respectivamente. A presença da matéria orgânica proporcionou um valor 18,18% inferior ao da sua ausência. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por AGUAS (1989) e EZEQUIEL (1980), os quais julgaram que suas observações foram devidas ao efeito de diluição.

#### 4.5. Micronutrientes na matéria seca do sistema radicular

Os valores médios para os teores dos micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco), determinados na matéria seca do sistema radicular das mudas de cafeeiro em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N por m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (substrato básico e substrato básico - matéria orgânica), são apresentados no Quadro 09.

QUADRO 9. Teores médios dos micronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

Tratamentos	Micronutrientes (ppm)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Substrato básico + sulfato de amônio	58,70	27,35	7.301,79	109,55	49,26
Substrato básico + uréia	62,93	28,23	7.476,71	44,93	41,98
Substrato básico + nitrocálcio	73,77	28,17	6.804,11	56,42	58,51
Substrato básico + MAP	75,51	24,93	3.471,53	118,98	42,31
Substrato básico + nitrato de amônio	69,06	26,84	8.186,62	52,35	45,23
Substrato básico + nitrato de potássio	69,96	27,36	8.042,63	43,48	54,67
Substrato básico	66,78	24,13	7.845,80	43,01	44,95
Substrato básico - matéria orgânica	54,09	52,78	10.754,42	281,79	46,40
DMS (Tukey 5%)	35,39	15,30	3.674,09	42,61	22,29
CV (%)	25,78	24,67	23,72	21,95	22,48

#### 4.5.1. Boro no sistema radicular

Nenhum dos tratamentos estudados influenciou estatisticamente a absorção do boro (teores médios de B na m.s. do sistema radicular), Quadro 09.

O confronto do tratamento S.B. com o S.B.-M.O., mostra-nos os valores médios de 66,78 ppm e 54,09 ppm, respectivamente. Estes resultados confirmam as afirmações de MALAVOLTA (1986), que diz que a matéria orgânica em nossos solos é a principal fonte de

boro para as plantas. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por AGUAS (1989).

#### 4.5.2. Cobre no sistema radicular

As mudas do S,B,-M,O, superaram as dos demais tratamentos estudados, que não se diferiram estatisticamente, na capacidade de absorver cobre (teores médios de  $\text{Cu}^{+2}$  na m. s. do sistema radicular), Quadro 09.

Comparando-se o tratamento S,B, com o S,B.-M,O., observa-se os valores médios de 24,13 ppm e 52,78 ppm, respectivamente. Estes resultados concordam com MALAVOLTA (1981), que afirma que os adubos orgânicos em doses pesadas, podem bloquear o cobre sob a forma de complexos orgânicos metálicos insolúveis; e também com MALAVOLTA (1976), o qual comenta que a matéria orgânica como o esterco de curral, por exemplo, pode diminuir a concentração de cobre na solução do solo, possivelmente através da formação de quelados.

As mudas cultivadas na presença do MAP foram as que exibiram o menor valor médio, das seis fontes de N do experimento. É provável que isto foi devido aos 50% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em água que este fertilizante apresenta em sua composição (Quadro 04). Diversos autores, entre os quais Bingham & Martin e Timmer & Seyden, citados por CARDOSO (1990), afirmam que a deficiência de cobre pode ser induzida por doses elevadas de fósforo.

#### 4.5.3. Ferro no sistema radicular

Conforme se vê no Quadro 09 o maior valor médio de absorção de ferro (teores médios de Fe determinados na m.s. do sistema radicular), foi determinado para o tratamento S.B.-M.O. Em seguida verifica-se os correspondentes ao nitrato de amônio, ao nitrato de potássio, ao S.B., à uréia, ao sulfato de amônio e ao nitrocálcio, sendo que estes não diferiram estatisticamente entre si. O menor valor médio de absorção do experimento foi determinado na presença do MAP, entretanto este não se diferenciou significativamente do relativo ao nitrocálcio.

Após o exposto julga-se importante os seguintes comentários:

- a) O confronto do tratamento S.B. com o S.B.-M.O., mostra-nos os valores médios de 7.845,80 ppm e 10.754,42 ppm, respectivamente. Estes resultados concordam com MALAVOLTA (1980), que diz que a presença de matéria orgânica se constitui numa condição, entre outras, que induz a carência de Fe. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por SOUZA (1987).
- b) As mudas cultivadas na presença do MAP foram, como já mencionou-se, as que exibiram o menor valor médio de absorção do experimento (3.471,53 ppm). É provável que isto foi devido ao fato deste fertilizante possuir 50% de  $P_2O_5$  solúvel em água em sua composição (Quadro 04). Existem diversas citações na literatura sobre a capacidade que tem o P em altos níveis de

insolubilizar o Fe no solo, podendo-se destacar entre estas, as de MALAVOLTA (1980).

#### 4.5.4. Manganês no sistema radicular

Observa-se no Quadro 09 que as mudas do S.B.-M.O. superaram estatisticamente as dos demais tratamentos do trabalho na capacidade de absorver manganês (teores médios de Mn determinados na m.s. do sistema radicular). Seguidas pelas cultivadas na presença do MAP e logo após as do sulfato de amônio, que não se diferenciaram estatisticamente. Finalmente verifica-se as cultivadas na presença do nitrocálcio, do nitrato de amônio, da uréia, do nitrato de potássio e do S.B. que mostraram-se estatisticamente iguais. Diante do exposto julga-se importante as seguintes considerações:

a) As mudas dos S.B. foram as que apresentaram a menor absorção de Mn. Estes resultados evidenciam a característica de quase todos os fertilizantes nitrogenados de acidificarem o solo (Quadro 04). É fato conhecido que o Mn disponível é aumentado significativamente com o abaixamento do pH. A adição de adubos que deixam resíduo ácido perto da semente ou da planta aumenta a disponibilidade de Mn, MALAVOLTA (1976). Salienta-se, entretanto, que das fontes de N estudadas a única que apresenta efeito alcalinizante é o nitrato de potássio, sendo que as mudas cultivadas na sua presença exibiram um valor de absorção quase que idêntico ao das

do S.B., mostrando-se superior em apenas 1,01%.

b) O confronto do tratamento S.B. com o S.B.-M.O., mostra-nos os valores médios de 43,01 ppm e 281,79 ppm, respectivamente. Estes resultados concordam com as considerações de diversos autores de que a matéria orgânica pode condicionar uma carência de Mn, podendo-se citar entre outros, **MALAVOLTA** (1980).

c) OS valores médios de absorção na presença do MAP (118,98 ppm) e do sulfato de amônio (109,55 ppm), apresentaram-se como os maiores do experimento, entre as seis fontes de N estudadas. É provável que isto foi devido a alta capacidade que estes fertilizantes apresentam de acidificarem o solo (Quadro 04), condicionando, como já mencionou-se acima, uma elevação nos teores de Mn disponível. Com relação ao comportamento das mudas cultivadas na presença do MAP, cabe apresentar os comentários de **MALAVOLTA** (1981), o qual afirma que, os fosfatos de amônio tendem a fazer baixar o pH do solo devido às transformações da amônia que possuem; podendo condicionar uma colheita relativamente menor devido à elevação na concentração de Mn a níveis tóxicos ou a uma diminuição no teor de Ca trocável do solo, tudo provocado pela acidez gerada.

#### 4.5.5. Zinco no sistema radicular

Nenhum dos tratamentos estudados interferiu significativamente na absorção do Zn (teores médios de Zn determinados na

m.s. do sistema radicular), Quadro 09.

Confrontando-se o tratamento S.B. com o S.B.-M.O., constata-se os valores médios de 44,95 ppm e 46,39 ppm, respectivamente. Resultados semelhantes aos deste trabalho, evidenciando a superioridade na absorção do Zn por mudas cultivadas na ausência de matéria orgânica em relação às que desenvolveram-se em sua presença, foram obtidos por SOUZA (1987). Acredita-se que tenha havido um efeito de diluição.

O maior valor médio de absorção do experimento foi obtido nas mudas cultivadas na presença do nitrocalcário (58,51 ppm). Julga-se que isto foi devido aos 3% de MgO que este fertilizante possui (Quadro 09). MALAVOLTA (1976), menciona que o Mg pode aumentar a disponibilidade de Zn, pois como os dois elementos tem raios iônicos parecidos, o primeiro pode deslocar o zinco de compostos insolúveis.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que o trabalho foi realizado, concluiu-se que:

a) Apesar de não se ter verificado diferenças estatísticas entre as seis fontes de N do experimento, em nenhum dos parâmetros de crescimento estudados, entretanto, notou-se que o nitrocálcio condicionou um efeito positivo e o nitrato de potássio um depressivo no desenvolvimento das mudas. Isto na presença, da matéria orgânica e do superfosfato simples constituintes do substrato básico utilizado.

b) Quando comparado ao tratamento constituído pelo substrato básico, a aplicação do sulfato de amônio elevou os teores do manganês na parte aérea e no sistema radicular, e reduziu o do potássio na parte aérea. A utilização do MAP elevou os teores do manganês na parte aérea e no sistema radicular e o do potássio no sistema radicular, e diminuiu o do



ferro no sistema radicular. As demais fontes de N do experimento não influenciaram os teores dos macronutrientes e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) determinados na matéria seca das mudas.

## 6. RESUMO

Com **os** objetivos de avaliar a eficiência de seis adubos químicos nitrogenados adicionados ao substrato, no fornecimento de nitrogênio e na contribuição para o desenvolvimento de mudas de cafeeiro Catuaí (*Coffea arabica* L.), foi conduzido **um** experimento no viveiro de formação de mudas da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições. Seis dos tratamentos estudados foram constituídos pela associação do substrato básico utilizado no trabalho com **os** adubos nitrogenados: sulfato de amônio, uréia, nitrocálcio, **MAP**, nitrato de amônio e nitrato de potássio. Todos na dosagem de 0,6 kg de **N** por  $m^3$  de substrato. **Os** outros dois tratamentos, considerados como adicionais, foram o substrato básico e o substrato básico sem a matéria orgânica.

Aproximadamente sete meses após o plantio, avaliou-se os parâmetros de crescimento e determinou-se os teores dos nutrientes, contidos na matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas.

Nas condições em que o trabalho foi realizado concluiu-se mesmo não se verificando diferenças estatísticas entre as seis fontes de N do experimento, em nenhum dos parâmetros de crescimento estudados, que o nitrocálcio condicionou um efeito positivo e o nitrato de potássio um depressivo no desenvolvimento das mudas. Isto na presença da matéria orgânica e do superfosfato simples constituintes do substrato básico utilizado no trabalho. Quando comparado ao tratamento constituído pelo substrato básico, a aplicação do sulfato de amônio elevou os teores do manganês na parte aérea e no sistema radicular, e reduziu o teor do potássio na parte aérea. A utilização do MAP elevou os teores do manganês na parte aérea e no sistema radicular e o do potássio no sistema radicular, e diminuiu o do ferro no sistema radicular. As demais fontes de N do experimento não influenciaram os teores dos macronutrientes e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) determinados na matéria seca das mudas.

## 7. SUMMARY

EFFECTS OF ADDING NITROGEN FERTILIZERS TO THE SUBSTRATUM  
ON THE DEVELOPMENT OF COFFEE-TREE CUTTINGS (*Coffea arabica* L.)

With the view to evaluate the effectiveness of six nitrogen fertilizers added to the substratum, in supplying of nitrogen and contribution to the development of coffee cuttings cv. Catuai (*Coffea arabica* L.) an experiment was undertaken in the nursery of the Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais.

The experimental design utilized was the randomized blocks with eight treatments and five replications. Six of the treatments studied were made up of the association of the basic substratum utilized in the trial plus the nitrogen fertilizers: ammonium sulphate, urea, nitrocalcium, MAP, ammonium nitrate and potassium nitrate. All in the dosage of 0.6 kg of N to the cubic meter ( $m^3$ ) of substratum. The other two treatments, considered additional, were the basic substratum and the basic substratum

with no organic matter.

About seven months after planting, growth parameters were evaluated and the contents of nutrients contained in the dry matter of the aerial part and root system, of the cutting were determined.

Under the conditions that the work was accomplished, it was concluded even not finding statistical differences among the six nitrogen sources of the experiment, in none of the growth parameters studied, that nitrocalcium conditioned a positive effect and potassium nitrate a decreasing one upon the development of the cuttings. This in the presence of both organic matter and simple superphosphate components of the 'basic substratum utilized in the work. **As** compared with the treatment composed of basic substratum, applying ammonium sulphate, raised the contents of manganese both in the aerial part and root system and lowered potassium content in the aerial part. Utilization of **MAP** raised manganese contents in the aerial part and root system and that of potassium in the root system, and decreased that of iron in the root system. The other sources of **N** in the experiment had no influence upon the contents of macronutrients and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn e Zn) evaluated in the dry matter of the cuttings.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRUÑA, F.: VICENTE, J. & SILVA, S. Efecto de várias fuentes de nitrógen sobre **los** rendimientos de café cultivado intensivamente. Turrialba, Turrialba, **12(2):97, 1962.**
2. ADUAY, E.A. Soil-plant nutrient relationships in tree crops with special reference to coffee: **a** review. Turrialba, Turrialba, **20(4):463-70, 1970.**
3. AGUAS, L.H. R. Efeito de fontes e doses de cálcio e enxofre no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras, ESAL, **1989.** 101p. (Tese **MS**).

4. ALMEIDA, S.R.; MATIELLO, J.B. & GARCIA, A.W.R. Estudo sobre calagem nos substrato para formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 6, Ribeirão Preto, 1978. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1978. p.103-9.
5. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFE. Rio de Janeiro, IBC, 1989. nº19, p.35.
6. BAHIA, V.G. Gênese e classificação de **um solo** do município de Lavras-MG. Piracicaba, ESALQ, 1975. 67p. (Tese de **Doutorado**),
7. BRAGANÇA, S.M. Efeitos de fontes e doses de fósforo **no** desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras, ESAL, 1984. 94p. (Tese MS),
8. BRAVO, C.M. & FERNANDES, C.E. Respuesta de plantas jóvenes de café e la aplicacion de três niveles de humedad in el suelo y dos fertilizantes nitrogenados. Turrialba, Turrialba 14(1):15-22, feb. 1964.

9. BRILHO, C.C.; FIGUEIREDO, J.J. de. & TOLEDO, S.V. de. Adubação orgânica e química de mudas em viveiro. In: INSTITUTO AGRONÔMICO. Experimentação Cafeeira 1929 a 1963. Campinas, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1967. p.251-60,
10. CAIXETA, J.V.; SOUZA, S.P. & GONTIJO, V. de P.M. Efeito de substrato na formação de mudas de café. Série Pesquisa Extensão, Sete Lagoas, (18):1-5, fev. 1972.
11. CARDOSO, E.L. Avaliação do desenvolvimento de cultivares e progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes doses de fósforo no substrato. Lavras, ESAL, 1990. 74p. (Tese MS).
12. CARVAJAL., J.F.; ACEVEDO, A. & LOPES, C.A. Nutrient uptake by the coffee tree during a yearly cycle. Turrialba, Turrialba, 19(1):13-20, 1969.
13. CARVALHO, F. Estudo da atividade da nitrato redutase em mudas de café (*Coffea arabica* L.), cultivadas à meia sombra e a pleno sol sob as formas nítrica e amoniacal de adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, Curitiba, 1975. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1975. p.208-210.



14. CARVALHO, M.M. de; DUARTE, G.S. & RAMALHO, M.A.P. "Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1976. p.240-1.
15. CORREA, J.B.; GARCIA, A.W.R. & COSTA, P.C. da. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1983. p.177-83.
16. EPSTEIN, E. Metabolismo mineral. In: \_\_\_\_\_. Nutrição mineral das plantas: principios e perspectivas. Rio de Janeiro, USP/Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.235-66.
17. EZEQUIEL, A.C. Efeitos da adição de boro e zinco a substratos no desenvolvimento **de** mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras, ESAL, 1980. 72p. (Tese MS).
18. FRANCO, C.M.; LAZZARINI, W.; CONAGIN, A.; REIS, A.J. & MORAES, F.R.P. de. Manutenção de cafezal com adubação exclusivamente mineral. *Bragantia*, Campinas, 19(33): 523-46, 1960.

19. GOMIDE, M.B. ; LEMOS, O.V. ; 'TOURINO, D. ; CARVALHO, M.M.' de ;  
CARVALHO, J.G. & DUARTE, C.S. Comparação entre métodos de  
determinação de área foliar em cafeeiro Mundo Novo e  
Catuai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS,  
4, Caxambu, 1976. .Resumos... Rio de Janeiro IBC-GERCA,  
1976. p.182.
20. GONÇALVES, J.C. & THOMAZIELLO, R.A. Produção de mudas de  
café. Campinas, Coordenadoria de Assistência Integral,  
1970. p.25. (Boletim Técnico, 63).
21. GUIMARÃES, P.T.G. Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)  
cv. Catuai a adubação mineral e orgânica **em solos de baixa**  
fertilidade no sul de Minas Gerais. Piracicaba, Escola  
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1986. 140p.  
(Tese de Doutorado) .
22. HAAG, H.P. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mi-  
neral do cafeeiro. III, Efeito das deficiências dos ma-  
cronutrientes no crescimento e na composição química do  
cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Bourbon (B. Rodr.)  
Choussy) cultivado em **solução** nutritiva. Revista de Agri-  
cultura, Piracicaba, 35(4):273-89, dez. 1960.

23. HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; **MORAES**, F.R.P. de; GALLO, J.R.; NERY, C. & LAUN, C.R.P. Relações entre **os** teores de macro-nutrientes, boro e zinco das folhas de cafeeiro e as produções. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 27(4):390-9, 1975.
24. JONES, W.W. Nitrogen. In: CHAPMAN, H.D. Diagnostic criteria for plants and soils. Califônia, University of California, Division of Agricultural Sciences, 1966. p.310-323.
25. KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo, Ceres, 1985. 492p.
26. LACERDA, M.P.; FREIRE, A.C.; VIANA, A.S. & ANDRADE, P.C. Fontes e **doses** de nitrogênio na formação e produção de café em **solo** LEd. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFE-EIRAS, 13. São Lourenço, 1986. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1986. p.110-2.
27. LEE, J.A. & STUART, G.R. Ecological aspects of nitrogen assimilation. *Advances in Botanical Research*, 6:1-43, 1978.

28. LOCATELLI, M. Efeito de formas, fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e composição mineral de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden), Viçosa, UFV, 1984. 64p, (Tese MS).
29. MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo, Ceres, 1980. 254p.
30. \_\_\_\_\_. Manual de química agrícola; adubos e adubação. 3,ed. São Paulo, Ceres, 1981. 596p.
31. \_\_\_\_\_. Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Ceres, 1976. 528p.
32. \_\_\_\_\_. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A.B. et alii. Cultura do cafeeiro. Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.165-274.
33. MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. de & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, 1974. 727p.

34. MARCONDES, D.A.S. & PAVAN, M.A. Influência da adubação nitrogenada no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*, L. cv. "Mundo Novo"). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, Curitiba, 1975. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1975. p.13.
35. MENARD, L.N. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. VII. Interação entre fósforo e ferro em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) var. Caturra KMC) cultivado em solução nutritiva. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 19:23-33, 1962.
36. MORAES, F.R.P. de; LAZZARINI, W.; TOLEDO, S.V. de; CERVELLINI, G.S. & FUJIWARA, M. Fontes e doses de nitrogênio na adubação mineral do cafeeiro, em latossolo roxo transição para latossolo amarelo orto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2, Poços de Caldas. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1974. p.265.
37. \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Fontes e doses de nitrogênio na adubação química do cafeeiro. I. Latossolo Roxo transição para Vermelho-amarelo orto. *Bragantia*, Campinas, 35(6):63-77, fev. 1976.

38. MOYSÉS, E.L. de F.D. Acumulação de matéria seca e absorção de nutrientes **pelo** cafeeiro (*Coffea arabica L.*) cv. Catuaí **em** solução nutritiva com diferentes doses de zinco e pH. Piracicaba, ESALQ/USP, 1988. 147p. (Tese de Doutorado) .
39. OLIVEIRA, J.C. et alii. Efeito de diferentes substrato na produção de mudas de café. Caratinga, IBC, 1972. 10p. (Mimeografado) .
40. PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 4.ed. São Paulo, Nobel, 1976. 430p.
41. ROBINSON, J.B.D. Nitrogen studies in a coffee soil. III. The comparative efficiency of ammonium sulphate and urea fertilizers in the presence and absence of organic mulch measured in terms of crop yield. Journal Agricultural Science, Cambridge, **56:61-64, 1961.**
42. SANCHES, P.A. Suelos del trópico; características y manejo. San José, Costa Rica, IICA, 1981. 625p.

43. SANT'ANNA, M.J. & PEDROSO, P.A.C. Efeito da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na formação de mudas de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA **CIENCIA**, 28, São Paulo, 1976. Resumos... São Paulo, 1976. p.797.
44. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
45. SOUZA, C.A.S. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) inoculadas com *Gigaspora margarita* (BECKER & HALL) em substratos com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. Lavras, ESAL, 1987. 237p. (Tese MS).
46. TOLEDO, S.V.; BRILHO, C.C. de & FIGUEIREDO, 3.1. Adubação de mudas em viveiros com fertilizantes orgânicos e químicos. In: INSTITUTO AGRÔNOMICO DE CAMPINAS. Experimentação cafeeira. Campinas, 1960. p.267-70.
47. URIBE-HENAO, & MESTRE-MESTRE, A. Efecto de nitrogênio, el fosforo y el potassio sobre la producción de café. Ceni-café, Chinchiná, 27(4):158-73, 1976.

## APÊNDICE



APÊNDICE 1. Resumo das análises de variância relativas às características de altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas verdadeiras e área foliar, determinadas em mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M. O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

C.V.	G.L.	Quadrados médios			
		Alt. planta (cm)	Diâmetro caule (mm)	Nº de folhas verdadeiras	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Tratamentos	7	143,8971 **	0,9123 **	14,9062 **	59.330,5815 **
Blocos	4	15,3856 **	0,0960	1,0469	8.564,0032
Resíduo	28	3,7081	0,0821	0,5469	3.386.4560
C.V. %		9,88	9,59	7,17	18,83

\*\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE 2. Resumo das análises de variância relativas às características de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, determinadas em mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de nitrogênio/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

CV	GL	Quadrados médios	
		Matéria seca (g)	
		Parte aérea	Sistema radicular
Tratamento	7	2,2035 **	0,0537 **
Blocos	4	0,4276	0,0238
Resíduo	28	0,1841	0,0149
CV %		23,33	29,93

\*\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE 3. Resumo das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg N/m<sup>3</sup> de substrato e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

CV	GL	Quadrados médios					
		N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
Trat.	7	0,5099 **	0,0028 **	0,8109 **	0,0170 *	0,0409 **	0,0017 **
Blocos	4	0,1176	0,0003	0,0341	0,0351 *	0,0036	0,0001
Resíduo	28	0,0655	0,0007	0,0565	0,0089	0,0020	0,0003
CV (%)		11,07	8,51	11,41	8,68	10,96	12,84

\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE 4. Resumo das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

CV	GL	Quadrados médios					
		N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
Trat.	7	0,2361 **	0,0014 **	1,1863 **	0,7013 **	0,1502 **	0,0025
Blocos	4	0,0394	0,0021 *	0,2060	0,0108	0,0126	0,0091 **
Resíduo	28	0,0458	0,0006	0,0936	0,0229	0,0237	0,0022
CV (%)		11,74	11,10	18,10	15,74	17,21	19,98

\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE 5. Resumo das análises de variância dos teores *dos* micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S.B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

CV	GL	Quadrados médios				
		B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Trat.	7	35,5389	52,0384 **	525.004,6414 **	66.138,1375 **	3,7405
Blocos	4	31,3963	7,6691	184.981,2982 **	1.540,6678 *	6,3297
Resid.	28	18,5341	2,9847	23.217,1710	457,0791	2,7134
CV (%)		10,67	12,56	29,38	17,47	11,19

\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 1% de probabilidade.

APÊNDICE 6. Resumo das análises de variância dos teores dos micronutrientes determinados na matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em função da utilização de seis fontes de nitrogênio, na dosagem de 0,6 kg de N/m<sup>3</sup> de substrato, e de dois tratamentos adicionais (S. B. e S.B. - M.O.). ESAL, Lavras-MG, 1992.

CV	Quadrados médios				
	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Trat.	211,633	435,5302 **	20.162.647,9160 **	33.455,2516 **	174,8347
Blocos	205,7369	90,7241	4.929.029,6635	267,7037	802,5262**
Residíduo	292,5385	54,6624	3.153.074,7585	425,0800	116,0632
CV (%)	25,78	24,67	23,72	21,95	22,48

\*\* Efeito significativo pelo teste de "F" ao nível de 1% de probabilidade.