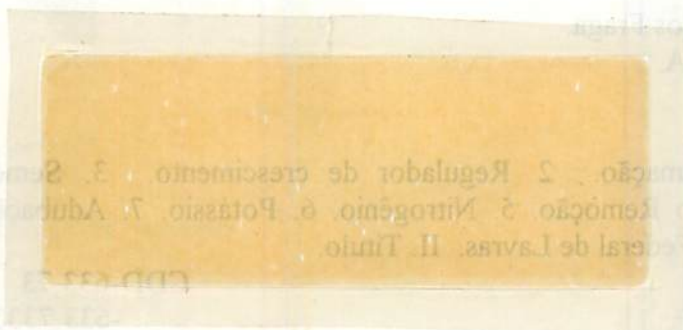


RUBENS JOSÉ GUIMARÃES

**FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO: (*Coffea arabica* L.):  
EFEITOS DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E  
REMOÇÃO DO PERGAMINHO NA GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES E DO USO DE N E K EM COBERTURA, NO  
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga  
Orientador:



LAVRAS - MINAS GERAIS

1995

**FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E  
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA**

Guimarães, Rubens José

Formação de mudas de cafeeiro: (*Coffea arabica* L.): efeitos de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de sementes e do uso de N e K em cobertura, no desenvolvimento de mudas / Rubens José Guimarães. -- Lavras : UFLA, 1995. 133 p. : il.

Orientador: Antônio Carlos Fraga.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Café - Muda - Formação. 2. Regulador de crescimento. 3. Semente - Germinação. 4. Pergaminho Remoção. 5. Nitrogênio. 6. Potássio. 7. Adubação em cobertura. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

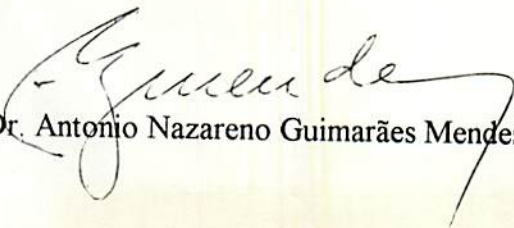
CDD-633.73

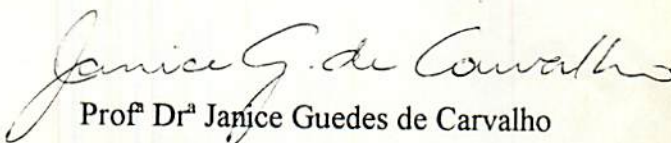
-633.7335

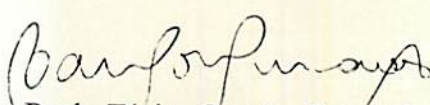
RUBENS JOSÉ GUIMARÃES

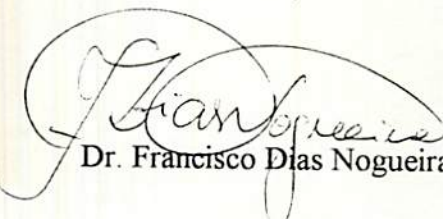
**FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.):  
EFEITOS DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E  
REMOÇÃO DO PERGAMINHO NA GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES E DO USO DE N E K EM COBERTURA, NO  
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS.**

Aprovada em 16/10/95

  
Prof. Dr. Antonio Nazareno Guimarães Mendes

  
Prof. Drª Janice Guedes de Carvalho

  
Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães

  
Dr. Francisco Dias Nogueira

  
Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga  
Orientador

**Aos meus pais,**

**Nilson (in memorian) e Edané**

**Com gratidão e carinho**

**DEDICO**

**A minha esposa Zilda, a minha**

**filha Elisa e a meus**

**irmãos, Edilson,**

**Renato e Nilce**

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

**À Deus.**

**À Universidade Federal de Lavras - UFLA, especialmente ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade concedida para a realização do curso de Doutorado.**

**Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.**

**Ao Professor Antônio Carlos Fraga, pela orientação segura e pela amizade.**

**Ao Professor Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Professora Janice Guedes de Carvalho e Professora Maria Laene Moreira de Carvalho pela co-orientação e amizade.**

**Aos Pesquisadores, Paulo Tacito Gontijo Guimarães e Francisco Dias Nogueira da EPAMIG, pelas valiosas sugestões.**

**Ao Professor Moacir Pasqual, Professor Milton Moreira de Carvalho e ao aluno de Pós-graduação Gladyston Rodrigues de Carvalho, pelo apoio.**

**Aos alunos do grupo de trabalhos em cafeicultura pela colaboração nas avaliações dos experimentos.**

**Aos funcionários do viveiro de mudas de cafeeiro e do Laboratório de Análises de Sementes, pela colaboração durante a realização dos experimentos.**

**Ao meu irmão Renato Mendes Guimarães, pelo constante incentivo e apoio.**

**A DÁTILU'S pela presteza e competência nos serviços de digitação.**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMO .....	xvi
SUMMARY .....	xix
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 A semente.....	4
2.2 Preparação da semente do café .....	5
2.3 Germinação e dormência .....	6
2.4 Pesquisas de substratos.....	8
2.5 Forçamento de mudas .....	12
2.6 Marcha de Absorção .....	13
2.7 Nitrogênio .....	14
2.8 Fósforo .....	17
2.9 Potássio.....	17
2.10 Cálcio.....	19
2.11 Magnésio.....	20

2.12 Enxofre .....	20
2.13 Boro .....	21
2.14 Cobre.....	22
2.15. Manganês .....	23
2.16 Zinco .....	23
2.17 Influência de outros íons na absorção de um determinado elemento .....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3.1. Experimento I .....	26
3.2 Experimento II .....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4.1 Experimento I .....	34
4.2 Experimento II .....	44
4.2.1. Parâmetros de Crescimento (peso seco de raízes, parte aérea e total, diâmetro do caule, altura e área foliar média) .....	44
4.2.2 Teores e quantidades dos nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas ..	49
4.2.3 Relação raiz/parte aérea .....	68
4.3 Avaliação das análises químicas do substrato durante o período compreendido entre a instalação e a avaliação do experimento .....	74
4.4 Considerações gerais .....	75
CONCLUSÕES .....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77
APÊNDICE .....	90

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabelas</b>		<b>Página</b>
1	Exemplos de efeitos interiônicos (Malavolta, 1986) .....	25
2	Temperaturas médias diárias do período experimental. UFLA, Lavras, 1995 .....	29
3	Resultados das análises químicas da amostra do solo (Latossolo Roxo Distrófico) e do substrato. UFLA, Lavras. 1995 .....	30
4	Resumo da análise de variância relativa a porcentagem de sementes com prostusão de radícula aos 20 dias após a instalação do experimento, para teste de médias dos 24 tratamentos em esquema fatorial e os 7 adicionais .	34
5	Porcentagem de sementes com prostusão de radícula, e de sementes mortas aos 20 dias após a instalação do experimento, em função da presença (C) ou ausência (S) do pergaminho, do tempo de imersão (horas) e da concentração de BAP e GA <sub>3</sub> (ppm).. UFLA, Lavras, 1995 ....	36



<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
6	Resumo da análise de variância relativa a porcentagem de plântulas com raízes secundárias aos 20 dias após a instalação do experimento, por teste de médias dos 24 tratamentos em esquema fatorial e os 7 adicionais.....	37
7	Porcentagem de plântulas com raízes secundárias aos 20 dias após a instalação do experimento, em função da presença (C), ou ausência (S) do pergaminho, do tempo de imersão (horas) e da concentração de GA <sub>3</sub> e BAP (ppm). UFLA, Lavras, 1995.....	38
8	Resumo da análise de variância relativa a porcentagem de sementes com protusão de radículas e porcentagem de plântulas com raízes secundárias, aos 20 dias após a instalação do experimento. UFLA, Lavras, 1995.....	39
9	Regressão polinomial para % de sementes com protusão de radícula após 20 dias da instalação do ensaio, em diferentes concentrações de citocinina, utilizadas para embeber sementes de cafeeiro sem pergaminho durante 15 horas, UFLA, Lavras, 1995 .....	40

**Tabela****Página**

10	Regressão polinomial para porcentagem de plântulas com raízes secundárias, após 20 dias da instalação do ensaio, em diferentes concentrações de citocinina, utilizadas para embeber sementes de cafeeiro sem pergaminho durante 1 e 15 horas, UFLA, Lavras, 1995 .....	42
11	Resumo das análises de variância relativas as características de peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco de raízes (PSRA), peso seco total (PSTO), diâmetro, altura e área foliar em mudas de cafeeiro, submetidos a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras. 1995.....	45
12	Resumo das análises de variância relativas aos teores (g/kg) de N na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.....	50
13	Resumo das análises de variância relativas as quantidades (gramas) de N, na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras. 1995.....	52

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
14	Resumo das análises de variância, relativos aos teores e quantidades de P na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.....	55
15	Resumo das análises de variância relativas aos teores (g/kg) de K e Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995 .....	58
16	Resumo das análises de variância relativas as quantidades (gramas) de K e Ca na matéria seca da parte aérea das mudas da cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras. 1995.....	59
17	Resumo das análises de variância relativas aos teores (g/kg) de Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.....	60

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
18	Resumo das análises de variância relativas aos teores (g/kg) de S na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras. 1995.....	63
19	Resumo das análises de variância relativas aos teores (mg/kg) de Cu, Zn e B na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N K <sub>2</sub> O, em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.....	64
20	Resumo das análises de variância relativas as quantidades (mg) de Cu, Zn e B na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O, em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras. 1995.....	65
21	Resumo das análises de variância relativas aos teores (mg/kg) de Mn na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras. 1995.....	66

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
22	Valores médios dos teores de Mn, em mg/kg, na matéria seca da parte aérea de mudas de caféiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O, em 5 épocas distintas. UFLA, Lavras. 1995..	69
23	Resumo das análises de variância relativas a quantidades (mg) de Mn na matéria seca da parte aérea das mudas de caféiro, submetidas a diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.....	70
24	Relação matéria seca de raiz/matéria seca da parte aérea das mudas submetidas ao forçamento com N e K <sub>2</sub> O. UFLA, Lavras, 1995 .....	72
25	Resultados das análises químicas das amostras do substrato sem adubações de N e K <sub>2</sub> O nas 5 épocas de tratamento. UFLA, Lavras, 1995..	74

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Variação da porcentagem de sementes sem pergaminho com prostusão de radículas aos 20 dias após a instalação do experimento em diferentes concentrações de citocinina com embebição por 15 horas (dados transformados segundo arco seno $\sqrt{x/100}$ ) UFLA, Lavras, 1995.....	41
2	Variação da porcentagem de plântulas com raízes secundárias aos 20 dias após a instalação do experimento em diferentes concentrações de citocinina com embebição por 1 e 15 horas de sementes sem “pergaminho” (dados transformados segundo arco seno $\sqrt{x/100}$ ) UFLA, Lavras, 1995.....	43
3	Variação do peso da matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro (4 plantas) em relação as doses de N aplicadas durante a 5ª época, ou seja, quando as mudas apresentavam 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.....	46

<b>Figuras</b>		<b>Página</b>
4	Variação do peso da matéria seca total de mudas de cafeeiro (4 plantas) em relação às doses de N aplicadas durante a 5ª época, ou seja, quando as mudas apresentavam 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.....	47
5	Variação da área foliar média final em mudas de cafeeiro (4 plantas) em relação as doses de N aplicadas durante a 5ª época, ou seja, quando as mudas apresentavam 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.....	48
6	Variação do teor de N na matéria seca da parte aérea de muda de cafeeiro, em diferentes doses de N aplicadas em cobertura quando as mudas apresentavam 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.....	51
7	Variação da quantidade de N na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, em diferentes doses de N aplicadas em cobertura, quando as mudas apresentavam 3, 4 e 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.....	53

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
8	Variação nos teores de P na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N em cobertura, independente da época de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.....	56
9	Variação nos teores de P na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, independente da dose usada. UFLA, Lavras, 1995.....	57
10	Variação nos teores de Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas as adubações em cobertura com K em diferentes doses, independente da época de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.....	61
11	Variação nos teores de Mn na parte aérea de mudas de cafeeiro, devido a aplicação de diferentes doses de N em cobertura em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.....	67
12	Variação da quantidade de Mn na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, quando se aumentava a dose de N aplicada em cobertura, independente do estágio de desenvolvimento das plantas. UFLA, Lavras, 1995.....	71



**Figura****Página**

- 13 Variação da relação matéria seca de raízes/matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, submetidas ao “forçamento” com N em diferentes doses. UFLA, Lavras, 1995 .....

73

## RESUMO

**GUIMARÃES, Rubens José. Formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.): Efeitos de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de sementes e do uso de N e K em cobertura no desenvolvimento de mudas. Lavras: UFLA, 1995. 133 p. (Tese Doutorado em Agronomia/Fitotecnia).\***

Com o objetivo de buscar alternativas para diminuição do tempo de formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), instalaram-se dois experimentos no campus da Universidade Federal de Lavras.

**Experimento I:** O ensaio foi instalado no Laboratório de Análise de Sementes da UFLA, no período de 11/08/95 a 01/09/95, afim de se verificar qual o melhor tratamento a ser aplicado às sementes, para protusão de radícula e emissão de raízes secundárias em menor tempo, diminuindo assim o período de formação de mudas. O delineamento usado foi o blocos casualizados em esquema fatorial com 4 repetições, sendo que cada parcela continha 4 rolos de papel tipo germiteste com 50 sementes por rolo. Os tratamentos utilizados no esquema fatorial foram 2 (sementes com e sem “pergaminho”) x 4 (água pura, 5 ppm, 10 ppm e 20 ppm de citocinina - BAP) x 3 (1, 15 e 30 horas de imersão), com adicionais que contemplavam sementes com e sem “pergaminho” imersas em solução com 20 ppm de giberelina (GA<sub>3</sub>) por

---

\* Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga. Membros da Banca: Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Janice Guedes de Carvalho, Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Dr. Francisco Dias Nogueira.

30 horas, sementes sem imersão com retirada do pergaminho mecanicamente e sementes com ou sem pergaminho em água corrente por 30 horas.

Avaliou-se protusão da radícula e emissão de raízes secundárias aos 20 dias após a montagem do experimento.

Nas condições de realização do ensaio pode-se concluir que:

- Para acelerar o processo germinativo as sementes devem ter o “pergaminho” retirado de maneira que o embrião não seja afetado e não devem sofrer nenhum tipo de imersão.

- O aumento de concentração de citocinina (BAP), prejudicou a emissão de raízes secundárias das plântulas.

**Experimento II:** Avaliou-se o efeito da aplicação em cobertura de N e K em diferentes doses e épocas na intenção de se aumentar o desenvolvimento e diminuir o tempo de formação das mudas de cafeeiro. O ensaio foi instalado no viveiro de mudas de cafeeiro da UFLA, no período de 12/08/94 a 09/03/95, usando-se o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com 3 repetições, testando-se 4 doses de N (0, 20, 40 e 60 g/10 litros d'água/1000 mudas), 4 doses de K<sub>2</sub>O (0, 20, 40 e 60 g/ 10 litros d'água/1000 mudas) e 5 épocas de aplicação (mudas com 1, 2, 3, 4 e 5 pares de folhas verdadeiras). Como fontes de N e K<sub>2</sub>O, utilizou-se sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Ao final do experimento foram avaliadas características de crescimento (altura das mudas, diâmetro do caule, área foliar, peso seco de raízes, parte aérea e total), teores e quantidades de N, P, K Ca, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn e relação matéria seca de raízes/matéria seca da parte aérea das mudas.

Nas condições em que foi realizado o experimento concluiu-se que:

- A adição de K às adubações em cobertura, as vezes feitas somente com N, não alterou o desenvolvimento das mudas, nem aumentou seus teores ou quantidades na matéria seca das plantas, não proporcionando portanto, ganhos relacionados ao tempo de permanência das mudas em viveiro.

- Apesar da queda no teor de K disponível no substrato das mudas durante as regas no viveiro, não se constataram deficiências desses nutrientes nas plantas e, aplicações de doses excessivas reduziram o teor de Mg nas mudas.

- O sulfato de amônio nas doses utilizadas não causou toxidez de Mn, mas afetou a relação raiz/parte aérea em detrimento do sistema radicular.

## **SUMMARY**

### **PRODUCTION OF COFFEE TREE SEEDLINGS (*Coffea arabica* L.): EFFECTS OF GROWTH REGULATORS AND REMOVAL OF THE ENDOCARP UPON THE SEED GERMINATION AND USE OF N AND K IN DRESSING ON THE DEVELOPMENT OF SEEDLINGS.**

With the purpose of seeking for alternatives for decreasing the time of development of coffee tree (*Coffea arabica* L.), seedlings, two experiments were established on the Universidade Federal de Lavras Campus.

Experiment I. The trial was set up in the seed analysis Laboratory at the UFLA, over the period from August 11<sup>th</sup>, 1995 to September 1<sup>st</sup>, 1995, in order to assess which is the best treatment to be applied to seeds, for radicle protrusion and secondary root emission in the shortest time, decreasing thus the period of seedling production. The design used was that of randomized blocks in a factorial scheme with four replications, being that each plot contained four rolls of type "germitest" paper, containing 50 seeds per roll. The treatment used in the factorial scheme were 2 (seeds with or without endocarps) x 4 (pure water, 5 ppm, 10 ppm and 20 ppm of kinetin - BAP) x 3 (1, 15 and 30 hours of soaking) with additional treatments which provided seeds, with and without an "endosperm", soaked in a solution with 20 ppm gibberellin

(GA<sub>3</sub>) for 30 hours, seeds with no soaking with mechanically withdrawn endosperm and seeds with and without an endosperm in running water for 30 hours.

Both radicle protrusion and secondary roots emission were evaluated at 20 days after the establishment of the experiment. .

Under the conditions the trial was conducted, it follows that:

To speed the germinating process, seeds must have the endocarp withdrawn such that the embryo may not be affected and must not undergo any kind of soaking.

The increase of the concentration of kinetin (BAP), was hazardous to the secondary root emission of the seedlings.

Experiment II. The effect of the dressing - application of both N and K at different doses and times, aiming to enhance the development and decrease the time of coffee tree seedling production. The trial was set up in the coffee tree seedling nursery of the UFLA, over the period from August, 12<sup>th</sup> 1994 to March 9<sup>th</sup>, 1995, using the randomized block design in factorial scheme with three replications, evaluating four doses of N (0, 20, 40 and 60 g/10 liters of water/1,000 seedlings), 4 doses of K<sub>2</sub>O (0, 20, 40 and 60 g/10 liters of water/1000 seedlings) and 5 times of application (seedlings with 1, 2, 3, 4 and 5 pairs of true leaves. As sources of N and K<sub>2</sub>O, both ammonium sulphate and potassium chloride were utilized, respectively.

At the completion of the experiment, growth characteristics (seedling height, stem diameter leaf area, dry weight of roots, shoot and total dry weight), contents and amounts of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn and Zn and seedling root dry matter/shoot dry matter ratio.

Under the conditions, the experiment was conducted, it followed that.

Addition of K to the dressing fertilizations, at times, made only with N, did not either alter the seedling development or increase their amounts or contents in the dry matter of plants, not providing, therefore, gains related to the time of staying of the seedling in nursery.

In spite of the fall in the K content available in the substrate of seedlings during the waterings in the nursery, deficiencies of these nutrients in plants were not found and, applying excessive doses, reduced the Mg content in seedlings.

Ammonium sulphate at the doses employed did not cause Mn toxicity, but affected the root/shoot ratio, harming the root system.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o café representa 6% do total das exportações brasileiras, tendo atingido US\$ 2,53 bilhões no ano de 1994, com a exportação de 17,10 milhões sacas de 60 kg de café beneficiado. (Anuário Estatístico do Café, 1995).

A forma mais utilizada para propagação do cafeeiro é por mudas oriundas de sementes. Essas mudas podem ser “de ano” e “de meio ano”, com uma permanência aproximada de 12 e 6 meses respectivamente, no viveiro. As mudas de meio ano são mais utilizadas por permanecerem menos tempo em viveiro e assim ficarem menos sujeitas ao ataque de pragas e doenças presentes naquelas condições. Além de exigirem menos insumos e mão de obra apresentam um menor custo de produção no final do processo.

As mudas de meio ano, geralmente são plantadas a partir de dezembro devido a dificuldade de produção antecipada das mesmas, pelos seguintes fatores:

**a) Utilização de sementes colhidas no mesmo ano de plantio das mudas:** O período de viabilidade das sementes após a colheita é de aproximadamente 6 meses em condições normais de armazenamento. Assim, os viveiristas são forçados a usar sementes colhidas no ano de formação das mudas. As sementes são colhidas quando os frutos se encontram no estágio de “cereja”, o que só acontece a partir de abril/maio, justificando disponibilidade de sementes no comércio, na maioria das vezes, somente a partir de junho.



**b) Germinação lenta:** As sementes de cafeeiro germinam lentamente, podendo levar até 90 dias (Went, 1957), sendo que no período frio do ano pode levar até 120 dias. Assim torna-se importante conhecer melhor esse processo germinativo, visando reduzir o tempo de germinação, visto que essa etapa consome aproximadamente a metade do período de formação da muda.

**c) Desenvolvimento inicial lento:** Até o presente recomenda-se o forçamento de mudas de cafeeiro com aplicação em cobertura de N somente. Porém, Guimarães (1994) observou queda acentuada nos teores de N e K da matéria seca das mudas de cafeeiro, a partir do estágio correspondente a 3 pares de folhas verdadeiras, sugerindo assim, que a melhoria da nutrição das mesmas pode ser promovida com adubações de cobertura associando-se N e K. O fato constatado por Guimarães (1994), de queda dos teores de N e K, induz a formulação da hipótese de que, a adição do K junto ao N aplicados em cobertura poderia acelerar o processo de formação de mudas de cafeeiro.

A quantidade de K existente no substrato padrão, usado para o cafeeiro fornecido pelo cloreto de potássio ou mesmo pelo esterco de curral pode ser suficiente ao bom desenvolvimento das mudas. Mas durante o desenvolvimento dessas, uma possível lixiviação desse nutriente nos saquinhos pode reduzir a absorção radicular pelas plantas, diminuindo o teor de K na matéria seca e, conseqüentemente, atrasar o crescimento em determinado estágio de desenvolvimento. O N em cobertura junto ao K pode ter efeito sinérgico, visto que o fato ocorre em plantas adultas. (Malavolta, 1986).

Vários trabalhos foram realizados testando fontes e doses de nutrientes em cobertura, porém persiste a dúvida sobre a eficiência da adição do K, principalmente no que tange aos teores e quantidades na matéria seca das mudas que irão para o campo.

Os objetivos do presente trabalho são o estudo de alternativas para a redução do período de formação de mudas de cafeeiro através de técnicas que possibilitem a redução do período de germinação e desenvolvimento inicial através da utilização de promotores da germinação por imersão das sementes com e sem pergaminho e, do forçamento pela adição de N e K em cobertura.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A semente**

O fruto do cafeeiro é uma drupa elipsoide contendo dois locus e duas sementes, mas ocasionalmente pode conter 3 ou mais. O endocarpo do fruto (“pergaminho”), quando maduro é coriáceo e envolve independentemente cada semente. A semente é plano convexa, elíptica ou oval, sulcada longitudinalmente na face plana e é constituída por embrião, endosperma e um envoltório, representado por uma película prateada ou espermoderma (Dedecca, 1957, 1958; Huxley, 1965; Zamora e Soto, 1976; citados por Rena e Maestri, 1986).

Externamente ao endocarpo, encontramos o mesocarpo composto por substância mucilaginosa e ainda o exocarpo.

No sistema de produção de sementes atualmente usado são colhidos frutos no “estádio de cereja” por se encontrarem próximos ao ponto de maturação fisiológica, que segundo Caixeta (1981) é no estágio “verde cana/cereja”, ou seja 220 dias após a fecundação das flores. Este autor trabalhou com a variedade Mundo Novo, linhagem LCP - 379/19.

## 2.2 Preparação da semente do café.

Y Imediatamente após a colheita os frutos destinados à produção de sementes são despolidos (retirada do exocarpo) e em seguida colocadas as sementes em tanques de fermentação por 12 horas com objetivo de se proceder a degomagem ou seja, a retirada da mucilagem ou mesocarpo (Begazo e Paula, 1985).

/ As sementes livres do pericarpo (exocarpo + mucilagem), são colocadas a secar à sombra.

As sementes livres do pericarpo (exocarpo + mucilagem), são colocadas a secar à sombra. Após o despoldamento e degomagem, as sementes de café contêm cerca de 50% de umidade e após secagem à sombra tendem a manter umidade constante entre 35 e 40%. As sementes, nessa condição, germinam 95% ou mais, mas perdem sua viabilidade rapidamente (Arcila-Pulgarin, 1977; Carvalho e Monteiro Salles, 1956, citados por Rena e Maestri, 1986).

Miranda (1987), estudando fatores que influenciam a duração da viabilidade de sementes do café (*Coffea arabica* L.) variedade Catuai, concluiu que, após nove meses de armazenamento, as umidades das sementes que proporcionaram melhor conservação foram 9,9; 31,1 e 36,3% na embalagem de polietileno preto hermeticamente fechado. Conclui também que embalagens de pano só deveriam ser recomendadas para o armazenamento de sementes de café por períodos de no máximo 3 meses.

Mais recentemente Araújo (1988) e Miglioranza (1988) concordaram que a umidade ideal de armazenamento das sementes de cafeeiro em embalagens herméticas seria de 8,9% a 9,0%. Porém, se conservadas em embalagem permeável, em condições controladas de temperatura e umidade, o melhor teor de umidade para uma longevidade superior a 9 meses é de 48%, (Araújo, 1988).

### 2.3 Germinação e dormência

Na tentativa de acelerar a formação da muda, já que o uso de sementes da safra anterior exige conservação especial, Carvalho e Alvarenga (1979) testaram sementes de frutos em vários estádios de desenvolvimento, observando que as sementes germinam mesmo quando o fruto se encontra na fase de “chumbinho”, porém a germinação conseguida nesta fase foi de apenas 21%, porcentagem esta considerada baixa.

A presença do endocarpo nas sementes e baixas temperaturas atrasam a germinação sendo que com a remoção do pergaminho e com temperatura de 32°C sementes maduras de caféiro “germinam” em apenas 15 dias (Rena e Maestri, 1986).

Aparentemente, a difusão de gases e água e a expansão em volume têm papel secundário, comparados ao efeito de algum inibidor presente, já que fragmentos de pergaminho misturados com as sementes, também inibiram a germinação (Velazco e Gutierrez, 1974, citados por Rena e Maestri, 1986).

A germinação de sementes de caféiro está relacionada com baixos teores de substâncias semelhantes aos ácidos abscísico e giberélico e altas concentrações de substâncias semelhantes às citocininas (Valio, 1976). Compostos fenólicos são também possíveis inibidores naturais da germinação de sementes (Vieira, 1991).

A citocinina apresenta ação contrária àquela dos inibidores, e é uma substância essencial para complementar a ação do ácido giberélico em induzir a germinação, ou os processos enzimáticos, quando esses são bloqueados por inibidores como o ácido abscísico e/ou coumarina. Dormência de sementes pode estar relacionada com teores endógenos de CO<sub>2</sub> ou

com presença de inibidores que afetam a penetração de oxigênio, pois, não absorvendo  $O_2$  ou não liberando  $CO_2$ , a semente não consegue germinar (Fraga, 1982).

Côme e Tissaqui (1973), trabalhando com sementes de arroz, verificaram que a embebição em água dificultava ainda mais a absorção de oxigênio e conseqüentemente a quebra de dormência, ocorrendo a formação de um filme de água junto a casca, evitando que o  $O_2$  atinja o embrião.

Vários compostos fenólicos podem atuar como inibidores da elongação celular, ou consumir oxigênio durante o processo de oxidação, restringindo assim, a quantidade de oxigênio que chega ao embrião (Bewley e Black, 1982).

Dietrich (1986) cita o ácido clorogênico como uma substância de natureza fenólica que pode atuar no processo de crescimento e desenvolvimento de plantas, como alongamento de raízes e caules e ainda na germinação de sementes e brotamento de gemas.

Krogmeier e Bremner (1989) observaram que o efeito inibidor dos ácidos fenólicos foi maior no crescimento de plântulas que na germinação, utilizando como substrato o papel.

Também correlacionando substâncias como gliberelinas e citocininas à germinação de sementes, Khan e Waters (1969) citados por Carvalho e Nakagawa (1983) propuseram o seguinte modelo de dormência em sementes de acordo com diversas situações hormonais:

	Giberilinas	Citocininas	Inibidores		
Situações hormo- nais na semente	1	+	+	+	Germinação
	2	+	+	-	Germinação
	3	+	-	+	Dormência
	4	+	-	-	Germinação
	5	-	-	-	Dormência
	6	-	-	+	Dormência
	7	-	+	-	Dormência
	8	-	+	+	Dormência

Apesar de no caso da semente de cafeeiro não se tratar de dormência, torna-se interessante trilhar os caminhos desses mecanismos para se conseguir uma possível aceleração da germinação.

Inecco (1993) trabalhando com propagação de pimentão (*Capsicum annum* L.) encontrou como ideal o pré tratamento de sementes imersas em água por 20 horas em mesa de agitação contínua a 120 rpm por ser mais barato que outros tratamentos (AIA 40 mg/l por 20 horas, KNO<sub>3</sub> 20 mg/l por 20 horas e AIA 40 mg/l + KNO<sub>3</sub> 20 mg/l por 20 horas) por não diferirem entre si, mas terem sido superiores à testemunha (sementes secas). Esses tratamentos proporcionaram maior rapidez e uniformidade de germinação.

## 2.4 Pesquisas de Substratos

A formação de mudas saudáveis e vigorosas é de fundamental importância para o sucesso do empreendimento, pois, por se tratar de uma planta perene, qualquer erro cometido

no início pode causar danos muitas vezes irreparáveis na produção e produtividade das lavouras cafeeiras (Carvalho, 1978).

Dentre os fatores que interferem na produção de boas mudas de cafeeiro, certamente a nutrição das mesmas é um dos mais importantes. Além de afetar o crescimento e desenvolvimento das mudas em viveiro, a adubação correta do substrato poderá influenciar no estabelecimento e desenvolvimento das mesmas a nível de campo. Assim, uma nutrição adequada poderá reduzir a tempo de permanência das mudas em viveiro.

Souza (1966), já descrevia como uma das primeiras normas técnicas para a cultura do café, um substrato para formação de mudas, composto de metade de terra e metade de esterco de curral, admitindo ainda a utilização do terriço de mato somente.

Godoy Jr., Godoy O.P. e Gramer (1964) estudaram o efeito da calagem no substrato, não aconselhando essa prática. Godoy e Godoy Jr. (1965) encontraram efeitos positivos da adubação mineral em pulverizações com soluções nutritivas no substrato.

Scaranari (1967) sugere mistura de substrato semelhante a relatada por Souza (1966) com adição de fertilizantes químicos, já Gonçalves e Tomaziello (1970) indicam como substrato adequado para a formação de mudas de cafeeiro a mistura de 300 litros de esterco de curral, 80 litros de esterco de galinha ou 15 litros de torta de mamona por metro cúbico de terra, com adição de 2,5 kg de superfosfato simples e 0,5 kg de cloreto de potássio.

Caixeta, Souza e Gontijo (1972), pesquisaram 14 tipos diferentes de substratos, concluindo que a adição de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O produziram melhores efeitos.

Carvalho, Duarte e Ramalho (1978 a e b) trabalhando com solo tipo Latossolo Vermelho-escuro concluíram que melhores resultados eram conseguidos com 300 litros de esterco de curral ou 50 litros de esterco de galinha por metro cúbico de substrato com adição



de 1,0 kg de  $P_2O_5$ . Concluíram que a calagem seria dispensável e até mesmo indesejável no caso do uso de  $P_2O_5$  no substrato. Quanto ao uso do cloreto de potássio no substrato não encontraram efeitos nas mudas.

Substrato semelhante ao indicado por Gonçalves e Thomaziello (1970) foi recomendado pelo IBC (1976) alterando apenas a dose de superfosfato simples que passava a ser de 3 quilos por metro cúbico de substrato.

Oliveira et al. (1977) encontraram resultados semelhantes aos de Carvalho, Duarte e Ramalho (1978 a e b), na busca do substrato ideal para formação de mudas de café, trabalhando com Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico Húmico

Almeida, Matiello e Garcia (1978) só encontraram efeito positivo do calcário na ausência de esterco no substrato e, na dose recomendada por análise química do solo, trabalhando com Latossolo Amarelo Húmico.

Santinato, Figueiredo e Barros (1980) trabalhando com um substrato básico de 700 litros de terra, (Latossolo Vermelho Amarelo) 300 litros de esterco de curral com adição de 5 kg de superfosfato simples por metro cúbico de mistura, estudaram o efeito de várias doses de cloreto de potássio. Concluíram que não houve efeito significativo das doses de cloreto de potássio empregadas no desenvolvimento das mudas de café, nem houve aumento dos teores de K nas diversas partes da planta, apesar das médias de crescimento e peso da matéria seca terem sido superiores. Não observaram efeitos de toxidez nas mudas e concluíram que provavelmente o esterco de curral funcionou como fator de equilíbrio nas diferentes doses sendo suficiente em suprimento.

Ezequiel (1980) pesquisando adição de B e Zn em substratos, concluiu que a aplicação do primeiro elevou seu teor nas mudas, aumentando também o teor de Cu mas não

afetando os teores dos demais nutrientes. Já a adição de Zn, além de não afetar o crescimento das mudas, reduziu os teores de P, Cu e Ca.

Oliveira e Pereira (1984), concordam com Almeida, Matiello e Garcia (1978) na recomendação do calcário somente na ausência do esterco de curral no substrato, usando solo tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

Bragança e Carvalho (1984) estudando o efeito de fontes e doses de P no desenvolvimento de mudas de cafeeiro concluíram que não houve diferença entre as fontes de P usadas, no desenvolvimento da planta, mas que o uso de fontes mais solúveis em água interferiu na composição mineral das mudas, diminuindo os teores de K e aumentando os de Ca e S; as fontes menos solúveis de P tiveram efeito inverso, diminuindo os teores de Ca e S e aumentando os de K, trabalhando com Latossolo Roxo Distrófico.

Viana, Freire e Andrade (1985), estudando o efeito de 2 fontes de K combinadas com sulfato de magnésio e calcário em mudas de café, concluíram que o aumento dos teores de  $K_2O$  no substrato composto originalmente por 70% de terra, 30% de esterco de curral com adição de 5 kg de superfosfato de cálcio simples, não afetou o desenvolvimento das mudas. Também concluíram que não houve diferença entre as fontes de K usadas e a adição de 0,6 kg de sulfato de magnésio por  $m^3$  de substrato não afetou o desenvolvimento das mudas.

Santos (1993), estudando os efeitos de doses de nitrato de potássio e esterco de curral, na composição do substrato para mudas de café (*Coffea arabica* L.), e trabalhando com Latossolo Roxo Distrófico, concluiu que a aplicação do  $KNO_3$  ao substrato, possibilitou a substituição parcial do esterco de curral, encontrando um maior desenvolvimento das plantas quando utilizou-se 200 litros de esterco de curral, associado a 11,55 Kg de nitrato de potássio por metro cúbico de substrato. Quanto a análise de N, P e K na parte aérea das mudas,

concluiu que os tratamentos não influenciaram seus teores. Para o Ca e Mg seus teores foram reduzidos com a aplicação do  $\text{KNO}_3$  no substrato e se elevaram com a aplicação do esterco de curral. Aumentando-se a quantidade de  $\text{KNO}_3$  reduziu-se o teor de S e B. Aumentando-se a dose de esterco de curral, o teor de Cu e Mn diminuiu na matéria seca das plantas. O Zn respondeu de forma linear positiva a aplicação do esterco de curral somente.

## **2.5 Forçamento de mudas**

Godoy Júnior (1958) estudando formas de aplicação de soluções de nutrientes em mudas de cafeeiro, concluiu que a aplicação da solução diretamente no substrato, se revelou superior a pulverização das mudas com ou sem proteção do solo e à testemunha que recebia pulverização com água pura e que as mudas tratadas com solução nutritiva são levadas ao campo em melhores condições e em menos espaço de tempo que as não tratadas.

Brilho, Figueiredo e Toledo (1967) testando a eficiência de 4 fontes de N em irrigação em mudas de cafeeiro, concluíram que a irrigação com solução nitrogenada permitiu melhor desenvolvimento das plantas e que os melhores resultados foram conseguidos com sulfato de amônio em 5 irrigações (30 g /10 litros d'água por canteiro de 200 laminados de 41 cm x 23 cm x 0,1 cm) com aumento médio da altura das plantas de 41%.

Gonçalves e Tomaziello (1970) recomendam o “forçamento de mudas” quando a semeadura é feita com atraso, dissolvendo-se 30 g de sulfato de amônio ou nitrocálcio em 10 litros d'água, aplicando esse volume em 200 mudas (laminados de pinho de 8 x 30 cm), quando as mudas apresentarem 3 pares de folhas, repetindo-se o mesmo a cada 10 ou 15 dias.

Salazar-Arias (1977), estudando a resposta de mudas de cafeeiro a adubação com N, P e K nas doses de 0, 1 e 2 g de cada nutriente por muda em 3 épocas, concluiu que o N teve efeito negativo, o P atuou positivamente e o K não teve efeito algum no desenvolvimento das mudas.

Tomaziello, Oliveira e Toledo Filho (1987) recomendam o “forçamento” das mudas de cafeeiro através de irrigações nitrogenadas a partir do segundo par de folhas, dissolvendo 30 g de sulfato de amônio, ou 15 g de uréia ou 30 g de MAP em 10 litros de água. Esses autores alertam porém, que o forçamento não deve ser feito mais de 2 ou 3 vezes, para não haver grande desenvolvimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular, obedecendo-se um intervalo de 15 dias entre as aplicações.

Apesar de Salazar-Arias (1977) não ter encontrado qualquer efeito do K no desenvolvimento de mudas, Guimarães (1994) suspeitou de uma queda acentuada desse nutriente na matéria seca das plantas, a partir do estágio de 3 pares de folhas verdadeiras, que poderia ser motivo de um possível retardamento no crescimento e desenvolvimento das mudas em viveiro.

## **2.6 Marcha de Absorção**

Malavolta (1993) citando Correa et al. (1986), apresenta a marcha de absorção de N, P e K em cafeeiros com idades entre 0,5 e 7,5 anos, sendo que as curvas que descrevem a marcha de absorção de N, P e K mostram estreito paralelismo com a correspondente acumulação de matéria seca com tendência sempre crescente desses valores.

Sementes de cafeeiro germinadas em areia e, colocadas para crescer a partir do estágio de palito de fósforo por 150 dias em solução nutritiva, forneceram dados sobre a marcha de absorção de macro e micronutrientes, com acentuado crescimento da planta nos últimos 15 dias. Houve tendência geral de aumento dos nutrientes e do peso de matéria seca em função da idade das plantas (Barros, Abrahão e Pasqual, 1990).

## 2.7 Nitrogênio

O N é o elemento exigido em maiores quantidades pelo cafeeiro (Bornemisza, 1982; Carvajal, Acevedo e Lopez, 1969 e Malavolta, 1986) e, uma adubação nitrogenada adequada, proporciona um rápido crescimento da planta e a formação de folhas verdes e brilhantes (Malavolta, 1963). Porém o auto-sombreamento pode limitar a capacidade fotossintética diminuindo assim as necessidades de nutrientes, principalmente do nitrogênio (Malavolta, 1986). Esse mesmo autor citando trabalhos de Accorci e Haag (1959) faz uma comparação entre folhas normais e deficientes em nitrogênio relatando que no segundo caso há uma menor quantidade de cloroplastos, os quais são de tamanho reduzido causando uma menor atividade fotossintética e conseqüente menor produção de amido.

O nitrogênio é necessário para todas as reações enzimáticas nas plantas. Como componente da clorofila está diretamente envolvido na fotossíntese, ajudando a planta a produzir e usar carboidratos. (Lopes et al., [19\_\_]).

Estudando o efeito de fertilizantes nitrogenados na formação de mudas de cafeeiro, Sant'Ana e Pedroso (1976) mostraram que a adubação com doses crescentes de fertilizantes nitrogenados provocou aumento do peso fresco das raízes.

Em trabalho que visava estudar o efeito da omissão de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) em solução nutritiva, na composição química das folhas e no crescimento do cafeeiro, Haag e Malavolta (1960), verificaram que a ausência de N foi a que mais afetou o peso seco das folhas e do caule e, o número de folhas.

Marcondes e Pavan (1975), verificaram a importância da adubação nitrogenada ao estudar a influência da adubação nitrogenada no desenvolvimento de mudas de cafeeiro com 6 meses de idade.

Em certas culturas a fonte de nitrogênio é importante, podendo influenciar na produção, tendo em vista seu comportamento no solo ou devido ao íon acompanhante (Lacerda et al., 1986). Comparando 6 fontes de nitrogênio na adubação mineral de cafeeiro, sem produção Abruna e Chandler citados por Moraes et al. (1976), observaram efeito acidificante do sulfato de amônio sobre o solo com consequente elevação da concentração de manganês nas folhas. Robinson (1961) utilizando uréia e sulfato de amônio e, Verliere citado por Moraes et al. (1974) trabalhando com sulfato de amônio, uréia e nitrato de cálcio, concluíram pela superioridade do uso de sulfato de amônio. O emprego de salitre do Chile e nitrocálcio ocasionaram carência de manganês nas folhas do cafeeiro, sendo que o emprego de sulfato de amônio causou excesso daquele micronutriente em solo podzolizado de Lins e Marília no estado de São Paulo (Lazzarini e Moraes, citados por Moraes et al., 1976).

Moraes et al. (1974), estudando fontes e doses de nitrogênio na adubação mineral de cafeeiro, desde o período de formação da lavoura em 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.

O emprego de fertilizantes acidificantes, como é o caso do sulfato de amônio e da uréia, durante vários anos consecutivos, poderá resultar em um sensível abaixamento do pH do solo, redução nos teores de bases trocáveis e aumento dos teores de  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$ , os quais são absorvidos em maiores quantidades pelo cafeeiro, podendo, no caso do Mn, atingir níveis tóxicos (Moraes, 1982).

As perdas de N no solo ocorrem por erosão, lixiviação, ou volatilização. A lixiviação de N se dá, em 99% dos casos, na forma de nitratos, sendo que menos de 1% ocorre na forma amoniacal ( $NH_4^+$ ) e somente traços na de nitrito ( $NO_2^-$ ). Os solos de textura arenosa facilitam a perda de nitratos devido a maior percolação da água. Quanto as perdas por volatilização estas se dão mais em condições de baixa aeração do solo como na cultura do arroz irrigado com o fenômeno conhecido como denitrificação (Coelho, 1973).

Pereira (1992) notou efeito negativo do nitrato de potássio no desenvolvimento de mudas de cafeeiro, no entanto, Santos (1993) encontrou resultados em que o  $KNO_3$  usado no substrato proporcionou uma substituição de parte do esterco de curral.

Foi constatado para mudas de cafeeiro da cultivar Catuaí com seis meses de idade, uma quantidade de nutrientes de 0,160g de N, 0,025g de P, 0,160g de K, 0,106 de Ca e 0,024g de Mg na matéria seca total (Corrêa et al., 1983).

Teores de N nas folhas abaixo de 23g/kg de N, geralmente estão associados à presença de sintomas visuais de deficiência desse nutriente e acima de 35g/kg sintomas de toxidez, em folhas de ramos produtivos. (Malavolta, 1993).

Guimarães (1994) encontrou teores de N de 16,1g/kg no caule e 31,4g/kg nas folhas, trabalhando com mudas formadas em substrato padrão, que se encontravam com 6 pares de folhas verdadeiras.

## 2.8 Fósforo

As exigências desse nutriente pelo cafeeiro são pequenas, se comparadas com as de N e K. (Malavolta, 1986). Nas folhas a concentração de P corresponde aproximadamente a 5% do teor de N (Moraes, 1982).

Sua translocação na planta, é baixa, porém a adubação fosfatada influi muito no desenvolvimento das raízes do cafeeiro. (Franco, 1983).

As perdas de P no solo pode se dar por erosão ou por lixiviação, sendo que esta última é desprezível mesmo em condições de solo arenoso. É importante no desenvolvimento do sistema radicular favorecendo sua formação e crescimento, especialmente das raízes secundárias. Em relação a outros nutrientes, contribui para o melhor aproveitamento do K pelas plantas e controla efeitos que podem produzir excesso de N e Ca no solo. (Coelho, 1973).

Abaixo de 1,0g/kg de P em folhas de ramos produtivos são visíveis os sintomas de deficiência nutricional e acima de 2,3g/kg, sintomas de toxidez (Malavolta, 1993).

Guimarães (1994) encontrou teores de P de 3,04 g/kg em caules e 3,20 g/kg nas folhas, trabalhando com mudas formadas em substrato padrão, que se encontravam com 6 pares de folhas verdadeiras, sem contudo notar sintomas de toxidez.

## 2.9 Potássio

O potássio é um nutriente vital para as plantas e nas diferentes culturas as quantidades de N e K são semelhantes. Quando o K é deficiente a fotossíntese diminui, a



velocidade de respiração das plantas aumenta e, com isso há uma queda no suprimento de carboidratos das mesmas. O é essencial à síntese protéica, mantém as células túrgidas e regula a pressão interna das plantas. (Lopes, et al. [19\_\_]).

A curva de absorção do K em cafeeiros adultos, durante o ano, é paralela a do N e, o excesso de K pode induzir a carência de Mg e em menor grau de Ca (Malavolta, 1986).

As perdas de K do solo se dá através da lixiviação e remoção pelas culturas. No caso de lixiviação, consideráveis perdas ocorrem através da água de drenagem em solos minerais, notadamente no caso de pesadas adubações potássicas. Solos arenosos são mais susceptíveis de lixiviação de K e, para atenuar tais perdas deve-se eliminar a acidez do solo através de calagens convenientes. Nas plantas o K é altamente móvel, (Coelho, 1973).

O efeito altamente específico do potássio na abertura e fechamento de estômatos juntamente com a luz, pode em sua carência promover menor entrada de gás carbônico e portanto menor atividade fotossintética, (Malavolta, 1980).

Abaixo de 14g/kg em folhas de ramos produtivos, são visíveis os sintomas de deficiência de potássio, e acima de 27g/kg, de excesso (Malavolta, 1993), porém, havendo disponibilidade de K, as plantas absorvem quantidades acima de suas necessidades, caracterizando o “consumo de luxo”, (Lopes et al., [19\_\_]).

Guimarães (1994) encontrou teores de potássio de 20,2g/kg em caules e 22,0 g/kg nas folhas, trabalhando com mudas formadas a partir do substrato padrão (Carvalho, 1978) que se encontravam com 6 pares de folhas verdadeiras, sem contudo notar sintomas de excesso.

## 2.10 Cálcio

As quantidades desse nutriente nas raízes, caules e ramos do cafeeiro adulto são da mesma ordem de grandeza que a de K. Nas folhas o teor de Ca é aproximadamente a metade que o de K, (Malavolta, 1986). Esse mesmo autor citando trabalhos de Franco e Mendes (1949), Accorsi e Haag (1959) e Lové (1957), comenta a importante função do Ca no crescimento de raízes e a dificuldade de translocação na planta.

A disponibilidade de Ca no solo, pode ser influenciada pela textura do solo, quantidade de matéria orgânica, lixiviação e remoção pelas culturas. (Coelho, 1973).

A absorção de Ca é diminuída por altas concentrações de K e Mg no meio, como também, por muito  $N-NH_4^+$  e depois de localizado nas folhas se torna muito imóvel e só pode ser redistribuído em condições especiais (Malavolta, 1980).

Abaixo de 5,0g/kg na matéria seca de folhas de ramos produtivos são visíveis os sintomas de deficiência e acima de 17g/kg de excesso (Malavolta, 1993).

O Ca influencia no desenvolvimento da planta pela redução da acidez do solo com conseqüente diminuição da solubilidade e toxidez de Mn, Cu e Al (Lopes et al. [19\_\_]).

Guimarães (1994) encontrou teores de cálcio de 4,30g/kg em caules e 12,1 g/kg em folhas, trabalhando com mudas formadas a partir do substrato padrão (Carvalho, 1978) que se encontravam com 6 pares de folhas verdadeiras.

## 2.11 Magnésio

No cafeeiro como um todo, há aproximadamente 4 vezes mais Ca que Mg. Durante o ano esse elemento segue a mesma tendência que o Ca, mas tem grande facilidade de translocação das folhas velhas para as mais novas. Devido ao antagonismo com K, quando a absorção deste aumenta a do Mg diminui (Malavolta, 1986).

É um elemento constituinte da clorofila e tem relação com o transporte de P e carboidratos nas plantas. O Mg se concentra mais nas folhas, acumulando-se nas partes em crescimento do caule e raízes, (Coelho, 1973).

A presença de Mg no solo aumenta a absorção do P (Malavolta, 1980).

Teores abaixo de 2,6g/kg na matéria seca de folhas de ramos produtivos estão relacionados com sintomas de deficiência nutricional e, acima de 3,9g/kg de excesso, (Malavolta, 1993).

Guimarães (1994) encontrou teores de Mg de 2,61 g/kg no caule e 4,30 g/kg nas folhas, trabalhando com mudas formadas a partir de substrato padrão (Carvalho, 1978), que se encontravam com 6 pares de folhas verdadeiras, sem contudo notar sintomas de excesso.

## 2.12 Enxofre

As exigências de S pelo cafeeiro são semelhantes as do P, mas apesar disso pouca importância se tem dado a esse elemento por ser também fornecido através de

fertilizantes nitrogenados ou fosfatados como é o caso do sulfato de amônio e do superfosfato simples (Malavolta, 1986).

O S é absorvido do solo na forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ). É um nutriente pouco móvel na planta, ocorrendo os sintomas de deficiência, normalmente, nas folhas mais novas. Influencia na síntese de clorofila e é importantíssimo no desenvolvimento das raízes. (Coelho, 1973).

Teores abaixo de 1,0g/kg em folhas de ramos produtivos estão relacionados ao aparecimento de sintomas de deficiência e acima de 25g/kg de excesso (Malavolta, 1993).


Guimarães (1994), encontrou teores de enxofre de 1,08g/kg no caule e 1,76g/kg nas folhas, trabalhando com mudas formadas a partir do substrato padrão (Carvalho, 1978), que se encontravam com 6 pares de folhas verdadeiras.

### **2.13 Boro**

Está presente na matéria orgânica. Como fatores que contribuem para a falta desse nutriente cita-se a lixiviação, falta de cálcio ou calagem excessiva, ou ainda, excesso de nitrogênio na adubação. É um elemento altamente exigido nas regiões de crescimento intenso do cafeeiro, (Malavolta, 1986).

O B parece fazer parte de alguma unidade estrutural, onde se torna não disponível, não podendo se movimentar, requerendo portanto constante suprimento à planta durante seu crescimento, (Coelho, 1973).

Teores abaixo de 20mg/kg em folhas de ramos produtivos estão relacionados ao aparecimento de sintomas de deficiência e acima de 90mg/kg de excesso, (Malavolta, 1993).



Guimarães (1994), encontrou teores de boro de 49,80mg/kg na matéria seca do caule e 57,26mg/kg em folhas, trabalhando com mudas formadas a partir do substrato padrão, que se encontravam com 6 pares de folhas verdadeiras.

## 2.14 Cobre

Deficiências desse elemento foram encontradas em níveis de 1,4 a 4,0mg/kg na matéria seca de folhas. (Gallo e Hiroce, 1971 citados por Malavolta, 1986).

O excesso de nitrogênio pode levar a deficiência de cobre devido ao efeito de diluição na folha. O excesso de adubação fosfatada, o encharcamento, ou ainda a calagem excessiva podem também causar a deficiência de cobre.

Andrade et al. (1974) definiram como nível limiar de cobre como 4,0mg/kg nas folhas, ou seja, abaixo desse valor, as plantas de café se mostram deficientes. Malavolta (1986) citando Andrade (1973), considera que níveis acima de 30 mg/kg de cobre nas folhas estão associados à toxidez desse elemento.

Altas concentrações de Cu diminuem a absorção de Fe, Mo e Zn (Malavolta, 1980).

Teores abaixo de 5 mg/kg em folhas de ramos produtivos estão relacionados com aparecimento de sintomas de deficiência e acima de 25 mg/kg de excesso, (Malavolta, 1993).

Guimarães (1994), encontrou teores de Cu de 24,71mg/kg na matéria seca de caules e 11,35mg/kg em folhas, trabalhando com mudas formadas a partir do substrato padrão, com 6 pares de folhas verdadeiras.



Guimarães (1977) encontrou teor de Cu de 49,80 mg/kg na matéria seca de  
casca e 27,30 mg/kg em folhas. Trabalhando com mudas formadas a partir de sementes puras,  
que se encontravam com 0 mg de folhas verdejantes.

### 2.14. Cobre

Diferenças de crescimento foram encontradas em níveis de 1,4 a 4,1 mg/kg na  
matéria seca de folhas (Gallo - título: 1971 estudos por M. Gallo, 1980).

O excesso de cobre pode levar a deficiência de cobre devido ao efeito de  
bloqueio na folha. O excesso de cobre também pode causar deficiência de outros  
elementos. O excesso de cobre também pode causar deficiência de cobre  
excessiva podem também causar a deficiência de cobre.

Andrade et al. (1974) obtiveram teor médio de cobre entre 4,9 mg/kg na  
folha em esta estação de 1973 a 1974, em plantas de café de momento de colheita (Andrade (1980)  
chamada Andrade (1973) com a sua que teve teor de 33 mg/kg de cobre nas folhas. Este  
teor está dentro da faixa de teor de cobre.

Após encontrar nível de Cu mínimo a nível de 10 mg/kg de Cu e Zn (Andrade).

(1980)

Teor médio de 2 mg/kg em folhas de café produzido em condições  
com crescimento de plantas de 23 mg/kg de cobre. (Andrade (1980)

(1980)

Guimarães (1977) encontrou teor de Cu de 24,7 mg/kg na matéria seca de  
casca e 11,33 mg/kg em folhas. Trabalhando com mudas formadas a partir de sementes puras,  
com 0 mg de folhas verdejantes.

com 0 mg de folhas verdejantes.

## 2.15 Manganês

O excesso de Mn pode ser mais prejudicial que sua deficiência devido seu efeito antagônico com o Zn e Fe, e deficiências desse elemento podem ocorrer com um pH alcalino ou ainda por excesso de matéria orgânica. Em sua carência, notou-se aumento nos teores de N, P e K. (Malavolta, 1986).

Teores abaixo de 40 mg/kg em folhas de ramos produtivos estão relacionados a sintomas de deficiência e acima de 300 mg/kg de excesso, (Malavolta, 1993).

Guimarães (1994), encontrou teores de Mn de 17,04mg/kg na matéria seca de caules e 30,53mg/kg em folhas de mudas com 6 pares de folhas verdadeiras, formadas a partir do substrato padrão, sem contudo notar sintomas de deficiência.

## 2.16 Zinco

O Zn não é translocado dentro da planta, aparecendo os sintomas de deficiência primeiro nas folhas mais novas e outras partes da planta. (Lopes et al., [19\_\_]).

A deficiência de Zn é induzida pelo P através do efeito diluição, diminuindo sua absorção, inibição não competitiva e diminuição do transporte raiz/parte aérea (Malavolta, 1980).

Teores abaixo de 4mg/kg em folhas de ramos produtivos estão relacionados a sintomas de deficiência e acima de 30mg/kg de excesso (Malavolta, 1993).

Guimarães (1994), encontrou teores de Zn de 36,09mg/Kg na matéria seca de caules e 34,02mg/Kg em folhas de mudas formadas a partir do substrato padrão, com 6 pares de folhas verdadeiras, sem contudo, notar sintomas de excesso.

### **2.17 Influência de outros íons na absorção de um determinado elemento**

O antagonismo ocorre quando a presença de um elemento no meio diminui a absorção de outro, de modo que a toxidez do segundo não se manifesta na planta (Malavolta, 1980).

Inibição é a diminuição na quantidade de um elemento absorvido devido a presença de outro. É chamada de competitiva quando os dois elementos envolvidos se combinam com o mesmo sítio do carregador e não competitiva quando a ligação se faz com sítios diferentes (Malavolta, 1980). No caso da competitiva, a inibição é anulada pelo aumento da concentração do primeiro e no caso da não competitiva a inibição não é anulada ao se aumentar a concentração do elemento que está sendo inibido (Camargos e Carvalho, 1988).

Sinergismo acontece quando a presença de um dado elemento aumenta a absorção do íon em questão (Camargos e Carvalho, 1988).



TABELA 1. Exemplos de efeitos interiônicos (Malavolta, 1986)

Íon	Segundo íon presente	Efeito
$\text{Cu}^{+2}$	$\text{Ca}^{+2}$	Antagonismo
$\text{Mg}^{+2}$	$\text{K}^+$	Inibição competitiva
$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{+2}$ (alta concentração)	Inibição competitiva
$\text{SO}_4^{-2}$	$\text{SeO}_4^{-2}$	Inibição competitiva
$\text{MoO}_4^{-2}$	$\text{SO}_4^{-2}$	Inibição competitiva
$\text{Zn}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	Inibição competitiva
$\text{Zn}^{+2}$	$\text{Cu}^{+2}$	Inibição competitiva
$\text{Fe}^{+2}$	$\text{Mn}^{+2}$	Inibição competitiva
$\text{Zn}^{+2}$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	Inibição competitiva
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{Mg}^{+2}$	Sinergismo
$\text{K}^+$	$\text{Ca}^+$ (baixa concentração)	Sinergismo
$\text{MoO}_4^{-2}$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	Sinergismo

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Experimento I**

##### **- Efeitos de reguladores de crescimento e do pergaminho na germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**

O trabalho foi conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras no período de 11/08/95 a 01/09/95.

Utilizaram-se sementes de cafeeiro da cultivar Acaiá, da progênie LCP-474/19, colhidas em um campo de produção de sementes da UFLA. Os frutos foram colhidos no estágio de “cereja” como recomendado por Caixeta (1981). Após processadas (despolpadas) e secas (Begazo e Paula, 1985), foi feita uma seleção dessas sementes com eliminação daquelas mal formadas. Por ocasião da montagem do experimento as sementes apresentavam uma umidade de 12,36%, determinada pelo método da estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , seguindo prescrições para análise de sementes (Brasil, 1980).

Para experimento, utilizou-se sementes com o endocarpo (“pergaminho”), forma essa utilizada normalmente pelos viveiristas e sem o endocarpo (conforme para teste padrão de germinação, Brasil, 1980).

Para a retirada do endocarpo utilizou-se de peneiras sobre as quais eram friccionadas manualmente as sementes e, na medida que apareciam sem o endocarpo eram separadas para se evitar danos mecânicos.

Para um tratamento adicional, retirou-se o endocarpo mecanicamente no equipamento denominado mini descascador de café, marca Pinhalense, com regulagem para descascamento leve, sendo que foram necessárias 3 a 4 operações de descascamento até a retirada total do endocarpo.

Para imersão das sementes foram usadas concentrações da citocinina benzilaminopurina (0, 5, 10 e 20 ppm) em solução com água. As sementes dos respectivos tratamentos eram imersas em temperatura ambiente nos tempos previstos (1, 15 e 30 horas) em recipientes plásticos, de forma que a solução as cobrisse totalmente.

Como tratamentos adicionais, testou-se sementes imersas com e sem endocarpo em solução de 20 ppm de giberelina ( $GA_3$ ), sementes sem embebição (secas) com e sem endocarpo, sementes secas com retirada mecânica do endocarpo e colocadas em água corrente por 30 horas em sementes com e sem endocarpo.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 (sementes com e sem endocarpo) x 4 (água pura, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm de citocinina) x 3 (1, 15 e 30 h de imersão) com 4 repetições, tendo como adicionais os tratamentos:

- Sementes com e sem endocarpo imersas em solução de giberelina (20 ppm) por 30 horas.
- Sementes sem embebição (secas) com e sem endocarpo.
- Sementes sem embebição (secas) com endocarpo retirado mecanicamente.

- Sementes com e sem endocarpo colocadas em água corrente por 30 horas.

Empregou-se o teste padrão de germinação com quatro repetições de 200 sementes cada. As sementes foram colocadas em papel toalha, tipo Germitest, (50 sementes por rolo) previamente umedecido com água, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel e, dispostos na forma de rolos em germinador tipo Mangelsdorf, previamente regulado para manter a temperatura de 30°C.

As avaliações foram feitas aos 20 dias após a instalação do experimento, tendo como parâmetros: o número de sementes com protusão de radícula, e número de plântulas com emissão de raízes secundárias.

Para análise dos dados, utilizou-se o teste de médias (Tukey a 5%) para comparação entre todos os tratamentos do esquema fatorial mais os adicionais.

A análise entre os tratamentos do esquema fatorial somente, foi feita utilizando-se de regressão.

As análises estatísticas foram feitas segundo Gomes (1982).

### **3.2. Experimento II**

**- Efeito da Aplicação em Cobertura de Nitrogênio e Potássio em Diferentes Doses e Épocas, no Desenvolvimento de Mudas de Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**

O experimento foi instalado no viveiro de mudas de cafeeiro do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, no período de 12/08/94 a 09/03/95.

O Campus da Universidade Federal de Lavras, está situado a uma altitude de 910 metros e os dados relativos à temperatura no período, foram registrados na Estação Meteorológica da UFLA. (Tabela 2).

TABELA 2. Temperaturas médias diárias do período experimental\*. UFLA, Lavras, 1995.

Datas	Estádio de desenvolvimento das mudas ao final do período (média)	Período correspondente	Temperaturas médias diárias
12/08/94 a 09/12/94	1 par de folhas verdadeiras	Montagem do experimento até a 1ª época de aplicação de N e K <sub>2</sub> O	21,26
10/12/94 a 27/12/94	2 pares de folhas verdadeiras	Da 1ª a 2ª época de aplicação de N e K <sub>2</sub> O	22,49
28/12/94 a 14/01/95	3 pares de folhas verdadeiras	Da 2ª a 3ª época de aplicação de N e K <sub>2</sub> O	23,86
15/01/95 a 01/02/95	4 pares de folhas verdadeiras	Da 3ª a 4ª época de aplicação de N e K <sub>2</sub> O	23,54
02/02/95 a 19/02/95	5 pares de folhas verdadeiras	Da 4ª a 5ª época de aplicação de N e K <sub>2</sub> O	21,87
20/02/95 a 09/03/95	6 pares de folhas verdadeiras	Da 5ª época de aplicação de N e K <sub>2</sub> O até o dia da avaliação do experimento	24,09

\* Registros feitos na Estação Meteorológica da UFLA.

O viveiro é de cobertura alta (1,8 a 3,0 m) e o controle de insolação foi feito com tela plástica (sombrite 50%) até o final do experimento.

O substrato usado para a formação das mudas foi o atualmente considerado padrão (Carvalho, 1978) com uma mistura para 1 m<sup>3</sup> feita com os seguintes componentes: 700 litros de solo peneirado (Tabela 3), de um Latossolo Roxo Distrófico (Bahia, 1975), 300 litros de esterco de curral curtido e peneirado, 5kg de superfosfato simples e 0,5kg de cloreto de potássio. (Tabela 3).

TABELA 3. Resultados das análises químicas da amostra do solo (Latosolo Roxo Distrófico), utilizado e do substrato. UFLA, Lavras. 1995.

	Solo	Substrato
pH em água	4,8	6,2
P (mg/kg)	2	168
K (mg/kg)	41	1330
Ca (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	8,0	56,0
Mg (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,0	20,0
Al (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,0	10,1
H + Al (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	29	21,0
S (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	10	111,0
t (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	11	111,0
T (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	39	131,0
m (%)	9	1
V (%)	26	84,0
Carbono (g/kg)	8,0	17,0
Matéria Orgânica (g/kg)	14	30,0
Areia (g/kg)	270	-
Limo (g/kg)	120	-
Argila (g/kg)	610	-
Zinco (mg/kg)	1,17	8,10
Cobre (mg/kg)	1,17	1,55
Ferro (mg/kg)	30,13	56,51
Manganês (mg/kg)	3,07	20,36
Enxofre (mg/kg)	0,88	69,49
Boro (mg/kg)	0,20	0,51

As mudas foram formadas em saquinhos de polietileno preto perfurados, de 11 x 22 cm e a semeadura com 2 sementes (com pergaminho) por saquinho da cultivar “Catuaí Vermelho”, progênie CH-2077-2-5-44, eliminando-se no ato da semeadura as sementes mal formadas. Em seguida as sementes foram cobertas com 1 a 2 cm de areia de rio e o tratamento do substrato feito com pentacloronitrobenzeno (PCNB 75%) na dosagem de 90 g do produto comercial por 10 litros d’água (2 litros de solução por m<sup>2</sup> de canteiro) que foi repetido no estádio de “orelha de onça”.

O desbaste foi realizado dia 18/11/94 com auxílio de tesoura.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial, para análise de 4 doses de N, 4 doses de  $K_2O$  e 5 épocas de aplicação em cobertura com 3 repetições.

As parcelas foram formadas por 16 mudas, sendo 4 úteis e 12 na bordadura.

O controle de pragas foi realizado logo após o aparecimento das mesmas, segundo recomendações de Reis e Souza (1986).

As 4 doses de N testadas foram: 0,20, 40 e 60 g por 10 litros d'água e aplicados 10 ml dessa solução por saquinho, o que corresponde na prática a rega de 1000 mudas com 10 litros da solução proposta. A fonte de N usada foi o sulfato de amônio com 20,61% de N.

As 4 doses de  $K_2O$  testadas foram: 0,20, 40 e 60 g por 10 litros d'água e a fonte de  $K_2O$  usada foi o cloreto de potássio com 60,00% de  $K_2O$ .

As épocas de aplicação das soluções de nutrientes foram em número de 5, sendo a 1ª quando as plantas tinham 1 par de folhas verdadeiras e estavam iniciando a emissão do 2º par de folhas (09/12/94) e a partir daí a cada 18 dias até 19/02/95. As soluções com as diversas doses de N e  $K_2O$  foram aplicadas diretamente no substrato com auxílio de uma seringa graduada, na quantidade de 10 ml/saquinho que corresponde ao volume de 10 litros de solução por 1000 mudas. (Godoy Junior, 1958).

Durante cada época de tratamento foram retiradas amostras de solo de saquinhos que não receberam nenhum tipo de adubação em cobertura (em nenhuma das épocas) afim de se acompanhar a evolução natural dos nutrientes no substrato sob condições de irrigação constante.

A avaliação foi realizada no dia 09/03/95 quando as mudas se encontravam com cerca de 6 pares de folhas verdadeiras, avaliando-se as seguintes características:

**a) Altura das mudas:** medida do solo até a gema terminal do ramo ortotrópico, em centímetros.

**b) Diâmetro do caule:** medido na altura do colo das plantas, em milímetros, com auxílio de paquímetro.

**c) Área foliar média:** medida em centímetros quadrados, estimada pela fórmula proposta por Huerta (1962) e Barros et al. (1973) sendo confirmada por Gomide et al. (1977), ou seja, a multiplicação do comprimento pela maior largura de uma folha de cada par, multiplicado pela constante 0,667, e o resultado multiplicado por 2.

**d) Peso da matéria seca da raiz e parte aérea:** por ocasião da avaliação do experimento e após preparadas as quatro plantas de cada parcela em laboratório, as amostras foram secas em estufa a 60°C até peso constante, (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989), e os resultados expressos em gramas.

**e) Teores e quantidades de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B, Cu e Mn na matéria seca da parte aérea das plantas.**

Após a determinação do peso seco, as amostras eram moídas em moinho tipo Wiley para determinação dos teores em g/kg de N, P, K, Ca, Mg e S, em mg/kg de B, Cu, Mn e Zn. As quantidades de macro e micronutrientes foram encontradas levando-se em consideração o peso seco médio da parte aérea das plantas da parcela.

As determinações analíticas foram feitas conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1989) sendo: N pelo método semi-micro-Kjeldahl; P e B, pelo método de colorimetria; S por



turbidimetria; K por fotometria de chama de emissão; e finalmente Ca, Mg, Cu, Mn e Zn pelo método de espectrofotometria de absorção atômica.

### **Análises Estatísticas**

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com Gomes (1982).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento I

**- Efeito de Citocinina (BAP) em Diferentes Concentrações, Giberelina (GA<sub>3</sub>) e Tempos de Imersão na Protusão da Radícula e Emissão de Raízes Secundárias em Sementes de Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**

Analisando-se a Tabela 4 nota-se que há diferença significativa com relação a porcentagem de sementes com protusão de radículas entre os tratamentos propostos, os quais são apresentados na Tabela 5 com teste de médias incluindo os tratamentos adicionais ao esquema fatorial proposto.

TABELA 4. Resumo da análise de variância relativa a porcentagem de sementes com protusão de radícula aos 20 dias após a instalação do experimento, para teste de médias dos 24 tratamentos em esquema fatorial e os 7 adicionais.

Causas de variação	Quadrados médios e significância
	% de sementes com protusão de radícula
Blocos	8,2645
Tratamentos	4.107,0940**
Resíduo	4,2432
C.V. %	5,61

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

- Dados transformados segundo arco seno da raiz de  $x/100$ .

Na Tabela 5, encontram-se 13 tratamentos sem diferença significativa entre si, com maior percentual de protusão de radícula. Porém os tratamentos correspondentes a imersão de sementes sem pergaminho em solução de 10 ppm de citocinina por 30 horas e sementes sem pergaminho e sem imersão tiveram “tendência” para maior percentual de potusão de radícula.

Nota-se (Tabela 5), que os tratamentos que continham sementes com “pergaminho”, não diferiram entre si a exceção do tratamento C-15-10, apresentando o menor percentual de protusão de radícula, confirmando dados de Rena e Maestri (1986).

Durante o acompanhamento do ensaio, notou-se grande número de sementes mortas no tratamento correspondente a sementes com a retirada mecânica do “pergaminho” e sem embebição, (Tabela 5) em relação aos demais tratamentos o que pode ser explicado pelos possíveis danos causados ao embrião. Isto nos leva a sugerir pesquisas que desenvolvam máquinas que retirem o “pergaminho” sem danificar o embrião, de modo a possibilitar ao produtor rural trabalhar grandes quantidades de sementes, no menor tempo possível.

Na Tabela 6 nota-se que existe diferença significativa quanto a porcentagem de plântulas com raízes secundárias entre os tratamentos. A Tabela 7, apresenta o teste de médias para todos os tratamentos propostos, incluindo os adicionais aos do esquema fatorial.

O tratamento correspondente a sementes sem “pergaminho” e sem embebição apresentou maior número de plântulas com raízes secundárias aos 20 dias após a instalação do experimento. Provavelmente a não embebição proporcionou maior absorção de oxigênio em relação às sementes embebidas, facilitando a protusão da radícula e conseqüentemente o desenvolvimento do sistema radicular (Fraga, 1982 e Côme e Tissaqui, 1973).

TABELA 5. Porcentagem de sementes com protusão de radícula, e de sementes mortas aos 20 dias após a instalação do experimento em função da presença (C) ou ausência (S) do pergaminho, do tempo de imersão (horas) e da concentração de BAP e GA<sub>3</sub> (ppm). UFLA, Lavras, 1995.

Pergaminho	Tratamentos		Médias originais	Tukey a 5%	% de sementes mortas
	Imersão (horas)	Concentração (GA <sub>3</sub> e BAP)			
S	30	10 ppm de BAP	89,65	a	0,30
S	inexistente	-	89,52	a	0,10
S	1	5 ppm de BAP	89,16	a	0,40
S	30	5 ppm de BAP	88,94	a	0,40
S	30	20 ppm de GA <sub>3</sub>	88,64	a	4,20
S	30	0 ppm de BAP	88,57	a	0,30
S	1	10 ppm de BAP	88,56	a	0,80
S	15	20 ppm de BAP	88,47	a	0,30
S	1	20 ppm de BAP	87,75	a	0,40
S	30	20 ppm de BAP	87,43	ab	0,00
S	15	10 ppm de BAP	87,39	ab	0,90
S	30	Água corrente	85,94	ab	0,40
S	1	0 ppm de BAP	85,68	ab	0,25
S	15	5 ppm de BAP	80,41	bc	3,10
S	15	0 ppm de BAP	73,64	c	4,40
Pergaminho retirado mecanicamente	inexistente	-	29,59	d	15,50
C	15	10 ppm de BAP	1,41	d	0,00
C	1	10 ppm de BAP	1,16	e	0,00
C	inexistente	-	0,96	e	0,00
C	30	Água corrente	0,95	e	0,10
C	15	5 ppm de BAP	0,89	e	0,10
C	15	20 ppm de BAP	0,82	e	0,00
C	1	20 ppm de BAP	0,65	e	0,00
C	1	0 ppm de BAP	0,61	e	0,00
C	1	5 ppm de BAP	0,60	e	0,10
C	15	0 ppm de BAP	0,53	e	0,00
C	30	10 ppm de BAP	0,53	e	0,00
C	30	20 ppm de BAP	0,53	e	0,00
C	30	0 ppm de BAP	0,45	e	0,00
C	30	5 ppm de BAP	0,45	e	0,10
C	30	20 ppm de GA <sub>3</sub>	0,42	e	0,00

-Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância indicado

- Dados transformados segundo arco seno da raiz de x/100

- S = sem "pergaminho"

- C = com "pergaminho"

**TABELA 6.** Resumo da análise de variância relativa a porcentagem de plântulas com raízes secundárias aos 20 dias após a instalação do experimento, para teste de médias dos 24 tratamentos em esquema fatorial e os 7 adicionais.

Causas de variação	Quadrados médios e significância
	% de plântulas com raízes secundárias
Blocos	0,2547
Tratamentos	1182,3685**
Resíduo	8,8714
C.V. %	15,35

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

- Dados transformados segundo arco seno da raiz de  $x/100$ .

O fato do tratamento correspondente as sementes sem "pergaminho" e sem embebição ter proporcionado um maior número de plântulas com raízes secundárias, aos 20 dias após a montagem do experimento, pode ser também devido a uma maior ação do oxigênio a nível do embrião, o que pode ter evitado que substâncias fenólicas atuassem negativamente nos processos de alongação celular das raízes (Bewley e Black, 1982 e Dietrich, 1986).

A Tabela 8 mostra que há interação significativa entre presença ou ausência de pergaminho, tempo de imersão das sementes e concentração das soluções tanto na porcentagem de protusão de radículas quanto na porcentagem de plântulas com raízes secundárias.

TABELA 7. Porcentagem de plântulas com raízes secundárias aos 20 dias após a instalação do experimento, em função da presença (C) ou ausência (S) do pergaminho, do tempo de imersão (horas) e da concentração de GA<sub>3</sub> e BAP (ppm). UFLA, Lavras, 1995.

Tipo de Semente	Tratamentos		Médias originais	Tukey a 5%
	Tempo de Imersão (horas)	Concentração (GA <sub>3</sub> e BAP)		
S	inexistente	-	63,92	a
S	1	0 ppm de BAP	46,97	b
S	1	5 ppm de BAP	45,47	bc
S	30	20 ppm de GA <sub>3</sub>	43,43	bcd
S	15	0 ppm de BAP	41,60	bcd
S	15	5 ppm de BAP	37,22	bcd
S	30	0 ppm de BAP	35,86	bcde
S	1	10 ppm de BAP	35,59	bcde
S	30	Água corrente	32,34	cde
S	15	10 ppm de BAP	31,74	cdef
S	30	10 ppm de BAP	30,05	def
S	1	20 ppm de BAP	23,13	efg
S	15	20 ppm de BAP	19,71	fgh
S	30	20 ppm de BAP	16,15	gh
S	30	5 ppm de BAP	14,33	gh
Pergaminho retirado mecanicamente	inexistente	-	12,07	h
C	30	Água corrente	0,45	i
C	1	10 ppm de BAP	0,39	i
C	inexistente	-	0,30	i
C	1	0 ppm de BAP	0,30	i
C	1	20 ppm de BAP	0,30	i
C	15	10 ppm de BAP	0,30	i
C	15	20 ppm de BAP	0,30	i
C	30	20 ppm de BAP	0,30	i
C	1	5 ppm de BAP	0,25	i
C	15	0 ppm de BAP	0,25	i
C	30	0 ppm de BAP	0,25	i
C	30	5 ppm de BAP	0,25	i
C	30	20 ppm de GA <sub>3</sub>	0,25	i
C	30	10 ppm de BAP	0,25	i
C	15	5 ppm de BAP	0,25	i

-Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância indicado

- Dados transformados segundo arco seno da raiz de x/100

- S = sem "pergaminho"

- C = com "pergaminho"

**TABELA 8. Resumo da análise de variância relativa a porcentagem de sementes com protusão de radículas e porcentagem de plântulas com raízes secundárias, aos 20 dias após a instalação do experimento. UFLA, Lavras, 1995.**

Causas de variação	Quadrados médios e significância	
	% protusão de radículas	% com raízes secundárias
Blocos	3,6465	4,850
Presença de pergaminho (A)	97.328,9772**	22.675,497**
Tempo de imersão (B)	32,0308**	166,380**
Concentração (C)	39,4956**	189,011**
A x B	81,4773**	149,262
A x C	14,0318*	199,375**
B x C	19,7160**	33,230**
A x B x C	15,0240**	36,017**
Resíduo	3,5512	7,885
C.V. %	5,14	15,24

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

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

- Dados transformados segundo arco seno da raiz de x/100.

No caso da porcentagem de sementes com protusão de radícula, aos 20 dias da montagem do experimento, a regressão quadrática foi significativa ao nível de 1% (Tabela 9) e os dados mostraram uma quadrática crescente, sendo a concentração de 17,18 ppm de citocinina a melhor no caso de sementes sem “pergaminho” e com um tempo de imersão de 15 horas (Figura 1).

TABELA 9. Regressão polinomial para % de sementes com protusão de radícula após 20 dias da instalação do ensaio, em diferentes concentrações de citocinina, utilizadas para embeber sementes de cafeeiro sem pergaminho durante 15 horas. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de variação	Quadrados médios e significância
	Concentrações de citocinina
Regressão linear	261,2771**
Regressão quadrática	50,3390**
Regressão cúbica	5,7482
Resíduo	3,5512

\*\* Efeito significativo pelo teste de “F” ao nível de significância de 1%.

- Coeficientes de determinação para regressões linear e quadrática de 82,33 e 98,19%.

No caso da porcentagem de plântulas com raízes secundárias aos 20 dias após a instalação do experimento, as regressões lineares foram significativas ao nível de 1% (Tabela 10) para tempos de embebição de 1 e 15 horas, tiveram uma tendência decrescente a medida que se aumentava as concentrações de citocinina (Figura 2).



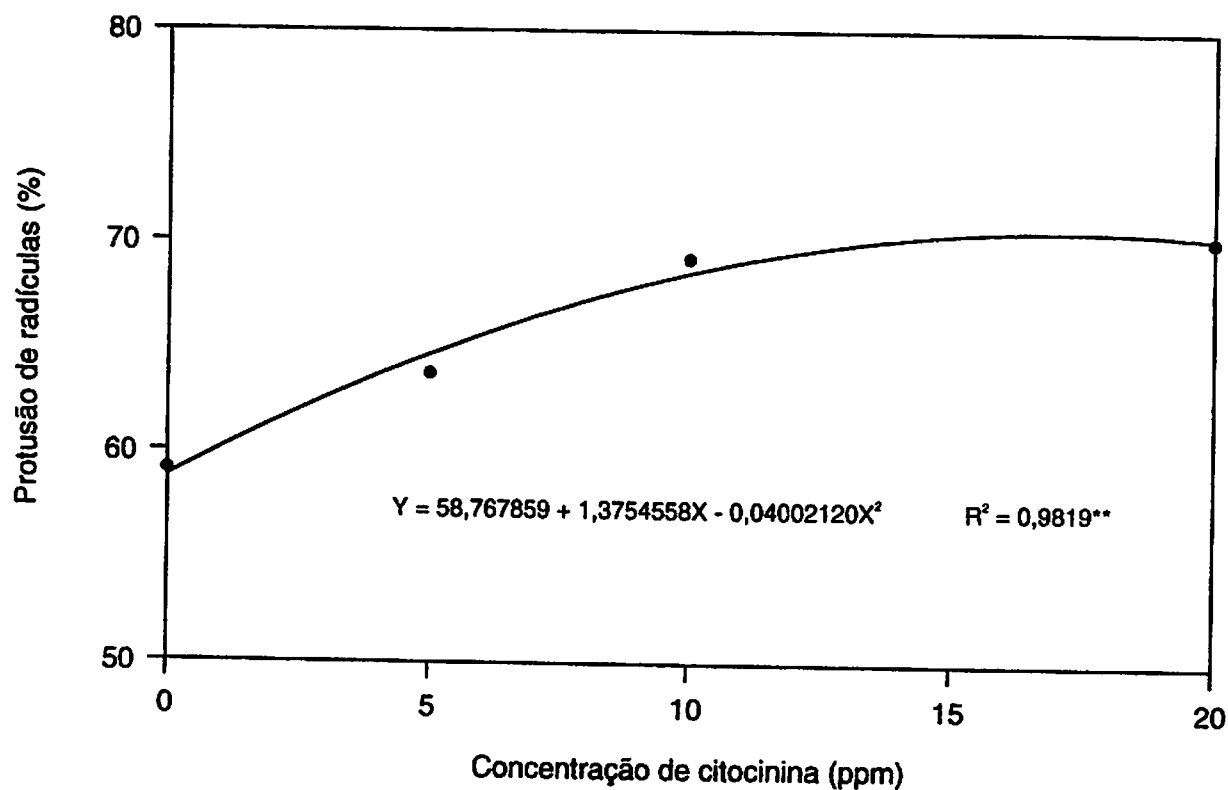


FIGURA 1. Variação da porcentagem de sementes sem pergaminho com protusão de radículas aos 20 dias após a instalação do experimento em diferentes concentrações de citocinina com embebição por 15 horas (dados transformados segundo arco seno  $\sqrt{x/100}$ ). UFLA, Lavras, 1995.

TABELA 10. Regressão polinomial para porcentagem de plântulas com raízes secundárias, após 20 dias da instalação do ensaio, em diferentes concentrações de citocinina, utilizadas para embeber sementes de cafeeiro sem pergaminho durante 1 e 15 horas. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de variação	Quadrados médios e significância	
	Concentrações por 1 hora	Concentrações por 15 horas
Regressão linear	518,3868**	428,3278**
Regressão quadrática	6,6634	3,5900
Regressão cúbica	12,3685	0,0281
Resíduo	7,8859	7,8859

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

- Coeficiente de determinação para regressão linear de 96,46% para uma hora de embebição e de 99,16% para 15 horas.

Assim, nota-se que, para protusão de radícula houve efeito benéfico de citocinina (17,18 ppm de BAP) no tempo de imersão de 15 horas, concordando com os relatos de Válio (1976) e Fraga (1982), porém o aumento das doses dessa substância nas soluções de embebição prejudicaram a emissão de raízes secundárias nas plântulas. O uso de citocina (BAP) pode dar origem a plantas com sistema radicular deficiente, prejudicando a absorção de água e nutrientes.

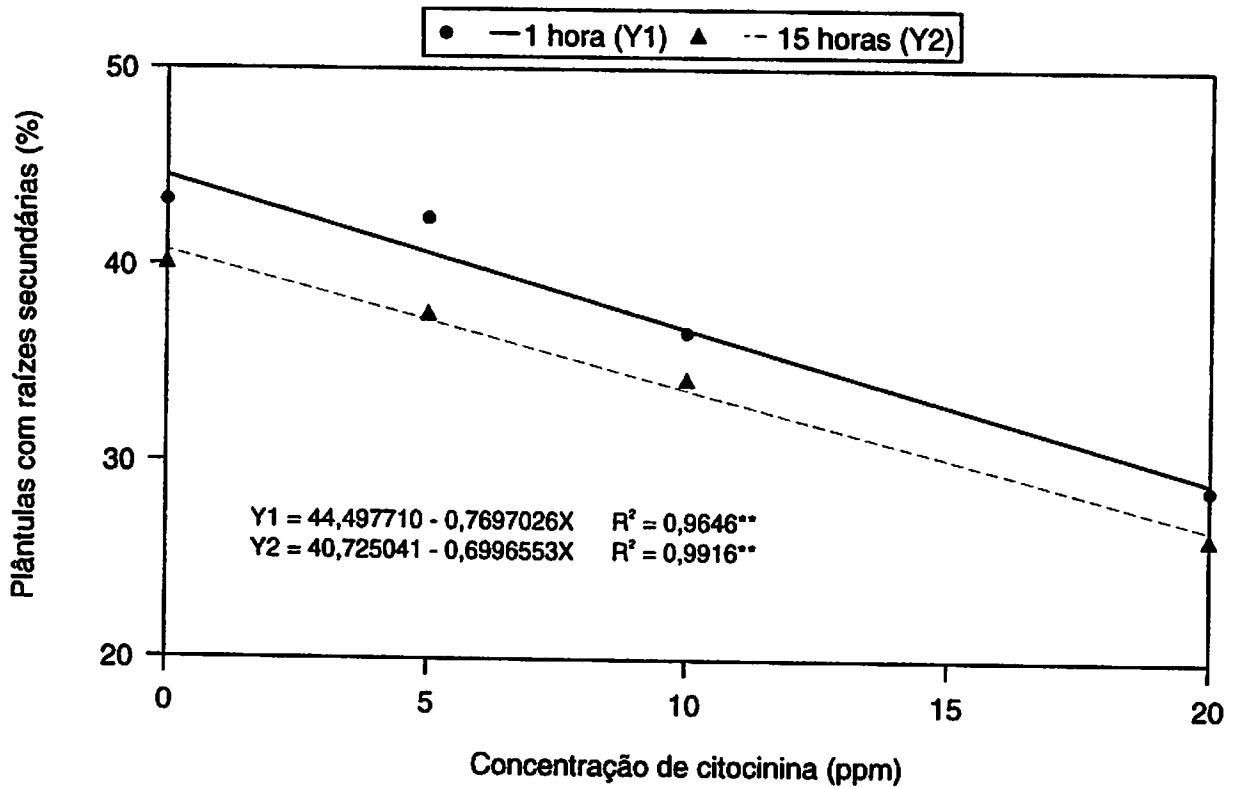


FIGURA 2. Variação da porcentagem de plântulas com raízes secundárias aos 20 dias após a instalação do experimento em diferentes concentrações de citocinina com embebição por 1 e 15 horas de sementes sem “pergaminho” (dados transformados segundo arco seno  $\sqrt{x/100}$ ). UFLA, Lavras, 1995.

## **4.2 Experimento II**

### **- Efeito da Aplicação em Cobertura de N e K em Diferentes Doses e Épocas, no Desenvolvimento de Mudras de Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**

#### **4.2.1 Características de crescimento (peso seco de raízes, parte aérea e total, diâmetro do caule, altura e área foliar, relação raiz/parte aérea)**

Pela Tabela 11, nota-se que a aplicação de N e K em cobertura nas mudras de cafeeiro não alterou significativamente o peso seco de raízes, peso seco da parte aérea e peso seco total, nem as outras características de crescimento analisadas como: diâmetro, altura e área foliar.

A interação entre época de aplicação em cobertura e doses de N apresentou efeito significativo para peso seco da parte aérea, peso seco total e área foliar, porém as diferenças foram pequenas, não permitindo conclusões seguras a respeito. As Figuras 3, 4 e 5 mostram os efeitos das doses de nitrogênio no peso seco da parte aérea, peso seco total e em relação à área foliar média na 5ª época, onde se nota uma pequena variação.

O fato de não ter havido grandes alterações nos parâmetros de crescimento das mudras de cafeeiro quando da aplicação de adubações em cobertura não confirma os dados obtidos por Brilho, Figueiredo e Toledo (1967), Marcondes e Pavan (1975) e Tomaziello, Oliveira e Toledo Filho (1987), porém as condições do presente trabalho foram diferentes e, os tratamentos consistiam em aplicação única de nutrientes em cobertura, durante todo o período do experimento, quando os demais autores recomendam até 5 aplicações.

TABELA 11. Resumo das análises de variância relativas as características de peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco de raízes (PSRA), peso seco total (PSTO), diâmetro, altura e área foliar em mudas de cafeeiro, submetidos a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA. Lavras, 1995.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios e Significância					
		PSPA g	PSRA g	PSTO g	Diâmetro mm	Altura cm	Área foliar cm <sup>2</sup>
Bloco	2	18,6810**	0,4311*	22,3425**	0,6817**	75,1130**	22520,3980**
Época	4	3,1982	0,1499	4,6129	0,0950	0,7645	2412,4480
N	3	2,8214	0,1878	2,9825	0,0817	4,9331	2966,5841
K <sub>2</sub> O	3	0,3203	0,0732	0,4945	0,0130	0,6861	108,1216
Época x N	12	4,1888*	0,1031	5,3307*	0,0654	6,3388	2873,9950*
Época x K <sub>2</sub> O	12	1,7451	0,1384	2,5306	0,0279	2,4110	1254,2865
N x K <sub>2</sub> O	9	0,8501	0,0867	1,2240	0,0289	3,1399	664,3567
Época x N x K <sub>2</sub> O	36	1,4662	0,1093	2,1235	0,0392	2,6834	873,2584
Resíduo	158	2,1112	0,0912	2,8132	0,0399	4,0094	1364,1456
CV (%)	-	16,20	22,29	16,24	6,81	8,04	12,50

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

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

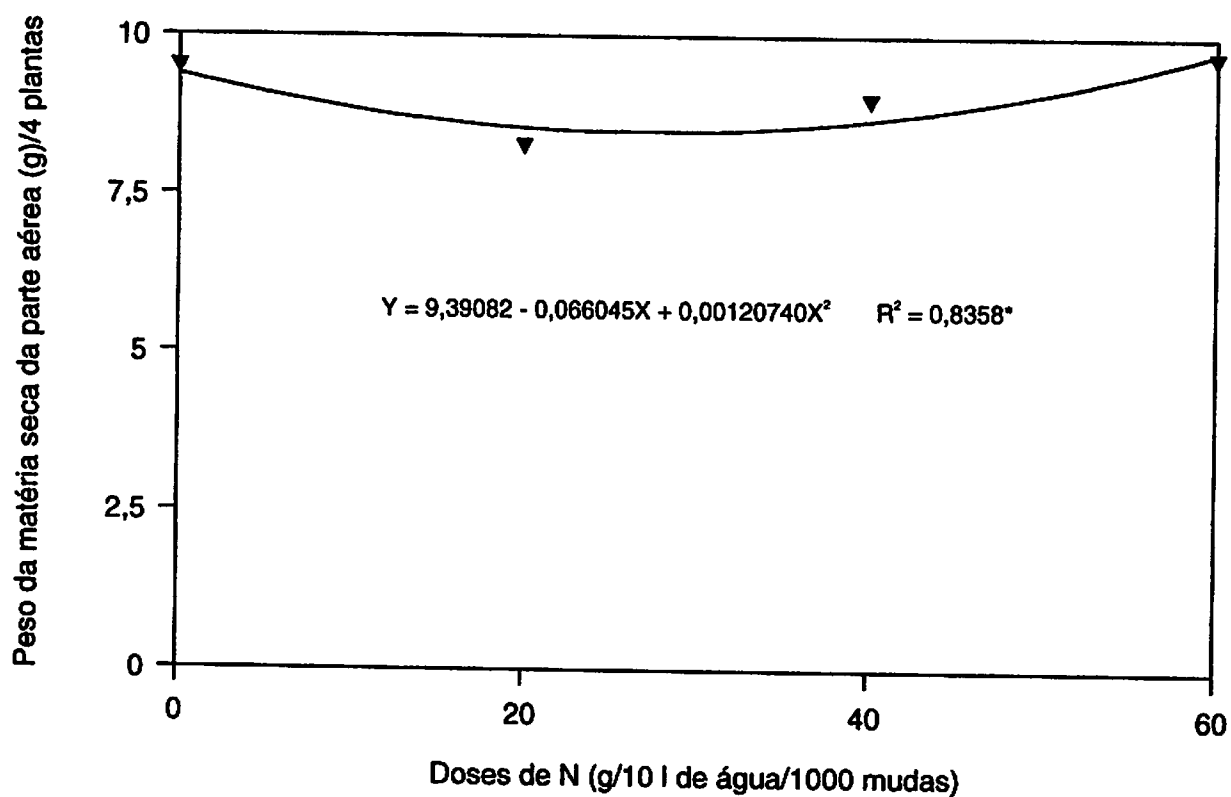


FIGURA 3. Variação do peso da matéria seca da parte aérea de mudas de café (4 plantas) em relação às doses de N aplicadas durante a 5ª época, ou seja, quando as mudas apresentavam 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.

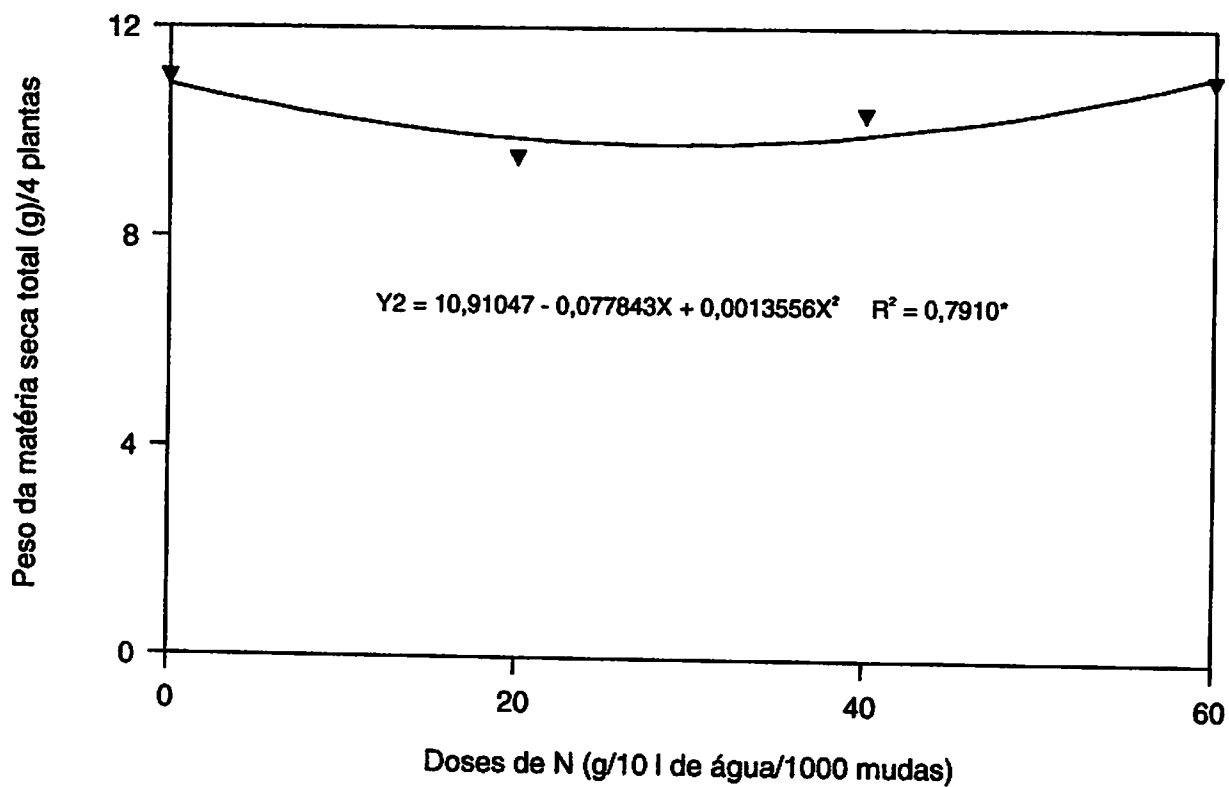


FIGURA 4. Variação do peso da matéria seca total de mudas de cafeeiro (4 plantas) em relação às doses de N aplicadas durante a 5ª época, ou seja, quando as mudas apresentavam 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.

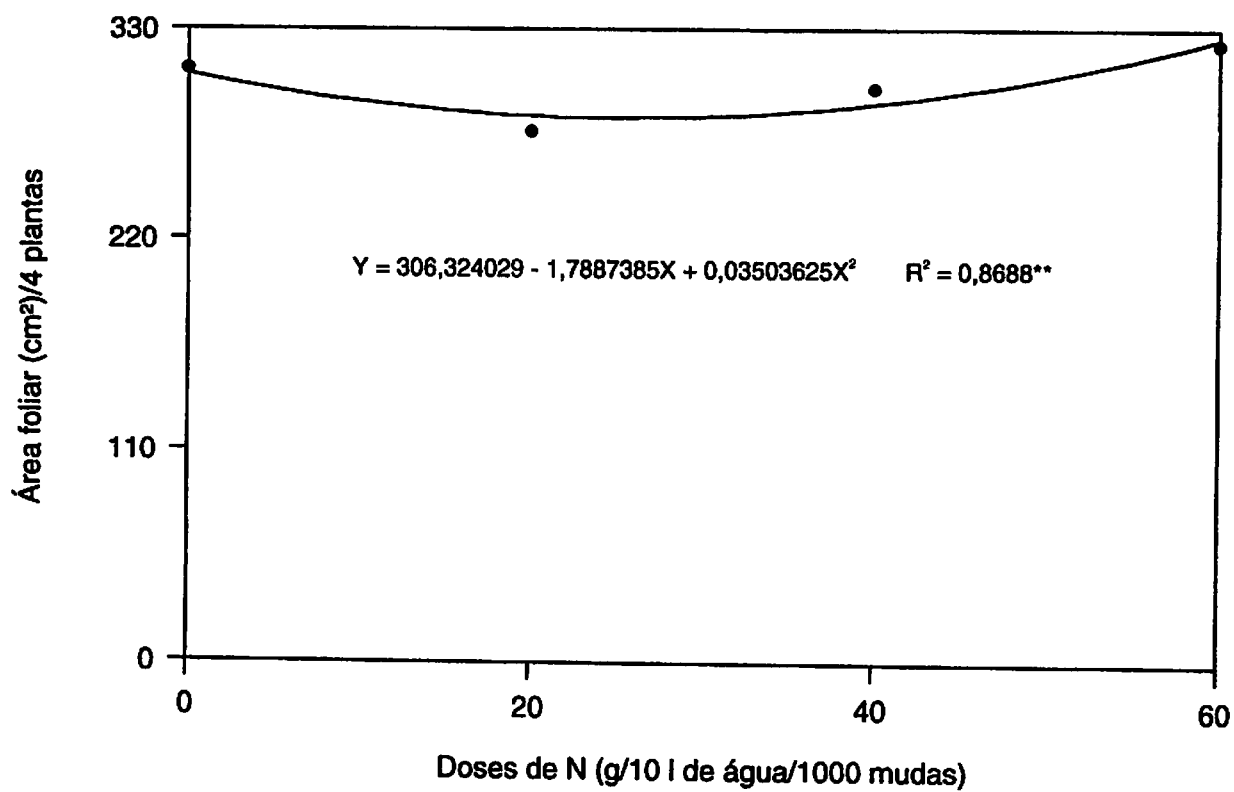


FIGURA 5. Variação da área foliar média final em mudas de café (4 plantas) em relação às doses de N aplicadas durante a 5ª época ou seja, quando as mudas apresentavam 5 pares de folhas verdadeiras. UFPA, Lavras, 1995.



Quanto a falta de resposta ao potássio de crescimento, vem a confirmar os dados obtidos nos trabalhos de Carvalho, Duarte e Ramalho (1978 a e b), Oliveira et al. (1977), Santinato, Figueiredo e Barros (1980), Viana, Freire e Andrade (1985) e Salazar Arias (1977), talvez devido a grande quantidade de  $K_2O$  existente inicialmente no substrato, que mesmo com grande lixiviação ainda seria suficiente para o desenvolvimento das mudas na fase de viveiro.

#### **4.2.2 Teores e Quantidades dos Nutrientes na Matéria Seca da parte aérea das Plantas**

##### **a. Nitrogênio**

Quanto aos teores (g/kg) de N na matéria seca da parte aérea das mudas houve interação significativa entre as doses de N aplicadas e as épocas de aplicação (Tabela 12). As doses crescentes de N durante a 4ª e 5ª épocas de aplicação, proporcionaram aumento no teor de N na matéria seca da parte aérea das mudas, sendo que por ocasião do estágio de 5 pares de folhas verdadeiras o aumento no teor de N foi ligeiramente maior (Figura 6), que no estágio imediatamente anterior.

Analisando-se a Tabela 13, nota-se o efeito significativo da interação época x N, mostrada na Figura 7. Quanto maior era a dose de N usada em cobertura, nas épocas 3, 4 e 5, maior era a quantidade (gramas) de N encontrada na matéria seca da parte aérea das mudas, mostrando que maior quantidade de N poderia ainda ser utilizada para melhor desenvolvimento das mudas, como o conseguido por Brilho, Figueiredo e Toledo Filho (1967).

TABELA 12. Resumo das análises de variância relativas aos teores (g/kg) de N na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de Variação	Quadrados médios e significância
Bloco	131,2040**
Época	37,0783**
N	41,7064**
K <sub>2</sub> O	1,3881
Época x N	11,9215*
Época x K <sub>2</sub> O	4,9916
N x K <sub>2</sub> O	7,3480
Época x N x K <sub>2</sub> O	4,0246
Resíduo	6,1982
CV%	9,04

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

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

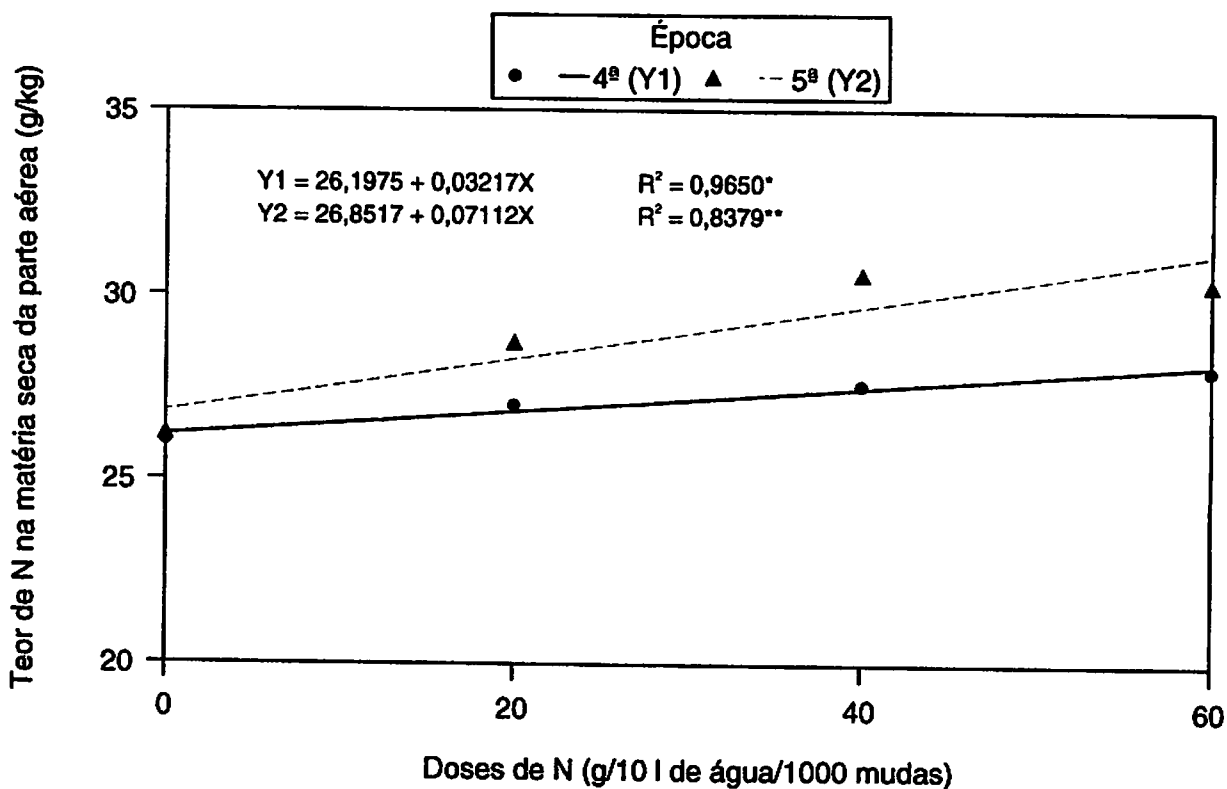


FIGURA 6. Variação do teor de N na matéria seca da parte aérea de mudas de café, em diferentes doses de N aplicadas em cobertura quando as mudas apresentavam 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.

TABELA 13. Resumo das análises de variância relativas às quantidades (gramas) de N, na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de Variação	Quadrados médios e significância
Bloco	1,6583**
Época	0,8070 **
N	1,0836 **
K <sub>2</sub> O	0,0275
Época x N	0,3022 *
Época x K <sub>2</sub> O	0,0956
N x K <sub>2</sub> O	0,1312
Época x N x K <sub>2</sub> O	0,1307
Resíduo	0,1647
CV%	16,505

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

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

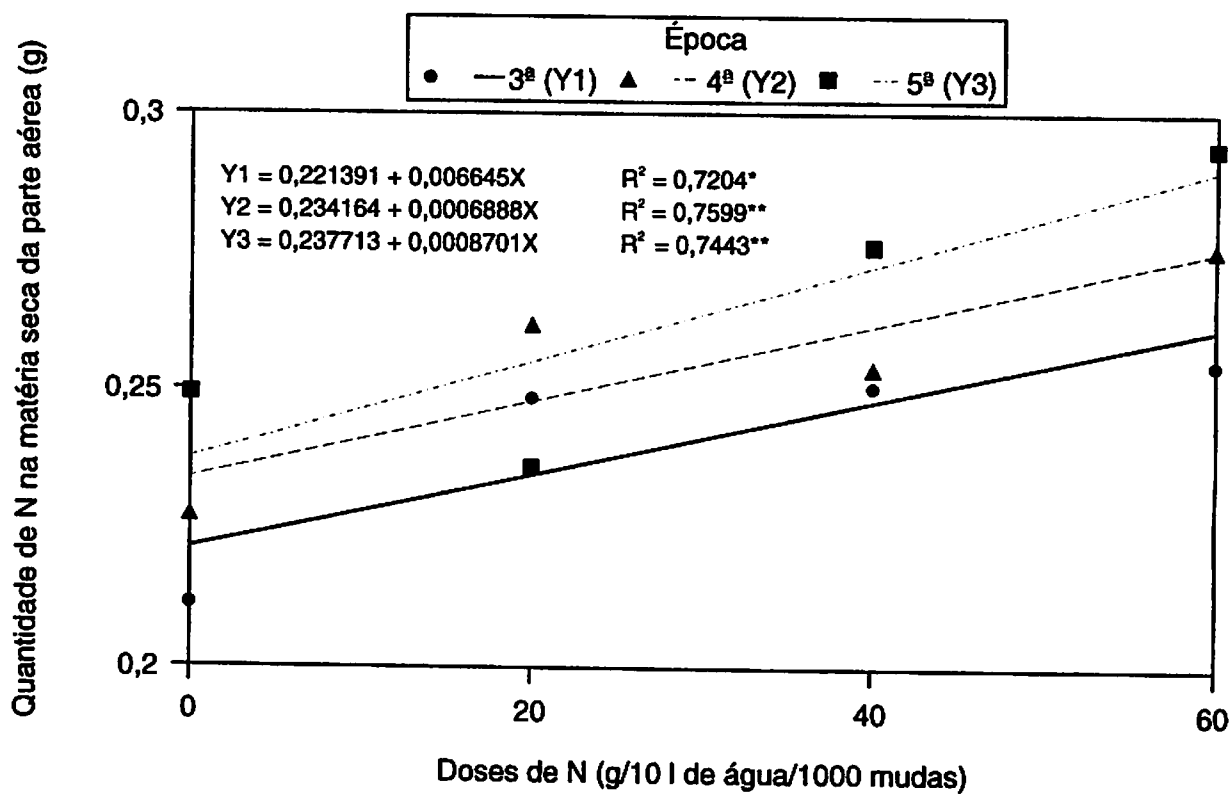


FIGURA 7. Variação da quantidade de N na matéria seca da parte aérea das mudas de café, em diferentes doses de N aplicadas em cobertura, quando as mudas apresentavam 3, 4 e 5 pares de folhas verdadeiras. UFLA, Lavras, 1995.

### **b. Fósforo**

Quanto às alterações nos teores de P (Tabela 14) na matéria seca das mudas de cafeeiro, causadas pelas adubações em cobertura, nota-se efeito significativo para a época de aplicação e doses de N.

A Figura 8 ilustra a tendência linear decrescente dos teores de P na matéria seca da parte aérea das mudas, a medida que se aumentaram as doses de N nas adubações de cobertura, independente da época em que eram aplicadas. Porém, na Figura 9, observa-se que independente da dose de nutriente aplicada, à medida que as mudas se desenvolviam o teor de P na matéria seca das mudas também diminuiu. Porém, as diferenças entre as médias encontradas são pequenas.

Ao analisar a Tabela 14 nota-se que as quantidades, em gramas, de P na matéria seca das mudas não sofreram grandes alterações independente de épocas de aplicação e de doses de N e  $K_2O$ .

Comparando os dados obtidos e mostrados nas Figuras 8 e 9 com os encontrados por Guimarães (1994), observa-se que, mesmo nas parcelas testemunha os valores aqui encontrados foram um pouco menores.

### **c. Potássio e Cálcio**

Analisando a Tabela 15, nota-se que as aplicações de N e  $K_2O$  em cobertura em diferentes épocas de aplicação não alteraram os teores de K e Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro.

TABELA 14 - Resumo das análises de variância, relativos aos teores e quantidades de P na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de Variação	Quadrados médio e significância	
	Teores	Quantidades
Bloco	2,5040**	0,0456**
Época	0,4762**	0,0020
N	0,2553**	0,0009
K <sub>2</sub> O	0,0434	0,00009
Época x N	0,0553	0,0020
Época x K <sub>2</sub> O	0,0402	0,0017
N x K <sub>2</sub> O	0,0270	0,0007
Época x N x K <sub>2</sub> O	0,0527	0,0014
Resíduo	0,0641	0,0017
CV %	10,33	18,93

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

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

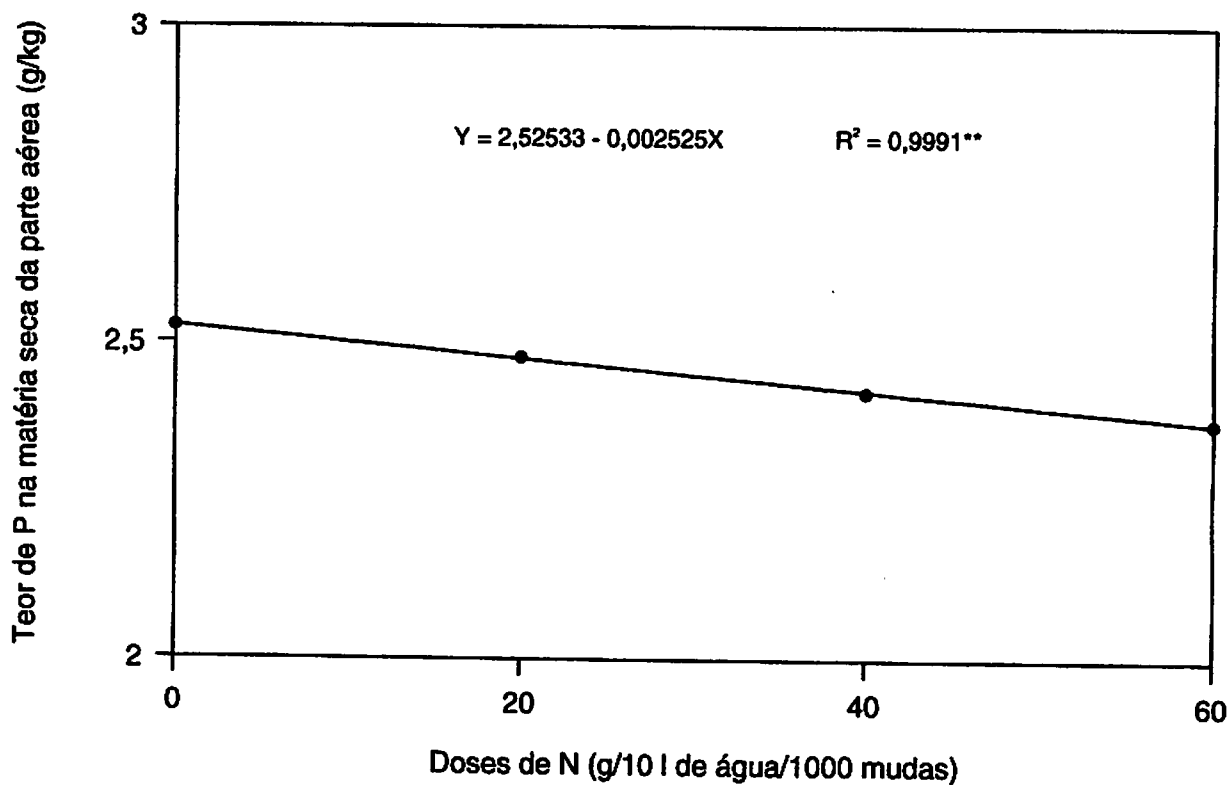


FIGURA 8. Variação nos teores de P na matéria seca da parte aérea das mudas de café, submetidas a diferentes doses de N em cobertura, independente da época de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.



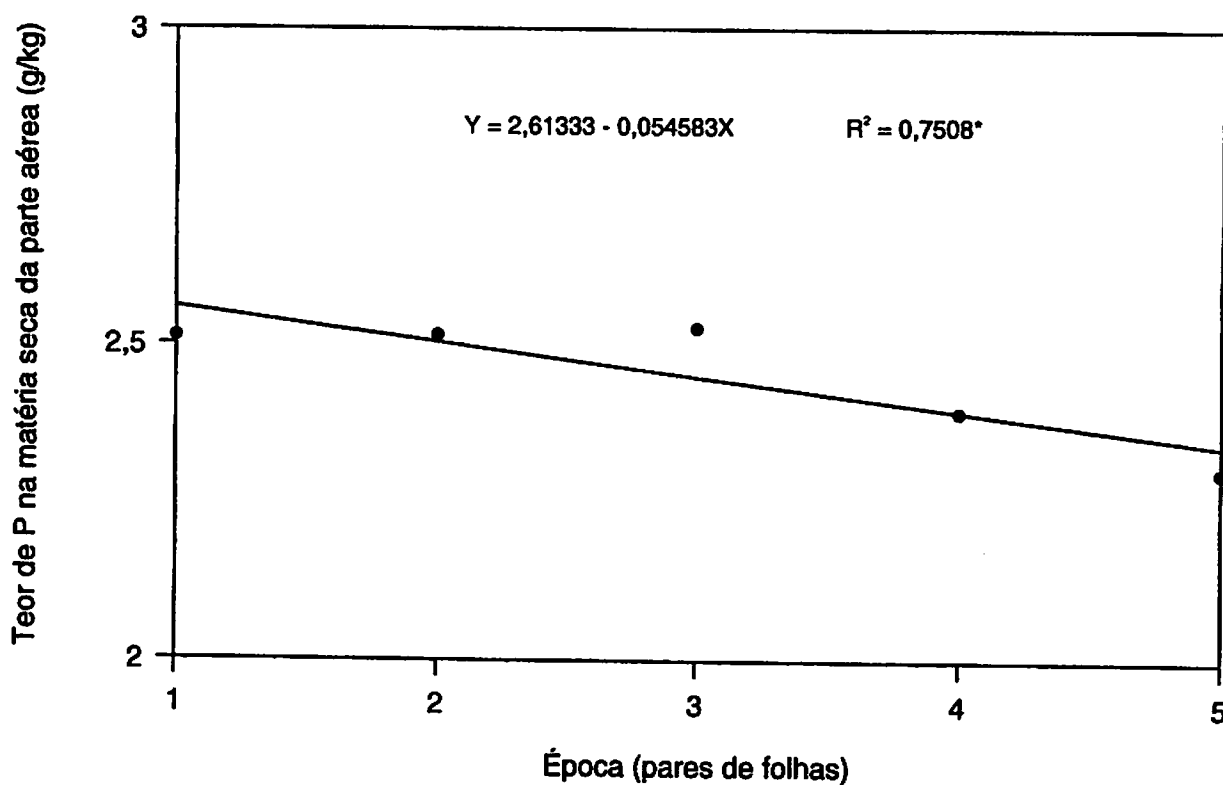


FIGURA 9. Variação nos teores de P na matéria seca da parte aérea das mudas de café, em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, independente da dose usada. UFLA, Lavras, 1995.

TABELA 15. Resumo das análises de variância relativas aos teores (g/kg) de K e Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de Variação	Quadrados médio e significância	
	K	Ca
Bloco	329,2459	26,19**
Época	161,2117	3,46
N	170,8863	1,17
K <sub>2</sub> O	180,7423	2,74
Época x N	153,9265	2,92
Época x K <sub>2</sub> O	166,8579	1,15
N x K <sub>2</sub> O	154,0769	0,19
Época x N x K <sub>2</sub> O	180,7446	1,10
Resíduo	175,8430	1,66
CV %	57,34	12,378

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

Quanto as quantidades desses elementos na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, somente no caso do K houve efeito significativo para a interação Época x N, porém os dados foram inconsistentes não permitindo qualquer inferência (Tabela 16).

TABELA 16. Resumo das análises de variância relativas as quantidades (gramas) de K e Ca na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de Variação	Quadrados médio e significância	
	K	Ca
Bloco	1,2565**	0,2281**
Época	0,3156*	0,0860
N	0,2029	0,0113
K <sub>2</sub> O	0,0464	0,0450
Época x N	0,2696**	0,0422
Época x K <sub>2</sub> O	0,1497	0,0117
N x K <sub>2</sub> O	0,0755	0,0064
Época x N x K <sub>2</sub> O	0,0874	0,0227
Resíduo	0,1088	0,0404
CV %	16,56	21,54

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

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

#### d. Magnésio

A Tabela 17 mostra que houve alteração significativa nos teores de Mg com aplicação de diferentes doses de K em cobertura. Mostra também que houve influência da época de aplicação de nutrientes nos teores de Mg na matéria seca das mudas de cafeeiro, porém nesse segundo caso o ajuste da regressão foi pequeno (Figura 10).

TABELA 17. Resumo das análises de variância relativas aos teores (g/kg) de Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de variação	Quadrados médios e significância
Bloco	0,7665**
Época	0,2114*
N	0,0593
K <sub>2</sub> O	0,3393**
Época x N	0,1122
Época x K <sub>2</sub> O	0,0702
N x K <sub>2</sub> O	0,0600
Época x N x K <sub>2</sub> O	0,0743
Resíduo	0,0784
CV %	10,27

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

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

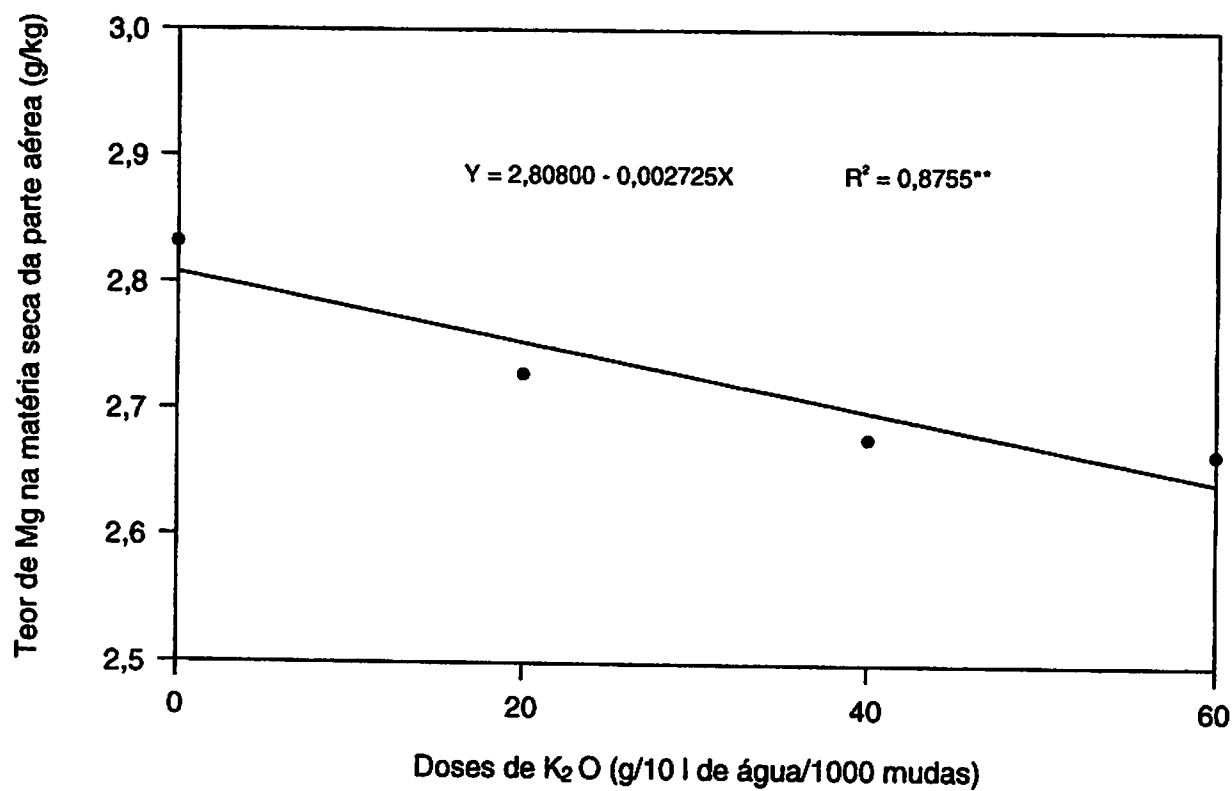


FIGURA 10. Variação nos teores de Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas às adubações em cobertura com K em diferentes doses, independente da época de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Quanto a análise das quantidades de magnésio na matéria seca das plantas não houve efeito significativo para nenhum dos fatores analisados.

A Figura 10 ilustra o comportamento dos teores de Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de café, sendo que, aumentando-se as doses de  $K_2O$  aplicadas, independentemente da época, caem os teores de Mg, concordando com os dados de Santos (1993) e Malavolta, (1986).

Apesar da queda dos teores de Mg na matéria seca da parte aérea das plantas, devido ao aumento de doses de  $K_2O$ , o primeiro não chegou a atingir o limite, inferior encontrado por Guimarães (1994). Porém os dados confirmam o antagonismo existente entre esses dois nutrientes (Malavolta, 1986), sendo que doses mais elevadas de  $K_2O$  ou maior número de aplicações desse elemento em cobertura podem vir a induzir deficiência de Mg.

#### **e. Enxofre**

A tabela 18, mostra efeito significativo da interação entre doses de N e épocas de aplicação nos teores de S na matéria seca da parte aérea das mudas. Porém, os dados foram inconsistentes.

Como é um nutriente pouco móvel na planta (Coelho, 1973), sugere-se que seja aplicado isolado ou associado a outras fontes em um maior número de vezes durante a permanência das mudas em viveiro.

TABELA 18. Resumo das análises de variância relativas aos teores (g/kg) de S na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de variação	Quadrados médios e significância
Bloco	0,1525**
Época	0,3607**
N	0,0235
K <sub>2</sub> O	0,0090
Época x N	0,0556
Época x K <sub>2</sub> O	0,0082
N x K <sub>2</sub> O	0,0230
Época x N x K <sub>2</sub> O	0,0088
Resíduo	0,0190
CV %	16,27

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

### f) Cobre, Zinco e Boro

Os teores e quantidades desses elementos na matéria seca das plantas não sofreram grandes variações devido à aplicação de N e K<sub>2</sub>O em cobertura (Tabelas 19 e 20).

TABELA 19. Resumo das análises de variância relativas aos teores (mg/kg) de Ca, Zn e B na matéria seca da parte aérea das mudas de café, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O, em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de variação	Quadrados médios e significância		
	Cu	Zn	B
Bloco	1175,6292**	169,9834	134,9284**
Época	274,5979**	143,9295	31,3004
N	41,0778	29,1467	64,9392*
K <sub>2</sub> O	1,1222	68,8664	11,4016
Época x N	19,8590	28,0735	22,7384
Época x K <sub>2</sub> O	1,5840	35,8629	17,9038
N x K <sub>2</sub> O	1,4519	92,5029	7,0345
Época x N x N <sub>2</sub> O	4,2192	34,8428	16,8528
Resíduo	22,1481	63,2691	19,2036
CV %	34,81	45,74	16,94

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

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



TABELA 20. Resumo das análises de variância relativas as quantidades (mg) de Cu, Zn e B na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O, em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de variação	Quadrados médios e significância		
	Cu	Zn	B
Bloco	0,1023**	0,0060	0,0090*
Época	0,0190**	0,0070	0,0038
N	0,0035	0,0003	0,0029
K <sub>2</sub> O	0,00009	0,0049	0,0012
Época x N	0,0029	0,0029	0,0027
Época x K <sub>2</sub> O	0,00046	0,0018	0,0029
N x K <sub>2</sub> O	0,00036	0,0068	0,0010
Época x N x N <sub>2</sub> O	0,00081	0,0028	0,0024
Resíduo	0,0023	0,0055	0,0028
CV %	39,59	47,82	23,13

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

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

### g. Manganês

A Tabela 21 mostra efeito significativo da interação entre doses de nitrogênio e épocas de aplicação de N no teor de manganês, na matéria seca da parte aérea das mudas, submetidas a adubações em cobertura.

TABELA 21. Resumo das análises de variância relativas aos teores (mg/kg) de Mn na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de variação	Quadrados médios e significância
Bloco	21.352,8042**
Época	388,6771
N	4232,2500**
K <sub>2</sub> O	117,1611
Época x N	371,7326**
Época x K <sub>2</sub> O	127,3937
N x K <sub>2</sub> O	54,7426
Época x N x K <sub>2</sub> O	109,7900
Resíduo	152,2683
CV %	29,88

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

Nas 4 primeiras épocas, ou seja, quando as mudas receberam as adubações de cobertura entre os estádios de desenvolvimento de 1 a 4 pares de folhas verdadeiras, a tendência foi de aumento do teor de Mn na matéria seca da parte aérea das mudas, à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio (Figura 11).

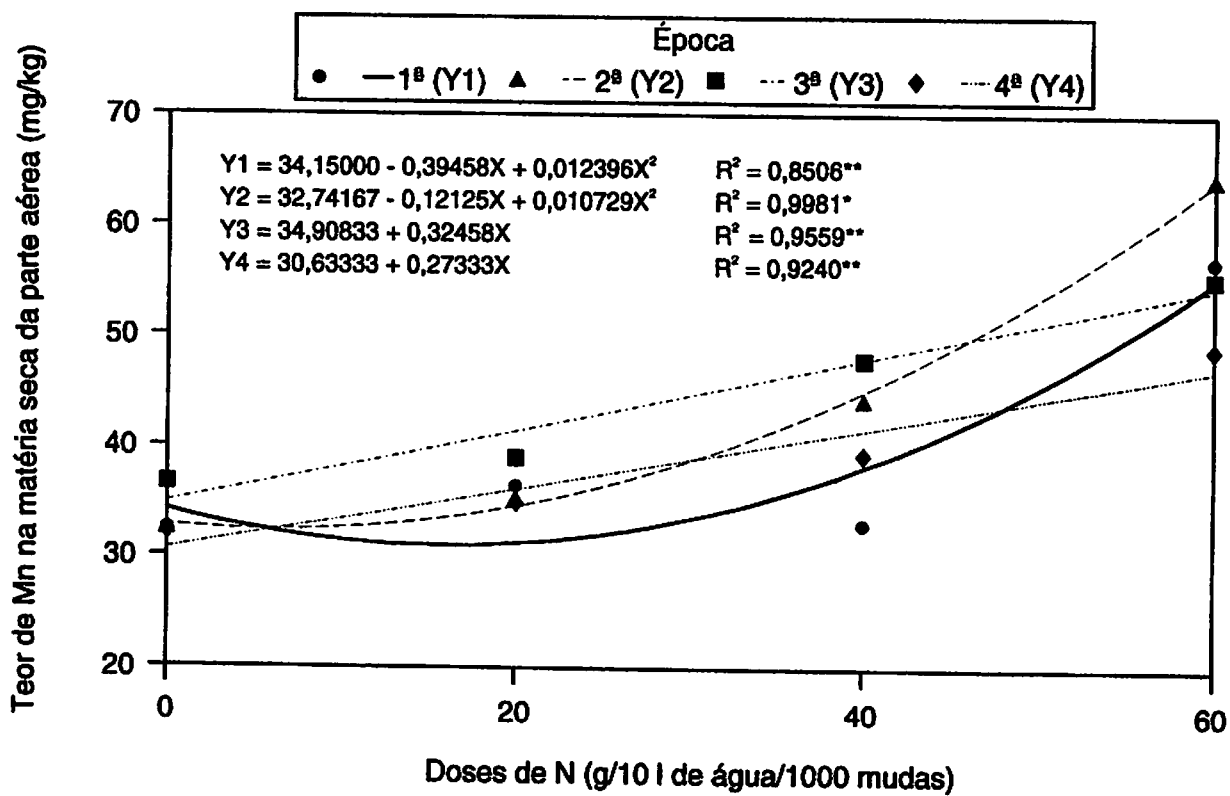


FIGURA 11. Variação nos teores de Mg na parte aérea de mudas de café, devido a aplicação de diferentes doses de N em cobertura em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.

As doses mais elevadas de N causaram excesso no teor de manganês na matéria seca da parte aérea das plantas, comparando-se os teores encontrados com os citados por Guimarães (1994) porém não se observaram sintomas de toxidez nas mudas, (Tabela 22) .

Quanto as quantidades de Mn na matéria seca das plantas (Tabela 23), a Figura 12 mostra uma tendência de aumento de Mn a medida que se aumentam as doses de N.

Tanto teores, quanto quantidades de Mn se elevaram na matéria seca das plantas, a medida que se aumentaram as doses de N aplicadas, possivelmente devido ao efeito acidificante do sulfato de amônio sobre o solo (substrato), com conseqüente elevação da concentração de Mn na planta (Abruna e Chandler, citados por Moraes et al., 1976 e Moraes, 1982), mas sem causar toxidez às plantas.

#### **4.2.3 Relação raiz/parte aérea**

A aplicação de N em cobertura pode levar a um maior desenvolvimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular (Tomaziello, Oliveira e Toledo Filho, 1987).

Na Tabela 24, observa-se que o N alterou a relação raiz/parte aérea das mudas submetidas ao forçamento com N e K<sub>2</sub>O, porém esse último não causou alterações nessa relação.

TABELA 22. Valores médios dos teores de Mn, em mg/kg, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes às parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O, em 5 épocas distintas. UFLA, Lavras, 1995.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 l d'água/100 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	46,00	29,67	25,00	29,00
	20	41,00	36,67	33,33	34,67
	40	27,33	32,67	26,67	45,33
	60	69,33	48,33	57,00	52,67
2	0	40,00	31,00	32,67	26,33
	20	34,00	35,67	34,33	37,33
	40	59,00	29,33	46,33	42,67
	60	60,33	62,33	69,33	65,33
3	0	33,67	36,33	40,67	35,67
	20	35,00	41,00	41,33	38,33
	40	50,00	50,67	48,67	42,00
	60	60,67	49,67	63,67	47,00
4	0	29,33	34,00	29,67	35,67
	20	39,67	31,33	38,33	30,33
	40	37,33	45,33	34,33	40,33
	60	50,67	45,00	41,67	58,33
5	0	35,33	33,00	38,67	33,67
	20	38,67	47,33	39,00	42,33
	40	38,33	40,00	40,67	38,67
	60	37,33	36,00	43,33	44,67

**TABELA 23. Resumo das análises de variância relativas a quantidades (mg) de Mn na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em diferentes épocas de aplicação. UFLA, Lavras, 1995.**

<b>Causas de variação</b>	<b>Quadrados médios e significância</b>
Bloco	1,6253**
Época	0,0202
N	0,3451**
K <sub>2</sub> O	0,0070
Época x N	0,0162
Época x K <sub>2</sub> O	0,0068
N x K <sub>2</sub> O	0,0039
Época x N x K <sub>2</sub> O	0,0076
Resíduo	0,0119
CV %	30,02

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

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

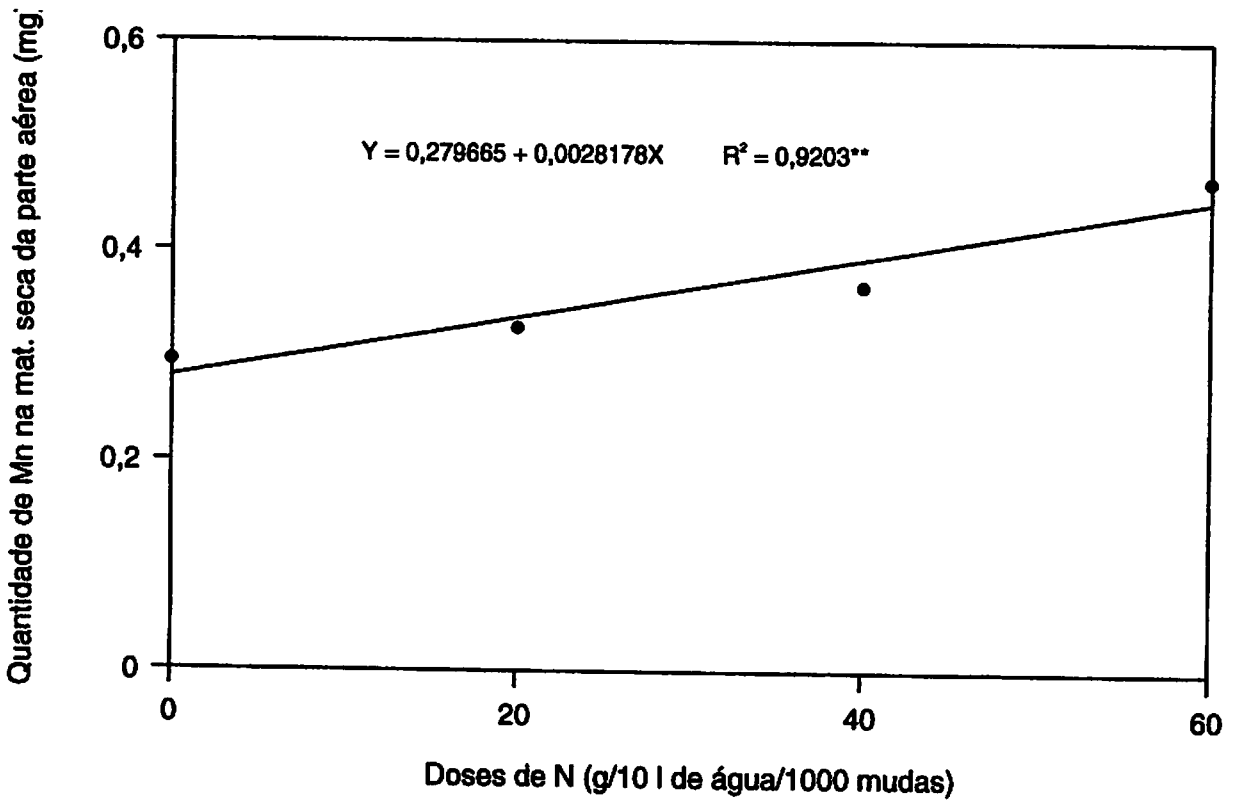


FIGURA 12. Variação da quantidade de Mg na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, quando se aumentava a dose de N aplicada em cobertura, independente do estágio de desenvolvimento das plantas. UFLA, Lavras, 1995.

TABELA 24. Relação matéria seca de raiz/matéria seca da parte aérea das mudas submetidas ao forçamento com N e K<sub>2</sub>O. UFLA, Lavras, 1995.

Causas de variação	Quadrados médios e significância
Bloco	0,0049**
Época	0,0004
N	0,0030**
K <sub>2</sub> O	0,0008
Época x N	0,0005
Época x K <sub>2</sub> O	0,0011
N x K <sub>2</sub> O	0,0008
Época x N x K <sub>2</sub> O	0,0008
Resíduo	0,0006
CV %	16,36

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

A Figura 13 mostra a tendência linear decrescente da relação raiz/parte aérea quando se aumentou as doses de N em cobertura, concordando com Tomaziello, Oliveira e Toledo Filho. 1987, que o forçamento pode prejudicar o desenvolvimento normal das mudas.



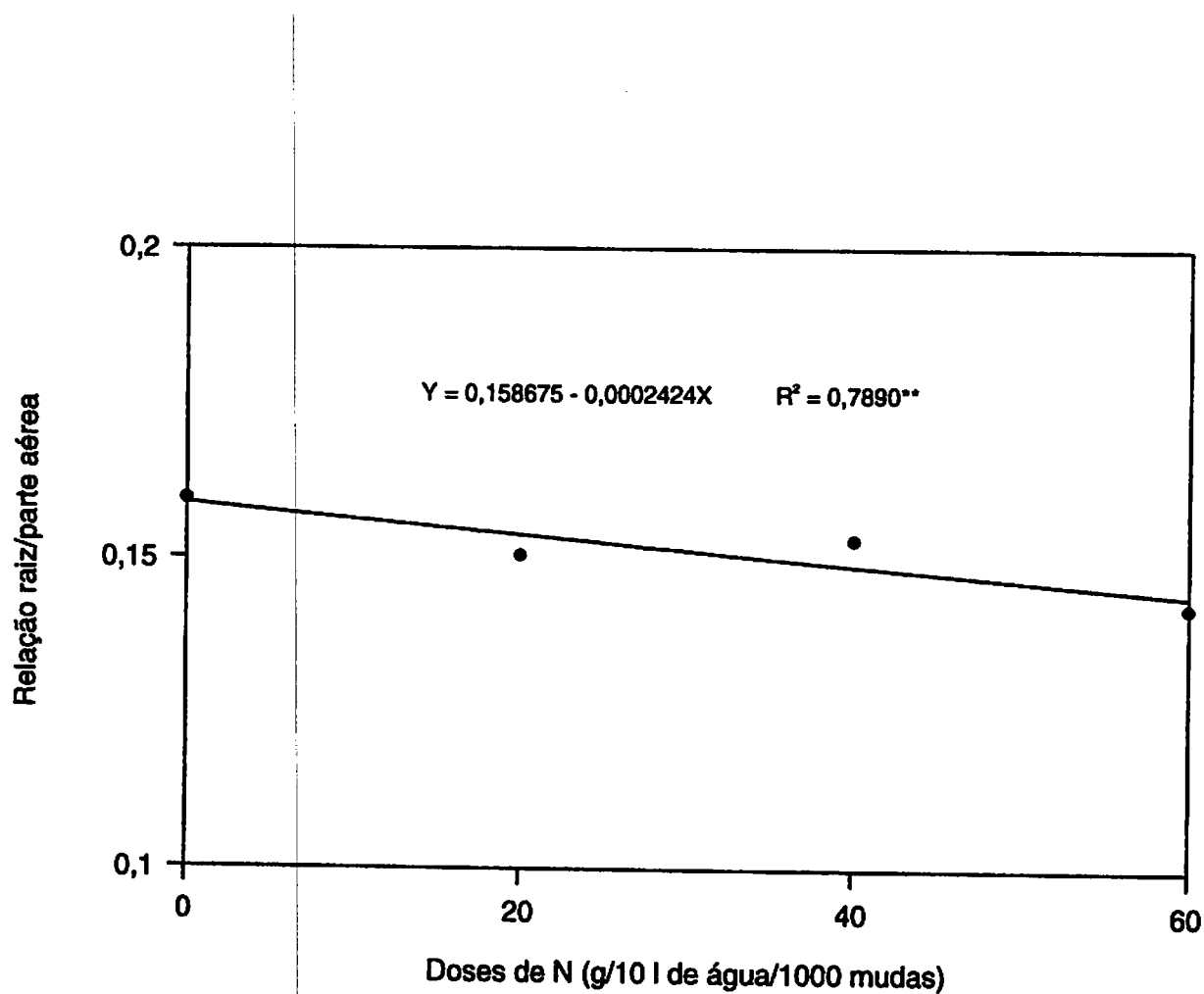


FIGURA 13. Relação matéria seca de raízes/matéria seca da parte aérea de mudas de café em diferentes doses de N aplicadas em cobertura. UFLA, Lavras, 1995.

### 4.3 Avaliação das análises químicas do substrato durante o período compreendido entre a instalação e a avaliação do experimento.

Na Tabela 25 são apresentados os resultados da análise química de amostras de substratos que não receberam aplicações de N e K<sub>2</sub>O em cobertura, desde a instalação do experimento até a última época de aplicação.

TABELA 25. Resultados das análises químicas das amostras do substrato sem adubações de N e K<sub>2</sub>O nas 5 épocas de tratamento. UFLA, Lavras. 1995.

Datas	Substrato 12/08/94	Época 1 09/12/94	Época 2 27/12/94	Época 3 14/01/95	Época 4 01/02/95	Época 5 19/02/95
pH em água	6,2	6,1	6,2	6,2	6,3	6,4
P (mg/kg)	168	72	126	111	141	204
K (mg/kg)	1330	244	196	196	140	134
Ca (m mol <sub>c</sub> /dm)	56,0	51,0	61,0	63,0	56,0	62,0
Mg (m mol <sub>c</sub> /dm)	20,0	13,0	18,0	12,0	15,0	15,0
Al (m mol <sub>c</sub> /dm)	10,1	1,0	1,0	1,01	1,0	1,0
H + Al (m mol <sub>c</sub> /dm)	21,0	23,0	23,0	26,0	21,0	23,0
S (m mol <sub>c</sub> /dm)	111,0	70,0	84,0	80,0	75,0	80,0
t (m mol <sub>c</sub> /dm)	111,0	71,0	85,0	81,0	76,0	81,0
T (m mol <sub>c</sub> /dm)	131,0	93,0	107,0	106,0	96,0	103,0
m (%)	1	1	1	1	1	1
V (%)	84	75	79	75	78	78
Carbono (g/kg)	17,0	19,0	25,0	28,0	24,0	26,0
Mat. Org. (g/kg)	30,0	33,0	43,0	48,0	41,0	44,0
Zinco (mg/kg)	8,10	5,78	9,79	7,61	8,96	10,12
Cobre (mg/kg)	1,55	0,18	1,46	0,38	-	0,86
Ferro (mg/kg)	56,51	104,97	123,86	59,85	70,15	56,48
Manganês (mg/kg)	20,36	28,59	40,80	26,13	26,92	28,95
Enxofre (mg/kg)	69,49	31,04	22,25	17,27	3,77	35,33
Boro (mg/kg)	0,51	0,55	0,27	0,76	0,47	0,26

Pela Tabela 24, observa-se uma queda acentuada nos teores de potássio no substrato dos saquinhos que não receberam adubação de cobertura, de 1330mg/kg para 134 mg/kg. .

Portanto, na 5ª época de avaliação, o teor de potássio já se encontrava em 134mg de K<sub>2</sub>O por kg de substrato, o que demonstra que grande parte do K<sub>2</sub>O disponível teria sido lixiviado (Coelho, 1973) pelas constantes irrigações durante a permanência das mudas em viveiro. Tal constatação vem confirmar as suspeitas de Guimarães (1994), sobre lixiviação de potássio no substrato de mudas de cafeeiro, porém este permanece em níveis suficientes para o desenvolvimento dessas.

#### **4.4 Considerações Gerais**

No experimento I, observou-se que a protusão da radícula (“germinação”) das sementes sem pergaminho acontece primeiro, sugerindo que se desenvolvam equipamentos que retirem o endocarpo de maiores quantidades de sementes sem contudo danificar o embrião das mesmas. Além do fator pergaminho, notou-se que o melhor seria não imergir as sementes em água ou nas soluções testadas para se conseguir mais rapidamente a protusão de radículas.

No experimento II, nota-se que o substrato padrão, recomendado por Carvalho (1978), oferece todas as condições para o pleno desenvolvimento das mudas com relação a macro e micronutrientes. O forçamento com K não teve efeito significativo, o mesmo acontecendo com o N. O forçamento com N alterou a relação matéria seca raiz/matéria seca parte aérea das mudas, prejudicando assim a qualidade das mesmas.

## **5 CONCLUSÕES**

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos pode-se concluir que:

- Para acelerar o processo germinativo as sementes devem ter o pergaminho retirado de maneira que o embrião não seja afetado e não devem sofrer nenhum tipo de imersão.

- O aumento de concentração de citocinina (BAP) prejudicou a emissão de raízes secundárias das plântulas.

- A adição de K às adubações em cobertura às vezes feitas somente com N, não alterou o desenvolvimento das mudas do cafeeiro, nem aumentou seus teores ou quantidades na matéria seca das plantas, não proporcionando portanto, ganhos relacionados ao tempo de permanência das mudas em viveiro.

- Apesar da queda no teor de K disponível no substrato das mudas durante as regas no viveiro, não se constataram deficiências desse elemento nas plantas e, aplicações de doses excessivas reduziram o teor de Mg nas mudas.

- O uso de Sulfato de Amônio nas doses utilizadas não causaram toxidez de Mn, mas afetaram a relação raiz/parte aérea em detrimento do sistema radicular.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ALMEIDA, S.R.; MATIELLO, J.B.; GARCIA, A.W.R.** Estudo sobre calagem no substrato para formação de mudas de café. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6**, Ribeirão Preto, 1978. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1978. p.103-109.

**ANDRADE, I.P.; GONÇALVES, J.C.; MATIELLO, J.B.; PAULINI, A.E.; HASHIZUME, H.** Ocorrência de deficiência de cobre em cafezais, no Espírito Santo, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Ceará e Pernambuco. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2**, Poços de Caldas, 1974. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1974. p.266-267.

**ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ - 1995.** [s.l.], v.1, n.1, p.1-57, abr. 1995.

**ARAÚJO, R.F.** **Influência de teor de umidade, da embalagem e do ambiente de armazenamento e conservação de sementes de café.** Viçosa: UFV, 1988. 56p.  
(Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)

- BAHIA, V.G. **Gênese e classificação de um solo do município de Lavras-MG.** Piracicaba: ESALQ, 1975. 66p. (Tese - Doutorado em Agronomia).
- BARROS, I. de; ABRAHÃO, E.J.; PASQUAL, M. **Marcha de absorção de cafeeiros cultivar Catuaí LCH-2077-2-5-44 no estágio de viveiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, Espírito Santo do Pinhal, 1990. **Trabalhos apresentados...** Espírito Santo do Pinhal: IBC, 1990. p.1.
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L.J. **Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. Bourbon Amarelo).** *Revista Ceres*, Viçosa, v.20, n.107, p.44-52, jan. 1973.
- BGAZO, J.C.H.O.; PAULA, J.F.de. **Considerações sobre o preparo do café visando a melhoria da qualidade.** *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.76-78, jun. 1985.
- BEWLEY, J.D.; BLACK. **Physiology and Biochemistry of seeds in Relation to germination.** Berlin: Springer-Verlag, 1982. v.2, 375p.
- BORNEMISZA, E. **Nitrogen cycling in coffee plantations.** *Plant and Soil*, The Haque, v.67, p.241-246, 1982.

BRAGANÇA, S.M.; CARVALHO, M.M. de. Efeito de fontes e doses de fósforo no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.8, n.2, p.178-911, jun./dez. 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV/SNAD/MA, 1980. 188p.

BRILHO, C.C.; FIGUEIREDO, J.I.; TOLEDO, S.V. Adubação orgânica e química de mudas em viveiro. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Experimentação Cafeeira 1929 a 1963**. Campinas: Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 1967. p.251-260.

CAIXETA, I.F. **Maturação Fisiológica da Semente do Cafeeiro cv. Mundo Novo**. Lavras: ESAL, 1981. 48p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

CAIXETA, J.V.M.; SOUZA, S.P. de; GONTIJO, V. de P.M. **Efeito de substratos e adubações na formação de mudas de café**. Sete Lagoas: IPEACO, 1972. 5.p. (Série Pesquisa/Extensão, 18).

CAMARGOS, S.L.; CARVALHO, J.G. **Tópicos de nutrição mineral de plantas; absorção iônica radicular**. Lavras: ESAL, 1988. 37p. (Apostila)

CARVAJAL, J.F.; ACEVEDO, A.; LOPEZ, C.A. Nutrient uptake by the coffee tree during a yearly cycle. **Turrialba**, Turrialba, v.19, p.13-20, 1969.

CARVALHO, M.M.de. Formação de mudas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.44, p.14-18, 1978.

CARVALHO, M.M. de; ALVARENGA, G. Determinação do estágio de desenvolvimento mínimo do fruto do cafeeiro (*Coffea Arabica* L.), para a germinação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, Araxá, 1979. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1979. p.118-119.

CARVALHO, M.M. de; DUARTE, G. de 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, v.2, n.1, p.20-34, jan./jun. 1978 a

CARVALHO, M.M. de; DUARTE, G. de S.; RAMALHO, M.A.P. Efeito da composição do substrato, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). II. Esterco de galinha. **Ciência e Prática**, Lavras, v.2, n.2, p.224-238, jul./dez. 1978b.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes, Ciência, Tecnologia e Produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p.145-198.



COELHO, F.S. Nitrogênio no solo e na planta. In: \_\_\_\_\_. **Fertilidade do Solo**. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. p.16-64.

CÔME, D.; TISSAQUE, T. Interrelated effects of inhibition, temperature on oxygen on seed germination. In: HEYDECKER, W., (ed.). **Seed Ecology**. The Pennsylvania State University Press, University Park, 1973. p.157-168.

CORRÊA, 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.177-183.

DIETRICH, S.M. de C. Inibidores de crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord.) **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. São Paulo: EPU, 1986. v.2, p.193-212.

EZEQUIEL, A.C. **Efeitos da adição de boro e zinco a substratos, no desenvolvimento mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: ESAL, 1980. 72p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

FRAGA, A.C. Dormência de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.91, p.62-64, jul. 1982.

FRANCO, C.M. Translocação lateral do N, P e K no cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1983. p.1-2.

GOMIDE, M.B.; LEMOS, O.V.; TOURINO, D.; CARVALHO, M.M. de; CARVALHO, J.G. de; DUARTE, G.de S. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuai. **Ciência e Prática**, Lavras, v.1, n.2, p.118-123, jul./dez. 1977.

GONÇALVES, J.C.; TOMAZIELLO, R.A. **Produção de mudas de café**. Campinas: CATI, 1970. 25p. (Boletim Técnico, 63).

GODOY, O.P.; GODOY JUNIOR., C. Influência da adubação no desenvolvimento de mudas de café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.40, n.3, p.125-129, set. 1965.

GODOY JUNIOR, C. Forçamento de mudas de café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, SP, v.33, n.4, p.179-186, dez. 1958.

GODOY JUNIOR., C.; GODOY, O.P.; GRAMER, M. A calagem no desenvolvimento de mudas de café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.39, n.4, p.169-174, dez. 1964.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 10.ed. Piracicaba: Nobel, 1982. 430p.

- GUIMARÃES, R.J. **Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) durante seus estádios de desenvolvimento em substrato padrão.** Lavras: ESAL, 1994. 113p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- HAAG, H.P.; 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*, v.35, n.4, p.273-289, dez. 1960.
- HUERTA, S.A. **“Comparacion de métodos de laboratorio y de campo, para medir el área foliar del cafeto”.** *Cenicafé, Caldas*, v.13, n.1, p.33-42, ene./mar. 1962.
- INECCO, R. **Propagação vegetativa de pimentão *Capsicum annum* L. através de métodos “in vitro” e estacas.** Lavras: ESAL, 1993. 105 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Formação de mudas.** In:\_\_\_\_. **Cultura de café no Brasil; Manual de recomendações.** Rio de Janeiro, 1976. p.55-72.
- KROGMEIER, M.J.; BEMNER, J.M. **Effects of phenolic acids on seed germination and seedling growth in soil.** *Biology and Fertility of Soils, Heidelberg*, v.8, p.116-122, Feb. 1989.

- 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 CAFEEIRAS, 13, São Lourenço, 1986. Resumos... Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1986. p.110-112.
- LOPES, A.S.; VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A.; CARVALHO, J.G.; SILVA, J.B.S.; FAQUIN, V. **Fertilidade do Solo**. Lavras: COOPESAL/ESAL, [19--]. v.1, 160p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p.44-79, 104-218.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição do Cafeeiro**. In: \_\_\_\_\_. **Cultura e Adubação do Cafeeiro**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1963. p.143-190.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro**. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, Poços de Caldas, 1986. **Anais...** Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p.165-274.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. p.64-126.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.

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.

MIGLIORANZA, E. **Conservação de sementes de café com diferentes teores de umidade, armazenadas em embalagens hermeticamente fechadas**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 60 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)

MIRANDA, J.M. de. **Estudo de alguns fatores que influenciam a duração da viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuai)**. Lavras: ESAL, 1987. 60p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

MORAES, F.R.P. de. **Adubação do cafeeiro - Macronutrientes e adubação orgânica**. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A. **Nutrição e adubação do cafeeiro**. 3.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1982. p.77-90.

- 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.
- 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, v.35, n.6, p.63-77, fev. 1976.
- OLIVEIRA, J.A.; PEREIRA, J.E. Adubação de substrato para mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, 1984. Décimo... Rio de Janeiro: IBC, 1984. p.19-25.
- OLIVEIRA, J.A.; SANTINATO, R.; MIGUEL, A.E.; PEREIRA, J.E. Efeitos de doses crescentes de superfosfato simples, em substrato, na formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5, Guarapari, 1977. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1977. p.177-82.
- PEREIRA, S.L. Efeitos da adição de fertilizantes nitrogenados ao substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras: ESAL, 1992. 75p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Pragas do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO, Poços de Caldas, 1986. **Anais...** Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p.322-378.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO, Poços de Caldas, 1986. **Anais...** Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p.13-85.

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**, v.56, p.61-64, 1961.

SALAZAR ARIAS, N. Respuesta de plantulas de café a la fertilización con nitrogenio, fosforo y potasio. **Cenicafé, Caldas**, v.28, n.2, p.61-66, Apr./Jun. 1977.

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 PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 28, São Paulo, 1976. **Resumos...** São Paulo, 1976. p.797.

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 CAFEIEIRAS 8, Campos do Jordão, 1980. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1980. p.326-327.

SANTOS, L.P. **Efeitos de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição de substrato para formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** Lavras: ESAL, 1993. 72p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

SCARANARI, H.J. Instalação do cafezal. In: GRAMER, E.A. **Manual do Cafeicultor.** São Paulo: Melhoramentos, 1967. Cap.5, p.107-125.

SOUZA, S.P. **Cultura do café.** Sete Lagoas: IPEACO, 1966. 32p. (Circular, 2).

TOMAZIELLO, R.A.; OLIVEIRA, E.G.; TOLEDO FILHO, J.A. **Cultura do café.** Campinas: CATI, 1987. 56p. (Boletim Técnico, 193).

VALIO, I.F.M. Germination of coffee seeds (*Coffea arabica* L.) cv. Mundo Novo. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.27, n.100, p.983-991, 1976.



VIANA, A.S.; FREIRE, D.; ANDRADE, P.C. Efeito de duas fontes de K, combinadas com sulfato de magnésio e calagem, no viveiro e formação de cafeeiros em solos Led. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 12, Caxambú, 1985. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: SEPRO/DEPET/DIPRO/IBC, 1985. p.150-153.

VIEIRA, A.R. **Efeitos de compostos fenólicos na dormência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) e eficiência de tratamentos pré germinativos.** Lavras: ESAL, 1991. 58p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)

WENT, F.W. **The experimental control of plant growth.** New York: The Ronald Press, 1957. p.164-168. (Chronica Botanica. An International Biological and Agricultural Series, 17).

## **APÊNDICE**

**LISTA DE APÊNDICE**

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Regressão polinomial para o peso seco da parte aérea de 4 plantas, fixando-se fator época, variando doses de nitrogênio.....	100
2	Regressão polinomial para o peso seco da parte aérea de 4 plantas, fixando-se fator época, variando doses de nitrogênio.....	100
3	Regressão polinomial para os níveis de nitrogênio na matéria seca da parte aérea fixando-se o fator época e variando-se doses de nitrogênio em cobertura .....	101
4	Regressão polinomial para área foliar média de parcela, fixando-se fator época e variando doses de nitrogênio .....	101
5	Regressão polinomial para teores de manganês na parte aérea das mudas de cafeeiro, fixando-se o fator época, variando doses de nitrogênio .....	102

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
6	Regressão polinomial para quantidades (mg) de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro variando-se doses de nitrogênio .....	102
7	Regressão polinomial para teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, fixando-se o fator época, variando doses de nitrogênio .....	103
8	Regressão polinomial para os teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de fertilizantes em cobertura, e diferentes doses de N .....	103
9	Regressão polinomial para teores de fósforo na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, e diferentes doses de N .....	104
10	Regressão polinomial para teores de enxofre na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, fixando-se fator época, variando doses de nitrogênio .....	104

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
11	Regressão polinomial para teores de enxofre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura .....	105
12	Regressão polinomial para teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de N e K em cobertura .....	105
13	Regressão polinomial para teores de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, e diferentes doses de $K_2O$ .....	106
14	Regressão polinomial para teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, e diferentes doses de nitrogênio .....	106
15	Regressão polinomial para quantidades (g/parcela) de nitrogênio na matéria seca total de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, e diferentes doses de N .....	107

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
16	Regressão polinomial para quantidades de enxofre (g/parcela) na matéria seca total de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura .....	107
17	Regressão polinomial para quantidades de cobre (mg/parcela) na matéria seca total de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura .....	108
18	Regressão polinomial para quantidades de manganês (mg/parcela) na matéria seca de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura .....	108
19	Valores médios de peso seco da parte aérea (PSPA), em gramas de 4 plantas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	109
20	Valores médios de peso seco de raízes (PSRA), em gramas de 4 plantas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	110

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>	
21	Valores médios de peso seco total (PSTO), em gramas de 4 plantas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	111
22	Valores médios de diâmetro em milímetros, de 4 plantas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	112
23	Valores médios de altura das mudas de cafeeiro, em centímetros, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	113
24	Valores médios de área foliar de 4 mudas de cafeeiro, em centímetros quadrados, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	114
25	Valores médios de teores de nitrogênio em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	115

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
26	Valores médios dos teores de fósforo em g/kg na matéria seca da parte seca de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	116
27	Valores médios dos teores de potássio em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	117
28	Valores médios dos teores de cálcio em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	118
29	Valores médios dos teores de magnésio, em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	119
30	Valores médios dos teores de enxofre, em g/kg, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	120



<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
31	Valores médios dos teores de cobre, em mg/kg, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	121
32	Valores médios dos teores de zinco, em mg/kg, na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	122
33	Valores médios dos teores de boro, em mg/kg, na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K <sub>2</sub> O em 5 épocas distintas.....	123
34	Valores médios de quantidades de nitrogênio (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento em 5 épocas de aplicações de N e K <sub>2</sub> O.....	124
35	Valores médios de quantidades de fósforo (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicações de N e K <sub>2</sub> O.....	125

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
36	Valores médios de quantidades de potássio (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K <sub>2</sub> O.....	126
37	Valores médios de quantidade de cálcio (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K <sub>2</sub> O.....	127
38	Valores médios de quantidades de magnésio (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K <sub>2</sub> O.....	128
39	Valores médios de quantidades de enxofre (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K <sub>2</sub> O.....	129
40	Valores médios de quantidades (mg) de cobre, na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K <sub>2</sub> O.....	130

**Tabela****Página**

41	Valores médios de quantidades (mg) de manganês, na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K <sub>2</sub> O.....	131
42	Valores médios de quantidades (mg) de zinco, na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K <sub>2</sub> O.....	132
43	Valores médios de quantidades (mg) de boro, na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K <sub>2</sub> O.....	133

TABELA 1A. Regressão polinomial para o peso seco da parte aérea de 4 plantas, fixando-se fator época, variando doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5
Regressão linear	1	0,2664	0,1499	4,9456	4,7934	0,9828
Regressão quadrática	1	8,7945*	5,2272	0,6482	0,4824	11,1959*
Regressão cúbica	1	12,2004*	2,1622	0,0557	4,4325	2,3928
Resíduo	158	2,1112	2,1112	2,1112	2,1112	2,1112

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

- Para época 1, coeficientes de determinação para regressões quadrática e cúbica de 42,62% e 100% respectivamente.

- Para época 5, coeficiente de determinação para regressão quadrática igual a 83,58%.

TABELA 2A. Regressão polinomial para o peso seco total das 4 plantas de cada parcela, fixando-se fator época e variando doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5
Regressão linear	1	0,2053	0,0036	4,2106	4,7017	0,2925
Regressão quadrática	1	12,2392*	6,0976	0,6327	1,3194	14,1126*
Regressão cúbica	1	17,8106*	2,2940	0,2200	4,9691	3,8070
Resíduo	158	2,8132	2,8132	2,8132	2,8132	2,8131

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

- Para época 1, coeficientes de determinação para regressões quadrática e cúbica de 41,13% e 100% respectivamente.

- Para época 5, coeficiente de determinação para regressão quadrática de 79,10%.

TABELA 3A. Regressão polinomial para os níveis de nitrogênio na matéria seca da parte aérea fixando-se o fator época e variando-se doses de nitrogênio em cobertura.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância		
		Época 3	Época 4	Época 5
Regressão linear	1	1,0597*	1,1387**	1,8169**
Regressão quadrática	1	0,3278	0,0491	0,2860
Regressão cúbica	1	0,0834	0,3105	0,3382
Resíduo	158	0,1647	0,1647	0,1647

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

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

Coefficientes de determinação de 72,04%, 75,99% e 74,43% para épocas 3, 4 e 5 respectivamente.

TABELA 4A. Regressão polinomial para área foliar média de parcela, fixando-se fator época e variando doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5
Regressão linear	1	2,4494	493,0008	3226,2119	4268,5246	2357,8208
Regressão quadrática	1	5836,6362*	4517,8927	48,9244	125,1526	9427,4993**
Regressão cúbica	1	6524,3608*	2507,2494	410,1734	1862,4015	1779,3936
Resíduo	158	1364,1456	1364,1456	1364,1456	1364,1456	1364,1456

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

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

- Para época 1, coeficientes de determinação para regressões quadrática e cúbica de 47,23% e 100% respectivamente.

- Para época 5, coeficiente de determinação para regressões quadrática de 86,88%.

TABELA 5A. Regressão polinomial para teores de manganês na parte aérea das mudas de cafeeiro, fixando-se o fator época, variando doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5
Regressão linear	1	2926,0167**	6552,1500**	2528,5042**	1793,0667**	102,7042
Regressão quadrática	1	1180,0833**	884,0833*	77,5208	140,0833	99,1875
Regressão cúbica	1	721,0667*	14,0167	39,2042	7,3500	92,5042
Resíduo	158	152,2683	152,2683	152,2683	152,2683	152,2683

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

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

- Para época 1, coeficientes de determinação para regressões linear, quadrática e cúbica de 60,62%, 85,06% e 100% respectivamente.

- Para época 2, coeficientes de determinação para regressões linear e quadrática de 87,95% e 99,81%.

- Para época 3, coeficiente de determinação para regressão linear igual a 95,59%.

- Para época 4, coeficiente de determinação para regressão linear igual a 92,40%.

TABELA 6A. Regressão polinomial para quantidades (mg) de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro variando-se doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância
Regressão linear	1	95,2810**
Regressão quadrática	1	7,3391
Regressão cubica	1	0,9173
Resíduo	158	1,1956

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

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

Coeficientes de determinação de 92,03% e 99,11% para regressões linear e quadrática respectivamente.

TABELA 7A. Regressão polinomial para teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, fixando-se o fator época, variando doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5
Regressão linear	1	0,0046	0,2815*	0,1426	0,2483*	1,2141**
Regressão quadrática	1	0,0713	0,0261	0,1419	0,0085	0,2228
Regressão cúbica	1	0,0586	0,1109	0,1377	0,0005	0,0122
Resíduo	158	0,0620	0,0620	0,0620	0,0620	0,0620

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

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

- Para época 2, coeficiente de determinação para regressão linear de 67,26%.

- Para época 4, coeficiente de determinação para regressão linear de 96,50%.

- Para época 5, coeficiente de determinação para regressão linear de 83,79%.

TABELA 8A. Regressão polinomial para os teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de fertilizantes em cobertura, e diferentes doses de N.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância	
		Épocas	Doses de N
Regressão linear	1	0,9937**	1,1913**
Regressão quadrática	1	0,1095	0,0525
Regressão cúbica	1	0,3214	0,0074
Resíduo	158	0,0620	0,0620

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

- Para épocas, coeficiente de determinação para regressão linear de 67%.

- Para doses de N, coeficiente de determinação para regressão linear de 95,22%.

TABELA 9A. Regressão polinomial para teores de fósforo na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, e diferentes doses de N.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância	
		Épocas	Doses de N
Regressão linear	1	0,0143**	0,0076**
Regressão quadrática	1	0,0039*	0,0000004
Regressão cúbica	1	0,00004	0,0000068
Resíduo	158	0,00064	0,00064

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

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

- Para épocas, coeficiente de determinação para regressão linear e quadrática de 75,08% e 95,58% respectivamente.

- Para doses de nitrogênio, coeficiente de determinação para regressão linear de 99,91%.

TABELA 10A. Regressão polinomial para teores de enxofre na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, fixando-se fator época, variando doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5
Regressão linear	1	0,00022	0,00165**	0,000107	0,00187**	0,001307**
Regressão quadrática	1	0,00075*	0,0000021	0,000300	0,000102	0,000408
Regressão cúbica	1	0,00018	0,0000337	0,000026	0,000350	0,000060
Resíduo	158	0,00019	0,00019	0,00019	0,00019	0,00019

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

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

- Para época 1, coeficiente de determinação para regressão quadrática de 84,11%.

- Para época 2, coeficiente de determinação para regressão linear de 97,88%.

- Para época 4, coeficiente de determinação para regressão linear de 80,52%.

- Para época 5, coeficiente de determinação para regressão linear de 73,62%.



TABELA 11A. Regressão polinomial para teores de enxofre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância
		Épocas
Regressão linear	1	0,0009*
Regressão quadrática	1	0,0108**
Regressão cúbica	1	0,0017**
Desvios de regressão	1	0,0008
Resíduo	158	0,0001

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

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

- Coeficiente de determinação para regressões linear, quadrática e cúbica de 6,68%, 81,87% e 93,83%.

TABELA 12A. Regressão polinomial para teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de N e K em cobertura.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância
		Épocas
Regressão linear	1	681,6333**
Regressão quadrática	1	186,4821**
Regressão cúbica	1	24,7521
Desvios de regressão	1	205,5241
Resíduo	158	22,1482

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

- Coeficiente de determinação para regressões linear e quadrática de 62,06%, 79,04% respectivamente.

TABELA 13A. Regressão polinomial para teores de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, e diferentes doses de  $K_2O$ .

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância	
		Épocas	Doses de $K_2O$
Regressão linear	1	0,00217	0,00891**
Regressão quadrática	1	0,00335*	0,00126
Regressão cúbica	1	0,00002	0,0000067
Resíduo	158	0,00078	0,00078

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

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

- Para épocas, coeficiente de determinação para regressão quadrática de 65,22%.

- Para doses de  $K_2O$ , coeficiente de determinação para regressão linear de 87,55%.

TABELA 14A. Regressão polinomial para teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, e diferentes doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância	
		Épocas	Doses de N
Regressão linear	1	187,5000	11309,8800**
Regressão quadrática	1	725,0059*	1118,0167**
Regressão cúbica	1	490,0521	268,8533
Resíduo	158	152,2683	152,2683

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

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

- Para épocas, coeficiente de determinação para regressão quadrática de 58,69%.

- Para doses de "N", coeficiente de determinação para regressões linear e quadrática de 89,08% e 97,88% respectivamente.

TABELA 15A. Regressão polinomial para quantidades (g/parcela) de nitrogênio na matéria seca total de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura, e diferentes doses de N.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância	
		Épocas	Doses de N
Regressão linear	1	0,03932**	0,03049**
Regressão quadrática	1	0,00281	0,00539
Regressão cúbica	1	0,00088	0,00057
Resíduo	158	0,00212	0,00212

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

- Para épocas, coeficiente de determinação para regressão linear de 90,80%.

- Para doses de N, coeficiente de determinação para regressão linear de 83,63%.

TABELA 16A. Regressão polinomial para quantidades de enxofre (g/parcela) na matéria seca total de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância
		Épocas
Regressão linear	1	0,0000006
Regressão quadrática	1	0,0001099**
Regressão cúbica	1	0,0000031
Desvios de regressão	1	0,0000045
Resíduo	158	0,0000037

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

- Coeficiente de determinação para regressão quadrática de 93,55%.

TABELA 17A. Regressão polinomial para quantidades de cobre (mg/parcela) na matéria seca total de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nutrientes em cobertura.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância
		Épocas
Regressão linear	1	0,050012**
Regressão quadrática	1	0,023984**
Regressão cúbica	1	0,0000072
Desvios de regressão	1	0,0249590
Resíduo	158	0,0030071

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

- Coeficiente de determinação para regressão linear e quadrática de 74,77% e 74,78% respectivamente.

TABELA 18A. Regressão polinomial para quantidades de manganês (mg/parcela) na matéria seca de mudas de cafeeiro em diferentes épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância
		Doses de N
Regressão linear	1	1,184206**
Regressão quadrática	1	0,090511*
Regressão cúbica	1	0,008407
Resíduo	158	0,016236

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

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

- Coeficiente de determinação para regressões linear e quadrática de 92,29% e 99,34%.

TABELA 19A. Valores médios de peso seco da parte aérea (PSPA), em gramas de 4 plantas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	8,73	8,55	8,97	8,72
	20	8,57	8,29	8,61	9,05
	40	9,33	10,24	10,37	9,73
	60	7,27	8,19	8,24	8,67
2	0	7,33	8,24	8,69	8,57
	20	9,81	9,76	9,03	8,59
	40	7,93	9,22	9,80	8,16
	60	8,82	8,42	7,46	9,49
3	0	8,73	8,23	8,21	8,07
	20	7,99	7,91	9,42	9,74
	40	9,27	9,53	8,30	9,48
	60	9,35	9,07	8,40	9,72
4	0	8,01	9,25	8,47	9,05
	20	10,37	10,71	8,03	9,77
	40	10,39	8,45	9,51	8,40
	60	10,45	9,77	9,53	9,50
5	0	10,72	9,19	9,00	9,06
	20	8,95	7,63	8,99	7,44
	40	8,95	9,21	9,33	8,44
	60	10,32	9,71	9,46	9,20

TABELA 20A. Valores médios de peso seco de raízes (PSRA), em gramas, de 4 plantas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	1,33	1,32	1,38	1,28
	20	1,42	1,17	1,27	1,35
	40	1,38	1,53	1,80	1,65
	60	1,12	1,05	1,26	1,59
2	0	1,29	1,11	1,56	1,34
	20	1,59	1,57	1,08	1,14
	40	1,11	1,23	1,59	1,22
	60	1,41	0,89	1,30	1,22
3	0	1,46	1,40	1,26	1,31
	20	1,23	1,17	1,37	1,33
	40	1,36	1,45	1,07	1,49
	60	1,32	1,22	1,06	1,45
4	0	1,03	1,78	1,28	1,36
	20	1,75	1,64	1,24	1,46
	40	1,75	1,41	1,55	1,19
	60	1,46	1,36	1,34	1,32
5	0	1,77	1,34	1,84	1,24
	20	1,33	0,99	1,37	1,37
	40	1,32	1,37	1,36	1,40
	60	1,45	1,24	1,39	1,19

TABELA 21A. Valores médios de peso seco total (PSTO), em gramas de 4 plantas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	10,06	9,87	10,35	10,00
	20	9,99	9,46	9,88	10,39
	40	10,71	11,77	12,17	11,38
	60	8,40	9,24	9,50	10,26
2	0	8,62	9,35	10,25	9,92
	20	11,40	11,34	10,11	9,73
	40	9,05	10,45	11,39	9,38
	60	10,23	9,31	8,76	10,71
3	0	10,19	9,63	9,47	9,38
	20	9,23	9,08	10,79	11,06
	40	10,63	10,98	9,37	10,97
	60	10,67	10,30	9,46	11,17
4	0	9,04	11,03	9,74	10,40
	20	12,12	12,35	9,27	11,23
	40	12,14	9,86	11,06	9,58
	60	11,91	11,14	10,87	10,82
5	0	12,48	10,53	10,84	10,29
	20	10,28	8,61	10,37	8,81
	40	10,27	10,57	10,69	9,84
	60	11,77	10,95	10,86	10,40

TABELA 22A. Valores médios de diâmetro em milímetros, de 4 plantas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	2,99	2,82	2,97	2,86
	20	2,84	2,79	2,84	2,92
	40	2,98	2,98	3,18	3,00
	60	2,68	2,78	2,78	3,01
2	0	2,83	2,80	2,96	2,93
	20	2,99	2,97	2,92	2,95
	40	2,73	2,85	3,08	2,78
	60	2,97	2,83	2,58	2,89
3	0	2,99	3,05	2,98	3,03
	20	2,80	2,85	2,85	3,12
	40	2,89	3,05	2,81	3,07
	60	2,94	2,88	2,82	2,91
4	0	2,78	3,09	2,93	2,94
	20	3,29	3,08	2,90	2,99
	40	3,10	2,84	3,10	2,95
	60	2,95	2,93	2,97	2,92
5	0	3,24	2,99	3,12	2,95
	20	2,81	2,82	2,96	2,78
	40	2,93	2,97	2,97	3,03
	60	2,98	2,95	2,93	3,02



TABELA 23A. Valores médios de altura das mudas de cafeeiro, em centímetros, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	24,33	23,25	24,79	24,54
	20	23,96	25,54	25,08	25,46
	40	25,71	26,17	25,71	26,29
	60	23,58	25,58	24,75	24,88
2	0	25,00	24,88	23,21	24,67
	20	25,71	25,38	26,92	25,13
	40	22,67	25,83	24,63	24,33
	60	23,92	24,38	23,17	25,46
3	0	24,72	24,25	25,04	23,97
	20	24,70	23,08	25,64	25,73
	40	25,89	24,96	24,76	24,68
	60	24,43	24,27	25,26	26,54
4	0	24,42	25,08	23,48	24,17
	20	26,55	25,95	24,13	24,88
	40	25,05	23,17	25,90	23,13
	60	25,75	25,83	26,63	26,29
5	0	26,16	24,83	24,42	25,08
	20	23,92	23,50	25,96	22,83
	40	22,75	25,79	25,46	23,63
	60	25,75	26,46	25,21	25,63

TABELA 24A. Valores médios de área foliar de 4 mudas de cafeeiro, em centímetros quadrados, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	286,25	282,73	292,63	272,11
	20	278,83	280,90	280,58	299,00
	40	297,36	329,56	315,96	322,38
	60	249,85	272,56	277,01	295,00
2	0	251,04	274,00	276,07	288,24
	20	312,39	304,94	310,98	301,85
	40	264,14	303,32	317,69	278,90
	60	289,92	283,88	264,56	311,25
3	0	297,48	277,08	276,84	272,98
	20	271,63	266,02	284,76	318,48
	40	299,22	303,37	296,15	302,84
	60	300,95	296,69	291,51	312,78
4	0	272,64	293,85	283,61	299,06
	20	316,20	343,29	260,05	320,86
	40	323,41	284,64	315,71	283,51
	60	334,47	312,01	310,32	315,88
5	0	333,89	307,91	291,81	302,58
	20	292,36	266,46	297,39	249,37
	40	303,23	302,82	310,67	279,29
	60	343,75	320,23	317,29	308,36

TABELA 25A. Valores médios de teores de nitrogênio em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	27,3	27,0	26,2	27,4
	20	26,5	26,4	26,4	27,8
	40	27,1	26,2	24,5	25,2
	60	27,2	26,2	27,4	27,4
2	0	25,1	29,3	26,2	26,2
	20	26,7	23,4	27,2	27,0
	40	30,3	28,9	26,5	26,5
	60	27,1	28,5	29,3	28,4
3	0	26,4	27,2	25,4	25,0
	20	28,4	28,4	29,3	28,1
	40	26,6	26,7	29,4	27,6
	60	27,9	28,3	28,6	27,0
4	0	25,6	26,0	25,8	26,8
	20	27,5	25,9	28,6	26,1
	40	25,5	27,7	29,4	27,7
	60	28,5	26,4	28,0	29,2
5	0	25,9	28,8	23,3	26,9
	20	28,4	29,0	29,4	28,2
	40	29,2	32,4	30,7	30,1
	60	30,5	31,2	30,2	29,5

TABELA 26A. Valores médios dos teores de fósforo em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	2,5	2,7	2,4	2,6
	20	2,4	2,4	2,5	2,8
	40	2,5	2,4	2,5	2,7
	60	2,4	2,5	2,6	2,5
2	0	2,8	2,5	2,7	2,6
	20	2,3	2,6	2,5	2,5
	40	2,2	2,4	2,7	2,5
	60	2,6	2,4	2,5	2,5
3	0	2,6	2,3	2,7	2,6
	20	2,7	2,6	2,6	2,5
	40	2,4	2,6	2,5	2,4
	60	2,5	2,4	2,5	2,5
4	0	2,5	2,7	2,5	2,5
	20	2,6	2,4	2,2	2,5
	40	2,4	2,4	2,5	2,4
	60	2,1	2,1	2,4	2,1
5	0	2,4	2,4	2,5	2,1
	20	2,3	2,3	2,5	2,3
	40	2,3	2,2	2,3	2,2
	60	2,2	2,4	2,2	2,2

TABELA 27A. Valores médios dos teores de potássio em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	16,6	20,1	20,2	20,1
	20	21,6	22,2	22,8	21,8
	40	20,4	21,3	23,4	23,2
	60	23,3	22,2	22,1	21,7
2	0	22,3	24,7	23,2	23,8
	20	22,3	23,6	23,1	23,1
	40	21,8	22,8	22,6	23,9
	60	23,5	21,3	22,9	22,3
3	0	22,7	22,6	20,9	22,7
	20	22,0	23,8	22,5	22,9
	40	22,9	20,0	21,8	21,3
	60	21,5	22,5	21,6	22,7
4	0	23,3	22,6	20,8	24,0
	20	20,9	21,8	21,5	23,4
	40	18,4	21,9	22,8	22,6
	60	20,7	21,5	22,9	24,1
5	0	23,4	23,7	22,9	21,3
	20	22,4	22,4	23,5	20,7
	40	22,8	24,0	24,9	24,0
	60	21,5	21,9	25,2	22,9

TABELA 28A. Valores médios dos teores de cálcio em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	12,9	9,7	10,8	10,3
	20	11,3	11,1	10,9	11,4
	40	11,3	9,9	9,1	9,3
	60	10,6	9,8	10,4	10,1
2	0	9,8	9,7	9,3	9,9
	20	10,2	9,5	9,7	9,7
	40	10,3	9,0	10,0	9,6
	60	10,4	11,6	11,3	10,3
3	0	11,5	11,3	10,8	10,8
	20	9,8	10,1	9,9	10,2
	40	10,6	9,6	10,9	10,4
	60	11,4	10,2	10,6	10,3
4	0	10,0	10,5	10,6	10,1
	20	11,0	9,9	11,0	9,7
	40	10,2	10,4	10,5	11,0
	60	11,3	9,6	9,2	10,7
5	0	10,3	10,6	10,2	10,8
	20	11,3	12,1	10,7	10,8
	40	10,7	10,7	10,1	11,0
	60	10,0	10,8	10,5	10,5

TABELA 29A. Valores médios dos teores de magnésio, em g/kg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	3,1	2,6	2,7	2,7
	20	3,2	2,9	2,7	3,0
	40	2,9	2,6	2,3	2,5
	60	2,6	2,7	2,8	2,6
2	0	2,7	2,7	2,6	2,5
	20	2,7	2,7	2,5	2,4
	40	2,8	2,5	2,7	2,7
	60	2,7	2,9	2,9	2,4
3	0	2,8	2,8	2,8	2,8
	20	2,3	2,8	2,7	2,8
	40	2,8	2,6	2,8	2,6
	60	2,9	2,8	2,8	2,6
4	0	2,7	2,6	2,6	2,7
	20	2,9	2,5	2,7	2,5
	40	2,8	2,7	2,6	2,7
	60	3,0	2,7	2,5	2,7
5	0	2,7	2,7	3,0	2,9
	20	3,0	3,1	2,6	2,9
	40	3,1	2,9	2,5	2,8
	60	2,9	2,8	2,7	2,7

TABELA 30A. Valores médios dos teores de enxofre, em g/kg, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,833	0,767	0,833	0,700
	20	0,733	0,767	0,800	0,733
	40	0,700	0,700	0,700	0,800
	60	0,867	0,833	0,800	0,933
2	0	0,900	0,867	0,800	0,800
	20	0,833	0,900	0,800	1,000
	40	0,967	0,900	0,933	1,033
	60	1,067	0,900	0,933	1,067
3	0	0,933	0,933	0,933	0,867
	20	0,933	0,933	0,967	1,033
	40	0,933	0,967	1,067	1,033
	60	0,967	0,900	1,000	0,933
4	0	0,933	0,967	0,933	0,867
	20	0,733	0,867	0,800	0,767
	40	0,733	0,800	0,800	0,900
	60	0,833	0,667	0,733	0,700
5	0	0,700	0,600	0,667	0,667
	20	0,733	0,867	0,800	0,733
	40	0,933	0,733	0,733	0,800
	60	0,767	0,800	0,800	0,867



TABELA 31A. Valores médios dos teores de cobre, em mg/kg, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	17,00	16,33	16,67	16,67
	20	15,33	17,67	17,33	17,33
	40	16,67	15,67	16,67	17,67
	60	15,33	17,33	15,00	15,00
2	0	17,00	18,33	17,67	17,33
	20	16,33	16,33	15,67	18,33
	40	16,33	18,00	17,33	16,00
	60	14,00	9,67	10,33	11,33
3	0	11,33	10,33	12,00	11,33
	20	9,67	11,33	11,00	11,33
	40	10,00	11,33	11,33	12,67
	60	11,00	10,33	10,00	10,67
4	0	10,00	13,33	12,33	11,33
	20	12,33	13,67	11,00	13,67
	40	13,67	12,67	12,33	11,33
	60	11,67	12,00	13,33	12,67
5	0	14,00	14,00	13,00	13,33
	20	12,67	9,67	12,00	10,33
	40	11,67	13,00	13,33	11,00
	60	10,67	12,00	11,67	12,33

TABELA 32 A. Valores médios dos teores de zinco, em mg/kg, na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	33,13	17,83	15,40	14,73
	20	15,90	16,30	32,60	16,30
	40	15,60	16,00	15,33	15,50
	60	19,50	15,60	16,97	23,10
2	0	35,87	17,47	17,27	16,03
	20	22,90	17,17	17,93	22,23
	40	22,67	22,43	19,17	16,23
	60	16,80	16,70	17,90	16,07
3	0	17,13	17,63	16,20	16,90
	20	15,50	15,87	20,37	16,00
	40	16,83	14,87	14,17	14,67
	60	15,00	14,57	23,33	18,43
4	0	16,40	15,97	14,03	16,10
	20	15,23	12,17	15,73	15,50
	40	14,23	14,77	17,63	17,30
	60	16,57	17,53	17,00	15,23
5	0	19,77	16,30	16,13	15,77
	20	15,53	16,83	15,70	14,87
	40	17,07	19,23	15,27	15,50
	60	14,63	14,30	13,93	16,67

TABELA 33A. Valores médios dos teores de boro, em mg/kg, na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, referentes as parcelas que receberam diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em 5 épocas distintas.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	23,90	25,37	21,67	23,53
	20	22,93	25,50	30,20	33,03
	40	25,87	23,13	19,80	21,73
	60	23,20	24,70	23,63	28,77
2	0	29,83	25,37	24,97	30,17
	20	26,97	27,47	25,90	21,37
	40	24,67	28,43	25,70	23,47
	60	26,80	24,97	26,03	25,67
3	0	25,93	30,50	30,53	27,10
	20	26,13	28,43	28,33	28,37
	40	25,33	26,50	26,23	28,13
	60	22,70	26,77	25,10	25,87
4	0	26,60	29,30	26,73	26,77
	20	27,37	25,63	28,67	25,30
	40	19,20	24,53	23,50	26,00
	60	27,47	26,43	25,27	26,23
5	0	26,10	24,27	22,30	26,13
	20	29,87	26,63	25,30	24,90
	40	28,47	22,27	22,07	24,83
	60	24,47	28,30	24,73	27,07

TABELA 34A. Valores médios de quantidades de nitrogênio (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento em 5 épocas de aplicações de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,24	0,23	0,23	0,23
	20	0,23	0,22	0,23	0,25
	40	0,25	0,27	0,25	0,25
	60	0,20	0,21	0,23	0,23
2	0	0,18	0,24	0,22	0,22
	20	0,26	0,23	0,25	0,23
	40	0,24	0,26	0,26	0,22
	60	0,24	0,24	0,21	0,27
3	0	0,23	0,22	0,20	0,19
	20	0,23	0,22	0,28	0,27
	40	0,25	0,25	0,24	0,26
	60	0,26	0,26	0,24	0,26
4	0	0,21	0,24	0,22	0,24
	20	0,28	0,28	0,22	0,26
	40	0,27	0,23	0,28	0,24
	60	0,30	0,26	0,27	0,28
5	0	0,28	0,26	0,21	0,24
	20	0,25	0,22	0,26	0,21
	40	0,27	0,30	0,29	0,25
	60	0,32	0,30	0,29	0,27

TABELA 35A. Valores médios de quantidades de fósforo (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicações de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,0220	0,0228	0,0215	0,0224
	20	0,0204	0,0199	0,0213	0,0250
	40	0,0233	0,0245	0,0258	0,0261
	60	0,0177	0,0203	0,0210	0,0212
2	0	0,0203	0,0210	0,0234	0,0221
	20	0,0225	0,0256	0,0219	0,0218
	40	0,0180	0,0221	0,0266	0,0202
	60	0,0227	0,0201	0,0182	0,0236
3	0	0,0223	0,0199	0,0227	0,0207
	20	0,0218	0,0209	0,0246	0,0243
	40	0,0219	0,0247	0,0207	0,0231
	60	0,0240	0,0219	0,0212	0,0246
4	0	0,0198	0,0248	0,0215	0,0231
	20	0,0266	0,0260	0,0182	0,0248
	40	0,0249	0,0204	0,0235	0,0202
	60	0,0222	0,0207	0,0225	0,0206
5	0	0,0206	0,0214	0,0225	0,0190
	20	0,0207	0,0173	0,0227	0,0178
	40	0,0210	0,0197	0,0216	0,0185
	60	0,0228	0,0226	0,0208	0,0202

TABELA 36A. Valores médios de quantidades de potássio (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,14	0,17	0,18	0,18
	20	0,19	0,18	0,20	0,20
	40	0,19	0,22	0,24	0,23
	60	0,17	0,18	0,18	0,19
2	0	0,16	0,20	0,20	0,20
	20	0,22	0,23	0,21	0,20
	40	0,17	0,20	0,22	0,20
	60	0,21	0,18	0,17	0,21
3	0	0,20	0,18	0,17	0,18
	20	0,17	0,19	0,21	0,22
	40	0,21	0,19	0,18	0,20
	60	0,20	0,20	0,18	0,22
4	0	0,19	0,21	0,18	0,22
	20	0,22	0,23	0,17	0,23
	40	0,19	0,18	0,21	0,19
	60	0,21	0,21	0,22	0,23
5	0	0,25	0,22	0,21	0,19
	20	0,20	0,17	0,21	0,16
	40	0,21	0,22	0,23	0,20
	60	0,22	0,21	0,24	0,21

**TABELA 37A.** Valores médios de quantidade de cálcio (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,11	0,08	0,10	0,09
	20	0,09	0,09	0,09	0,10
	40	0,11	0,10	0,09	0,09
	60	0,08	0,08	0,08	0,09
2	0	0,07	0,08	0,08	0,08
	20	0,10	0,09	0,09	0,08
	40	0,08	0,08	0,10	0,08
	60	0,09	0,10	0,08	0,10
3	0	0,10	0,10	0,09	0,09
	20	0,08	0,08	0,09	0,10
	40	0,10	0,09	0,09	0,10
	60	0,11	0,09	0,09	0,10
4	0	0,08	0,10	0,09	0,09
	20	0,11	0,11	0,09	0,09
	40	0,11	0,09	0,10	0,09
	60	0,12	0,09	0,09	0,10
5	0	0,11	0,10	0,09	0,10
	20	0,10	0,09	0,10	0,08
	40	0,10	0,10	0,90	0,09
	60	0,10	0,10	0,10	0,10

TABELA 38A. Valores médios de quantidades de magnésio (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,03	0,02	0,02	0,02
	20	0,03	0,02	0,02	0,03
	40	0,03	0,03	0,02	0,02
	60	0,02	0,02	0,02	0,02
2	0	0,02	0,02	0,02	0,02
	20	0,03	0,03	0,02	0,02
	40	0,02	0,02	0,03	0,02
	60	0,02	0,02	0,02	0,02
3	0	0,02	0,02	0,02	0,02
	20	0,02	0,02	0,03	0,03
	40	0,03	0,03	0,02	0,02
	60	0,03	0,03	0,02	0,03
4	0	0,02	0,02	0,02	0,02
	20	0,03	0,03	0,02	0,02
	40	0,03	0,02	0,02	0,02
	60	0,03	0,03	0,02	0,03
5	0	0,03	0,02	0,03	0,03
	20	0,03	0,02	0,02	0,02
	40	0,03	0,03	0,02	0,02
	60	0,03	0,03	0,03	0,02



TABELA 39A. Valores médios de quantidades de enxofre (gramas), na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,0073	0,0066	0,0074	0,0061
	20	0,0063	0,0064	0,0070	0,0067
	40	0,0066	0,0072	0,0071	0,0078
	60	0,0063	0,0066	0,0064	0,0078
2	0	0,0068	0,0070	0,0067	0,0069
	20	0,0082	0,0087	0,0073	0,0086
	40	0,0073	0,0083	0,0092	0,0085
	60	0,0094	0,0076	0,0069	0,0100
3	0	0,0081	0,0078	0,0077	0,0069
	20	0,0074	0,0073	0,0091	0,0102
	40	0,0086	0,0092	0,0087	0,0098
	60	0,0091	0,0081	0,0084	0,0091
4	0	0,0074	0,0089	0,0079	0,0079
	20	0,0076	0,0093	0,0064	0,0074
	40	0,0077	0,0067	0,0075	0,0076
	60	0,0088	0,0065	0,0071	0,0067
5	0	0,0074	0,0054	0,0060	0,0060
	20	0,0066	0,0065	0,0072	0,0055
	40	0,0086	0,0066	0,0068	0,0066
	60	0,0079	0,0077	0,0076	0,0080

TABELA 40A. Valores médios de quantidades (mg) de cobre, na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,16	0,14	0,15	0,13
	20	0,13	0,15	0,16	0,16
	40	0,15	0,15	0,18	0,18
	60	0,12	0,15	0,12	0,14
2	0	0,12	0,15	0,15	0,15
	20	0,16	0,17	0,13	0,16
	40	0,14	0,16	0,17	0,14
	60	0,12	0,08	0,07	0,11
3	0	0,10	0,09	0,10	0,09
	20	0,08	0,09	0,11	0,11
	40	0,09	0,11	0,09	0,12
	60	0,10	0,09	0,09	0,10
4	0	0,08	0,12	0,10	0,10
	20	0,13	0,15	0,09	0,14
	40	0,14	0,11	0,12	0,10
	60	0,12	0,12	0,13	0,12
5	0	0,15	0,13	0,12	0,12
	20	0,11	0,08	0,11	0,08
	40	0,11	0,12	0,12	0,09
	60	0,11	0,12	0,11	0,11

TABELA 41A. Valores médios de quantidades (mg) de manganês, na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K<sub>2</sub>O

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,40	0,26	0,23	0,28
	20	0,34	0,30	0,28	0,31
	40	0,26	0,32	0,27	0,42
	60	0,46	0,39	0,45	0,44
2	0	0,30	0,26	0,29	0,23
	20	0,34	0,33	0,31	0,32
	40	0,43	0,29	0,46	0,33
	60	0,53	0,51	0,55	0,62
3	0	0,29	0,29	0,34	0,27
	20	0,27	0,31	0,38	0,38
	40	0,45	0,49	0,38	0,39
	60	0,54	0,44	0,52	0,46
4	0	0,23	0,32	0,25	0,32
	20	0,41	0,33	0,29	0,29
	40	0,39	0,38	0,32	0,31
	60	0,51	0,43	0,40	0,54
5	0	0,38	0,31	0,34	0,31
	20	0,34	0,36	0,35	0,30
	40	0,33	0,37	0,39	0,33
	60	0,38	0,38	0,42	0,41

TABELA 42A. Valores médios de quantidades (mg) de zinco, na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,31	0,16	0,14	0,13
	20	0,14	0,13	0,28	0,15
	40	0,15	0,16	0,16	0,15
	60	0,14	0,13	0,14	0,21
2	0	0,24	0,15	0,15	0,14
	20	0,22	0,17	0,16	0,19
	40	0,19	0,21	0,19	0,13
	60	0,15	0,14	0,14	0,16
3	0	0,15	0,15	0,13	0,13
	20	0,12	0,12	0,19	0,16
	40	0,16	0,14	0,11	0,14
	60	0,14	0,13	0,20	0,18
4	0	0,13	0,15	0,12	0,14
	20	0,16	0,13	0,13	0,15
	40	0,15	0,13	0,16	0,15
	60	0,17	0,17	0,17	0,14
5	0	0,21	0,15	0,14	0,14
	20	0,14	0,13	0,14	0,11
	40	0,15	0,17	0,14	0,13
	60	0,15	0,14	0,13	0,15

TABELA 43A. Valores médios de quantidades (mg) de boro, na matéria seca da parte aérea de 4 mudas de cafeeiro, por ocasião da avaliação do experimento, em 5 épocas de aplicação de N e K<sub>2</sub>O.

Épocas	Doses de N	Doses de K <sub>2</sub> O (g/10 litros d'água/1.000 mudas)			
		0	20	40	60
1	0	0,21	0,22	0,20	0,21
	20	0,20	0,21	0,26	0,30
	40	0,24	0,23	0,21	0,21
	60	0,17	0,20	0,20	0,25
2	0	0,22	0,21	0,22	0,26
	20	0,26	0,27	0,24	0,18
	40	0,19	0,26	0,25	0,19
	60	0,24	0,21	0,20	0,24
3	0	0,23	0,25	0,25	0,21
	20	0,20	0,22	0,27	0,28
	40	0,24	0,25	0,22	0,27
	60	0,21	0,24	0,21	0,25
4	0	0,21	0,27	0,23	0,25
	20	0,28	0,27	0,23	0,25
	40	0,20	0,21	0,22	0,22
	60	0,29	0,26	0,24	0,25
5	0	0,28	0,22	0,20	0,24
	20	0,27	0,20	0,23	0,18
	40	0,25	0,21	0,21	0,20
	60	0,25	0,28	0,23	0,25