

LUCIO PEREIRA SANTOS

EFEITOS DE DOSES DE NITRATO DE POTÁSSIO E ESTERCO DE CURRAL NA COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO PARA FORMAÇÃO 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 Fítotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

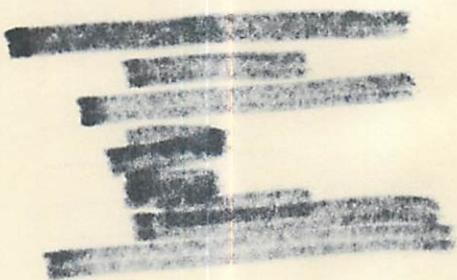
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS . MINAS GERAIS

1993

LUCIO PEREIRA SANTOS

EFETOS DE DOSES DE NITRATO DE POTÁSSIO E ES-  
CERCO DE CURRAL NA COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO  
PARA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (Coffea

arabica L.)



Investigação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do curso de Pós-Graduação  
em Agronomia, Área de concentração: Fitotecnia,  
para obtenção do grau de  
"MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS

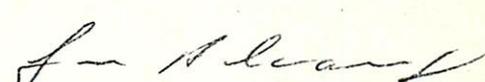
1973

EFEITOS DE DOSES DE NITRATO DE POTÁSSIO E ESTERCO  
DE CURRAL NA COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO PARA FORMAÇÃO  
DE MUDAS DE CAFEIEIRO (Coffea arabica L.)

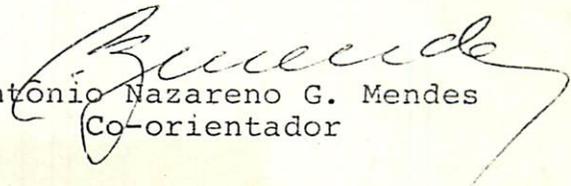
APROVADA:



Prof. Milton Moreira de Carvalho  
Orientador



Prof. Gui Alvarenga  
Co-orientador



Antônio Nazareno G. Mendes  
Co-orientador

*À DEUS, por ter conduzido os meus passos e  
iluminado a minha mente.*

### **OFEREÇO**

*Aos meus queridos pais, irmãos, tios, primos,  
cunhados e à minha namorada Márcia Mendes,  
pelo carinho, incentivo e apoio.*

*À memória de meu avô Romeu Leopoldino Pereira.*

*À Comunidade Científica.*

*À todos amigos*

### **DEDICO**

## BIOGRAFIA DO AUTOR

LÚCIO PEREIRA SANTOS, filho de Paulo Moreira Santos e Neuza Alvin Pereira Santos, nasceu em Machado, Estado de Minas Gerais, a 08 de junho de 1960.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica na Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado, em julho de 1984.

No período de 1985 a 1986, desenvolveu atividades de pesquisas na EPAMIG/FAZENDA EXPERIMENTAL DE MACHADO - MG, na condição de bolsista, através do PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO ENSINO/PESQUISA - PIEP VI, Convênio CNPq/EMBRAPA.

No período de 1986 a 1988 foi Assessor de Planejamento e Coordenação do Governo Municipal de Machado - MG.

Em abril de 1988 foi contratado pela Sociedade Agrícola Monte Alegre, onde ocupou, até novembro do mesmo ano, o cargo de Gerente Agrícola.

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

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras pela oportunidade concedida para a realização deste curso e pelos ensinamentos oferecidos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, que possibilitou a conclusão do curso.

A EPAMIG/FAPEMIG pelo auxílio concedido para a realização do trabalho.

Ao professor Milton Morcira de Carvalho, pela valiosa orientação e amizade dispensadas na realização desta pesquisa.

Aos professores Gui Alvarenga e Janice Guedes de Carvalho pelo incentivo, orientação e sugestões oferecidas.

Ao Diretor da ESAL, Prof. Silas Costa Pereira, pela brilhante administração, melhorando e ampliando as instalações desta instituição.

Ao grande amigo e professor Moacir Pasqual, pelo excelente convívio, atenção e ensinamentos proporcionados.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Agricultura pela atenção, amizade e colaboração.

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

Aos estimados amigos Antônio Nazareno G. Mendes e José Ricardo Peixoto pelo excepcional convívio e grande apoio na realização das análises estatísticas.

Ao professor Gilney de Souza Duarte pelos esclarecimentos das dúvidas evantadas por ocasião das análises estatísticas.

Aos funcionários do viveiro de café da ESAL, José Avelino e José Aurício, pela colaboração na realização do trabalho.

A todos os alunos de Pós-Graduação da ESAL, pelo convívio, amizade, estímulo e troca de experiências.

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL, em especial a Dorval Botelho Santos, pela amizade e pelos esclarecimentos nas pesquisas bibliográficas.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                           | 01 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....                | 04 |
| 2.1. Nitrogênio no solo e na planta .....     | 04 |
| 2.1.1. Nitrogênio no solo .....               | 04 |
| 2.1.2. Nitrogênio na planta .....             | 06 |
| 2.2. Resposta do cafeeiro ao nitrogênio ..... | 07 |
| 2.3. A matéria orgânica .....                 | 09 |
| 2.4. Composição do substrato .....            | 12 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....                   | 15 |
| 3.1. Localização do experimento .....         | 15 |
| 3.2. Material .....                           | 16 |
| 3.2.1. Planta .....                           | 16 |
| 3.2.2. Solo .....                             | 16 |
| 3.2.3. Matéria orgânica .....                 | 16 |

|  |    |
|--|----|
| 3.2.4. Fertilizantes químicos .....                  | 19 |
| 3.3. Métodos .....                                   | 19 |
| 3.3.1. Delineamento experimental .....               | 19 |
| 3.3.2. Parcelas .....                                | 19 |
| 3.3.3. Tratamentos .....                             | 19 |
| 3.3.4. Semeadura .....                               | 20 |
| 3.3.5. Condução das mudas .....                      | 20 |
| 3.3.6. Avaliação dos efeitos dos tratamentos .....   | 20 |
| 3.3.6.1. Altura das plantas .....                    | 21 |
| 3.3.6.2. Diâmetro do caule .....                     | 21 |
| 3.3.6.3. Área foliar .....                           | 21 |
| 3.3.6.4. Número de pares de folhas verdadeiras ..... | 22 |
| 3.3.6.5. Matéria seca .....                          | 22 |
| 3.3.6.6. Análises químicas da parte aérea ....       | 22 |
| 3.3.6.7. Análises estatísticas .....                 | 23 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                      | 24 |
| 4.1. Características de crescimento .....            | 24 |
| 4.1.1. Altura das plantas .....                      | 25 |
| 4.1.2. Diâmetro do caule .....                       | 27 |
| 4.1.3. Área foliar .....                             | 27 |
| 4.1.4. Número de pares de folhas verdadeiras .....   | 29 |
| 4.1.5. Matéria seca da parte aérea .....             | 32 |
| 4.1.6. Matéria seca do sistema radicular .....       | 34 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2. Macronutrientes na matéria seca da parte aérea .....     | 34 |
| 4.2.1. Nitrogênio, Fósforo e Potássio na parte<br>aérea ..... | 36 |
| 4.2.2. Cálcio na parte aérea .....                            | 37 |
| 4.2.3. Magnésio na parte aérea .....                          | 40 |
| 4.2.4. Enxofre na parte aérea .....                           | 40 |
| 4.3. Micronutrientes na matéria seca da parte aérea .....     | 42 |
| 4.3.1. Boro na parte aérea .....                              | 42 |
| 4.3.2. Cobre na parte aérea .....                             | 44 |
| 4.3.3. Ferro na parte aérea .....                             | 44 |
| 4.3.4. Manganês na parte aérea .....                          | 46 |
| 4.3.5. Zinco na parte aérea .....                             | 49 |
| 5. CONCLUSÕES .....   | 51 |
| 6. SUGESTÃO .....   | 52 |
| 7. RESUMO .....   | 53 |
| 8. SUMMARY .....  | 55 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                           | 57 |
| APÊNDICE .....  | 67 |

## LISTA DE QUADROS

### Quadro

### Página

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Resultados das análises químicas da amostra do solo utilizado para a composição do substrato. ESAL, Lavras-MG, 1990 .....   | 17 |
| 2 | Resultados das análises físicas da amostra do solo utilizado para a composição do substrato. ESAL, Lavras-MG, 1990 .....    | 18 |
| 3 | Teores de nutrientes na matéria seca do esterco de curral utilizado na composição do substrato. ESAL, Lavras-MG, 1992 ..... | 18 |

## LISTA DE FIGURAS

Figura

Página

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Equações de regressão para altura, em cm, de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 .....                 | 26 |
| 2 | Equações de regressão para diâmetro do caule de mudas de cafeeiro, em mm, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993             | 28 |
| 3 | Equações de regressão para a área foliar, em $\text{cm}^2$ , de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 .. | 30 |

| Figura  | Página |
|---|--------|
| 4 Equações de regressão para o número de pares de folhas verdadeiras de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 .....  | 31     |
| 5 Equações de regressão para a matéria seca da parte aérea, em gramas, de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 .....  | 33     |
| 6 Equação de regressão para a matéria seca do sistema radicular, em gramas, de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 .....   | 35     |
| 7 Equações de regressão para os teores de cálcio e magnésio, em %, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de nitrato de potássio ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... | 38     |

## Figura

## Página

- 8 Equações de regressão para os teores de cálcio e magnésio, em %, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993 .. 39
- 9 Equações de regressão para os teores de enxofre, em %, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... 41
- 10 Equações de regressão para os teores de boro, em ppm, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... 43
- 11 Equação de regressão para os teores de cobre, em ppm, na matéria seca da parte aérea, de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... 45

## Figura

## Página

- 12      Equações de regressão para os teores de ferro, em ppm, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... 47
- 13      Equação de regressão para os teores de mangamês, em ppm, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... 48
- 14      Equação de regressão para os teores de zinco, em ppm, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... 50

## APÊNDICE

### Quadro

### Página

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1A | Resumo das análises de variância relativas às características de altura de planta, diâmetro do caule, número de pares de folhas verdadeiras e área foliar, determinadas em mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... | 68 |
| 2A | 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 dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..  | 69 |

## Quadro

## Página

|    |   |    |
|----|---|----|
| 3A | Resumo das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... | 70 |
| 4A | Resumo das análises de variância dos teores dos micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 ..... | 71 |
| 5A | Valores médios das características de crescimento determinados em mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993 .....  | 72 |

## 1. INTRODUÇÃO

O café, cultura mais difundida na faixa tropical, tem contribuído decisivamente no nível social das populações rurais, exercendo, também, um papel fundamental na economia brasileira, MOYSES (1986). É um dos produtos de exportação mais comercializado no mundo. Produzido por cerca de 70 países, é para muitos deles de grande importância como fonte de disponibilidades cambiais, CAIXETA (1987).

Por se tratar de uma planta perene, o cafeeiro é bastante sensível aos erros cometidos nos estádios iniciais de formação da lavoura, que na maioria das vezes, jamais poderão ser contornados ou minorados, CARVALHO (1978).

A produção de mudas de boa qualidade é sem dúvida, um importante fator de sucesso na implantação de lavouras cafeeiras. Além de uma boa semente, proveniente de variedades e linhagens recomendadas, deve-se adotar cuidados no preparo do substrato, uma vez que dele depende também a qualidade das mudas, no que se refere ao vigor vegetativo e desenvolvimento das raízes.

Estes fatores irão influenciar decisivamente no índice de sobrevivência destas ao serem transplantadas para o campo, OLIVEIRA & OLIVEIRA (1984). É importante ainda conseguir-se um desenvolvimento mais rápido das mesmas, o que pode ser vantajoso, diminuindo os custos com tratamentos culturais em viveiros e possibilitando o plantio em campo de cultivo durante o período de maior precipitação pluviométrica. Isto pode ser conseguido com a produção de mudas de meio ano, que conta com o poder germinativo próximo das sementes, aliado à uma fertilização equilibrada do substrato.

Somente a partir da utilização dos viveiros artificiais é que iniciaram-se as pesquisas que procuraram estudar todos os detalhes para a obtenção de mudas saudáveis e bem desenvolvidas, inclusive a fertilização.

Não se estudou com detalhes até o presente momento o uso do nitrogênio, incorporado ao substrato, o qual vem sendo usado sempre em cobertura, através de regas com soluções de uréia, sulfato de amônio, nitrocálcio e salitre do Chile. Estas regas no entanto, quando não efetuadas convenientemente, podem acarretar "queima" das folhas das mudas, ocasionando consideráveis prejuízos.

AGUIAR (1989), quando estudava o efeito de cálcio e enxofre em mudas, verificou o efeito positivo do N incorporado ao substrato sobre diversos parâmetros de crescimento, em virtude de ter usado o DAP como fonte de fósforo por este fertilizante não

conter Ca nem S. Esta constatação, mostra a perspectiva de alterar-se a tecnologia de produção de mudas, desde que comprove-se este efeito em trabalhos específicos. Para tanto, é necessário que se estude fontes, dosagens e interações deste elemento com os demais que já são incorporados ao substrato, principalmente P, K e matéria orgânica.

Diante destas considerações, levantou-se a necessidade de desenvolver o presente trabalho com o objetivo de estudar a possibilidade da substituição total ou parcial do esterco de curral por uma fonte nitrogenada, tendo-se optado pelo nitrato de potássio, bem como a contribuição deste fertilizante químico nitrogenado, incorporado ao substrato, para o maior desenvolvimento das mudas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Nitrogênio no solo e na planta

#### 2.1.1. Nitrogênio no solo

Segundo LOPES (1989), a quantidade de nitrogênio em forma disponível no solo é pequena. Muito pouco é encontrado nas rochas e nos minerais que formam os solos. Quase todo o nitrogênio do solo é proveniente da atmosfera da terra, a qual contém um suprimento quase ilimitado. Cerca de 80% do ar que respiramos é composto por nitrogênio. Cada hectare da superfície da terra é coberto por cerca de 91.427 toneladas de nitrogênio, mas este é um gás inerte. Ele precisa ser combinado com outros elementos antes que as plantas possam usá-lo. Uma certa quantidade de nitrogênio ocorre no solo em três formas principais:

- 1) N orgânico - parte da matéria orgânica do solo - não disponível para a planta em crescimento, pode representar 97-98% do nitrogênio total do solo;

- 2) N amoniacal - fixado pelos minerais argilosos - muito lentamente disponível para as plantas;
- 3) Ions de amônio e nitrato ou compostos solúveis - o N que as plantas usam. Este nitrogênio inorgânico geralmente representa somente 2-3%.

Segundo MALAVOLTA (1980), a maior parte do nitrogênio orgânico no solo parece estar ligado à lignina (um derivado de carboidrato) como um complexo ligno protéico. Este mesmo autor acrescenta que, um hectare de solo brasileiro ou também de outros países, possui na profundidade de 30 cm entre 1000 e 1500 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 -  $\text{NO}_3^-$  do solo flutua muito, dependendo da chuva: 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.

O nitrogênio inorgânico do solo existente em cada instante, é resultante dos processos de mineralização da matéria orgânica atuando em sentido favorável, e da imobilização atuando em sentido desfavorável. Esses processos atuam simultaneamente, RAIJ (1981). São adicionados ao solo, naturalmente, formas inorgânicas de nitrogênio da atmosfera, em quantidades que podem chegar a 20 kg/ha de N em casos extremos, e nitrogênio proveniente de fixação biológica assimiótica e simbiótica que, no último caso, pode chegar a mais de 100 kg/ha de N, Russell, citado por RAIJ (1981).

As quantidades de nitrogênio em formas inorgânicas no solo são muito variáveis e afetadas por condições climáticas, temperatura em climas temperados e umidade em climas tropicais, Harmsen & Kolembrander; Verdade, citados por RAIJ (1981).

### 2.1.2. Nitrogênio na planta

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  $NO_3^-$ . O nitrogênio é transportado no xilema e redistribuído no floema; tanto o transporte quanto a redistribuição são relativamente rápidos, MALAVOLTA, (1980). 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).

Dentro da planta, o nitrogênio é convertido a aminoácidos, as unidades de formação das proteínas. Estes aminoácidos são então usados na formação do protoplasma. Consequentemente, o nitrogênio é um componente necessário para a estrutura e as funções da célula, uma vez que o protoplasma é o local de divisão celular e de crescimento das plantas, LOPES (1989). Ainda segundo este autor, todas as enzimas das plantas são proteínas. Assim sendo, o nitrogênio é necessário para todas as reações enzimáticas nos vegetais. Como uma parte da molécula de clorofila, o nitrogênio está diretamente envolvido na

fotossíntese. É um componente necessário da biotina, tiamina, niacina, riboflavina e de outras vitaminas, e ajuda a planta a produzir e a usar os carboidratos, além de afetar as reações energéticas.

## 2.2. Resposta do cafeeiro ao nitrogênio

Segundo MORAES et alii (1976), na maioria das regiões cafeeiras do Brasil, com frequência o nitrogênio é o fertilizante que mais influencia a produção de café.

De acordo com COELHO & VERLENGIA (1973a), dos três nutrientes da planta considerados como macro-nutrientes principais (nitrogênio, fósforo e potássio), o nitrogênio é o que exerce efeitos mais rápidos e pronunciados sobre o desenvolvimento das plantas. Sua função básica nelas é estimular-lhes o crescimento vegetativo, sendo responsável pela cor verde-escura da sua folhagem, quando bem nutridas. Aumenta o tamanho dos grãos, sendo o principal componente da proteína, e controla a absorção de potássio, fósforo e outros nutrientes pelas plantas.

FRANCO et alii (1960), SOUZA & CAIXETA (1974) e HIROCE et alii (1975) trabalhando com adubação química nitrogenada em cafeeiro, obtiveram respostas altamente significativas e positivas de natureza linear para a produção.

SANTANA & PEDROSO (1976), verificaram que doses crescentes de fertilizantes nitrogenados, provocaram um aumento no peso úmido das raízes.

HAAG & MALAVOLTA (1960), trabalhando com solução nutritiva, verificaram que o peso seco das folhas, peso seco do caule e porcentagem de folhas de mudas de cafeeiros, foram mais afetados pela ausência do nitrogênio do que dos demais macronutrientes.

MARCONDES & PAVAN (1975), trabalhando com fertilização nitrogenada no desenvolvimento de mudas de meio ano, utilizando quatro fontes (nitrato de amônio, sulfato de amônio, nitrocálcio e uréia), doses (0,06% e 0,03% em nitrogênio), verificaram efeito de doses no ganho em altura das plantas, não havendo diferença entre as fontes usadas, e sendo os tratamentos irrigados superiores aos pulverizados para todas as características.

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 que, mesmo não havendo diferenças significativas a forma nítrica apresentou melhor resultado, estando a atividade da nitrato redutase relacionada com a utilização do nitrogênio e desenvolvimento das mudas.

Segundo 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



especialmente a lignina, são mais resistentes e tendem a persistir, dando origem ao húmus, Lourenço et alii, citados por FUNDAÇÃO CARGILL (1983).

Segundo LOPES (1989), a matéria orgânica contém cerca de 5% de nitrogênio total, servindo como uma reserva do mesmo. Outros elementos essenciais, como o fósforo, o magnésio, o cálcio, o enxofre e micronutrientes, em quantidades variáveis, também estão contidos na matéria orgânica do solo. No entanto, ela não é indispensável para as culturas. As plantas podem ser cultivadas usando-se apenas produtos químicos, como é feito, em escala comercial, em cultivos hidropônicos de hortaliças. A planta, na realidade, é uma "fábrica de matéria orgânica", que ela sintetiza a partir apenas da água, gás carbônico e nutrientes minerais, e fixando a energia solar através da fotossíntese. A matéria orgânica decomposta (húmus), contudo, torna-se essencial para os solos cultivados devido a um ou mais dos seguintes efeitos: solubiliza nutrientes nos solos minerais; apresenta alta capacidade de troca de cátions (CTC); libera lentamente fósforo, nitrogênio, enxofre e água; melhora a nutrição das plantas em micronutrientes pela formação de quelatos; aumenta a capacidade de retenção de água; melhora a estrutura do solo; melhora a capacidade tampão do solo; reduz toxidez de pesticidas e outras substâncias; favorece o controle biológico pela maior população microbiana; exerce efeitos promotores de crescimento.

Conforme RAIJ (1981), o húmus ou a matéria orgânica do solo não é apenas uma fonte de nutrientes. Talvez tão ou mais importante sejam as notáveis propriedades de natureza coloidal que apresenta, que são decorrentes de sua estrutura orgânica complexa aliada a uma fina subdivisão de partículas. A matéria orgânica atua na agregação de partículas, conferindo ao solo condições favoráveis de arejamento e friabilidade.

COELHO & VERLENGIA (1973b), afirma que cerca de 71% da capacidade de retenção de nutrientes dos solos do Estado de São Paulo é devido à matéria orgânica, o que evidencia a sua importância na produtividade dos nossos solos e no bom aproveitamento dos fertilizantes a eles incorporados. A matéria orgânica tem ainda a propriedade de diminuir a fixação de fósforo e os efeitos nocivos de alumínio e manganês sobre as plantas.

De acordo com Wilkinson, citado por COLOCHO (1990), o esterco animal possui valor como corretivo e como nutriente vegetal. Os conteúdos médios de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  por tonelada de esterco bovino, alcançam 5,17; 1,32 e 4,81 kg, respectivamente, embora a concentração destes nutrientes varie segundo o tipo de animal, tipo de alimentação e manejo de esterco, antes de sua aplicação no solo.

Santinato; Barros & Santo, citados por HAAG (1986), avaliando quantitativamente os efeitos do esterco de galinha em doses crescentes na substituição parcial do NPK na adubação do cafeeiro, concluíram que:

- a) O efeito da adubação química mais orgânica foi evidenciado na terceira produção;
- b) As doses de esterco de galinha substituíram parcialmente a adubação química (120 g N; 60 g  $P_2O_5$  e 120 g  $K_2O$ ), permitindo, de acordo com as doses, a redução total do N, P e até 50% do K;
- c) Houve vantagem de 41 a 56% de aumento da produção com o uso de, respectivamente, 1,5 e 3,0 kg de esterco de galinha/cova/ano e de 75% com 6 kg/cova/ano nas três primeiras colheitas, provavelmente pelo melhor aproveitamento do nitrogênio de esterco com liberação lenta.

GUIMARÃES et alii (1975), trabalhando com adubação química e orgânica em cafeeiro Catuaí, observaram resposta de ambas as fontes, concluindo que as adubações químicas bem equilibradas podem substituir as orgânicas e estas, têm um efeito positivo quando a adubação química é desequilibrada. ]

CLEMENTE (1988), trabalhando com nutrição mineral e crescimento de mudas de cafeeiro sob influência de *Gigaspora margarita*, matéria orgânica e fósforo, concluiu que a aplicação de matéria orgânica promoveu aumento nos teores de P, K, B, Mn e Zn e reduziu os teores de N, Ca, Mg, S e Cu na parte aérea das mudas.

#### 2.4. Composição do substrato

SOUZA (1966), recomendava uma mistura de terra e esterco na proporção de 1:1 ou então apenas terriço de mata para o

enchimento dos saquinhos.

GODOY JR. (1959), TOLEDO et alii (1960), GODOY & GODOY JR. (1965), CAIXETA et alii (1972) e OLIVEIRA (1972), concluíram que as mudas se desenvolviam melhor quando se acrescentava ao substrato básico, constituído de terra comum, esterco e adubos químicos.

SCARANARI (1967), recomendava terra e esterco bem curtido, em partes iguais.

Malavolta & Moraes, citados por MALAVOLTA et alii (1974), recomendavam 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 oleaginosas mais 2,5 kg de superfosfato simples, 1 kg de cloreto de potássio, 2,5 kg de sulfato de amônio, 10 g de borax, 20 g de sulfato de zinco e, no caso de solo com pH abaixo de 6,5, 1 a 2 kg de calcário calcítico.

EZEQUIEL & CARVALHO (1981), usando zinco no substrato, com matéria orgânica, concluíram que houve uma redução nos teores de fósforo e cálcio nas folhas das mudas.

De acordo com o IBC (1986), para o substrato das mudas, deve-se dar preferência a material de sub-solo. Para cada m<sup>3</sup> de substrato deve-se usar: 300 litros de esterco de curral ou 80 litros de esterco de galinha ou ainda, 15 litros de torta de mamona, acrescentando-se 3 kg de superfosfato simples e 0,5 kg de cloreto de potássio.

Estudos de CARVALHO et alii (1978), recomendam mistura que atualmente é a usada, indicando para cada  $m^3$  de substrato, 1 kg de  $P_2O_5$  (5 kg de superfosfato simples), 300 litros de esterco de curral ou 80 litros de esterco de galinha. Segundo os mesmos autores, não houve efeito do  $K_2O$  no desenvolvimento das mudas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização do experimento

O experimento foi instalado no viveiro de formação de mudas de café, do Departamento de Agricultura, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais, no mês de 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 1285,5 mm.

O viveiro utilizado é do tipo permanente, de cobertura alta, proporcionando um sombreamento de aproximadamente 50%.

## 3.2. Material

### 3.2.1. Planta

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

### 3.2.2. Solo

O solo utilizado para a composição do substrato foi classificado como Latossolo Roxo Distrófico, BAHIA (1975), coletado no horizonte sub-superficial, do qual foram retiradas amostras para se proceder análises químicas e físicas cujos resultados são apresentados no Quadro 1 e 2, respectivamente.

### 3.2.3. Matéria orgânica

A matéria orgânica utilizada foi o esterco de curral. No Quadro 3 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/100 cc)      | 0,4 B   |
| Mg (meq/100 cc)      | 0,1 B   |
| Al (meq/100 cc)      | 0,6 M   |
| H + Al (meq/100 cc)  | 7,0 A   |
| S (meq/100 cc)       | 0,5 B   |
| t (meq/100 cc)       | 1,1 B   |
| T (meq/100 cc)       | 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 | V - Saturação de bases a pH 7 |
| AcM - Acidez média                 | 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 de 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 e o nitrato de potássio como fonte de nitrogênio.

## 3.3. Métodos

### 3.3.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições.

### 3.3.2. Parcelas

Cada parcela experimental foi constituída por 16 mudas, das quais foram avaliadas as quatro centrais.

### 3.3.3. Tratamentos

Os tratamentos utilizados foram:

- a) O nitrato de potássio, nas doses de 0; 3850; 7700 e 11550 gramas/m<sup>3</sup> de substrato, o que corresponde, respectivamente, a 0; 0,5; 1,0; e 1,5 kg de N, estabelecidas a partir da dose utilizada por AGUAS (1989), que foi de aproximadamente 0,5 kg de N.
- b) O esterco de curral, nas doses de 0; 100; 200 e 300 litros por m<sup>3</sup> de substrato.

**Obs.:** todos os tratamentos receberam 5 kg de superfosfato simples como fonte de fósforo.

#### 3.3.4. Semeadura

Foram semeadas duas sementes diretamente em cada saquinho de polietileno, na profundidade de 1 cm. Logo em seguida estas foram recobertas com 0,5 cm de areia grossa, peneirada sobre as mesmas. Procedeu-se também uma rega com Brassicol (PCNB), na dosagem de 20 g/10 litros de água com o objetivo de desinfecionar o substrato.

#### 3.3.5. Condução das mudas

Durante o desenvolvimento das mudas, foram executadas, sempre que necessário, as mondas e também os tratamentos fitossanitários, conforme as recomendações do IBC (1986).

#### 3.3.6. Avaliações 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 efetuada a medição da região compreendida entre o colo e o ponto de inserção dos brotos terminais das mudas, obtendo-se a média de cada parcela.

### 3.3.6.2. Diâmetro do caule

Foi utilizado o micrômetro, avaliando o diâmetro no ponto imediatamente abaixo da inserção das folhas cotiledonares, obtendo-se o diâmetro médio correspondente às quatro plantas úteis da parcela.

### 3.3.6.3. Área foliar

Foi determinada utilizando-se a metodologia descrita por GOMIDE et alii (1976), que consiste em medir o comprimento e a maior largura de uma folha de cada par, em todos os pares de folhas da planta; multiplicar a largura pelo comprimento e pelo valor 2, correspondente ao par, e pela constante 0,667. Em seguida, soma-se os valores calculados dos pares, obtendo-se a área foliar da muda. Também neste caso, foi considerado o valor médio para representar a parcela.

#### 3.3.6.4. Número de pares de folhas verdadeiras

Procedeu-se a contagem dos pares de folhas verdadeiras de cada planta, obtendo-se também o número médio de cada parcela.

#### 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

Foram realizadas as análises para os macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre e para os micronutrientes boro, cobre, ferro, manganês e zinco. 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 a 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).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância, referentes às características de crescimento estudadas, além dos teores dos macro e dos micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco) determinados na matéria seca da parte aérea das mudas, encontraram-se respectivamente, nos Quadros 1A, 2A, 3A e 4A do Apêndice.

##### 4.1. Características de crescimento

Os valores médios observados para altura de planta, diâmetro do caule, área foliar, número de pares de folhas verdadeiras, matéria seca da parte aérea e matéria seca do sistema radicular, em função da aplicação de diferentes doses de nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) e de esterco de curral (E.C.), são apresentados no Quadro 5A do Apêndice. Para estes parâmetros avaliados, não houve interação entre os dois fatores em estudo, considerando-se um nível de significância de até 5%. Por outro lado, quando

procedeu-se o desdobramento da interação, independentemente do nível de significância, obteve-se resultados expressivos, tanto em relação à substituição parcial do esterco de curral pelo nitrato de potássio como também pelo incremento proporcionado no desenvolvimento das mudas decorrente da combinação destes dois fatores.

#### 4.1.1. Altura das plantas

O ponto de máximo que determinou a maior altura das plantas, correspondente a 23,44 cm, deu-se em função da aplicação da maior dose de  $\text{KNO}_3$  combinada com 217,98 litros de E.C. (Figura 1). As doses intermediárias de  $\text{KNO}_3$  também influenciaram positivamente. Na ausência deste fertilizante e presença de 283,57 litros de E.C., obteve-se um ponto de máximo com um valor de 21,80 cm para esta característica.

Na Figura 1 são apresentadas as equações de regressão. O uso da maior dose de  $\text{KNO}_3$  possibilitou, em relação à sua ausência, a redução de 23,13% na dose de E.C., aumentando ainda em 7,52% a altura das plantas. Estes resultados são de grande importância, seja pelo maior vigor das mudas por ocasião do seu transplante para o campo, ou ainda pelo seu aspecto econômico. Resultados semelhantes foram encontrados por MARCONDES & PAVAN (1975) e AGUAS (1989), sendo que os dois primeiros autores estudaram a

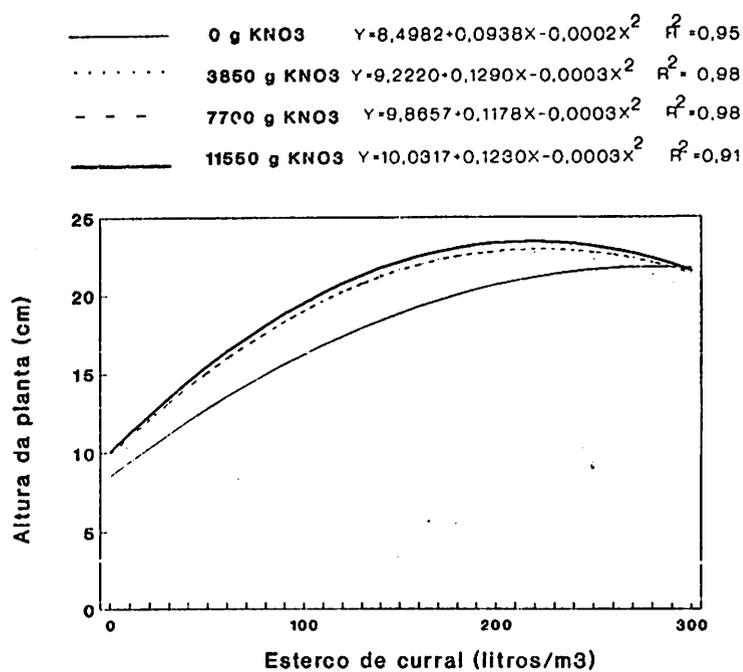


FIGURA 1. Equações de regressão para a altura de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

fertilização nitrogenada sob a forma irrigada e o segundo sob a forma incorporada ao substrato.

#### 4.1.2. Diâmetro do caule

O ponto de máximo que determinou o maior diâmetro de caule das mudas, correspondente a 3,05 mm, deu-se em função da utilização da maior dose de  $\text{KNO}_3$  associada à dose de 195,64 litros de E.C. (Figura 2). As doses intermediárias de  $\text{KNO}_3$  também exerceram uma influência positiva sobre esta característica. Na ausência do  $\text{KNO}_3$ , observou-se uma resposta linear positiva com a aplicação do E.C., sendo que na maior dose deste obteve-se um valor de 2,83 mm.

Na Figura 2 são apresentadas as equações de regressão. Os resultados mostram que o emprego da maior dose de  $\text{KNO}_3$ , possibilitou a redução de 34,79% na dose de E.C., conferindo ainda um aumento de 7,77% no diâmetro do caule. AGUAS (1989) obteve resultados semelhantes quando trabalhou com DAP, atribuindo este efeito ao nitrogênio contido naquele fertilizante.

#### 4.1.3. Área foliar

Todas as doses de  $\text{KNO}_3$  utilizadas promoveram um aumento para esta característica. O ponto de máximo que determinou a maior

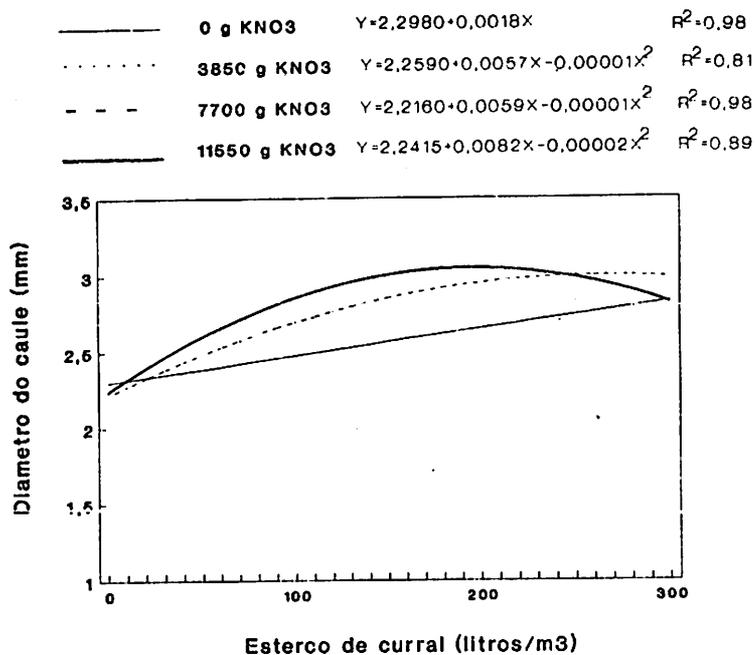


FIGURA 2. Equações de regressão para diâmetro do caule de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

área foliar, correspondente a  $369,84 \text{ cm}^2$ , deu-se em função da aplicação da maior dose de  $\text{KNO}_3$  combinada com 226,26 litros de E.C. (Figura 3). Na ausência do  $\text{KNO}_3$ , observou-se uma resposta linear positiva com a aplicação do E.C., sendo que na maior dose deste fertilizante obteve-se um valor de  $315,18 \text{ cm}^2$ .

Na Figura 3 são apresentadas as equações de regressão. Comparando-se a ausência do  $\text{KNO}_3$  com a sua presença na maior dose, verificou-se que este reduziu o E.C. em 24,58%, com um aumento para a área foliar de 17,34%. AGUAS (1989) também obteve maiores valores para este parâmetro quando utilizou fertilizante contendo nitrogênio em sua composição.

#### 4.1.4. Número de pares de folhas verdadeiras

As doses de  $\text{KNO}_3$  influenciaram positivamente este parâmetro. O ponto de máximo que determinou o maior valor, correspondente a 5,77 pares, deu-se em função da aplicação da maior dose de  $\text{KNO}_3$  associada à 198,89 litros de E.C. (Figura 4). Na ausência do  $\text{KNO}_3$ , observou-se uma resposta linear positiva com a aplicação do E.C., sendo que obteve-se, na maior dose deste fertilizante, um valor de 5,42 pares.

Na Figura 4 são apresentadas as equações de regressão. Os resultados mostram que a maior dose de  $\text{KNO}_3$  foi a que apresentou a melhor performance, possibilitando uma redução de 33,70% na dose de E.C., com um ganho de 6,46% no número de pares de folhas.

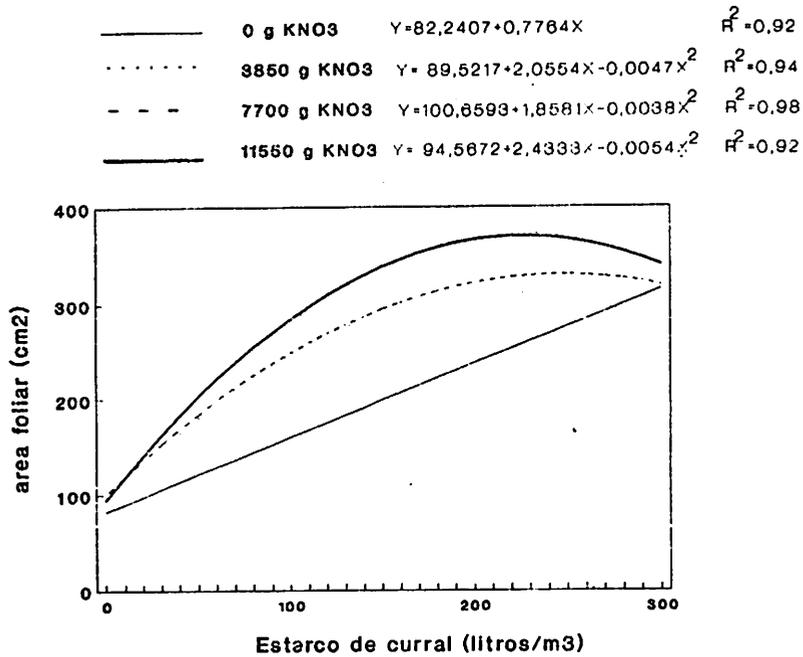


FIGURA 3. Equações de regressão para a área foliar de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

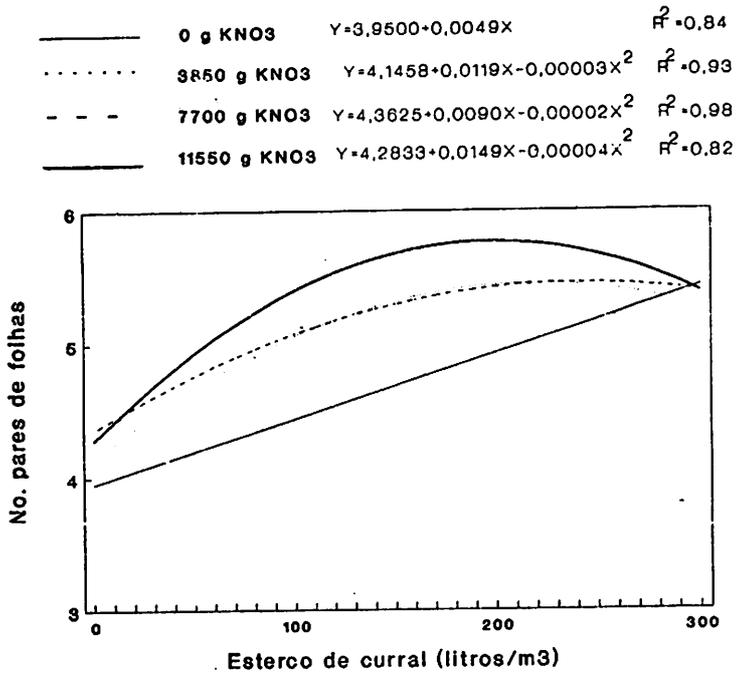


FIGURA 4. Equações de regressão para o número de pares de folhas verdadeiras de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e estercor de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

HAAG & MALAVOLTA (1960) trabalhando com solução nutritiva, verificaram que o número de folhas de mudas de cafeeiro foi mais afetado pela ausência do nitrogênio do que dos demais macronutrientes.

#### 4.1.5. Matéria seca da parte aérea

Todas as doses de  $\text{KNO}_3$  utilizadas promoveram um aumento para esta característica. Com a aplicação da maior dose deste fertilizante, associada à 221,82 litros de E.C. (Figura 5), obteve-se um ponto de máximo, com um valor de 1,98 gramas. Na ausência do  $\text{KNO}_3$ , observou-se uma resposta linear crescente com a aplicação do E.C., sendo que, na maior dose deste fertilizante, obteve-se um valor de 1,66 gramas.

Na Figura 5 são apresentadas as equações de regressão. Os resultados mostram que a maior dose de  $\text{KNO}_3$  proporcionou uma redução de 26,06% na dose de E.C., aumentando ainda em 19,28% o acúmulo de matéria seca da parte aérea das mudas. AGUAS (1989) também obteve maiores valores para este parâmetro quando utilizou fertilizante contendo nitrogênio em sua composição.

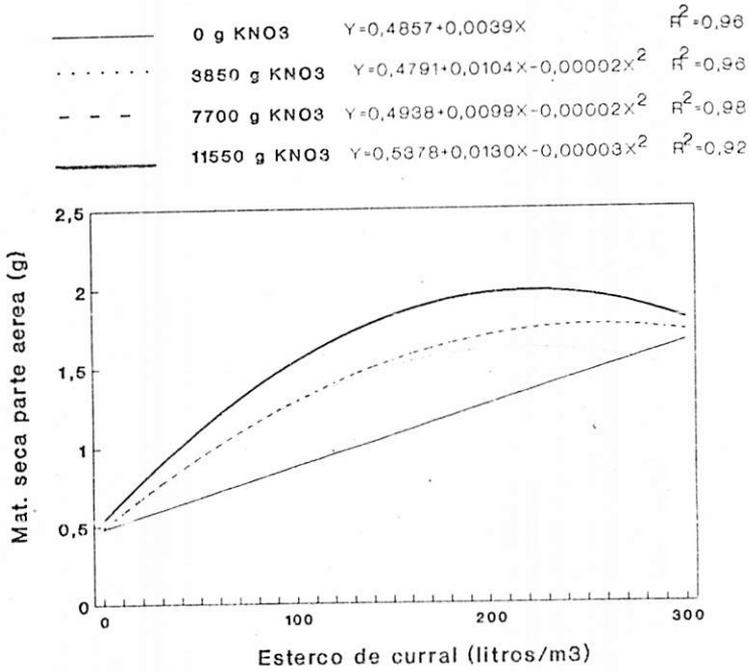


FIGURA 5. Equações de regressão para a matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

#### 4.1.6. Matéria seca do sistema radicular

Para a maior dose de  $\text{KNO}_3$  associada à 167,81 litros de E.C., obteve-se um ponto de máximo, com o maior acúmulo de matéria seca da raiz, da ordem de 0,36 gramas (Figura 6). As demais doses de  $\text{KNO}_3$  não influenciaram esta característica, o mesmo tendo ocorrido com a sua ausência. Todavia, na ausência do  $\text{KNO}_3$  e presença da maior dose de E.C., a média observada foi de 0,26 gramas.

Na Figura 6 é apresentada a equação de regressão. Comparando-se a maior dose de  $\text{KNO}_3$  com a ausência deste fertilizante, constatou-se que foi possível uma redução de 44,06% na dose de E.C., conseguindo-se ainda um acréscimo de 38,46% na matéria seca do sistema radicular. AGUAS (1989) também obteve resposta semelhante para esta característica.

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

Para a análise dessas variáveis, o nível de significância considerado foi de até 5%, observando-se interação  $\text{KNO}_3$  x E.C. apenas para os teores de enxofre.

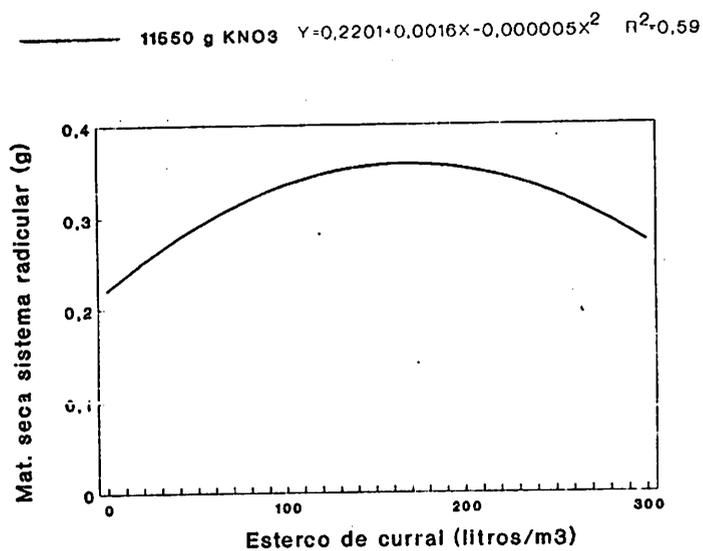


FIGURA 6. Equação de regressão para a matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

#### 4.2.1. Nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea

Os tratamentos utilizados não influenciaram os teores destes macronutrientes na matéria seca da parte aérea das mudas.

Com relação ao nitrogênio, provavelmente deve ter ocorrido um efeito de diluição, uma vez que o  $KNO_3$  e o E.C. promoveram um incremento no acúmulo de matéria seca da parte aérea das mudas. Por outro lado, parte do nitrato pode ter sido lixiviada, uma vez que a precipitação pluviométrica no período de execução do experimento foi bastante elevada, além das frequentes irrigações que foram realizadas por ocasião dos períodos mais quentes e secos, o que está de acordo com MALAVOLTA (1980).

Para o fósforo, supõe-se que o mesmo tenha sofrido também uma diluição com o aumento da matéria seca.

Já para o potássio, pode ter ocorrido um processo de lixiviação do mesmo no perfil do substrato, bem como, também, pode ter havido um efeito de diluição com o aumento da matéria seca daqueles órgãos aéreos da planta. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTINATO et alii (1980) quando trabalharam com doses similares de fertilizante contendo alta concentração em potássio, concluindo estes autores que o esterco de curral provavelmente funcionou como fator de equilíbrio nas diferentes doses.

#### 4.2.2. Cálcio na parte aérea

A aplicação do  $\text{KNO}_3$  ao substrato, reduziu os teores de cálcio na parte aérea das mudas, tendo ocorrido o inverso com a aplicação do E.C (Figuras 7 e 8).

Para o  $\text{KNO}_3$ , isto provavelmente deve ter ocorrido devido a uma inibição competitiva que se estabeleceu entre as altas concentrações de potássio no meio, oriundas do  $\text{KNO}_3$ , e seus efeitos na menor absorção do cálcio, fornecido ao substrato através do superfosfato simples. Este resultado está de acordo com MALAVOLTA (1976).

Para o E.C., observou-se uma resposta linear positiva, sendo que, para a sua maior dose, obteve-se um valor máximo para este nutriente de 0,86%. Isto pode ser atribuído à capacidade do E.C. em fornecer cálcio para as plantas, uma vez sua análise ter revelado um teor de 1,34% neste nutriente (Quadro 3). EZEQUIEL (1980) e AGUAS (1989) também obtiveram maiores teores deste nutriente na presença do E.C., quando comparado com a sua ausência. Nas Figuras 7 e 8 são apresentadas as equações de regressão.

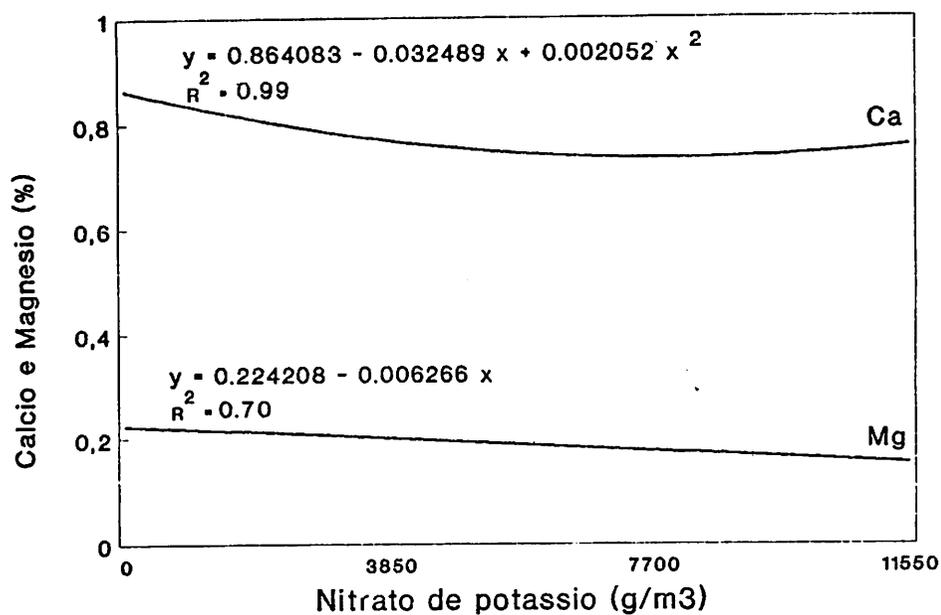


FIGURA 7. Equações de regressão para os teores de cálcio e magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de café, em função da aplicação de diferentes doses de nitrato de potássio ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

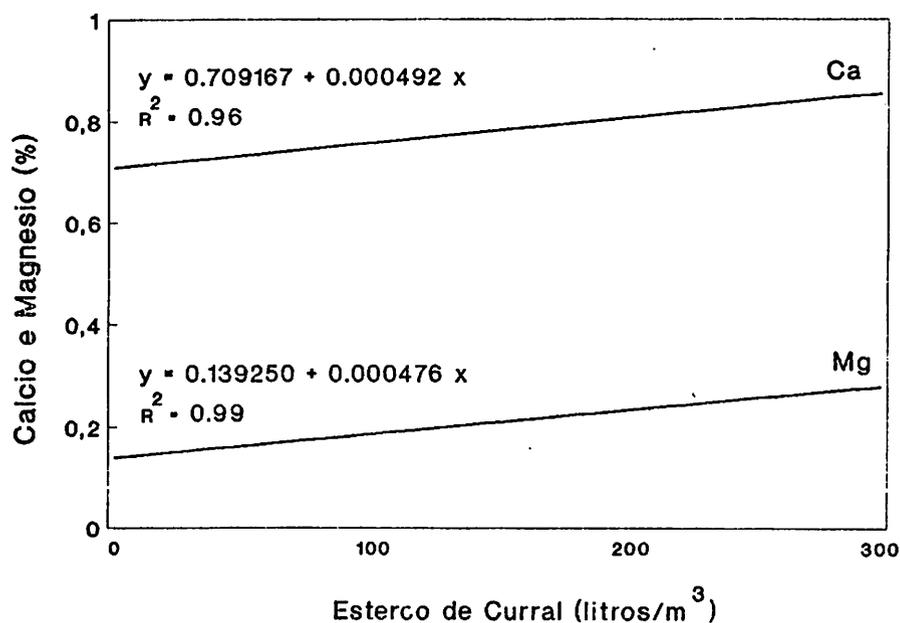


FIGURA 8. Equações de regressão para os teores de cálcio e magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

#### 4.2.3. Magnésio na parte aérea

Para este nutriente observou-se uma tendência semelhante à ocorrida com o cálcio, (Figuras 7 e 8).

Para o  $\text{KNO}_3$ , este comportamento, provavelmente, deve-se também ao efeito de inibição competitiva provocada pelas altas concentrações de potássio sobre os níveis de magnésio contidos no substrato, o que está de acordo com MALAVOLTA (1976).

Para o E.C., observou-se uma resposta linear positiva, sendo que, para a sua maior dose, obteve-se um teor máximo de magnésio de 0,28%. Resultados semelhantes foram obtidos por EZEQUIEL (1980), AGUAS (1989) e PEREIRA (1992). Nas Figuras 7 e 8 são apresentadas as equações de regressão.

#### 4.2.4. Enxofre na parte aérea

As doses de  $\text{KNO}_3$ , com exceção da equivalente a 7.700 g, reduziram os teores de enxofre na parte aérea das mudas. Na ausência deste fertilizante, verificou-se o maior valor para este nutriente, com um ponto de máximo em 159,88 litros de E.C., determinando um teor de 0,18% (Figura 9). SANCHES (1981) e MALAVOLTA (1986) afirmam que a matéria orgânica é a principal fonte de enxofre nos solos brasileiros. Para a maior dose de  $\text{KNO}_3$ , observou-se uma resposta linear negativa com a aplicação das doses de E.C.. Esta diminuição nos teores de enxofre em função da aplicação de doses crescentes de  $\text{KNO}_3$ ,

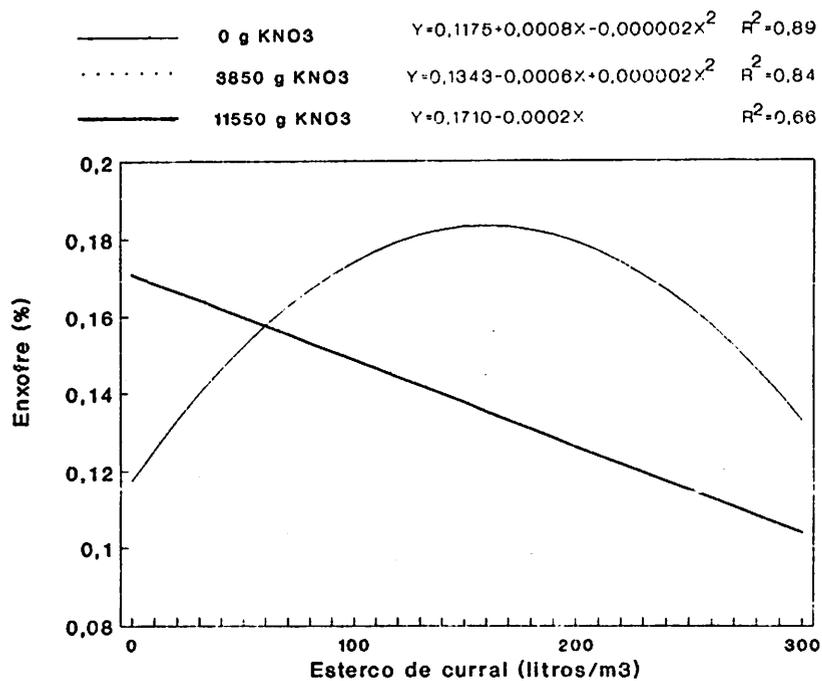


FIGURA 9. Equações de regressão para os teores de enxofre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

deve-se, provavelmente, ao efeito de diluição, uma vez que este fertilizante promoveu um aumento de até 19,28% na matéria seca da parte aérea das mudas.

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

Para a análise dessas variáveis, o nível de significância considerado foi de até 5%, observando-se interação  $\text{KNO}_3$  x E.C. apenas para os teores de boro e ferro.

##### 4.3.1. Boro na parte aérea

A aplicação de  $\text{KNO}_3$  ao substrato reduziu os teores de boro na parte aérea das mudas, o mesmo tendo ocorrido com a aplicação do E.C. (Figura 10). EZEQUIEL (1980) e PEREIRA (1992) também encontraram maiores teores de boro na ausência do E.C. do que na sua presença, atribuindo a estes resultados o efeito de diluição. Com relação à maior dose de  $\text{KNO}_3$  utilizada, esta não afetou o parâmetro em questão. Já dentro da dose de 7.700 gramas de  $\text{KNO}_3$ , houve uma redução nos teores deste nutriente. Este resultado concorda com MALAVOLTA et alii (1974) os quais afirmam que um alto nível de potássio no meio pode induzir ou pelo menos acentuar os sintomas de falta de boro. Também o efeito alcalinizante do  $\text{KNO}_3$  pode ter afetado a disponibilidade do boro. Por outro lado, pode ter havido ainda um efeito de diluição deste

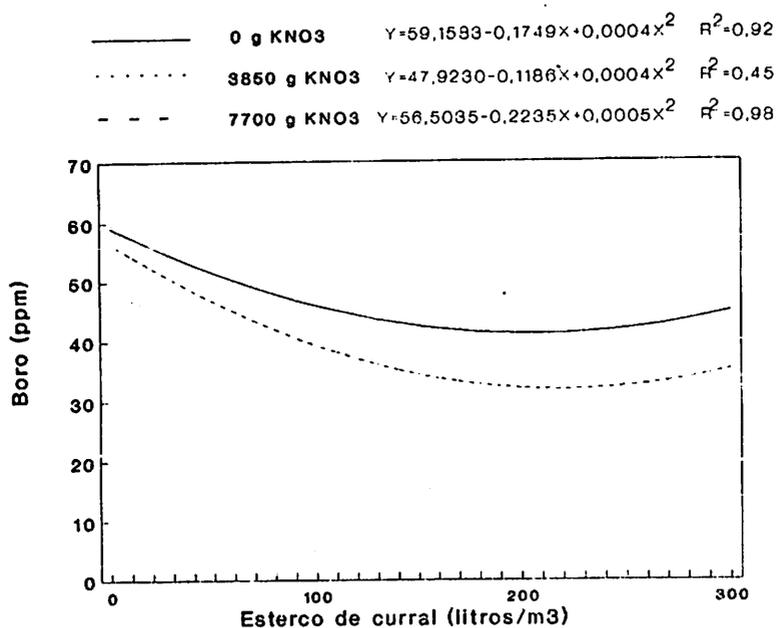


FIGURA 10. Equações de regressão para os teores de boro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

nutriente, uma vez que o  $\text{KNO}_3$  e o E.C. aumentaram a matéria seca da parte aérea das mudas.

#### 4.3.2. Cobre na parte aérea

Para este nutriente, houve resposta, de natureza linear negativa, apenas para a aplicação do E.C., obtendo-se na maior dose deste fertilizante um teor mínimo de cobre de 12,68 ppm, (Figura 11). Este resultado está de acordo com MALAVOLTA (1976) que afirma que a matéria orgânica, como o esterco de curral, pode diminuir a concentração de cobre na solução do solo, possivelmente através da formação de quelatos. AGUAS (1989) e FERREIRA (1992) também obtiveram maiores teores de cobre na ausência de matéria orgânica (E.C.), quando comparado com a sua presença. Na Figura 11 é apresentada a equação de regressão.

#### 4.3.3. Ferro na parte aérea

O  $\text{KNO}_3$  e o E.C. reduziram os teores de ferro na parte aérea das mudas (Figura 12). Na ausência do  $\text{KNO}_3$ , este comportamento deve-se, provavelmente, ao efeito de diluição, uma vez que o E.C. aumentou a matéria seca da parte aérea das mudas. Uma outra possibilidade é a de que a matéria orgânica tenha promovido a formação de quelatos, diminuindo desta forma a concentração de ferro na solução do substrato. Estes resultados estão de acordo

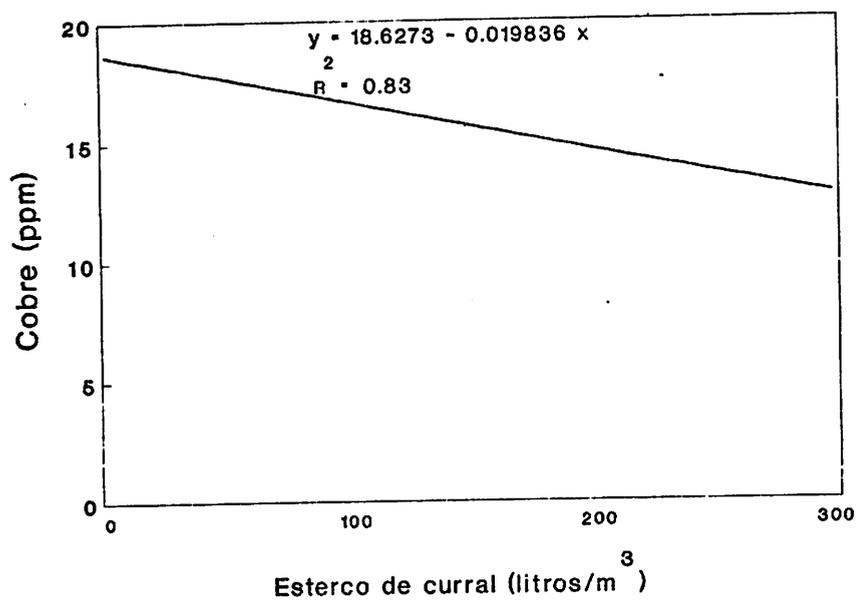


FIGURA 11. Equação de regressão para os teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

com MALAVOLTA (1986) segundo o qual menores teores de ferro em viveiros de cafeeiros parecem estar associados, entre outros fatores, com a matéria orgânica. Resultados semelhantes foram obtidos por EZEQUIEL (1980), SOUZA (1987) e PEREIRA (1992). Dentro da maior dose de  $\text{KNO}_3$ , observou-se uma resposta linear negativa com as crescentes doses de E.C.. Isto deve-se, provavelmente, às mesmas considerações feitas acima para o E.C., e em relação ao  $\text{KNO}_3$ , este pode também ter sido responsável pela diluição do ferro na matéria seca, além de possuir um efeito altamente alcalinizante, o que pode ter afetado negativamente a disponibilidade e absorção deste nutriente pelas mudas.

Na Figura 12 são apresentadas as equações de regressão.

#### 4.3.4. Manganês na parte aérea

Para este nutriente, houve efeito, negativo, apenas do E.C. (Figura 13). Este resultado está de acordo com KIEHL (1985) que afirma ser o manganês fortemente adsorvido pela matéria orgânica, formando complexos insolúveis e estáveis. MALAVOLTA (1986) também afirma que a adubação orgânica é uma das condições que promovem a presença de manganês. Pode ter ocorrido ainda uma diluição deste nutriente na matéria seca uma vez que esta foi aumentada pelo E.C.. Resultados semelhantes foram obtidos por AGUAS (1989) e PEREIRA (1992) que obtiveram maiores teores deste nutriente na ausência do E.C., quando comparados com a sua presença. Na Figura 13 são apresentadas as equações de regressão.

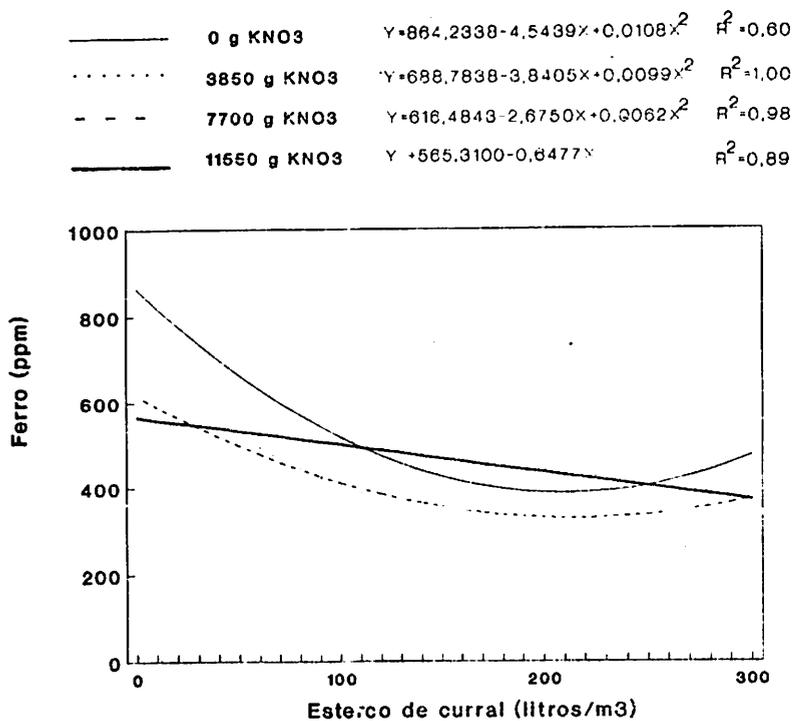


FIGURA 12. Equações de regressão para os teores de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de doses de nitrato de potássio e esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

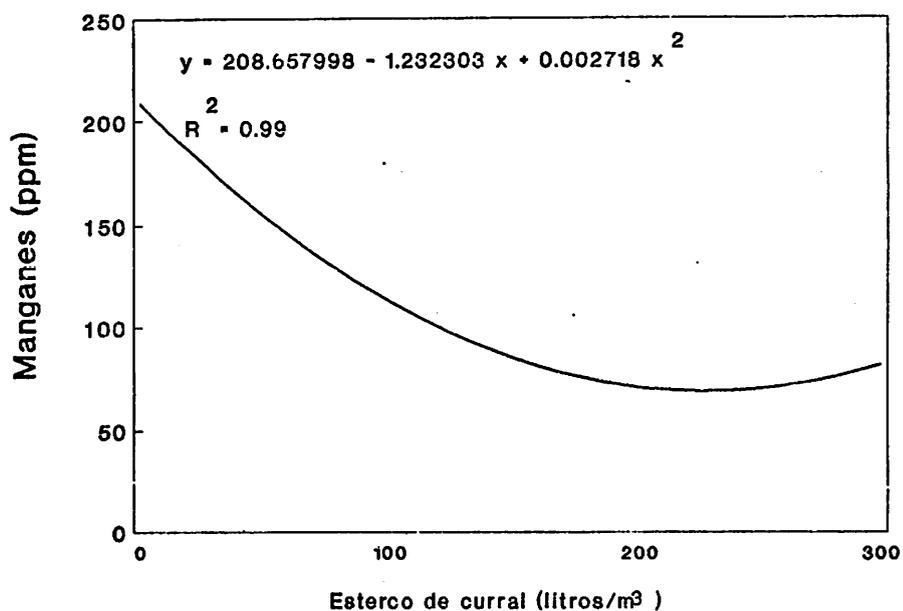


FIGURA 13. Equação de regressão para os teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

#### 4.3.5. Zinco na parte aérea

O zinco respondeu, de uma forma linear positiva, apenas à aplicação do E.C., obtendo-se, na maior dose deste fertilizante, um teor máximo para este nutriente de 15,15 ppm. AGUAS (1989) e PEREIRA (1992) também verificaram maiores teores deste nutriente na parte aérea de mudas de cafeeiro quando na presença do E.C. do que na sua ausência. Na Figura 14 é apresentada a equação de regressão.

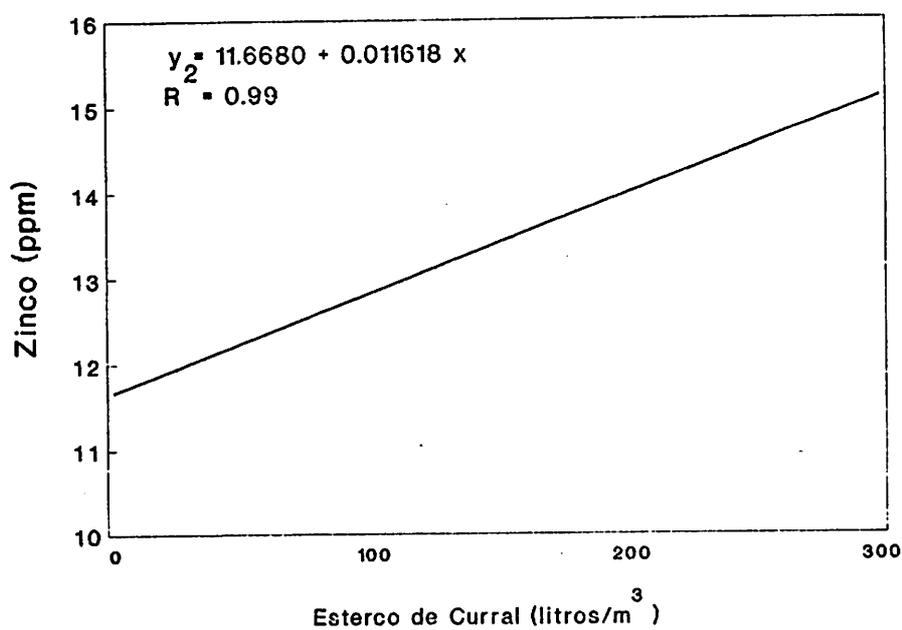


FIGURA 14. Equação de regressão para os teores de zinco na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função da aplicação de diferentes doses de esterco de curral ao substrato. ESAL, Lavras-MG, 1993.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido este trabalho, foram possíveis as seguintes conclusões:

- A aplicação do  $\text{KNO}_3$  ao substrato, possibilitou a substituição parcial do E.C.. O maior desenvolvimento das plantas ocorreu quando utilizou-se aproximadamente 200 litros de esterco de curral associado à 11.550 gramas de nitrato de potássio por  $\text{m}^3$  de substrato.

- A análise dos teores dos nutrientes na matéria seca da parte aérea das mudas, não revelou nenhuma particularidade que pudesse interferir no desenvolvimento normal das mesmas.

## 6. SUGESTÃO

Em função dos resultados obtidos, sugere-se que sejam realizados novos trabalhos, utilizando-se doses maiores de nitrato de potássio. Isto porque houve uma resposta linear positiva para as características de crescimento com a aplicação deste fertilizante, havendo a possibilidade de uma redução ainda maior na dose de esterco de curral.

## 7. RESUMO

Com o objetivo de avaliar a possibilidade da substituição total ou parcial do esterco de curral pelo nitrato de potássio, bem como a contribuição deste fertilizante químico nitrogenado, incorporado ao substrato, 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, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas combinações das doses dos dois fatores:

- a) nitrato de potássio - 0; 3850; 7700 e 11550 gramas/m<sup>3</sup> de substrato;
- b) esterco de curral - 0; 100; 200 e 300 litros/m<sup>3</sup> de substrato.

Todos os tratamentos receberam 5 kg de superfosfato simples como fonte de fósforo.

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 das mudas.

Nas condições em que o trabalho foi realizado, concluiu-se que a incorporação do nitrato de potássio ao substrato, possibilitou a substituição parcial do esterco de curral. O maior desenvolvimento das mudas de cafeeiro, ocorreu quando utilizou-se aproximadamente 200 litros de esterco de curral associado à 11550 gramas de nitrato de potássio por  $m^3$  de substrato. A análise dos teores dos nutrientes na matéria seca da parte aérea das mudas, não revelou nenhuma particularidade que pudesse interferir no desenvolvimento normal das mesmas.

## 8. SUMMARY

With the objective of evaluating the possibility of the replacement, either total or partial of cattle manure by potassium nitrate, as well as the contribution of this nitrogen chemical fertilizer, incorporated into the substratum, for the development of coffee tree cuttings Catuaí (*Coffea arabica* L.), a trial was undertaken in the nursery at the Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais.

The experimental design utilized was of randomized blocks in a factorial scheme 4 x 4, with three replicates. The treatments were made up of the combinations of the dosages of the two factors:

a) Potassium nitrate - 0; 3850; 7700 and 11550 grams/m<sup>3</sup> of substratum;

b) Cattle manure - 0; 100; 200 and 300 liters/m<sup>3</sup> of substratum.

All the treatments were fertilized with 5 kg of simple superphosphate as a source of phosphorus.

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

Under the conditions the work was undertaken, it was established that incorporation of potassium nitrate into the substratum, made it possible the partial replacement of cattle manure. The highest development of coffee tree cuttings, happened when about 200 liters of cattle manure associated with 11500 grams of potassium nitrate per  $m^3$  of substratum. Analysis of the contents of the cutting aerial part did not show any detail which could interfere with the normal development of the cuttings.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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).
2. BAHIA, V.G. Gênese e classificação de um solo do município de Lavras, MG. Piracicaba, ESALQ, 1975. 67p. (Tese de Doutorado).
3. CAIXETA, G.Z.T. Importância econômica da cafeicultura para o Brasil e para Minas Gerais, mercado cafeeiro mundial e a Organização Internacional do Café, ciclos de produção e preços, políticas brasileiras para setor, política de preço e comportamento do mercado cafeeiro. Viçosa, EPAMIG, 1987. 32p. (Mimeografado).

4. CAIXETA, J.V.; SOUZA, S.P. & GONTIJO, V. de P.M. Efeito do substrato na formação de mudas de café. *Série Pesquisa Extensão, Sete Lagoas*, (18):1-5, fev. 1972.
5. 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.208-10.
6. CARVALHO M.M. de. Formação de mudas. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, 4(44):14-8, ago. 1978.
7. \_\_\_\_\_; DUARTE, G.S. & RAMALHO, M.A.P. Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). I. Esterco de Curral. *Ciência e Prática, Lavras*, 2(1):20-34, jan./jun. 1978.
8. CLEMENTE, C.M. Nutrição mineral e crescimento de mudas de cafeeiro sob influência de *Gigaspora margarita* (BECKER & HALL), matéria orgânica e fósforo. Lavras, ESAL, 1988. 145p. (Tese MS).

9. COELHO, F.S. & VERLENGIA, F. Nitrogênio no solo e na planta. In: \_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Fertilidade do solo. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973a. p.16-29.
10. \_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. O solo e a absorção de nutrientes pelas plantas. In: \_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Fertilidade do solo. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973b. p.12.
11. COLOCHO ORTEGA, J.L. Influência da matéria orgânica e da profundidade de colocação do adubo mineral, em algumas características físicas e químicas do solo, e no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa, UFV, 1990. 135p. (Tese de Doutorado).
12. EPSTEIN, E. Metabolismo mineral. In: \_\_\_\_\_. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, USP/Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.235-66.
13. EZEQUIEL, A.C. & CARVALHO, M.M. Efeito da adição de boro e zinco a substratos, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Ciência e Prática, Lavras, 5(1):18-31, jan./jun. 1981.

14. 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.
15. FUNDAÇÃO CARGILL. Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo. Campinas, 1983. 138p.
16. GODOY, O.P. & GODOY JR., C. Influência da adubação no desenvolvimento de mudas de café. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 40(3):125-9, set. 1965.
17. GODOY JR., C. Forçamento de mudas de café. II. Absorção foliar. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 34(2):101-8, jun. 1959.
18. 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 Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1976. p.182.

19. GUIMARÃES, P.T.G.; FREIRE, F.M.; CARVALHO, J.G. de; CARVALHO, M.M. de; SOUZA, S.P. & BRAGA, J.M. Ensaio de adubação mineral e orgânica para formação de cafezais em solos sob vegetação de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, Curitiba, 1975. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1975. p.219-20.
20. HAAG, H.P. Evolução do uso de fertilizantes nas culturas do cafeeiro, cana-de-açúcar e soja. Campinas, Fundação Cargill, 1986. 184p.
21. \_\_\_\_\_ & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. III. Efeito das deficiências dos macronutrientes no crescimento e na composição química do cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Bourbon (B. Rodr.) Choussy) cultivado em solução nutritiva. Revista de Agricultura, Piracicaba, 35(4):273-89, dez. 1960.
22. HIROCE, R.; BÁTISTA, O.C.; MORAES, F.R.P. de; GALLO, J.R.; NERY, C. & LAUN, C.R.P. Relações entre os teores de macronutrientes, boro e zinco, das folhas de cafeeiro e as produções. Ciência e Cultura, São Paulo, 27(4):390-9, 1975.

23. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. *Cultura do café no Brasil; pequeno manual de recomendações.* Rio de Janeiro, 1986. 214p. X
24. KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos.* São Paulo, Ceres, 1985. 492p.
25. LOPES, A.S. Nitrogênio. In: \_\_\_\_\_. *Manual de fertilidade do solo.* São Paulo, Instituto da Potassa & Fosfato, 1989. p.49-62.
26. MALAVOLTA, E. *Elementos da nutrição mineral de plantas.* São Paulo, Ceres, 1980. 254p.
27. \_\_\_\_\_. *Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo.* São Paulo, Ceres, 1976. 528p.
28. \_\_\_\_\_. *Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro.* In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. & YAMADA, T. *Cultura do cafeeiro. Fatores que afetam a produtividade.* Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.165-274.
- 633.73  
18C  
200

- 631.8  
AL  
nut.
29. MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELO, F.A.F. de & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e a adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p. (Malavolta e Moraes)
30. 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.
31. MORAES, F.R.P. de; LAZZARINI, W.; TOLEDO, S.V. de; CERVELLINI, G.S. & FUJIWARA, M. 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.
32. MOYSES, E.L. de F.D. Acumulação de matéria seca e absorção de nutrientes pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuai em solução nutritiva com diferentes doses de zinco e pH. Piracicaba, ESALQ, 1988. 147p. (Tese de Doutorado).
33. OLIVEIRA, J.A. de & PEREIRA, J.E. Adubação de substratos para a formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, 1984. Anais... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1984. p.19-25.

4. OLIVEIRA, J.C. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de café. Caratinga, IBC, 1972. 10p. (Mimeografado).
5. PEREIRA, S.L. Efeitos da adição de fertilizantes nitrogenados ao substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras, ESAL, 1992. 75p. (Tese MS).
6. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 4.ed. São Paulo, Nobel, 1976. 430p.
7. RAIJ, B. VAN. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 142p.
8. SANCHES, P.A. Suelos del trópico; características y manejo. San José, Costa Rica, IICA, 1981. 625p.
9. 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 CIÊNCIA, 28, São Paulo, 1976. Resumos... São Paulo, 1976. p.797.

40. SANTINATO, R.; FIGUEIREDO, J.P. & BARROS, U.W. Doses crescentes de cloreto de potássio, em substrato, na formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, Campos do Jordão, 1980. Anais... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1980. p.326-27.
41. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
42. SCARANARI, H.J. Instalação do cafezal. In: GRANER, E.A. Manual do cafeicultor. São Paulo, Melhoramentos, 1967. Cap.5, p.108-25. X
43. 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).
44. SOUZA, S.P. Cultura do café. Sete Lagoas, IPEACO, 1966. 32p. (Circular, 2).

45. SOUZA, S.P. & CAIXETA, J.V.M. Resposta do cafeeiro Mundo Novo à aplicação de nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2, Poços de Caldas, 1974. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1974. p.276.
46. TOLEDO, S.V.; BRILHO, C.C. de & FIGUEIREDO, J.I. Adubação de mudas em viveiros com fertilizantes orgânicos e químicos. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Experimentação cafeeira. Campinas, 1960. p.267-70.

C 633.730 724

IAS

exp.

## APÊNDICE

APENDICE 1. Resumo das análises de variância relativas às características de altura das plantas, diâmetro do caule, número de pares de folhas e área foliar, determinadas em mudas de caféiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993.

| Quadrados médios        |      |                     |                        |                          |                                   |  |
|-------------------------|------|---------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|
| C.V.                    | G.L. | Alt. planta<br>(cm) | Diâmetro<br>caule (mm) | Nº de pares<br>de folhas | Área foliar<br>(cm <sup>2</sup> ) |  |
| KNO <sub>3</sub>        | 3    | 7,5312**            | 0,0769                 | 0,5777**                 | 11161,0420**                      |  |
| E.C.                    | 3    | 432,8602**          | 1,0806**               | 4,4423**                 | 141806,8899**                     |  |
| KNO <sub>3</sub> x E.C. | 9    | 2,8917              | 0,0414                 | 0,1055                   | 1399,2153                         |  |
| Blocos                  | 2    | 1,9648              | 0,0521                 | 0,0469                   | 1272,8956                         |  |
| Resíduo                 | 30   | 1,5115              | 0,0357                 | 0,0858                   | 1110,2071                         |  |
| Total                   | 47   |                     |                        |                          |                                   |  |
| C.V. (%)                |      | 6,88                | 7,10                   | 5,88                     | 14,04                             |  |

\*\* Efeito significativo pelo teste "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 dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993.

| C.V.                    | G.L. | Quadrados médios |                   |
|-------------------------|------|------------------|-------------------|
|                         |      | Matéria Seca (g) |                   |
|                         |      | Parte aérea      | Sistema radicular |
| KNO <sub>3</sub>        | 3    | 0,3211**         | 0,0071            |
| E.C.                    | 3    | 3,7695**         | 0,0330**          |
| KNO <sub>3</sub> x E.C. | 9    | 0,0538           | 0,0031            |
| Blocos                  | 2    | 0,0405           | 0,0055            |
| Resíduo                 | 30   | 0,0321           | 0,0031            |
| Total                   | 47   |                  |                   |
| C.V. (%)                |      | 14,21            | 21,34             |

\*\* Efeito significativo pelo teste "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 dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993.

| C.V.                    | G.L. | Quadrados médios |        |        |          |          |         |
|-------------------------|------|------------------|--------|--------|----------|----------|---------|
|                         |      | N (%)            | P (%)  | K (%)  | Ca (%)   | Mg (%)   | S (%)   |
| KNO <sub>3</sub>        | 3    | 0,2348           | 0,0028 | 0,0878 | 0,0382*  | 0,0016*  | 0,0019  |
| E.C.                    | 3    | 0,2559           | 0,0111 | 0,0492 | 0,0505** | 0,0458** | 0,0010  |
| KNO <sub>3</sub> x E.C. | 9    | 0,1886           | 0,0059 | 0,0583 | 0,0091   | 0,0006   | 0,0029* |
| Blocos                  | 2    | 0,0500           | 0,0018 | 0,0017 | 0,0015   | 0,0001   | 0,0010  |
| Resíduo                 | 30   | 0,2654           | 0,0034 | 0,0419 | 0,0102   | 0,0005   | 0,0012  |
| Total                   | 47   |                  |        |        |          |          |         |
| C.V. (%)                |      | 24,30            | 17,00  | 7,89   | 12,94    | 11,06    | 25,25   |

\* 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 micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993.

| C.V.                    | G.L. | Quadrados médios |           |               |              |           |
|-------------------------|------|------------------|-----------|---------------|--------------|-----------|
|                         |      | B (ppm)          | Cu (ppm)  | Fe (ppm)      | Mn (ppm)     | Zn (ppm)  |
| KNO <sub>3</sub>        | 3    | 131,8246**       | 9,0506    | 37400,1860*   | 345,6084     | 1,4974    |
| E.C.                    | 3    | 519,8973**       | 94,5525** | 272058,3513** | 47055,3162** | 27,4041** |
| KNO <sub>3</sub> x E.C. | 9    | 68,5116*         | 17,0254   | 32040,6637**  | 187,0426     | 2,0265    |
| Blocos                  | 2    | 57,1238          | 34,7930*  | 17304,1809    | 265,0440     | 9,1230    |
| Resíduo                 | 30   | 23,6375          | 9,4870    | 8755,0183     | 525,0119     | 2,9958    |
| Total                   | 47   |                  |           |               |              |           |
| C.V. (%)                |      | 11,32            | 19,68     | 19,47         | 19,26        | 12,91     |

\* 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. Valores médios das características de crescimento determinados em mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos utilizados. ESAL, Lavras-MG, 1993.

| Tratamentos | Características de crescimento                                   |                                |                          |                           |                                   |                                      |
|-------------|--|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
|             | KNO <sub>3</sub> (g/m <sup>3</sup> )<br>E.C. (1/m <sup>3</sup> ) | Peso seco (g)<br>Raiz P. aérea | Altura da<br>planta (cm) | Diâmetro do<br>caule (mm) | Área foliar<br>(cm <sup>2</sup> ) | Nº de pares de<br>folhas verdadeiras |
| 0000 - 0    | 0,20   | 0,39                           | 7,96                     | 2,27                      | 53,81                             | 3,75                                 |
| 0000 - 100  | 0,24   | 1,00                           | 17,84                    | 2,52                      | 201,69                            | 4,83                                 |
| 0000 - 200  | 0,28   | 1,30                           | 19,30                    | 2,66                      | 239,22                            | 4,75                                 |
| 0000 - 300  | 0,26   | 1,60                           | 22,29                    | 2,81                      | 300,12                            | 5,42                                 |
| 3850 - 0    | 0,19   | 0,44                           | 8,90                     | 2,21                      | 79,92                             | 4,08                                 |
| 3850 - 100  | 0,32   | 1,41                           | 20,02                    | 2,84                      | 276,41                            | 5,25                                 |
| 3850 - 200  | 0,23   | 1,49                           | 21,78                    | 2,71                      | 282,00                            | 5,25                                 |
| 3850 - 300  | 0,25   | 1,51                           | 20,66                    | 2,79                      | 288,67                            | 5,33                                 |
| 7700 - 0    | 0,18   | 0,47                           | 9,56                     | 2,20                      | 94,91                             | 4,33                                 |
| 7700 - 100  | 0,32   | 1,37                           | 19,90                    | 2,75                      | 266,12                            | 5,17                                 |
| 7700 - 200  | 0,25   | 1,62                           | 21,91                    | 2,89                      | 304,69                            | 5,33                                 |
| 7700 - 300  | 0,27   | 1,75                           | 21,65                    | 3,00                      | 325,54                            | 5,42                                 |
| 11550 - 0   | 0,20   | 0,47                           | 9,30                     | 2,19                      | 80,28                             | 4,17                                 |
| 11550 - 100 | 0,40   | 1,76                           | 21,71                    | 3,00                      | 326,97                            | 5,75                                 |
| 11550 - 200 | 0,29   | 1,75                           | 21,15                    | 2,90                      | 323,28                            | 5,42                                 |
| 11550 - 300 | 0,29   | 1,87                           | 22,27                    | 2,87                      | 354,88                            | 5,50                                 |
| C.V. (%)    | 21,34  | 14,21                          | 6,88                     | 7,10                      | 14,04                             | 2,66                                 |