

CARLOS ALBERTO SPAGGIARI SOUZA

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) INOCULADAS COM *Gigaspora margarita* (BECKER & HALL) EM SUBSTRATO COM E SEM MATÉRIA ORGÂNICA E DIFERENTES DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES

Ricardo  
NOV 12/80  
(7º período)

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1987

CARLOS ALBERTO SPAGNOLI SOUZA

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAFEIRO  
(L.) INOCULADAS COM *Sphaeria coffeae* (BECKER &  
HALL) EM SUBSTRATO COM E SEM MATERIA ORGANICA  
EM DIFERENTES DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES

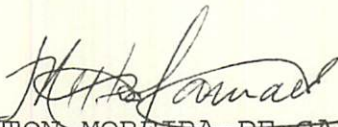
Trabalho apresentado à Faculdade de  
Agricultura da Universidade Federal de  
Goiás, em Goiânia, Goiás, em 1964.  
Foi apresentado em 1964, no curso de  
Mestrado.

[REDACTED]

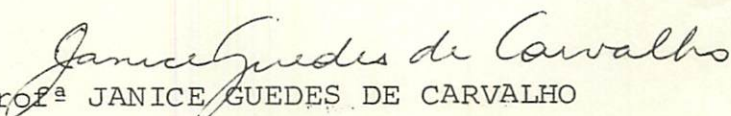
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE GOIAS  
LAVRAS - GOIAS

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) INOCULADAS  
COM *Gigaspora margarita* (BECKER & HALL) EM SUBSTRATO COM E SEM  
MATÉRIA ORGÂNICA E DIFERENTES DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES

APROVADA: Lavras, 08 de junho de 1987



Prof. MILTON MOREIRA DE CARVALHO  
Orientador



Prof<sup>a</sup> JANICE GUEDES DE CARVALHO



Prof. PAULO DE SOUZA

À minha querida e abnegada mãe Beatriz,  
pelos ensinamentos e exemplo de trabalho.

À meu pai Antônio ("in memoriam")

Aos meus irmãos Cícero, Celso, Celina,  
Maria Ângela e Antônio, pelo incentivo e apoio

À Joseane, pela companhia

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter iluminado o meu caminho e a minha mente.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pelos ensinamentos e oportunidade oferecida para a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida.

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE) pelo auxílio financeiro na impressão desta dissertação.

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e a Fundação Salim Farah Maluf, pelo apoio financeiro fornecido para a realização deste trabalho.

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

À professora Janice Guedes de Carvalho, pelo convívio, sugestões e atenção dispensada a todo momento.

Ao professor Paulo de Souza, pelos ensinamentos, críticas, e sugestões, durante a realização deste trabalho.

À amiga Elizabeth de Oliveira, não só pelos ensinamentos transmitidos, como também pelas sugestões, amizade e incentivo durante a realização deste curso, o meu mais profundo agradecimento.

Aos professores Ruben Delly Veiga e Gilnei de Souza Duarte pelo auxílio, nos momentos, em que as coisas não andaram bem com a parte estatística deste trabalho.

Ao professor Pedro de Castro Neto, pela amizade, críticas e por ter elaborado um programa, para computador, que permitiu o cálculo dos pontos de máximo e mínimo, das equações de 4º grau encontradas.

As laboratoristas Ana Maria dos Santos, Ana Lúcia B.S. Costa, Mara Márcia Vitorino e Lola de Souza Figueiredo que com muita prestatividade me ajudaram e apoiaram.

Aos laboratoristas do setor de análise foliar, do Departamento de Química da ESAL, que trabalharam em tempo extra, para realizar as análises nutricionais destes experimentos.

Ao Dr. José Oswaldo Siqueira, eminente e incansável pesquisador, desta importante área, que são os fungos micorrízicos, pelas várias solicitações atendidas.

Aos colegas Arnaldo Colozzi-Filho e Mauro Augusto de Paula pelas várias sugestões apresentadas e pelo estímulo proporcionado para que concluíssemos este trabalho.

A todos os colegas de mestrado em especial a Antônio Dias Santiago, Cássio S. Campideli, Roberto de A. Pinto, Paulo R. A. de

Oliveira, Marco Antônio G. Aguilár, Oswaldo R. Kato e Luiz Fernando C. da Silva, pelo convívio, amizade e apoio durante esta fase da minha vida

Às amigas Maria Auxiliadora de Resende Braga e Maria Aparecida de Carvalho, pelos trabalhos de datilografia desta dissertação.

Ao José Avelino e José Maurício, funcionários do viveiro de café da ESAL, aos funcionários da Biblioteca Central e do CPD, e também a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meus agradecimentos sinceros.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

CARLOS ALBERTO SPAGGIARI SOUZA, filho de Antônio de Souza Pinto e Beatriz Spaggiari da Silva, nasceu em Guaranésia, Estado de Minas Gerais, no dia 25 de setembro de 1960.

Concluiu o 2º grau na Escola Estadual "Alice Autran Dourado", em Guaranésia, Estado de Minas Gerais, em 1978.

Graduou-se em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Minas Gerais, em julho de 1983.

Trabalhou em atividades particulares na cultura do café até fevereiro de 1984.

Em março de 1984, iniciou o curso de Pós-Graduação, a nível de mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Lavras-MG.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Micorrizas vesicular-arbusculares, aspectos ge rais.....	04
2.2. Ocorrência e distribuição das MVA e taxonomia dos fungos MVA.....	05
2.3. Micorrizas em cafeeiro.....	06
2.4. Fatores que influenciam na formação e a efetivi dade das Micorrizas Vesicular-arbusculares.....	12
2.5. Matéria orgânica e as micorrizas vesicular-ar busculares.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Localização e caracterização da região de Lavras	16
3.2. Experimento de casa de vegetação.....	19
3.2.1. O solo.....	19
3.2.2. A matéria orgânica.....	20
3.2.3. O substrato.....	21
3.2.4. A planta.....	22
3.2.5. Delineamento experimental.....	22

	Página
3.2.6. Tratamentos.....	22
3.2.7. Preparo do inóculo.....	23
3.2.8. Instalação e condução do experimento...	24
3.2.9. Avaliação do experimento.....	25
3.2.10. Análise estatística.....	27
3.3. Experimento em viveiro comercial.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Experimento de casa de vegetação.....	28
4.1.1. Características de crescimento.....	28
4.1.2. Macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro	44
4.1.2.1. Nitrogênio.....	44
4.1.2.2. Fósforo.....	48
4.1.2.3. Potássio.....	51
4.1.2.4. Cálcio.....	54
4.1.2.5. Magnésio.....	56
4.1.2.6. Enxofre.....	59
4.1.3. Micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro	63
4.1.3.1. Boro.....	63
4.1.3.2. Cobre.....	65
4.1.3.3. Ferro.....	67
4.1.3.4. Manganês.....	69
4.1.3.5. Zinco.....	72

4.1.4. Macro e micronutrientes determinados na matéria seca das raízes das mudas de café.....	75
4.2. Experimento do viveiro comercial.....	78
4.2.1. Características de crescimento.....	78
4.2.1.1. Matéria seca da parte aérea...	78
4.2.1.2. Peso fresco das raízes.....	83
4.2.1.3. Matéria seca das raízes.....	85
4.2.1.4. Diâmetro do caule.....	87
4.2.1.5. Altura da planta.....	89
4.2.1.6. Área foliar.....	92
4.2.2. Macronutrientes na matéria seca da par- te aérea.....	97
4.2.2.1. Nitrogênio na parte aérea.....	97
4.2.2.2. Fósforo na parte aérea.....	101
4.2.2.3. Potássio na parte aérea.....	102
4.2.2.4. Cálcio na parte aérea.....	105
4.2.2.5. Magnésio na parte aérea.....	107
4.2.2.6. Enxofre na parte aérea.....	110
4.2.3. Micronutrientes na matéria seca da par- te aérea.....	111
4.2.3.1. Boro na parte aérea.....	111
4.2.3.2. Cobre na parte aérea.....	115
4.2.3.3. Ferro na parte aérea.....	118
4.2.3.4. Manganês na parte aérea.....	120
4.2.3.5. Zinco na parte aérea.....	124

	Página
4.2.4. Macronutrientes na matéria seca das raízes das mudas de cafeeiro.....	127
4.2.4.1. Nitrogênio nas raízes.....	127
4.2.4.2. Fósforo nas raízes.....	129
4.2.4.3. Potássio nas raízes.....	132
4.2.4.4. Cálcio nas raízes.....	135
4.2.4.5. Magnésio nas raízes.....	137
4.2.4.6. Enxofre nas raízes.....	139
4.2.5. Micronutrientes na matéria seca das raízes das mudas de cafeeiro.....	142
4.2.5.1. Boro nas raízes.....	142
4.2.5.2. Cobre nas raízes.....	146
4.2.5.3. Ferro nas raízes.....	147
4.2.5.4. Manganês nas raízes.....	149
4.2.5.5. Zinco nas raízes.....	152
5. CONCLUSÕES.....	154
5.1. Experimento em Casa de Vegetação.....	154
5.2. Experimento em Viveiro Comercial.....	155
6. RESUMO.....	157
6.1. Experimento de Casa de Vegetação.....	157
6.2. Experimento em Viveiro Comercial.....	158
7. SUMMARY.....	160
7.1. Glasshouse trial.....	160
7.2. Commercial nursery trial.....	161
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	163
APÊNDICE.....	183

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Resultados das análises químicas e físicas de uma amostra do solo utilizado na constituição do substrato para formação de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	19
2	Teores de nutrientes na matéria seca do esterco de curral utilizado na constituição do substrato para formação de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	20
3	Resultados das análises químicas e físicas de uma amostra do substrato utilizado para a formação de mudas de café, após a desinfestação com brometo de metila. ESAL, Lavras-MG. 1986..	21
4	Resultados das análises químicas da composição do superfosfato simples utilizado no experimento para formação de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	23

## Quadro

## Página

- 5 Resumo das análises de variância para as características de crescimento avaliadas em mudas de café, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples, na presença e ausência de inoculação com G. margarita, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento em casa de vegetação. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 29
- 6 Resumo das análises de variância para os teores de macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de café, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de G. margarita, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento em casa de vegetação. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 45
- 7 Resumo das análises de variância para os teores de micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de café adubadas com diferentes doses de superfosfato simples, na presença e ausência de micorrização, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento em casa de vegetação. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 63
- 8 Teores médios de macro e micronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de café adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação com G. margarita, sem matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 76

## Quadro

## Página

- 9 Teores médios de macro e micronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação com G. margarita com matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 77
- 10 Resumo das análises de variância para as características de crescimento avaliadas em mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples, na presença e ausência de inoculação com G. margarita, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento em viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 79
- 11 Resumos das análises de variância para os teores de macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de G. margarita com e sem matéria orgânica no substrato, experimento de viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG.1986 98
- 12 Resumo das análises de variância para os teores de micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de G. margarita, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento de viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 112

## Quadro

## Página

- 13      Resumo das análises de variância para os teores dos macronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de G. margarita, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento de viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 128
- 14      Resumo das análises de variância para os teores dos micronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de G. margarita, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento de viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG.1986 143

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Balanço hídrico de Thornthawaite & Mather (1955) para a região de Lavras; período de informação de 1931-60. Retenção de água no perfil =100 mm.	17
2	Dados diários de precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas médias (°C), registradas durante a realização dos experimentos. ESAL, Lavras-MG. 1985/86.....	18
3	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre a produção de matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	30
4	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica, no substrato, sobre o peso fresco das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras - MG. 1986.....	31

Figura		Página
5	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre a produção de matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	32
6	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre o diâmetro do caule de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	33
7	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre a altura das mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	34
8	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre a produção de área foliar de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras - MG. 1986.....	35
9	Efeito das doses de superfosfato simples sobre a taxa de colonização das raízes (dados transformados). Experimento de viveiro e de casa de vegetação. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	36
10	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, sobre o teor de nitrogênio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	46

## Figura

## Página

11	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, sem matéria orgânica, e na ausência de inoculação, com matéria orgânica, sobre os teores de fósforo na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	49
12	Efeito das doses de superfosfato simples na presença de inoculação e sem matéria orgânica, sobre os teores de potássio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG 1986.....	52
13	Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de matéria orgânica, sobre os teores de cálcio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	55
14	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	57
15	Efeito das doses de superfosfato simples sobre os teores de enxofre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG.1986.	60
16	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação sobre os teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	66

## Figura

## Página

- 17 Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 68
- 18 Efeito das doses de superfosfato simples na presença de inoculação e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 70
- 19 Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de inoculação e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de zinco na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 73
- 20 Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de inoculação sobre a produção de matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 80
- 21 Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, sobre o peso fresco das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 84
- 22 Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação sobre o peso da matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 86

## Figura

## Página

23	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre o diâmetro do caule de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	88
24	Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de inoculação sobre a altura das mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	90
25	Efeito das doses de superfosfato simples na presença de matéria orgânica no substrato, sobre a produção de área foliar de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	93
26	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação sobre a produção de área foliar de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	94
27	Efeito das doses de superfosfato simples sobre o teor de nitrogênio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras - MG. 1986.....	99
28	Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de matéria orgânica, sobre os teores de potássio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	103
29	Efeito das doses de superfosfato simples na presença de inoculação, com matéria orgânica, e na ausência de inoculação, sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de cálcio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	106

## Figura

## Página

30	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	108
31	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de boro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	113
32	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	116
33	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	119
34	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação sobre os teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	121
35	Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de matéria orgânica no substrato, sobre os teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	122

Figura		Página
36	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de zinco na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	125
37	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, sobre os teores de fósforo na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986	130
38	Efeito das doses de superfosfato simples na presença de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de potássio na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	133
39	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de cálcio na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	136
40	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com matéria orgânica no substrato, sobre os teores de enxofre na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	140
41	Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de matéria orgânica no substrato, sobre os teores de boro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.....	144

## Figura

## Página

- 42 Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de ferro na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 148
- 43 Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de manganês na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986..... 150

## 1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de micorrizas vesicular arbusculares (MVA) em plantas superiores é conhecida desde o século passado, mas somente nos últimos anos verificou-se a importância dessa associação na nutrição e desenvolvimento das plantas.

Quando as plantas crescem na presença desses fungos simbiotes, há uma maior absorção de nutrientes do solo, principalmente dos minerais pouco móveis, como é o caso do fósforo. Em certos casos, as plantas tornam-se mais tolerantes ao ataque de fitopatógenos como fungos e nematóides quando micorrizadas, provavelmente devido à maior absorção de nutrientes, a mecanismos químicos de defesa ou até por alterar a fisiologia e histologia dos tecidos, ZAMBOLIM (108).

A maior eficiência dessa associação na absorção de fósforo e outros nutrientes, poderia possibilitar a aplicação de menores doses de adubos, reduzindo-se assim os custos de produção.

Em vários estudos realizados com fungos micorrízicos VA em cafeeiro ficou evidenciado que esta planta apresenta elevado grau de dependência micorrízica (20, 61, 108).

LOPES (57) afirma que a desinfestação do substrato para produção de mudas de cafeeiro, tem como uma das consequências a eliminação da população nativa de fungos micorrízicos VA ali existentes. Nessas condições, quando as espécies efetivas são introduzidas, as plantas apresentam maior desenvolvimento e vigor em relação às não inoculadas.

Uma espécie de fungo micorrízico VA pode infectar diferentes hospedeiros, e uma espécie de planta pode ser infectada por diferentes espécies de fungos. Isto sugere que a associação não é específica. No entanto, existem dados mostrando que as plantas podem ser beneficiadas de forma diferente, dependendo da espécie de fungo, presente em suas raízes, o que indica variação na eficiência da simbiose MOSSE (73).

Baseando-se no efeito diferenciado da efetividade das espécies, vários fungos micorrízicos VA foram inoculados em mudas de cafeeiro (2, 22, 56, 58). Em todos os experimentos, o fungo Gigaspora margarita foi o que demonstrou maior efetividade na promoção do desenvolvimento das mudas de cafeeiro.

Um possível desenvolvimento mais rápido das mudas poderia ser vantajoso, implicando em diminuição de custos com tratamentos culturais em viveiros e possibilitando a obtenção de mudas para o plantio em campo de cultivo, durante o período de maior precipitação pluviométrica, favorecendo o pegamento das mesmas.

Entretanto, a maioria dos experimentos em que os efeitos das micorrizas vesicular arbusculares sobre o desenvolvimento de

mudas de cafeeiro foram avaliados, foram conduzidos em casa de vegetação, onde as condições ambientais são controladas. Nesses experimentos, não foi utilizado matéria orgânica na constituição do substrato para formação das mudas, prática que é recomendada pelos órgãos de pesquisa cafeeira e normalmente seguida pelos viveiristas, CARVALHO et alii (17) e IBC (47).

Diante desses fatos, este trabalho teve por objetivo verificar o efeito da associação micorrízica vesicular arbuscular, formada por Gigaspora margarita sobre o desenvolvimento de mudas de cafeeiro em substrato com e sem matéria orgânica e com diferentes doses de superfosfato simples, sob condições de casa de vegetação e viveiro comercial.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Micorrizas vesicular-arbusculares, aspectos gerais

O termo micorriza é empregado genericamente para referir-se às associações simbióticas mutualísticas entre fungos do solo e raízes de plantas, ZAMBOLIM & SIQUEIRA (110).

As micorrizas do tipo vesicular-arbusculares (MVA), foram descritas pela primeira vez em 1885 por Treub, citado por HAYMAN (42), ao examinar raízes de cana-de-açúcar.

As MVA são constituídas por três componentes: as raízes do hospedeiro, as hifas dos fungos no interior do córtex das raízes e as hifas dos fungos externas às raízes que se estendem através do solo. Os fungos formam arbúsculos, vesículas e esporos, através de modificações das hifas. Os arbúsculos são estruturas intracelulares formadas por ramificações dicotômicas das hifas, e se constituem nos sítios de trocas entre os dois organismos, COX et alii (25). As vesículas podem originar-se de hifas externas ou internas. Podem funcionar provavelmente como propágulos, GERDEMAN (34), ou como órgãos de reserva, como sugerido por HOLLEY & PE-

TERSON (45). Os esporos são formados, em geral, no micélio externo às raízes, ou no interior de raízes mortas, e garantem a sobrevivência e dispersão dos fungos, TRAPPE & SCHENCK (103).

As hifas externas dos fungos absorvem nutrientes para as raízes e podem penetrar no solo até 7 cm de distância das raízes. Esta característica dos fungos é de grande importância para a simbiose, uma vez que, uma raiz não micorrizada absorve os elementos de baixa mobilidade como P, Zn, Cu apenas de uma região aproximada de 1-2 mm ao seu redor, RHODES & GERDEMAN (80).

## 2.2. Ocorrência e distribuição das MVA e taxonomia dos fungos MVA

A ocorrência e distribuição das MVA é generalizada em quase todos os tipos de solos e espécies de plantas, desde as regiões árticas até os trópicos, GERDEMAN (34).

Levantamentos sobre a ocorrência e distribuição das MVA já foram conduzidos em vários países, MOSSE (74). No Brasil foram feitas observações da ocorrência de MVA na Região Amazônica, FERRAZ (29), em plantas de cerrado, THOMAZINI (99), na cultura do café no Estado de São Paulo, LOPES et alii (59), em alguns ecossistemas do Estado de Minas Gerais, COLOZZI-FILHO et alii (21), em mudas e lavouras de café da região sul do Estado de Minas Gerais, SIQUEIRA et alii (89, 90).

As espécies de fungos que formam micorrizas vesicular-arbusculares pertencem aos gêneros: Acaulospora, Entrophospora, Glo mus e Sclerocystis (Zigomicetos - Endogonales - Endogonaceae). Atualmente estes gêneros incluem mais de 100 espécies descritas, TRAPPE & SCHENCK (103).

Os estudos taxonômicos e fisiológicos desses fungos têm sido muito dificultados, pois são simbioses obrigatórios e ainda não foram cultivados em meios artificiais, SIQUEIRA et alii (96).

### 2.3. Micorrizas em cafeeiro

A primeira referência de que os cafeeiros são normalmente colonizados por fungos MVA foi publicado em 1897, por Janse citado por LOPES (57).

Em 1974, nos Estados Unidos SOUZA\* trabalhou com fungos MVA em cafeeiros Guarini, Mundo Novo, Catuaí e Icatu sob condições de casa de vegetação. Vários fungos foram testados em diferentes pH, e a espécie Gigaspora margarita foi a que melhor se comportou em solos ácidos.

CARDOSO (15), em 1978, descreveu a ocorrência de mudas de café Catuaí infectadas por fungos micorrízicos e sugeriu uma provável relação entre o maior desenvolvimento das mudas e a presença dos fungos MVA nas raízes.

---

\* SOUZA, P. de. Professor de Fitopatologia, Deptº de Fitossanidade da ESAL, Lavras-MG. (Dados não publicados).

LOPES et alii (58) inocularam diferentes espécies de fungos MVA em mudas de café e verificaram que a espécie Gigaspora margarita foi a mais efetiva na promoção do desenvolvimento das plantas. A maior efetividade dessa espécie para o cafeeiro foi posteriormente confirmada em outros experimentos, ANTUNES et alii (3) e COLOZZI-FILHO et alii (22).

Utilizando o fungo MVA Gigaspora margarita, LOPES et alii (61) conduziram dois experimentos em casa de vegetação, com a cultura do cafeeiro. No primeiro experimento, as mudas de café foram submetidas a diferentes doses de fósforo no solo, na presença e ausência de inoculação com o fungo G. margarita. As respostas obtidas nesse experimento, levaram os autores a concluir que o cafeeiro apresenta elevado grau de dependência micorrízica. Nesse experimento, quando as plantas não inoculadas receberam diferentes doses de fósforo (0 a 130 ppm de P aplicado), não houve resposta em crescimento. No entanto para os tratamentos inoculados, houve acentuada resposta para todas as doses de fósforo. A inoculação do fungo endomicorrízico promoveu um aumento de 3,6 vezes na produção de matéria seca em relação ao tratamento controle, não inoculado e sem fósforo. A inoculação resultou em maior concentração de fósforo, cobre e ferro nas folhas. Resultou em menor concentração de potássio, zinco, manganês e cálcio, o que pode ser interpretado como efeito diluição em função do maior desenvolvimento das plantas inoculadas. A produção de esporos pelo fungo foi beneficiada pelo fósforo aplicado.

No segundo experimento realizado, LOPES et alii (61) adicionaram diferentes níveis de zinco ao substrato, na forma de sul-

fato de zinco, para formação de mudas de café, na presença e ausência de fungo Gigaspora margarita. Não houve diferença na produção de matéria seca, quando as mudas foram inoculadas ou não com este fungo, perante as diferentes doses de zinco adicionadas. No entanto, neste experimento, as plantas inoculadas apresentaram maiores teores de fósforo e de cobre nas folhas. A produção de esporos não foi afetada pelas doses de zinco adicionadas ao substrato para formação de mudas de café.

Em outro experimento com mudas de cafeeiro e diferentes níveis de fósforo na presença e ausência de fungos micorrízicos, ZAMBOLIM et alii (109) encontraram que as plantas inoculadas tiveram sua altura aumentada em 300%. No entanto, não houve efeito diferenciado das diferentes doses de P aplicadas na forma de superfosfato simples (25 a 400 ppm) sobre o crescimento das plantas. Não se verificou influência significativa das doses de fósforo sobre a percentagem de colonização micorrízica e nem sobre o número de esporos produzidos por grama de solo. Uma parte deste experimento foi levada para o campo, e os resultados após 8 meses do plantio mostram crescimento vigoroso das plantas que foram inoculadas em todas as doses de fósforo.

Azigosporos do fungo G. margarita foram inoculados em mudas de café plantadas em solo desinfestado que recebeu 0, 200, 400, 800, 1600, 3200 e 4800 ppm de  $P_2O_5$ , na forma de superfosfato triplo, COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20). Houve influência no crescimento e nutrição das mudas, tanto pela inoculação como pelas doses de fósforo adicionadas, sendo os benefícios da inoculação máximos na

dose de 200 ppm de  $P_2O_5$  e aos 110 dias. Nessa dose de  $P_2O_5$ , as plantas micorrizadas apresentaram maior relação raiz/parte aérea, 80% do crescimento máximo, menores teores de nitrogênio e zinco e maiores teores de fósforo, cálcio e potássio. A colonização das raízes aumentou até a dose de 400 ppm de  $P_2O_5$  disponível, diminuindo rapidamente nas doses superiores. Estes autores concluíram que, embora o efeito da micorrização possa ser detectado 30 dias após a inoculação este efeito só se acentua após 60 dias, sendo que o cafeeiro requer um mínimo de 30-35% de colonização micorrízica nas raízes para proporcionar efeito benéfico no crescimento. Os dados sugerem que os benefícios da inoculação resultam da maior absorção de fósforo, e que a magnitude deste efeito depende do P disponível no solo.

O efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose entre mudas de cafeeiro e G. margarita foi estudado por SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (88) sob condições de casa de vegetação. Quando o solo tinha menos de 10 ppm de fósforo disponível, a simbiose apresentou natureza parasítica ou neutralística. Entre 100 e 300 ppm, apresentou transição entre mutualismo e parasitismo; e acima de 300 ppm de fósforo disponível, a simbiose foi parasítica. Embora a simbiose se estabeleça satisfatoriamente até 100 ppm de fósforo disponível, os maiores benefícios obtidos ocorreram quando o teor de fósforo disponível no solo foi inferior a 70 ppm. No que se refere à colonização das raízes, observa-se que a taxa de colonização aumentou três vezes, quando se aplicou 200 ppm de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato triplo. Até a dose de 800 ppm de  $P_2O_5$ , a

colonização manteve-se constante, e diminuiu intensamente nas doses mais elevadas. Um modelo conceitual que procura ilustrar os estágios que ocorrem entre a simbiose formada por mudas de cafeeiro e G. margarita em função da disponibilidade de fósforo no solo, é proposto e comentado por esses autores.

FLORENCE et alii (31) verificaram os efeitos da inoculação de G. margarita sobre o desenvolvimento de mudas de café, em substrato desinfestado e não desinfestado com brometo de metila. As mudas inoculadas apresentaram maior crescimento em relação às não inoculadas. Maiores quantidades de fósforo e potássio foram mobilizadas para a parte aérea das plantas inoculadas. Maior magnitude nas respostas foi obtida em substrato desinfestado. Nesse substrato não desinfestado com brometo de metila, o efeito da inoculação foi bem menor, sugerindo interações do fungo G. margarita com outros microorganismos do solo.

Em outro experimento dessa mesma natureza, FLORENCE & MIGUEL (30) inocularam G. margarita em mudas de café, em substrato com solo e/ou matéria orgânica desinfestados. As mudas de café inoculadas com esse fungo MVA desenvolveram-se mais do que as não inoculadas. As respostas foram mais intensas, quando o solo e a matéria orgânica foram desinfestadas. Nos tratamentos inoculados, quando o solo ou a matéria orgânica não foram desinfestados, a colonização micorrízica foi muito inferior aos tratamentos inoculados, onde ambos os componentes foram desinfestados. Maiores quantidades de fósforo e potássio foram mobilizados para a parte aérea das mudas inoculadas, quando o substrato foi desinfestado.

ZAMBOLIM (108) afirma que o cafeeiro é dependente da associação com fungos micorrízicos vesicular-arbusculares e que na formação de mudas deve-se inocular esses simbiossiontes, para que as plantas ao serem levadas para o campo, estejam com as suas raízes colonizadas, e possivelmente, sejam mais tolerantes a nematóides e as deficiências hídricas.

Mudas de cafeeiro previamente inoculadas com G. margarita com médias de peso seco de 3,74 g e 46,50% de colonização micorrízica nas raízes foram levadas para o campo, juntamente com as mudas não inoculadas, cujo peso de matéria seca era 0,95 g e não apresentavam colonização nas raízes. Essas mudas foram plantadas no campo com diferentes doses de fósforo na forma de superfosfato simples e fosfato alvorada. Após 426 dias do plantio, as mudas inoculadas apresentavam altura média superior, em relação às não inoculadas. Na véspera da primeira colheita, o teor de potássio era ligeiramente superior nas plantas não inoculadas, e o de boro maior nas plantas inoculadas. A produção de café cereja do primeiro foi 4,25 vezes superior nos tratamentos inoculados. Esses dados indicam que mesmo sob condições de campo, as mudas de café inoculadas, responderam à adubação fosfatada, LOPES et alii (62).

Em levantamento realizado por SIQUEIRA et alii (89), para verificar a ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em mudas de café produzidas na região do Estado de Minas Gerais, constatou-se que a maioria dessas mudas estavam sub-colonizadas, com taxa média de colonização de 13,8%. Esses autores concluíram que a diversidade de substratos utilizados, juntamente com o uso sistemá

tico de defensivos agrícolas e fertilizantes, são os principais fatores responsáveis pela baixa colonização micorrízica dessas.

#### 2.4. Fatores que influenciam na formação e a efetividade das Micorrizas Vesicular-Arbusculares

Os fatores ambientais e os inerentes ao próprio fungo, são características que interferem decisivamente nas respostas obtidas em inoculações micorrízicas, pois os benefícios das MVA resultam de uma condição equilibrada entre o fungo, a planta e o ambiente. MENGE (67) e COLOZZI-FILHO et alii (19). Estes componentes são controlados por vários fatores que interagem entre si de maneira complexa, podendo atuar direta ou indiretamente na eficiência da associação, COLOZZI-FILHO et alii (19).

Dos vários fatores que afetam o estabelecimento, funcionamento e multiplicação das MVA, LOPES et alii (60) destacam os seguintes: disponibilidade de nutrientes; pH; umidade do solo; temperatura; luz; aeração e outros fatores.

Com relação a disponibilidade de nutrientes, vários experimentos foram conduzidos, para verificar o efeito da fertilidade do solo sobre esses simbioses (10, 11, 18, 20, 36, 40, 43, 46, 52, 68, 70, 72, 77, 94, 105, 107). A maioria dos experimentos evidenciam que a maior contribuição dos fungos MVA para o crescimento das plantas ocorrem em condições de baixa fertilidade do solo, (34, 71, 100); e que em condições de alta fertilidade do solo, o estabelecimento e o funcionamento da simbiose com os fungos MVA é altamente influenciado.

Para o pH, os estudos realizados sobre esse fator (51, 92, 93, 106) mostram que o comportamento diferenciado das espécies em relação ao pH deve ser considerado em programas que visam a exploração da simbiose micorrízica.

Com relação a umidade do solo a maioria dos experimentos têm relatado uma melhor adaptação das plantas micorrizadas ao baixo teor de água no solo. Porém, não se pode afirmar cientificamente, se o melhor comportamento das plantas micorrizadas sob deficiência hídrica ocorre em função da melhor absorção de fósforo, ou de um melhor aproveitamento da água do solo, ou se ambos os fatores interagem ao mesmo tempo, (1, 2,4,7,12,35,44,54,55,75,78).

Para a temperatura, os experimentos que envolvem diferentes temperaturas e fungos MVA (33, 41, 69, 82, 85, 86, 87, 101) concluem que a temperatura afeta de modo diferenciado as espécies de fungos MVA, e que nos programas de introdução e inoculação de novas espécies de fungos micorrízicos VA, é importante considerar a temperatura adequada para o fungo em estudo.

Com relação a luz, as condições que inibem a fotossíntese foram encontradas como inibidoras para os fungos MVA. DAFT & GIAHMI (26) e HAYMAN (41). Em outros experimentos que avaliaram a relação existente entre a quantidade de luz e os fungos MVA (6, 85,104, 105), ao que tudo indica a quantidade de luz afeta as MVA indiretamente, através de seus efeitos na fotossíntese, crescimento e metabolismo do hospedeiro.

A aeração do solo e os fungos MVA foram estudados por SAIF (81, 82). E os outros fatores, tais como, outros organismos do solo, o uso inadequado de defensivos agrícolas, adubações pesadas principalmente as fosfatadas, o manejo do solo e da cultura e os fatores genéticos da planta são também apontados por LOPES et alii (60) como fatores que podem afetar o estabelecimento e a efetividade da simbiose com as MVA.

## 2.5. Matéria orgânica e as micorrizas vesicular-arbusculares

Para a produção de mudas de café a pesquisa cafeeira recomenda a utilização de 30% de matéria orgânica na forma de esterco de curral na constituição do substrato, e também a aplicação de 5 kg de superfosfato simples e 500 g de KCl, CARVALHO et alii (17) e OLIVEIRA et alii (76). Verifica-se, portanto, que o substrato para produção de mudas de café apresenta uma alta disponibilidade de nutrientes.

Com relação à presença de matéria orgânica no substrato e os fungos MVA em cafeeiro, não existem citações na literatura. Existem as citações de GRAHAM & TIMMER (39) que observaram um menor desenvolvimento de mudas cítricas micorrizadas em turfa do que em solo, e sugeriram que a matéria orgânica apresentava efeito depressivo para a simbiose com os fungos MVA. ISHAC et alii (48) verificaram o efeito da inoculação da semente, da infecção micorrízica e da adição matéria orgânica sobre o crescimento do trigo. A fonte de matéria orgânica utilizada foi o lixo orgânico e não houve diferenças significativas nos níveis de colonização de raízes nas plantas que receberam ou não o lixo orgânico.

Por outro lado, FRED-GUZMAN (32) ao trabalhar com frutíferas tropicais, inoculação com fungos MVA e matéria orgânica, na Colômbia encontrou uma maior efetividade dos fungos MVA na presença de matéria orgânica.

Verifica-se portanto, que a relação matéria orgânica e fungos MVA é contraditória na literatura, necessitando de maiores comprovações científicas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em casa de vegetação, e outro em condições de viveiro comercial para produção de mudas de cafeeiro, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG. Os experimentos foram conduzidos no período de novembro de 1985 a abril de 1986.

#### 3.1. Localização e caracterização da região de Lavras

Lavras encontra-se na região sul do Estado de Minas Gerais, a 21°14' de latitude sul e 45°08' de longitude oeste e altitude de aproximadamente 910 m, FIBGE (27). A região apresenta um clima do tipo Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, citado por BAHIA (5).

As médias mensais normais do período de 1931 a 1960, para a região de Lavras, segundo o Escritório de Meteorologia, BRASIL (8) são apresentadas na Figura 1, na forma de balanço hídrico.

Na Figura 2 estão contidos os dados meteorológicos de precipitação pluviométrica e temperatura média do período de novembro de 1985 a abril de 1986, que corresponde ao tempo de condução

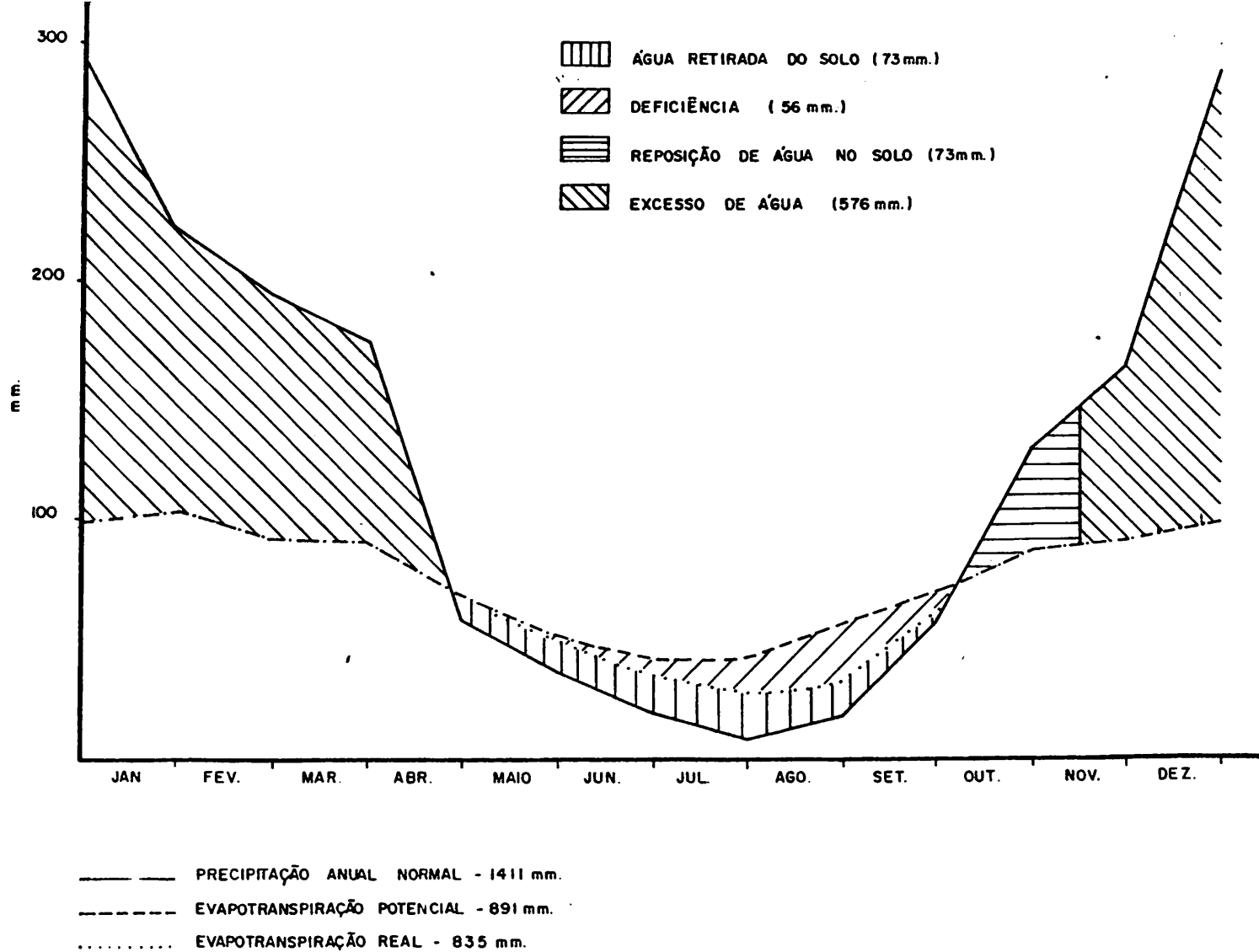


FIGURA 1. Balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955) para a região de Lavras; período de informação de 1931-60. Retenção de água no perfil = 100 mm

FONTE: Normas Climatológicas do Ministério da Agricultura (1969).

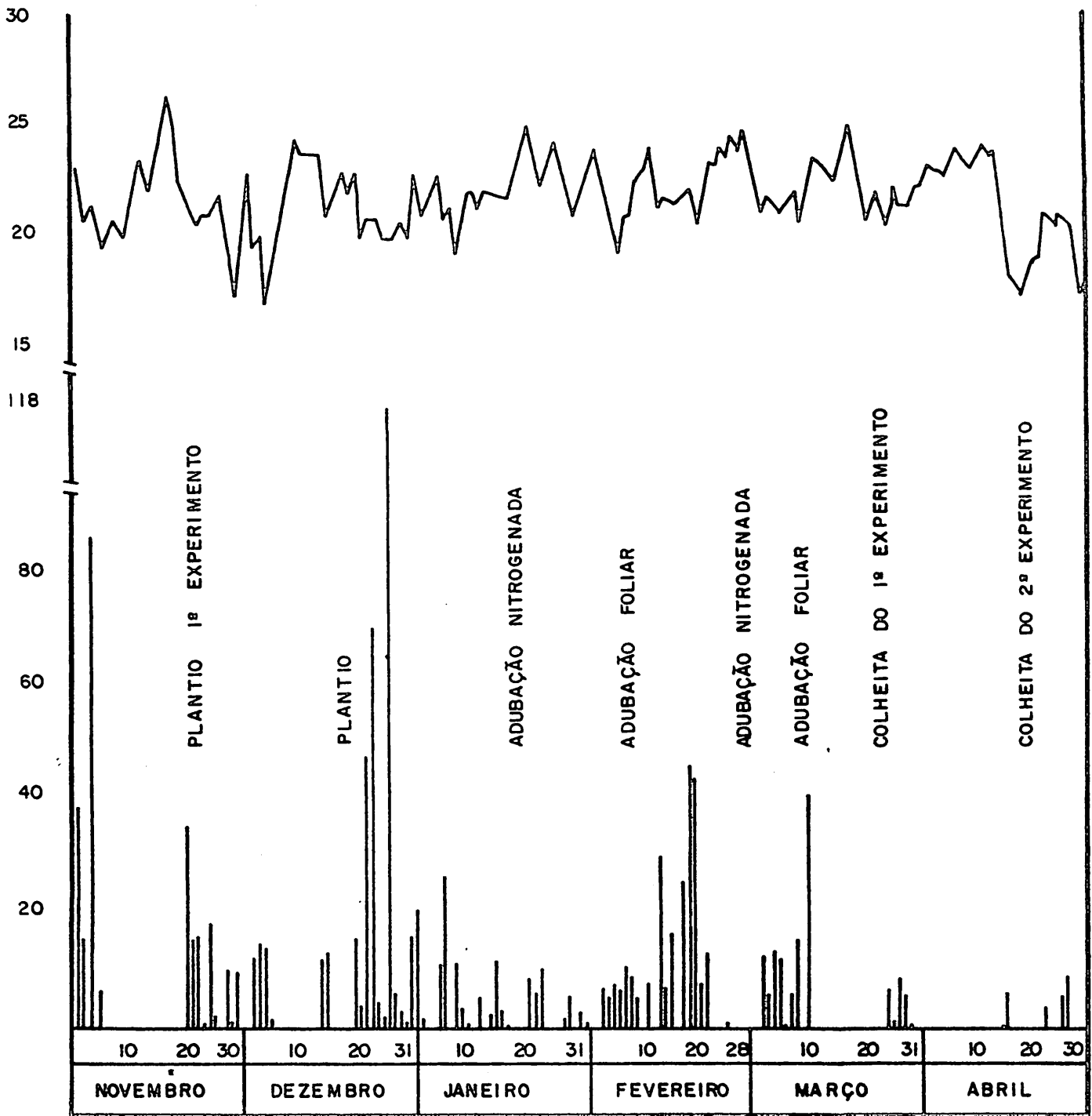


FIGURA 2. Dados diários de precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas médias (°C), registradas durante a realização dos experimentos. ESAL, Lavras-MG. 1985/86.

dos experimentos.

### 3.2. Experimento de casa de vegetação

O experimento foi conduzido em vasos, em substrato composto de solo e matéria orgânica desinfestados com brometo de metila.

#### 3.2.1. O solo

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Roxo Distrófico, BAHIA (5). No Quadro 1 são apresentados os resultados das análises químicas e físicas de uma amostra deste solo.

QUADRO 1. Resultados das análises químicas e físicas de uma amostra do solo utilizado na constituição do substrato para formação de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.\*

Características do Solo	Valores
pH em água	5,6 AcM**
Al trocável (mEq/100 cm <sup>3</sup> )	0,1 B
Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> (mEq/100 cm <sup>3</sup> )	1,4 B
K <sup>+</sup> , ppm	78 A
P, ppm	2 B
Matéria orgânica (%)	1,17B
Areia (%)	14,7
Limo (%)	26,9
Argila (%)	58,4
Classe textural	Argila

ACM - acidez média; B - baixo; M- médio; A- alto

\* Análise realizada pelo Laboratório do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

\*\*Legenda segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (23).

### 3.2.2. A matéria orgânica

A matéria orgânica utilizada foi o esterco de curral. No Quadro 2, estão apresentados os resultados da análise química de fertilidade de uma amostra deste esterco.

QUADRO 2. Teores de nutrientes na matéria seca do esterco de curral utilizado na constituição do substrato para formação de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.\*

Nutrientes	Valores
N, (%)	1,36
P, (%)	0,44
K, (%)	0,50
Ca, (%)	0,74
Mg, (%)	0,21
S, (%)	0,12
B, ppm	48
Cu, ppm	42
Mn, ppm	94,1
Zn, ppm	379
Fe, ppm	1438

\* Análise realizada pelo Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da ESAL.

### 3.2.3. O substrato

O substrato foi composto de solo e matéria orgânica na proporção de 70 e 30% respectivamente, conforme recomendação de CARVALHO et alii (17) e OLIVEIRA et alii (76). Este substrato foi desinfestado pela aplicação de brometo de metila ( $260 \text{ ml/m}^3$  de substrato), cobertura por 48 horas e aeração por 72 horas. Após a desinfestação com brometo de metila foram aplicadas as doses de superfosfato simples, de acordo com os tratamentos.

No Quadro 3 são apresentados os resultados das análises químicas e físicas de uma amostra deste substrato, após a desinfestação com brometo de metila, porém antes da aplicação das doses de superfosfato simples.

QUADRO 3. Resultados das análises químicas e físicas de uma amostra do substrato utilizado para a formação de mudas de café, após a desinfestação com brometo de metila. ESAL, Lavras-MG. 1986.\*

Características do Solo	Valores
pH em água	6,2 AcF**
Al trocável, (mE/100 $\text{cm}^3$ )	0,1 B
Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> (mE/100 $\text{cm}^3$ )	5,4 A
K <sup>+</sup> ppm	150 A
P, ppm	114 A
Matéria orgânica, (%)	4,1 A
Limo (%)	21
Areia (%)	20
Argila (%)	59
Classe textural	Argila

AcF - acidez fraca; M- médio; A - alto

\* Análise realizada pelo Laboratório do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

\*\* Legenda segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (23).

### 3.2.4. A planta

Sementes de café Catuaí Vermelho CH-2077-2-5-44, provenientes de cafeeiros da ESAL, foram germinados em germinadores de areia, usando-se 1 kg de sementes/m<sup>2</sup> de germinador, segundo as instruções do IBC (47).

### 3.2.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial com 24 tratamentos e 8 repetições.

A unidade experimental foi um vaso com 3 litros de substrato, e uma planta.

### 3.2.6. Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por 6 doses de superfosfato simples, presença e ausência de matéria orgânica no substrato e presença e ausência de inoculação das mudas de cafeeiro, com o fungo micorrízico vesicular-arbuscular, Gigaspora margarita (Becker & Hall). Foram utilizadas as doses de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg de superfosfato simples/m<sup>3</sup> de substrato.

Uma amostra do superfosfato simples foi utilizada para a determinação de sua composição química, e os resultados são apresentados no Quadro 4.

QUADRO 4. Resultados das análises químicas da composição do su perfosfato simples utilizado no experimento para for mação de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.\*

Nutrientes	Valores (%)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	18,32
CaO	17,80
MgO	0,04
S	

\* Análises realizadas pelo Laboratório do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

O material constituinte do fertilizante superfosfato sim ples é o seguinte: fosfato monocálcio 50%, sulfato de cálcio 48% e, mais 2% de material inerte, LOPES, A.S.\*

### 3.2.7. Preparo do inóculo

A espécie G. margarita utilizada neste experimento foi multiplicada em vasos de café cultivar "Mundo Novo" em Latossolo Roxo Distrófico previamente desinfestado com brometo de metila.

O inóculo foi constituído de solo desses vasos contendo es poros do fungo e segmento de raízes de cafeeiros colonizados. Foi feita a contagem do número de esporos no solo dos vasos de culti-vo para determinação da quantidade de inóculo a ser utilizada.

\* LOPES, A.S. Professor Departamento de Ciência do Solo da ESAL, (Comunicação pessoal).

Foi preparado um filtrado de solo sem esporos de G. margarita pela diluição de 30 g de inóculo em um litro de água, peneiramento úmido, em peneira com malha de 0,044 mm de abertura e duas filtrações em papel de filtro comum.

### 3.2.8. Instalação e condução do experimento

As plântulas foram conduzidas em germinadores de areia até ao estágio em que apresentaram o par de folhas cotilédones, denominado, "orelha de onça". Após atingirem esse estágio, foram uniformizadas e inoculadas juntamente com a repicagem para os vasos em casa de vegetação.

A inoculação foi feita colocando-se o inóculo no orifício de plantio, em contato com as raízes das plântulas. Foram utilizados 15 ml de inóculo/plântula, suficiente para fornecer cerca de 50 esporos do fungo/plântula. No orifício de plantio dos tratamentos não inoculados, foram adicionados 15 ml do mesmo solo, sem no entanto, possuir esporos de fungos MVA.

Os vasos de todos os tratamentos receberam 10 ml do filtrado do solo, contendo outros microorganismos, porém, isentos de esporos de fungos MVA.

A instalação do experimento foi realizada no dia 21 de novembro de 1985. As regas foram diárias, mantendo-se a umidade em torno de 60% da capacidade de retenção de água do solo.

Foram realizadas duas aplicações de nitrogênio em cobertura e duas pulverizações foliares nas mudas do experimento. Foram utilizados produtos e dosagens conforme recomendação de GONÇALVES & THOMAZIELLO (38) para formação de mudas de café.

### 3.2.9. Avaliação do experimento

As características altura da muda e diâmetro do caule foram aferidas mensalmente. Após quatro meses da inoculação e repicagem das plântulas foi efetuada a avaliação final do experimento. As seguintes características foram avaliadas: altura da muda, diâmetro do caule, área foliar, peso seco de raízes, peso seco da parte aérea, colonização micorrízica nas raízes e teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea. Não foi determinado os teores de nutrientes das raízes, deste experimento, de casa de vegetação, pois o material disponível não foi suficiente para que tais análises fossem realizadas. Todas as repetições de um mesmo tratamento foram agrupadas, e realizou-se apenas uma análise nutricional por tratamento.

Na determinação do diâmetro do caule, utilizou-se um micrômetro no ponto imediatamente abaixo da inserção das folhas cotiledonares. A altura da muda foi obtida com o uso de uma régua milimetrada, do colo até ao ponto de inserção dos brotos terminais, e quando não tinha broto, até ao final da haste apical. A área foliar foi obtida através de um aparelho denominado "Integrador de Área Foliar". Foi determinada medindo-se a área de uma folha, de cada par de folhas da planta. Os resultados encontrados foram mu

tiplicados por dois e somados, obtendo-se a área foliar total da muda.

A parte aérea da muda (caule e folhas) foi separada do sistema radicular, na altura do colo. Determinou-se o peso fresco das raízes e amostras de um grama de raízes de cada muda foram coradas pelo método descrito por PHILLIPS & HAYMANN (79) e feita a avaliação da colonização micorrízica em placa quadriculada conforme GIOVANETTI & MOSSE (37).

A parte aérea e o sistema radicular foram acondicionadas separadamente em sacos de papel em estufa com aeração a 70°C até a obtenção do peso constante. Após a secagem, e obtenção do peso seco, o material foi triturado em moinho tipo Wiley para posterior análise dos nutrientes. Utilizando-se os valores de peso fresco e seco das raízes, determinou-se o peso seco das amostras de 1 g retiradas e este foi somado ao peso seco das raízes de cada muda.

O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl, o boro e o fósforo por Colorimetria, o potássio por fotometria de chama, o enxofre por turbidimetria e o cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica, através da digestão das amostras com ácido nítrico-perclórico. Os métodos utilizados foram descritos por SARRUGE & HAAG (84).

### 3.2.10. Análise estatística

Os dados foram tabulados e submetidos a análise de variância e regressão, segundo os programas de computação em uso, no Centro de Processamento de Dados da Escola Superior de Agricultura de Lavras, baseando-se nos princípios estatísticos de STEEL & TORRIE (98) e SNEDECOR & COCHRAN (97).

### 3.3. Experimento em viveiro comercial

O experimento foi conduzido em "saquinhos" de polietileno contendo 500-700 cm<sup>3</sup> de substrato composto de solo e matéria orgânica, desinfestados com brometo de metila.

Cada parcela experimental foi constituída por 16 "saquinhos" com uma muda em cada saquinho e foram consideradas mudas úteis, apenas as quatro centrais.

Neste experimento de viveiro foram usados os mesmos tratamentos e número de repetições do experimento de casa de vegetação e utilizou-se a mesma metodologia descrita nos itens 3.2.8 e 3.2.9.

As regas foram normais, como são feitas para produção comercial de mudas de cafeeiro. Neste experimento de viveiro comercial, foram determinados os teores de nutrientes da parte aérea e das raízes das mudas de cafeeiro.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento de casa de vegetação

#### 4.1.1. Características de crescimento

Os resumos das análises de variância referentes às características de crescimento das mudas, avaliadas neste experimento, encontram-se no Quadro 5.

Verifica-se nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 que se as mudas inoculadas com G. margarita, na presença de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples apresentaram o mesmo comportamento para todas as características de crescimento avaliadas.

Observa-se que pelas equações apresentadas nestas Figuras, que houve um aumento das respostas quando se adicionou uma pequena dosagem de superfosfato simples ao substrato. Este incremento nas respostas foi detectado, de modo geral, quando se adicionou 0,5 a 1,0 kg de superfosfato simples ao substrato.

Quando doses crescentes de superfosfato simples continuaram a ser adicionadas houve uma diminuição das respostas obtidas,

QUADRO 5. Resumo das análises de variância para as características de crescimento avaliadas em mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples, na presença e ausência de inoculação com *G. margarita*, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento em casa de vegetação. ESAL, Lavras-MG. 1986.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios e significância						
		Peso seco parte aérea	Peso fresco raízes	Peso seco raízes	Diâmetro caule (cm)	Altura planta (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	% colonização das raízes
Doses	5	2,4235**	7,5648**	0,2638**	0,4549**	22,2590**	57725,4765**	150,7322**
Inoculação	1	228,5950**	1089,6603**	24,3675**	41,9160**	2503,4634**	4105853,0000**	
Matéria orgânica	1	65,6838**	140,4252**	5,6033**	8,6742**	379,4063**	18173891,2500**	0,4993NS
D x I	5	2,6700**	9,0842**	0,3152**	0,5589**	30,4653**	50318,3711**	
D x M.orgânica	5	1,0415**	3,1237**	0,1711**	0,2489**	16,1619**	14017,2031**	12,5543NS
I x M.orgânica	1	4,6563**	4,3802**	0,1408*	2,4548**	0,0638NS	105445,3125**	
D x I x M.orgânica	5	2,8495**	11,2597**	0,1318**	0,6049**	30,5099**	60279,5078**	
Erro	168	0,1568	1,3247	0,0239	0,0618	1,9907	2627,2400	39,8664
C.V. (%)		20,56	26,86	17,10	10,25	11,28	18,20	21,80

1/ Valores médios obtidos de uma muda por parcela em 8 repetições

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

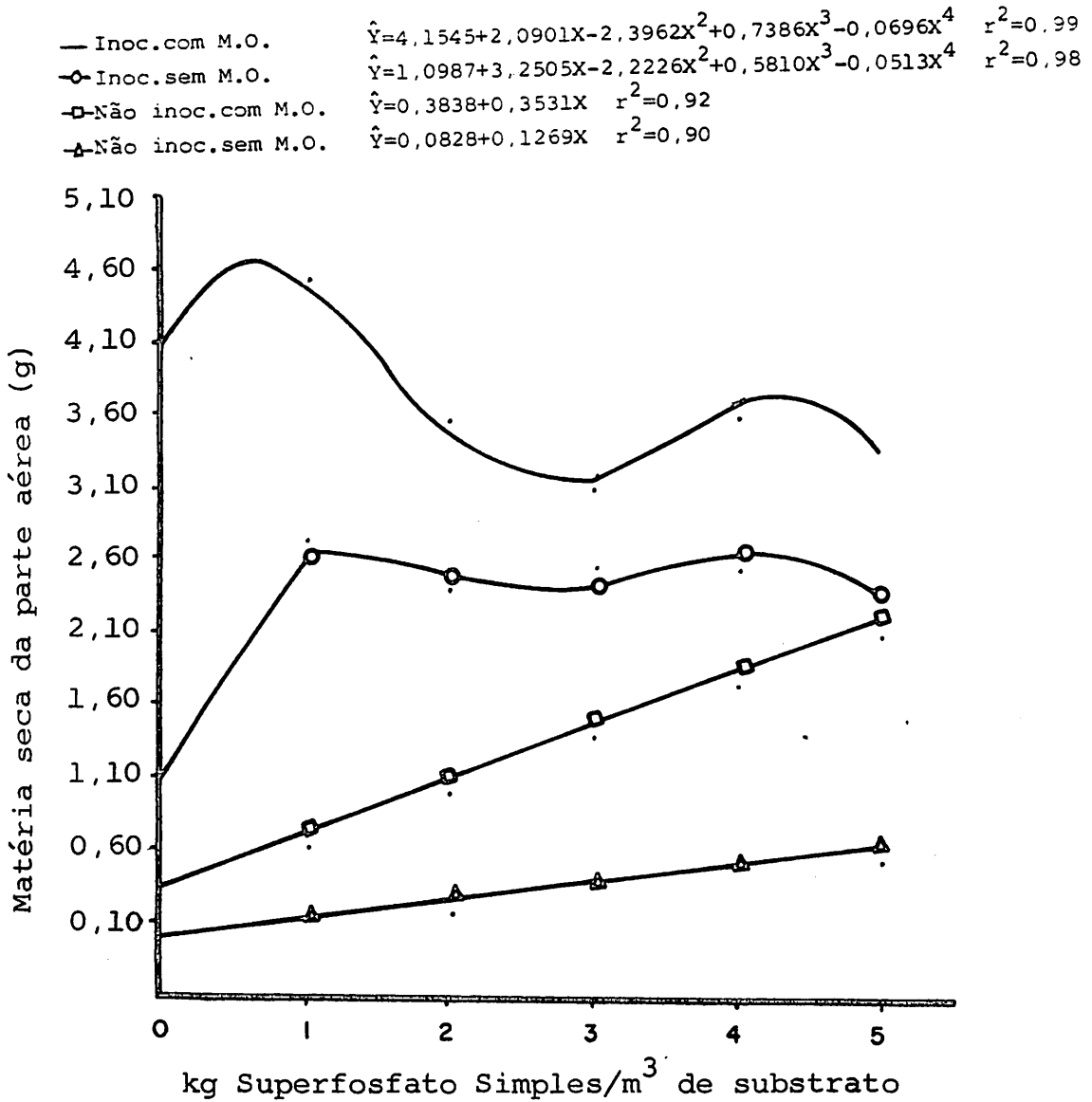


FIGURA 3. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre a produção de matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras- MG. 1986.

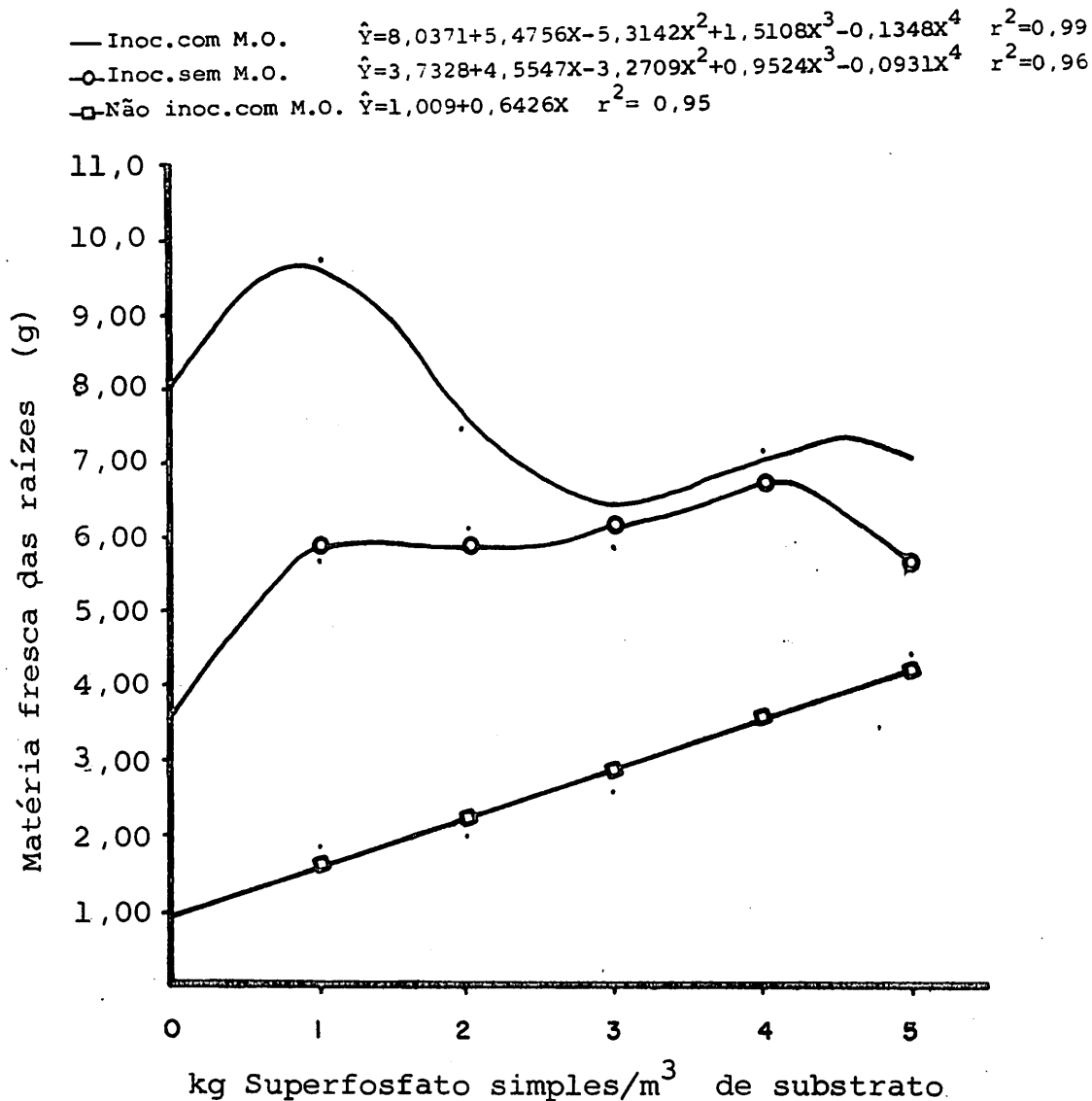


FIGURA 4. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica, no substrato, sobre o peso fresco das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

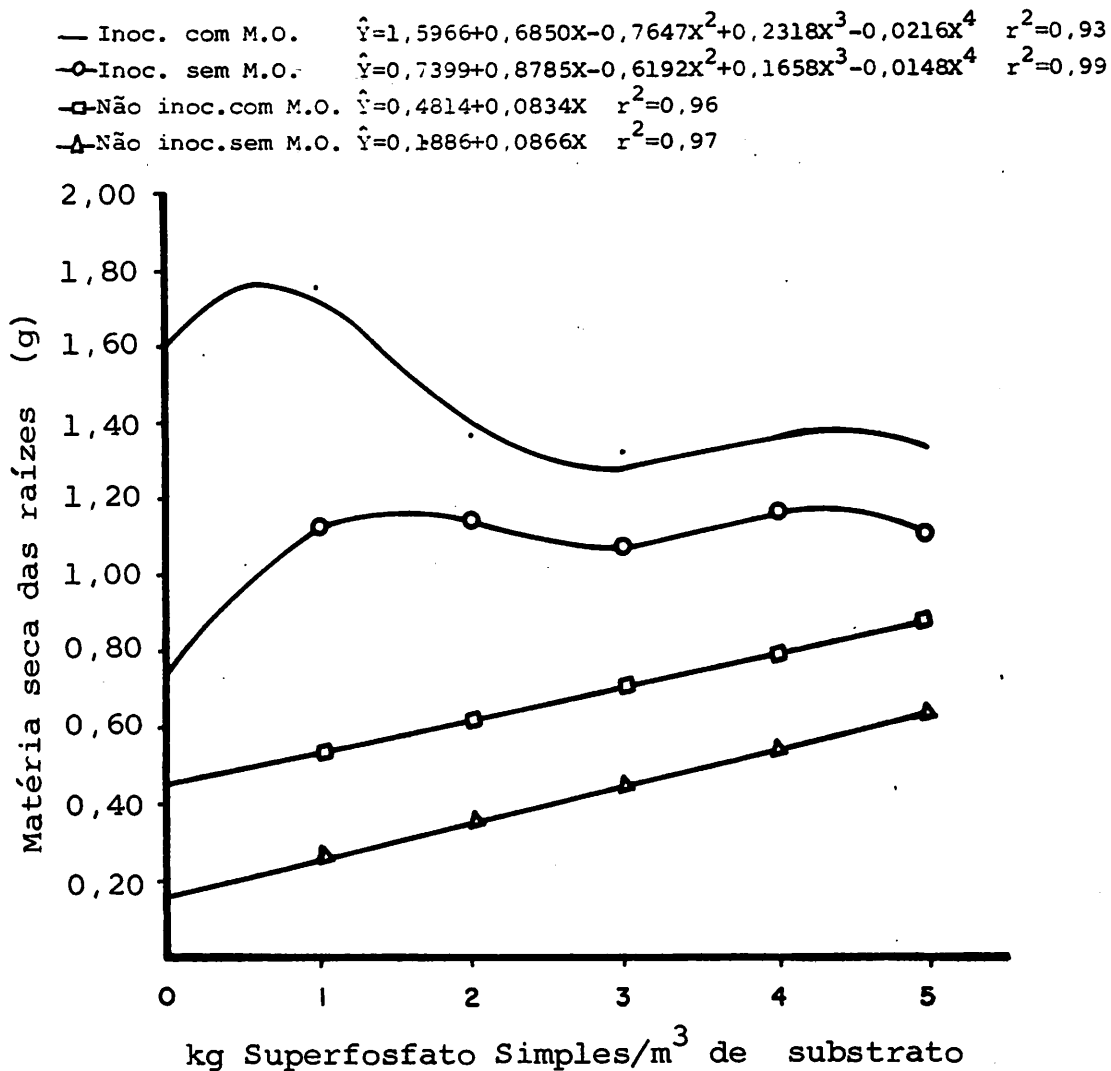


FIGURA 5. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre a produção de matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. Lavras-MG. 1986.

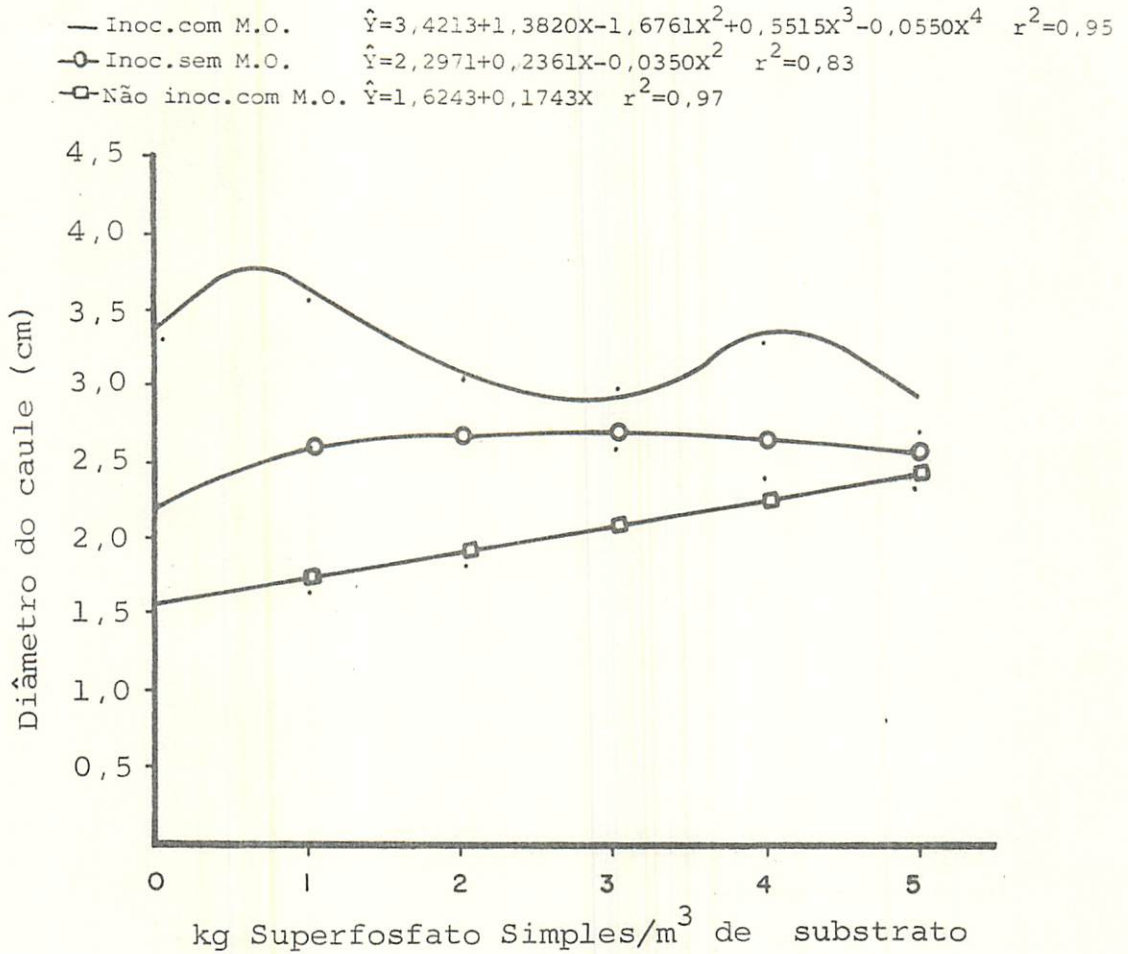


FIGURA 6. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre o diâmetro do caule de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

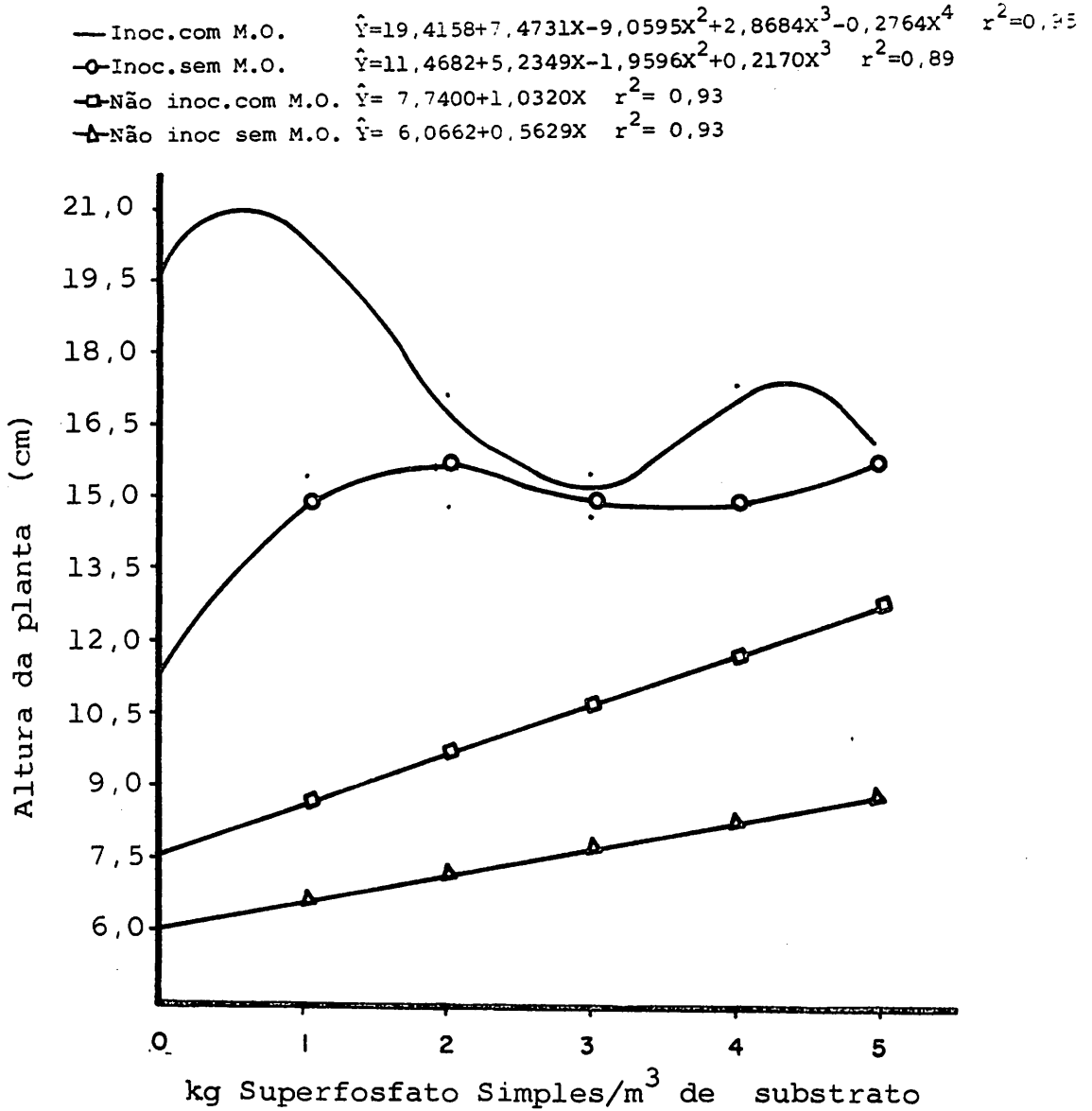


FIGURA 7. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre a altura das mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

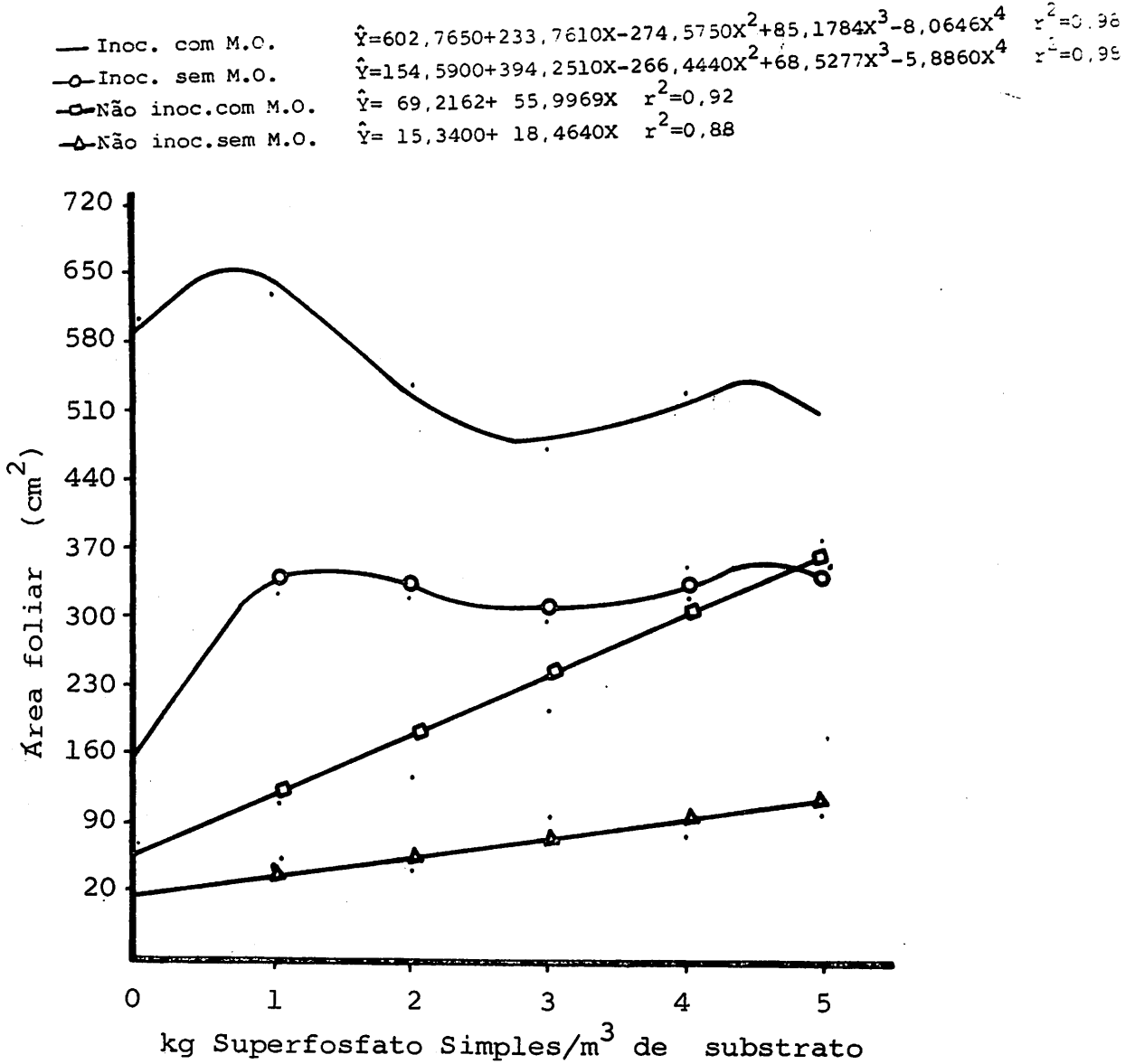


FIGURA 8. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre a produção de área foliar de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

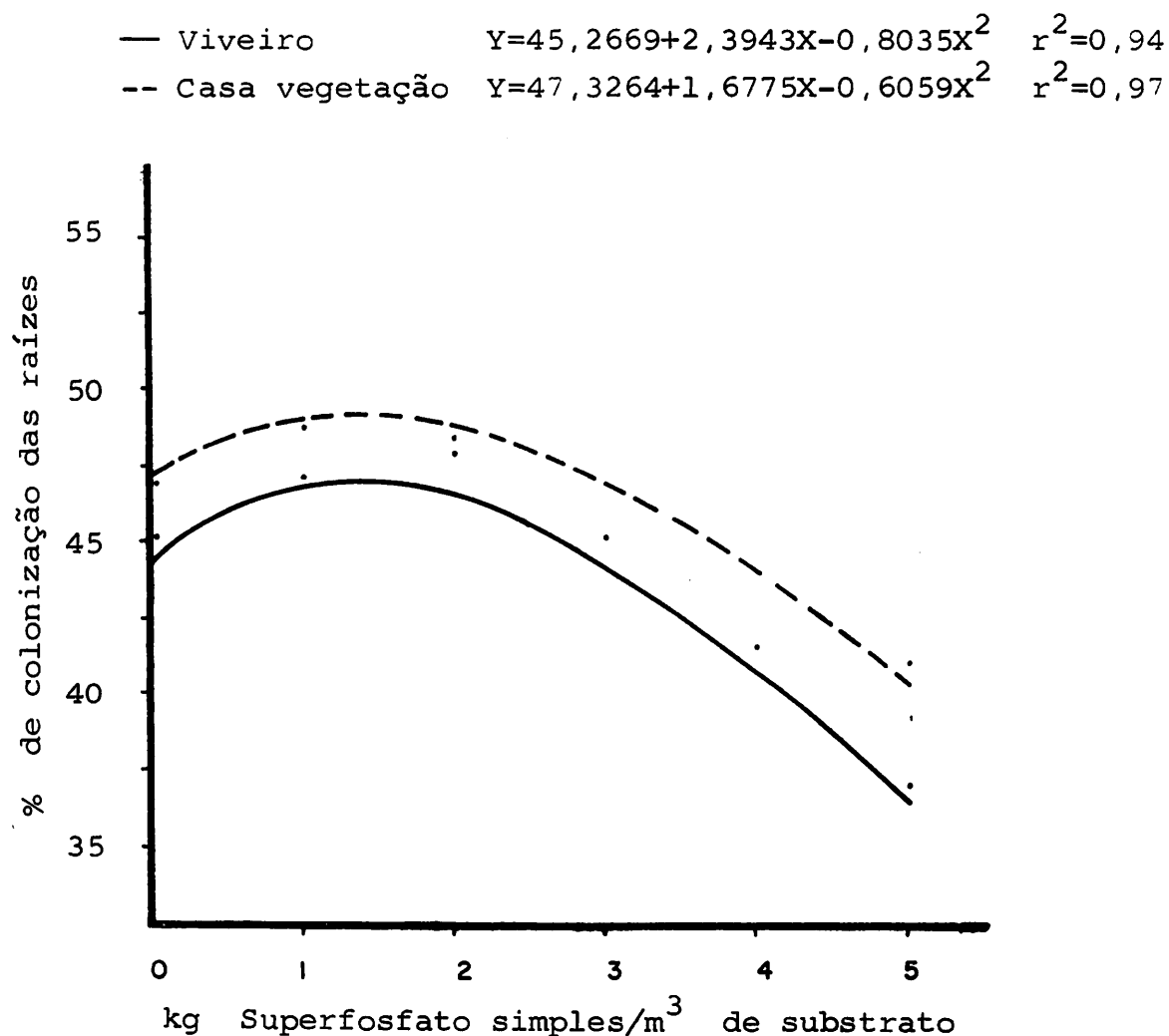


FIGURA 9. Efeito das doses de superfosfato simples sobre a taxa de colonização das raízes (dados transformados) Experimento de viveiro e de casa de vegetação. ESAL, Lavras-MG. 1986.

até aproximadamente 3,0 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato. A partir desta dose, um novo incremento nas respostas foi obtido, até aproximadamente com 4,5 kg de superfosfato simples adicionadas, houve uma diminuição das taxas de colonização nas raízes e, conseqüentemente, uma diminuição das respostas obtidas.

Em outros trabalhos, doses mais elevadas de fósforo também diminuíram a colonização micorrízica nas raízes (28, 46, 68, 88, 94).

A maior disponibilidade de fósforo no substrato inibiu a colonização das raízes pelo fungo, porém não foi suficiente para promover o desenvolvimento das mudas. No entanto, quando doses maiores de superfosfato simples foram adicionadas, a disponibilidade de fósforo no substrato foi suficiente para promover o desenvolvimento das mudas, uma vez que no intervalo, onde as mudas apresentaram uma nova elevação das respostas, as taxas de colonização das raízes apresentavam-se em declínio (Figura 9), mostrando que os benefícios do fungo para as plantas, neste intervalo, foram muito pequenos.

O novo decréscimo nas respostas pode ser, provavelmente, decorrente de desequilíbrios nutricionais, devido à alta fertilidade do substrato e à presença parasítica do fungo nas raízes, porque neste intervalo a taxa de colonização das raízes foi menor. Em condições de alta disponibilidade de fósforo no substrato, o fungo MVA pode funcionar como um dreno de fotossíntatos determinando efeito detrimental às mudas micorrizadas, como sugerido por SIQUEIRA et alii (91) e SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (88). Esse efeito depressi

vo do fungo foi encontrado por COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20) em mudas de café inoculadas com G. margarita, por CARDOSO et alii (16) em porta-enxertos de citros inoculados com o fungo Glomus leptotichum e por BUWALDA & GOH (13) em ryegrass quando altas doses de fósforo foram aplicadas.

As características de crescimento das mudas inoculadas com G. margarita, na ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, são apresentadas nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

As respostas obtidas para as mudas inoculadas com G. margarita na ausência de matéria orgânica apresentaram comportamento semelhante ao das mudas inoculadas e com matéria orgânica no substrato. Com exceções para o diâmetro do caule e a altura das mudas, (Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8). Entretanto, os intervalos onde as respostas máximas foram obtidas, aconteceram em dosagens de superfosfato simples superiores àquelas encontradas para as mudas inoculadas e com matéria orgânica no substrato. Estes resultados mostram que, na ausência de matéria orgânica, maiores dosagens de superfosfato simples necessitam ser adicionadas ao substrato para que as mudas inoculadas obtenham respostas máximas.

Verifica-se nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 e nos Quadros do Apêndice 1, 2, 3, 4, 5 e 6, que a magnitude das respostas obtidas para as mudas micorrizadas, na presença de matéria orgânica, são cerca de duas vezes superiores às respostas encontradas para as mudas inoculadas com G. margarita na ausência de matéria orgânica.

O melhor desenvolvimento das mudas inoculadas que receberam matéria orgânica, sugere que a matéria orgânica no substrato aumentou a efetividade do fungo G. margarita em promover o desenvolvimento das mudas de café. Deve-se lembrar também que a matéria orgânica é uma fonte de nutrientes para as plantas, COSTA (24) e KIEHL (50).

Estas respostas não confirmam a hipótese de GRAHAM & TIMMER (39) que sugeriram efeito depressivo da matéria orgânica para a simbiose micorrízica, ao trabalharem com turfa para a formação de mudas de citros inoculadas com fungos MVA. No entanto, com relação à colonização das raízes, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas quando as mudas receberam ou não matéria orgânica no substrato. Estes resultados são compatíveis com aqueles encontrados por ISHAC et alii (48), embora esses autores tenham utilizado como fonte de matéria orgânica, o lixo orgânico e a cultura utilizada tenha sido o trigo.

Evidências benéficas da matéria orgânica para a simbiose com fungos MVA foram obtidas por FRED GUZMAN (32), ao verificar os efeitos da micorrização em frutíferas. Nesse trabalho, embora a fonte de matéria orgânica tenha sido o esterco de galinha, esse autor também encontrou efeito benéfico desta para a simbiose MVA.

Para as mudas que não foram inoculadas com G. margarita e que receberam matéria orgânica no substrato, as respostas obtidas são representadas por equações lineares, como pode ser observado nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Isto mostra que quando doses crescentes de superfosfato simples foram adicionadas ao substrato,

as respostas obtidas foram também crescentes para todas as características de crescimento avaliadas.

Observa-se no Quadro 1A do Apêndice, que a produção de matéria seca da parte aérea das mudas inoculadas e com matéria orgânica foi em média 198,40% superior à produção média de matéria seca das mudas não inoculadas, nas mesmas condições. No intervalo de máxima contribuição do fungo G. margarita para o desenvolvimento das mudas do cafeeiro (0,5 a 1,0 kg de superfosfato simples), a produção de matéria seca da parte aérea das mudas micorrizadas e com matéria orgânica foi 109,80% superior à produção de matéria seca das mudas não micorrizadas, na presença de matéria orgânica, e com a maior dose de superfosfato simples adicionada.

Com relação à altura das plantas (Quadro 5A do Apêndice), as mudas que foram inoculadas com G. margarita e com matéria orgânica no substrato, foram em média 69,70% maiores que as mesmas mudas sem a presença do fungo MVA.

No nível de aproximadamente 1 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato, onde as plantas micorrizadas, com matéria orgânica, apresentaram o maior desenvolvimento, a altura das mudas foi 60,7% superior à altura das mudas não micorrizadas, com matéria orgânica, na maior dose de superfosfato simples adicionada.

Para a área foliar (Quadro 6A do Apêndice), as mudas inoculadas com G. margarita e com matéria orgânica no substrato, apresentaram área foliar média 162,2% superior à área foliar das mudas não inoculadas, em igualdade de condições. No intervalo de má

xima contribuição do fungo para as mudas, a área foliar destas mudas micorrizadas foi 82,6% superior à área foliar das mudas não inoculadas e com matéria orgânica, na maior dose de superfosfato simples adicionada.

Para as demais características de crescimento, as mudas que foram inoculadas com G. margarita e com matéria orgânica no substrato, apresentaram a mesma tendência de comportamento em relação às mudas não inoculadas, nas mesmas condições. No entanto, a magnitude das respostas obtidas foi menor, (Quadro 2A, 3A e 4A do Apêndice).

As mudas de café, que não foram inoculadas com G. margarita e não receberam matéria orgânica no substrato, apresentaram-se com as menores respostas para as características de crescimento avaliadas. Observa-se nas Figuras 3, 5, 6 e 8, que as equações de regressão encontradas são lineares, ou seja, quando doses crescentes de superfosfato simples foram adicionadas ao substrato, as respostas obtidas foram também crescentes.

A produção de matéria seca das mudas não inoculadas com G. margarita e com matéria orgânica no substrato foi em média 307,30% superior à produção de matéria seca das mudas não inoculadas, que não receberam matéria orgânica no substrato (Quadro 1A do Apêndice). No Quadro 1A do Apêndice, verifica-se que as mudas inoculadas com G. margarita e sem matéria orgânica no substrato, apresentaram 456,10% maior produção média de matéria seca do que as mudas não inoculadas, em igualdade de condições. Neste mesmo Quadro do Apêndice observa-se que a produção de matéria seca das

mudas inoculadas com G. margarita e que possuíam matéria orgânica no substrato foi em média 817,0% superior à produção média de matéria seca das mudas não inoculadas na ausência de matéria orgânica no substrato.

Nas demais características de crescimento avaliadas, a magnitude das respostas encontradas foi semelhante à apresentada para produção de matéria seca. Maiores detalhes sobre as respostas encontradas são obtidas nos Quadros 2A, 3A, 4A, 5A e 6A do Apêndice.

As respostas obtidas para as características de crescimento avaliadas neste experimento, permitem afirmar que o uso de matéria orgânica no substrato para mudas de café aumentou a efetividade do fungo MVA G. margarita, em promover o desenvolvimento destas mudas proporcionando a obtenção de mudas mais vigorosas e bem preparadas para o plantio aos quatro meses após a repicagem e a inoculação, com aproximadamente 1,0 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato.

Para as mudas que não foram inoculadas com G. margarita, mas que receberam matéria orgânica no substrato, o desenvolvimento das mudas, após quatro meses da repicagem, foi considerado satisfatório, e estas mudas encontravam-se aptas para o plantio. Entretanto, o desenvolvimento máximo destas mudas ocorreu com a aplicação de 5 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato e com 30% de matéria orgânica e foi inferior ao desenvolvimento das mudas inoculadas com G. margarita, com a mesma quantidade de matéria orgânica e apenas 0,5 a 1,0 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato.

Verifica-se, portanto, que na presença de inoculação, a obtenção de mudas mais vigorosas e desenvolvidas ocorreu nas doses mais baixas de superfosfato simples; e na ausência de inoculação, as mudas atingiram o máximo desenvolvimento nas doses mais elevadas de superfosfato simples.

Estes resultados são coerentes com a maioria dos resultados obtidos para fungos MVA, que proporcionam maior desenvolvimento de plantas em condições sub-ótimas de fósforo, (34, 88, 94).

Com relação às mudas micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica, nota-se que com matéria orgânica, as doses de superfosfato simples necessárias para o maior desenvolvimento das mudas foram acentuadamente menores do que quando esta não se encontrava presente no substrato, pois a matéria orgânica atua também como fonte de nutrientes para as plantas, COSTA (24) e KIEHL (50).

Nas mudas não inoculadas e sem matéria orgânica no substrato, o desenvolvimento foi reduzido, mesmo nas doses mais elevadas de superfosfato simples, não propiciando a obtenção de mudas aptas para plantio no campo quatro meses após a repicagem e a inoculação.

#### 4.1.2. Macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro

Os resumos das análises de variância referentes aos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro do experimento em casa de vegetação, encontram-se no Quadro 6.

##### 4.1.2.1. Nitrogênio

As equações de regressão e os coeficientes de determinação encontrados para os teores de N na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita na presença de diferentes doses de superfosfato simples encontram-se na Figura 10.

As mudas não inoculadas estão representadas na Figura 10 por uma equação de regressão linear. Conforme esta equação, com o aumento de 1 kg de superfosfato simples no substrato, espera-se uma diminuição média de 0,193% de N, na matéria seca das mudas não inoculadas.

Para as mudas inoculadas, uma equação de 3º grau ou cúbica, representa os teores de N determinados na matéria seca (Figura 10). Conforme esta equação, há um ponto de mínimo, quando se usou 0,8kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato. Este baixo teor de N pode ser considerado efeito diluição, pois exatamente neste intervalo ocorreu o maior desenvolvimento das plantas. Após este ponto de mínimo, houve um aumento no teor de N encontrado, até passar por

QUADRO 6. Resumo das análises de variância para os teores de macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de *G. margarita*, com e sem matéria orgânica no substrato, Experimento de casa de vegetação. ESAL, Lavras MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios e significância					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Doses	5	0,0891NS	0,00038*	0,2611*	0,2049**	0,0136**	0,00653**
Inoculação	1	4,0590**	0,12042**	1,4875**	0,2480**	0,0077**	0,01021**
D x I	5	3,3545**	0,00048**	0,0687NS	0,0195NS	0,0020**	0,00053NS
Matéria orgânica	1	0,0451NS	0,03840**	18,6472**	0,1120*	0,0376**	0,06988**
D x M.orgânica	5	0,4455NS	0,00013NS	0,1121NS	0,0674**	0,0030**	0,00058NS
I x M.orgânica	1	2,0651**	0,04335**	3,1501**	0,0816*	0,00004NS	0,00076NS
D x I x M.orgânica	5	0,4143NS	0,00088**	0,1790*	0,0326NS	0,00118*	0,00156NS
Erro	72	0,2741	0,00014	0,0639	0,0199	0,00039	0,00076
C.V. %		15,75	13,22	10,36	14,89	7,42	30,01

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de uma muda por parcela, em 8 repetições

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

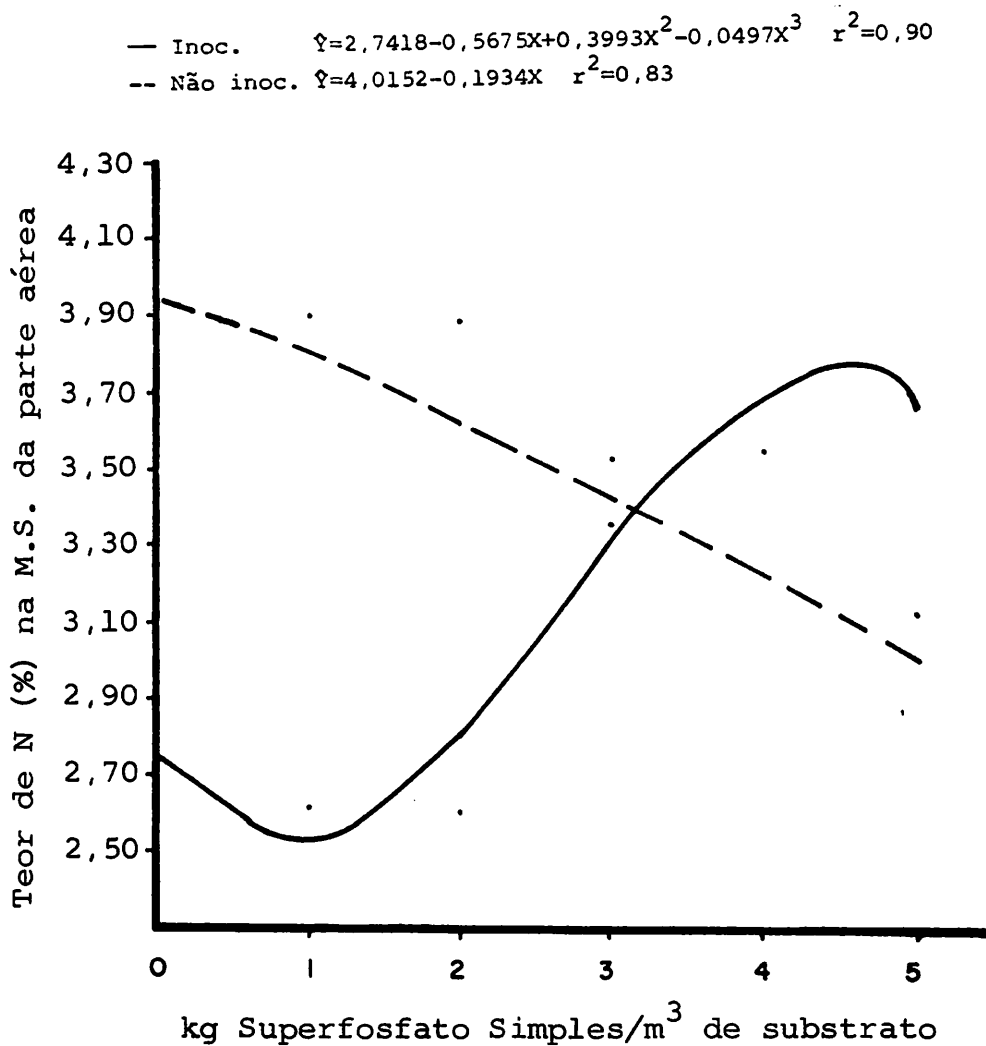


FIGURA 10. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, sobre o teor de nitrogênio na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

um ponto de máximo no nível de 4,5 kg de superfosfato simples.

COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20), ao inocular mudas de cafeeiro com G. margarita, na presença de diferentes níveis de fósforo, encontraram menores teores de N nas plantas inoculadas. Neste experimento em estudo, embora tenha ocorrido um aumento do teor de N, quando as doses de fósforo adicionadas atingiram até 4,5 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup>, observa-se pelo Quadro 7A do Apêndice, que o teor médio de N nas plantas inoculadas foi 13,10% inferior ao teor médio de N das plantas não inoculadas. Portanto, os resultados obtidos neste experimento corroboram com os resultados encontrados por COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20).

Nas mudas não inoculadas, o teor de N decrescente encontrado na matéria seca da parte aérea, quando se aumentaram as doses de fósforo adicionadas, é explicado por MENARD & MALAVOLTA (66) como um antagonismo existente entre fósforo e nitrogênio, pois estes autores encontraram menores teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea de mudas de café, quando se aumentaram os níveis de fósforo no meio.

KATO (49) encontrou também correlação linear negativa entre os teores de P e N na parte aérea, nos tratamentos inoculados e não inoculados com fungos micorrízicos VA em plantas de mandioca.

#### 4.1.2.2. Fósforo

As equações de regressão e seus coeficientes de determinação ( $r^2$ ), para os teores de fósforo determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples encontram-se na Figura 11. A representação da equação, para as mudas inoculadas, na ausência de matéria orgânica, é cúbica passando por um ponto de máximo em 1,5 kg de superfosfato simples, diminuindo em seguida, até passar por um ponto de mínimo no nível de 3,6 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Para as mudas que não foram inoculadas, na presença de matéria orgânica, a representação da equação é linear (Figura 11). Conforme esta equação, o aumento de 1 kg de superfosfato simples aumentará em média 0,0043% o teor de fósforo, na parte aérea das mudas.

Conforme a equação apresentada na Figura 11, o fungo MVA G. margarita apresentou um incremento no teor de fósforo até a dose de 1,5 kg de superfosfato simples por  $m^3$ . Exatamente neste intervalo, as mudas inoculadas na ausência de matéria orgânica apresentaram as máximas respostas para as características de crescimento descritas no item 4.1.1. Com o aumento das doses de superfosfato simples no substrato, houve um decréscimo nos teores de fósforo na matéria seca das mudas, mas nas doses mais altas de superfosfato simples, o teor de fósforo voltou novamente a crescer. Esta

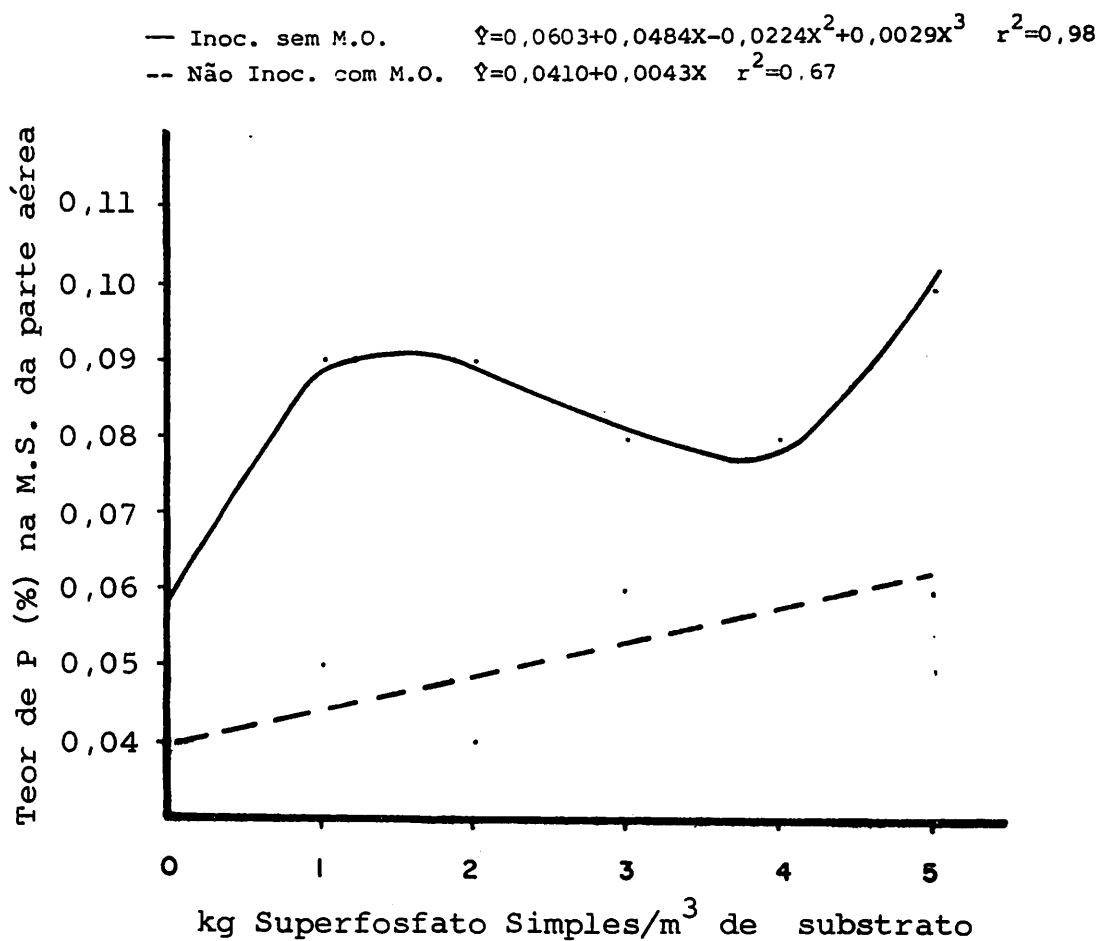


FIGURA 11. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, sem matéria orgânica, e na ausência de inoculação, com matéria orgânica, sobre os teores de fósforo na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

queda no teor de fósforo, nas doses intermediárias de superfosfato simples, possivelmente deve ser originada de um desequilíbrio nutricional no substrato.

O teor crescente de fósforo na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro não inoculadas, na presença de matéria orgânica, corroboram com os resultados encontrados por CARVALHO et alii (17) e que depois foram confirmados por OLIVEIRA et alii (76).

Para as mudas de cafeeiro inoculadas com G. margarita, na presença de matéria orgânica no substrato, o teste de F ao nível de 5% de probabilidade, não detectou diferenças estatísticas para os teores de fósforo determinados na matéria seca da parte aérea, em função das doses de superfosfato simples adicionadas. No entanto, verifica-se no Quadro 9A do Apêndice, que o teor médio de fósforo das plantas inoculadas com matéria orgânica foi 112,5% superior ao das plantas inoculadas que não receberam matéria orgânica e 240,0% superior ao teor médio de fósforo das mudas não inoculadas que receberam matéria orgânica.

Ainda no Quadro 9A do Apêndice, observa-se que o teor médio de fósforo das plantas não inoculadas, mas que receberam matéria orgânica foi 20% inferior ao teor médio de fósforo das plantas não inoculadas, e que não receberam matéria orgânica. Esta diferença existente entre estes dois grupos de plantas é explicada pelo efeito diluição, uma vez que as plantas que receberam matéria orgânica desenvolveram-se mais, havendo, portanto, uma diminuição no teor de fósforo da matéria seca da parte aérea.

O principal fator que contribui para o melhor desenvolvimento das mudas micorrizadas é apontado como ser a melhor nutrição de fósforo (20, 34, 71, 100). Neste experimento, observa-se no Quadro 9A do Apêndice, que as mudas micorrizadas, em baixas doses de superfosfato simples apresentaram um elevado teor de fósforo na matéria seca que foi exatamente igual aos teores de fósforo encontrados nas doses mais elevadas de superfosfato simples adicionadas. Como a maior contribuição do fungo para o desenvolvimento das mudas ocorreu nos níveis mais baixos de fósforo, é bem possível que a melhor nutrição de fósforo das plantas micorrizadas tenha sido o principal fator em promover o maior desenvolvimento das mudas utilizadas neste experimento.

#### 4.1.2.3. Potássio

A equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para o teor de K na matéria seca da parte aérea das mudas micorrizadas, na ausência de matéria orgânica, e diferentes níveis de fósforo, estão na Figura 12. A representação da equação é de 4º grau, passando por um ponto de mínimo na dose de 1,3 kg de superfosfato simples, depois o teor de potássio aumentou passando por um ponto de máximo na dose de 2,5 kg de superfosfato simples, e voltou a decrescer novamente passando por outro ponto de mínimo em 4,3 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

MENARD & MALAVOLTA (66), trabalhando com cafeeiros em solução nutritiva, observaram que as maiores dosagens de fósforo na so

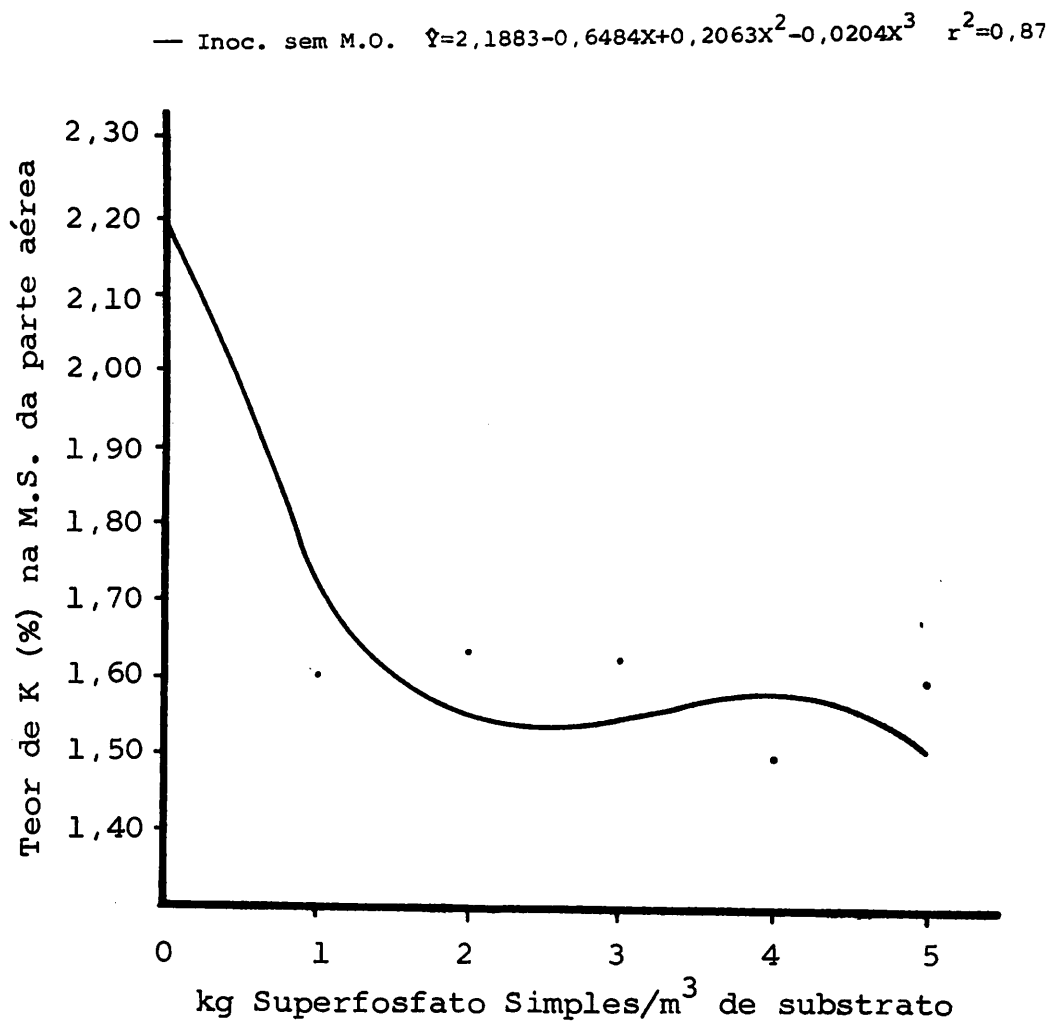


FIGURA 12. Efeito das doses de superfosfato simples na presença de inoculação e sem matéria orgânica, sobre os teores de potássio na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

lução favoreciam a absorção de potássio, aumentando, portanto, a concentração deste elemento nas folhas do cafeeiro.

No entanto, em mudas de cafeeiro micorrizadas, as respostas obtidas para o nutriente potássio são até certo ponto contraditórias. LOPES et alii (57), ao inocular o fungo G. margarita em mudas de cafeeiro submetidas a diferentes níveis de fósforo, encontraram uma menor concentração de potássio nas folhas das mudas micorrizadas. Por outro lado, COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20), trabalhando com esse mesmo fungo micorrízico em mudas de cafeeiro, e com diferentes níveis de fósforo no substrato, encontraram maior concentração de potássio nas mudas micorrizadas.

Neste experimento, os resultados obtidos para os teores de K mostram que as mudas micorrizadas na presença de matéria orgânica, apresentaram um teor médio de K 74% superior ao teor médio das mudas micorrizadas que não receberam matéria orgânica. No entanto, as mudas micorrizadas que não receberam matéria orgânica apresentaram um teor médio de K 36% inferior ao teor médio de K das mudas não micorrizadas, na ausência de matéria orgânica (Quadro 10A do Apêndice).

Neste mesmo Quadro, observa-se que as mudas micorrizadas ou não, mas que receberam matéria orgânica no substrato, apresentaram os maiores teores de K na matéria seca da parte aérea. Ao que tudo indica, o maior teor de K encontrado nas mudas micorrizadas, na presença de matéria orgânica, é decorrente de uma interação entre a presença da matéria orgânica e da micorrização, e não propria

mente da micorrização em si.

É importante ressaltar ainda que a fonte de fósforo utilizada neste experimento apresentou 17,80% de CaO na sua constituição (Quadro 4) e que o cálcio encontrado no superfosfato simples, encontra-se na forma monocálcica, ou seja, prontamente solúvel. Se considerarmos o efeito antagônico que existe entre o cálcio e o potássio, os resultados encontrados no Quadro 10A do Apêndice, que mostrou uma diminuição no teor de K à medida que aumentaram as doses de fósforo parecem estar coerentes.

#### 4.1.2.4. Cálcio

A equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para o teor de cálcio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro cultivadas em substrato sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples encontram-se na Figura 13. A equação obtida é linear, e conforme esta equação, espera-se um aumento médio de 0,093% no teor de cálcio da matéria seca da parte aérea destas mudas, quando se aumenta 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. Este resultado obtido é coerente, pois com doses crescentes de superfosfato simples, maiores teores de cálcio foram adicionados ao substrato (Quadro 11A do Apêndice).

No que diz respeito à micorrização das mudas, verifica-se no Quadro 12A do Apêndice, que na ausência de matéria orgânica, as mudas micorrizadas apresentaram 19,30% mais cálcio na matéria seca que as mudas não micorrizadas. Porém, na presença de matéria orgâ-

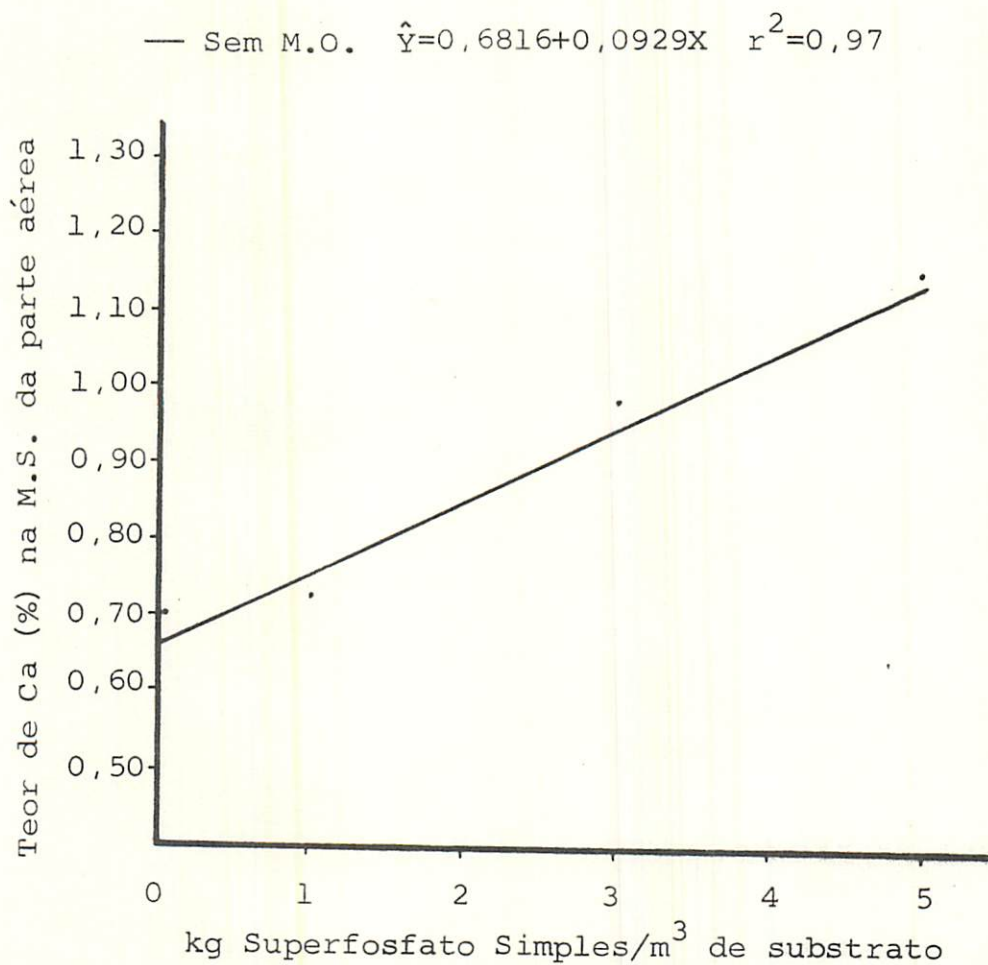


FIGURA 13. Efeito das doses de Superfosfato Simples na ausência de matéria orgânica, sobre os teores de cálcio na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

nica, as mudas micorrizadas apresentaram os mesmos teores de cálcio das mudas não micorrizadas.

OLIVEIRA et alii (76), ao estudarem níveis crescentes de superfosfato simples no substrato, observaram acréscimos nos teores de cálcio da matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro.

#### 4.1.2.5. Magnésio

Na Figura 14 estão apresentadas as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de magnésio na parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com G. margarita na presença e ausência de matéria orgânica com diferentes doses de superfosfato simples.

Para as mudas micorrizadas sem matéria orgânica, a representação da equação é quadrática, passando por um ponto de mínimo em 3,15 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

As mudas não micorrizadas, com matéria orgânica no substrato, são representadas por uma equação linear. Conforme esta equação, que se encontra na Figura 14, espera-se uma diminuição média de 0,0117% no teor de magnésio, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, quando se acrescenta ao substrato 1 kg de superfosfato simples.

A equação de regressão, que representa as mudas são micorrizadas cultivadas na ausência de matéria orgânica no substrato é quadrática, passando por um ponto de mínimo em 4,1 kg de superfos-

- Inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=0,3043-0,0186X-0,0104X^2+0,0025X^3$   $r^2=0,86$   
 -□- Não inoc. com M.O.  $\hat{Y}=0,3076-0,0117X$   $r^2=0,97$   
 -△- Não inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=0,3275-0,0638X+0,0077 X^2$   $r^2=0,93$

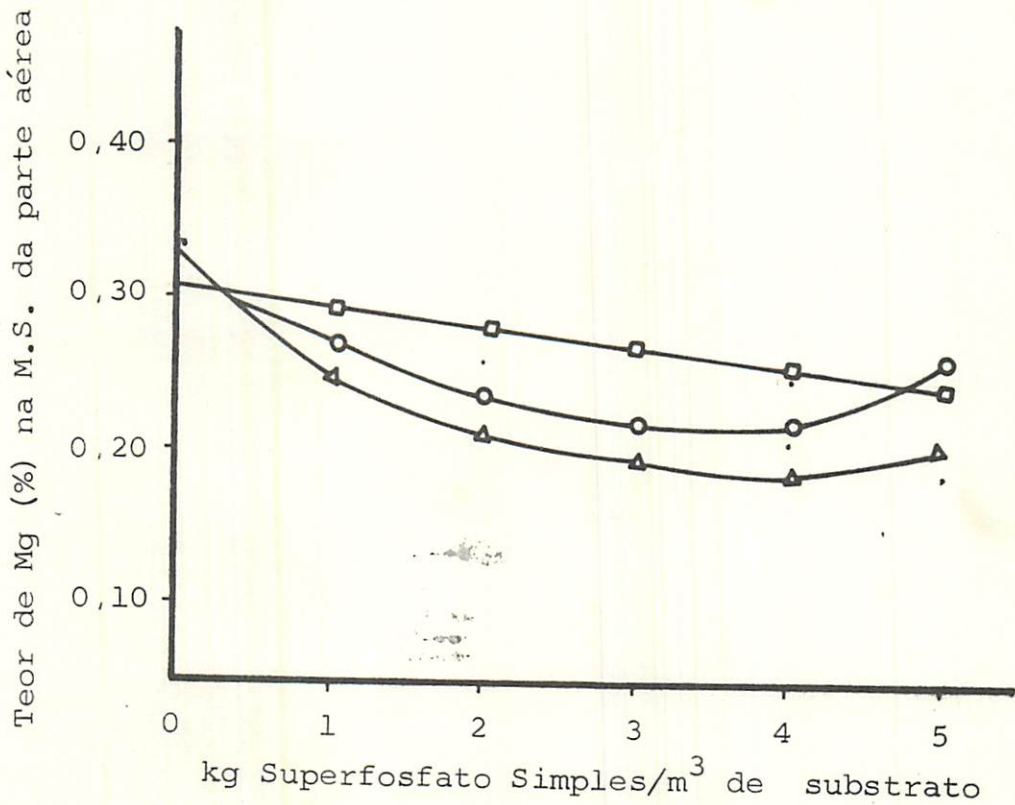


FIGURA 14. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

fato simples por  $m^3$  de substrato.

MENARD & MALAVOLTA (66) encontraram em solução nutritiva que ao aumentar o nível de fósforo na solução houve um aumento acentuado do teor de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. Esta associação sinérgica entre fósforo e magnésio parece confirmar a teoria de que o magnésio funciona como transportador de fósforo dentro da planta.

BRAGANÇA (9), trabalhando com fontes e doses de fósforo no substrato para formação de mudas de cafeeiro, encontrou um aumento dos teores de magnésio na matéria seca das raízes, mas não na matéria seca da parte aérea e sugeriu um efeito diluição para este elemento, pois para sua determinação os caules e as folhas foram analisados juntos.

Neste trabalho, os resultados obtidos para os teores de magnésio parecem discrepantes com os resultados encontrados na literatura. Verificou-se que, com doses crescentes de superfosfato simples no substrato, os teores de magnésio apresentaram uma tendência de diminuição. O que parece ter contribuído para que ocorresse esta diminuição nos teores de magnésio foram os teores de potássio encontrados. E o que se encontra na literatura é a existência de um antagonismo entre potássio e magnésio, MALAVOLTA (64). Segundo este autor, quando a absorção de potássio aumenta, normalmente a do magnésio diminui. Por este motivo, a relação K/Mg nas folhas do cafeeiro apresenta significado especial.

Por outro lado, é importante salientar que COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20), trabalhando também com G. margarita e doses crescentes de fósforo no substrato não encontraram ajuste para os teores de magnésio determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro.

LAMBERT et alii (53) encontraram diminuição nos teores de magnésio, com 80 ppm disponível de fósforo no substrato, quando cultivaram diferentes clones de alfafa sob estas condições. Em outro experimento, LAMBERT et alii (52), ao verificar o efeito da micorrização na interação fósforo com outros elementos, encontraram maiores teores de magnésio para um cultivo, mas em outro cultivo os teores de magnésio determinados não foram alterados. Estes autores afirmam que os teores de magnésio nas plantas micorrizadas não são consistentes e variam muito de um experimento para o outro.

#### 4.1.2.6. Enxofre

A equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para o teor de enxofre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, perante as doses de superfosfato simples adicionadas ao substrato, encontram-se na Figura 15. A representação da equação é cúbica com ponto de máximo em 2,0 kg de superfosfato simples, diminuindo em seguida até passar por um ponto de mínimo em 3,4 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Neste trabalho, a aplicação de doses crescentes de superfosfato simples proporcionou maiores teores de enxofre na matéria

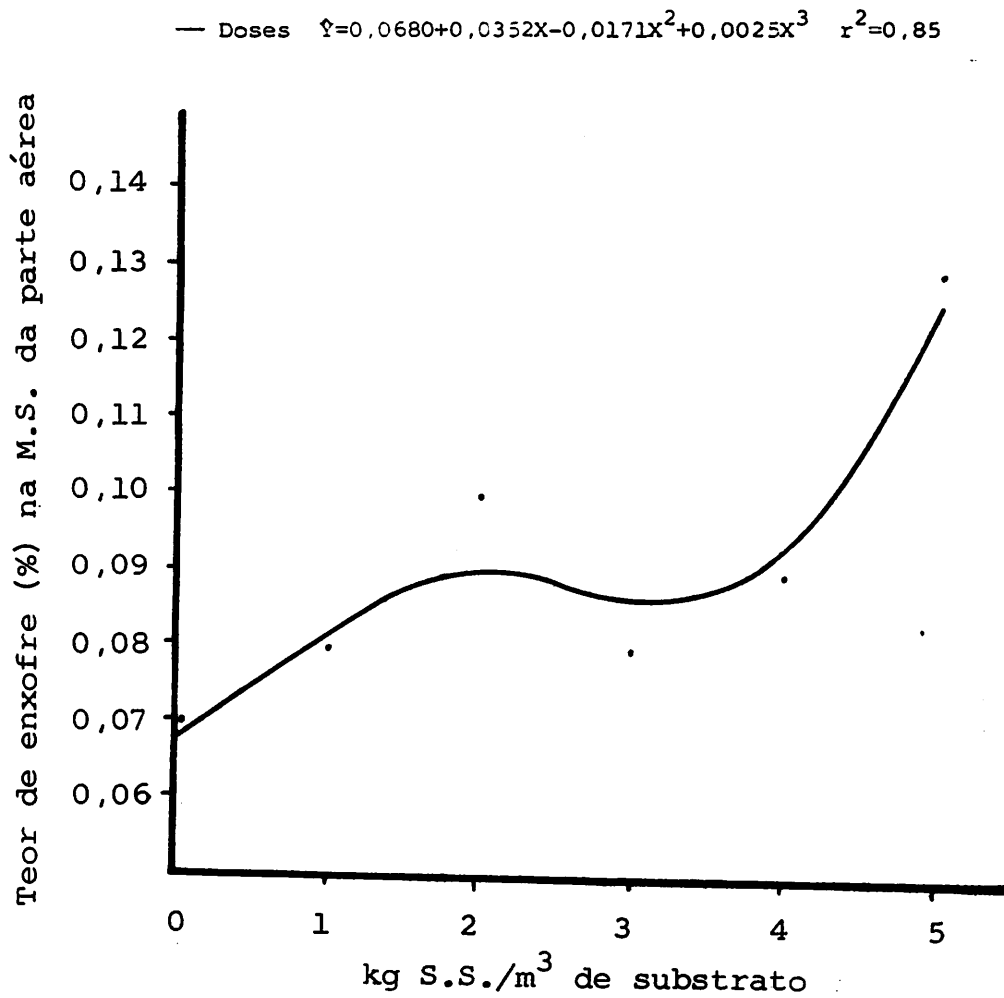


FIGURA 15. Efeito das doses de superfosfato simples sobre os teores de enxofre na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

seca da parte aérea. A adição de maiores doses de superfosfato simples adicionou também maiores teores de enxofre ao substrato, pois o enxofre é um dos elementos presentes neste adubo (Quadro 4).

Verifica-se, pelos dados obtidos (Quadro 14A do Apêndice) e Figura 15, que nas doses intermediárias de superfosfato simples, o teor de enxofre determinado na matéria seca da parte aérea apresentou um ligeiro decréscimo, mas voltou novamente a elevar-se, quando doses maiores de superfosfato simples foram adicionadas ao substrato. Esta variação ocorrida pode ser atribuída a um desequilíbrio nutricional, e não propriamente a uma variação provocada por diferenças existentes entre os tratamentos.

Com relação à inoculação, observa-se no Quadro 15A do Apêndice que as mudas micorrizadas apresentaram um teor médio de enxofre 25% superior ao teor médio de enxofre das mudas não micorrizadas.

Na literatura sobre mudas de cafeeiro micorrizadas, não foram encontradas citações sobre o teor de enxofre. Provavelmente por ser um elemento difícil de ser quantificado em laboratório e talvez também por não existir metodologia adequada. Portanto, conclui-se que para as condições deste experimento, o teor de enxofre determinado sofreu influência positiva da micorrização.

No Quadro 16A do Apêndice, verifica-se que a presença de matéria orgânica no substrato elevou os teores de enxofre determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro em 100%. Estes resultados são coerentes, pois (50, 64, 83) afirmam que a

principal fonte natural de enxofre nos solos brasileiros é a matéria orgânica.

#### 4.1.3. Micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro

O resumo das análises de variância referentes aos teores de micronutrientes, determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro deste experimento, encontram-se no Quadro 7.

##### 4.1.3.1. Boro

Para os teores de boro, embora a interação doses x inoculação x matéria orgânica tenha sido significativa pelo teste de F, ao nível de 5 e 1% de probabilidade, ao efetuar o desdobramento considerado mais apropriado para este experimento, não foram detectadas respostas significativas. Isto pelo fato de que as doses de superfosfato simples utilizadas não apresentaram diferentes estatísticas significativas. Neste caso o aconselhado seria realizar outro tipo de desdobramento para verificar a influência da micorrização e da matéria orgânica sobre as diferentes doses utilizadas. Porém, tal conduta não seria adequada, pois estaria fugindo dos critérios básicos considerados para a análise deste experimento. Portanto, foram realizados apenas os estudos isolados dos fatores Inoculação e Matéria Orgânica, e da interação Inoculação x Matéria Orgânica.

QUADRO 7. Resumo das análises de variância para os teores de micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples, na presença e ausência de micorrização, com e sem matéria orgânica no substrato, experimento de casa de vegetação. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses	5	57,3629NS	11,2597NS	22534,9668**	5067,0854**	44,3916NS
Inoculação	1	961,4008**	1242,0009**	120416,6640**	19295,0097**	469,4927**
D x I	5	38,0561NS	29,5687**	10171,7412**	1410,4854NS	42,5696NS
Matéria orgânica	1	1581,1274**	189,5627**	132610,6719**	19238,3438**	244,8009**
D x M.orgânica	5	140,9999NS	6,4584NS	9198,3418**	739,7687NS	15,8524NS
I x M.orgânica	1	1234,1005**	38,6334*	170522,0469**	396,0938NS	631,9135**
D x I x M.orgânica	5	321,5943**	2,7602NS	13338,8672**	5463,8184**	57,4759*
Erro	72	93,5318	6,2042	1443,2642	1306,3856	23,1080
C.V.%		26,33	27,46	24,59	34,42	20,72

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de uma muda por parcela, em 8 repetições.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

Para a micorrização, observa-se pelo Quadro 17A do Apêndice, que as mudas micorrizadas apresentaram um teor de boro 18,86% superior ao teor encontrado nas mudas não micorrizadas. LOPES et alii (58) encontraram em mudas inoculadas, em condições de campo, maior teor de boro na véspera da primeira colheita. Embora maiores teores de boro tenham sido encontrados nas mudas micorrizadas destes dois experimentos, observa-se na literatura uma falta muito grande de experimentos que determinam o boro na matéria seca de mudas de cafeeiro, sendo, portanto, prematuro afirmar que este elemento é beneficiado pela micorrização. O que se pode dizer é que para as condições deste experimento, os teores de boro foram beneficiados pela micorrização.

Para a matéria orgânica verifica-se, pelo Quadro 17A do Apêndice, que a presença de matéria orgânica no substrato elevou os teores de boro em 24,85% na matéria seca da parte aérea. Estes resultados confirmam a afirmação de MALAVOLTA (64) que diz que a matéria orgânica em nossos solos é a principal fonte de boro para as plantas.

Observa-se ainda neste mesmo Quadro do Apêndice, que na ausência da matéria orgânica a micorrização foi muito mais efetiva em elevar os teores de boro, determinados na matéria seca das mudas de cafeeiro. Na presença de matéria orgânica, a presença e a ausência da micorrização não alteraram os teores de boro determinados.

#### 4.1.3.2. Cobre

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) determinados para os teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo MVA G. margarita nas diferentes doses de superfosfato simples aplicadas ao substrato, encontram-se na Figura 16. Para as mudas micorrizadas, a representação da equação é linear e conforme esta equação, espera-se uma diminuição média de 0,741 ppm no teor de cobre da matéria seca, quando se acrescenta 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Para as mudas não micorrizadas, a representação da equação é cúbica, passando por um ponto de máximo em 0,9 kg e depois por um ponto de mínimo em 3,0 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Observa-se no Quadro 19A do Apêndice, que o teor médio de cobre encontrado nas mudas micorrizadas foi 131,60% superior ao teor de cobre das plantas não micorrizadas. Maiores teores de cobre em mudas micorrizadas foram também obtidos por 52, 53, 61, 94.

Estes resultados indicam que a micorrização tem aumentado a absorção de cobre em alguns experimentos e que possivelmente, este maior teor de cobre absorvido deve contribuir também para o melhor desenvolvimento destas plantas micorrizadas.

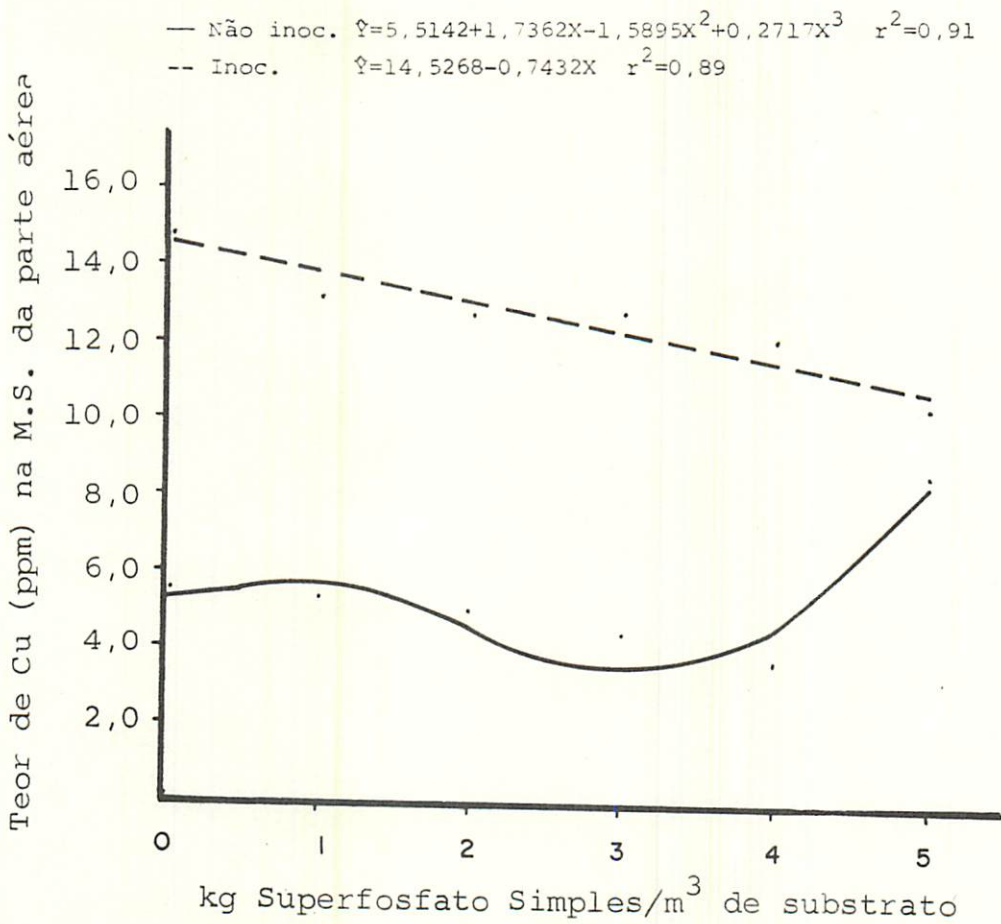
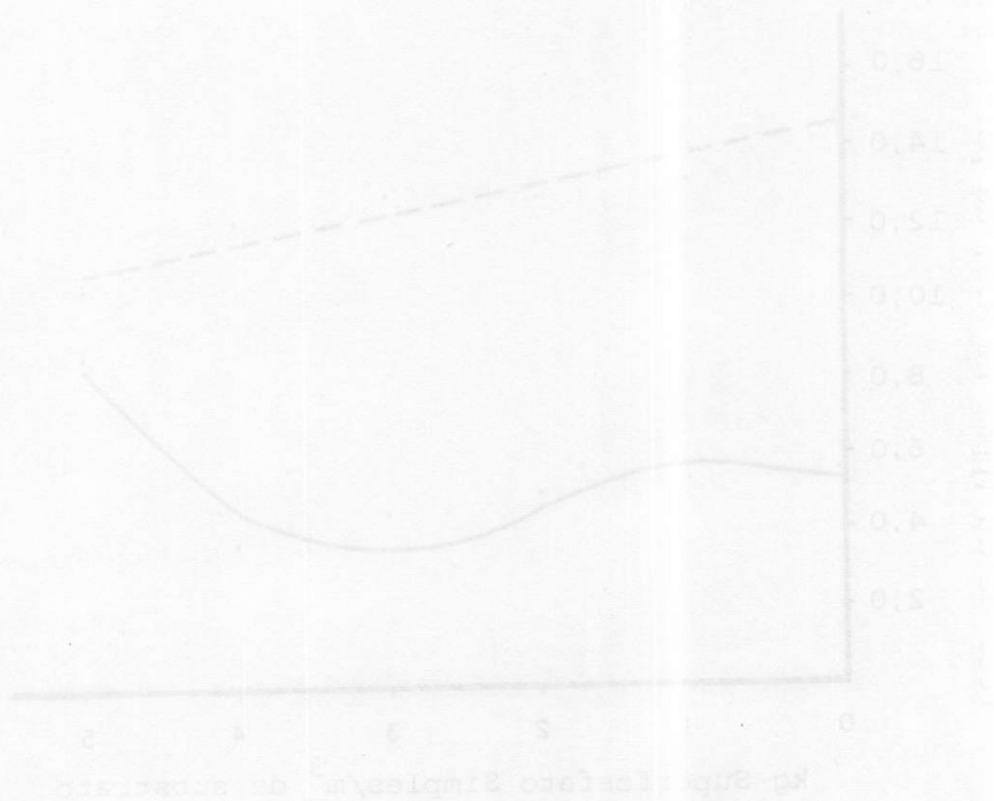


FIGURA 16. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação sobre os teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.



A. 16. Retiro das cossas de superintensão simples de grande e pequena de inoculação sobre os tecidos de matéria seca da parte aérea de milho de cauleiro. (Luz, 1986).

Para a matéria orgânica, o Quadro 20A do Apêndice mostra que na sua presença o teor de cobre das mudas de cafeeiro foi 36,64% superior ao teor de cobre encontrado nas mudas onde a matéria orgânica não estava presente no substrato.

KIEHL (50) afirma que a matéria orgânica é uma das principais fontes de micronutrientes para as plantas, e como no esterco de curral utilizado neste experimento (Quadro 2) existia um adequado teor de cobre, o aumento do teor de cobre nas mudas que foram cultivadas na sua presença é decorrente da mineralização da matéria orgânica que tornou este micronutriente disponível para as mudas.

#### 4.1.3.3. Ferro

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) encontrados para os teores de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples no substrato, encontram-se na Figura 17.

A equação de regressão encontrada para as mudas não micorrizadas, na presença de matéria orgânica, é quadrática, passando por um ponto de mínimo em 2,8 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Para as mudas não micorrizadas, a ausência de matéria orgânica no substrato, a equação de regressão que representa o teor de ferro na matéria seca da parte aérea é de 4º grau.

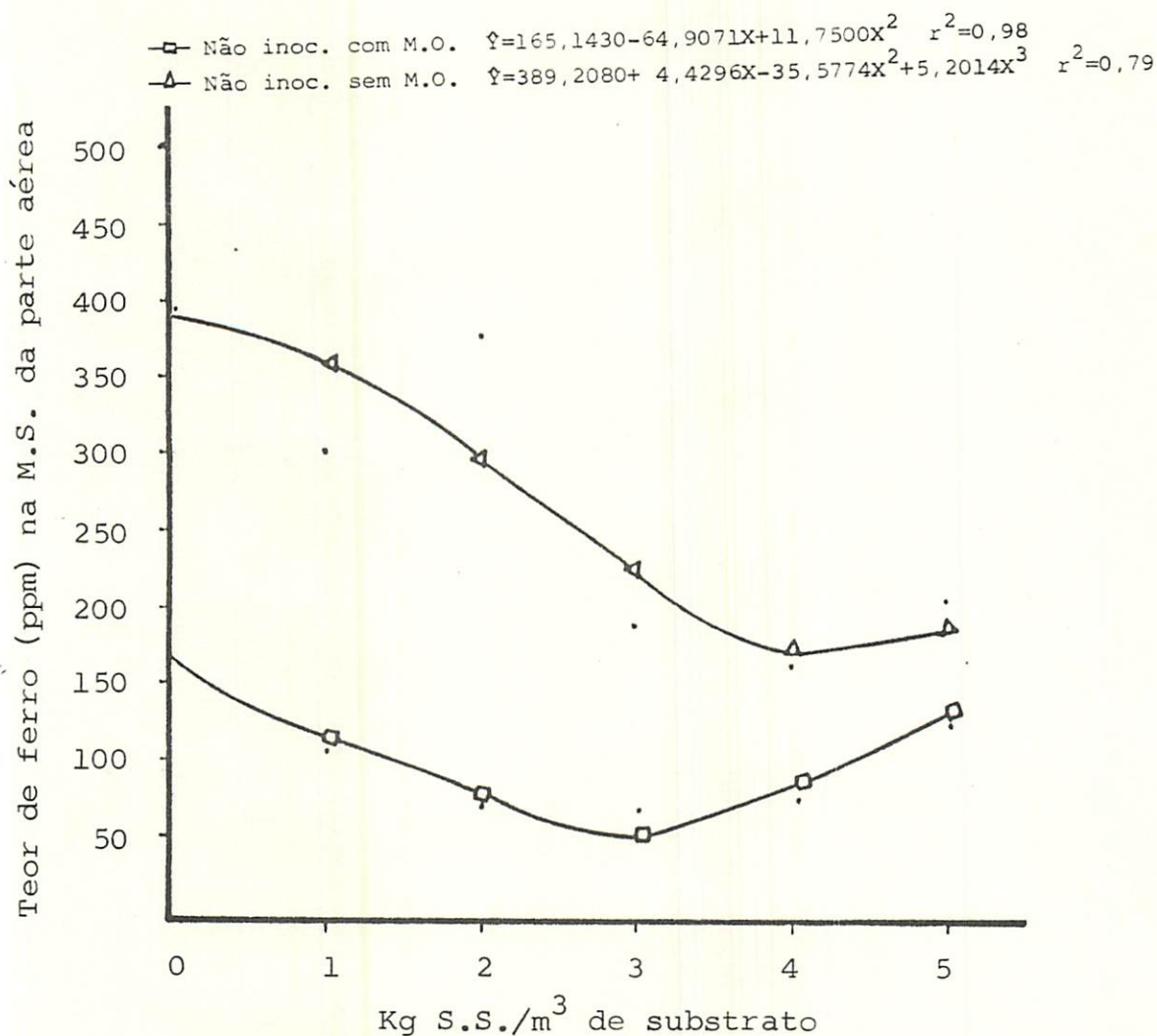


FIGURA 17. Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

No Quadro 21A do Apêndice encontram-se as médias para os teores de ferro determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro. Por este Quadro, observa-se que as mudas micorrizadas apresentaram teor médio de ferro 59,50% inferior ao teor médio apresentado pelas mudas não micorrizadas.

LOPES et alii (61) encontraram maiores teores de ferro na matéria seca de folhas de cafeeiro micorrizadas.

LAMBERT et alii (53) encontraram maiores teores de ferro na matéria seca da parte aérea de clones de alfafa, quando 80ppm de fósforo foram adicionados ao substrato. Em outro experimento, LAMBERT et alii (52) encontraram também maiores teores de ferro em soja e milho nas plantas micorrizadas. No entanto, estes autores afirmam que, embora os teores de ferro tenham sido aumentados nas plantas micorrizadas de alguns experimentos, o efeito da micorrização sobre a absorção deste elemento não é bem evidente, necessitando ainda de comprovações mais específicas.

#### 4.1.3.4. Manganês

A Figura 18 apresenta a equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para o teor de Mn na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas com G. margarita, na ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

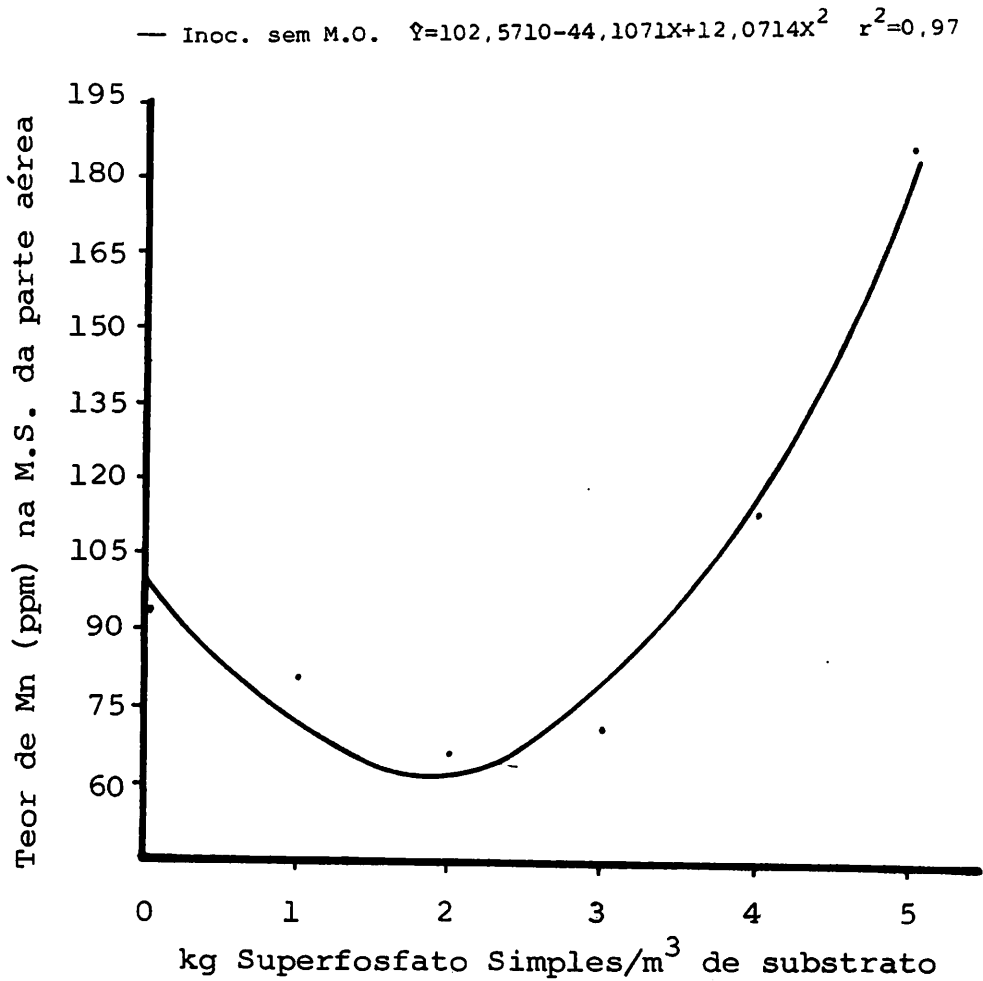


FIGURA 18. Efeito das doses de superfosfato simples na presença de inoculação e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

Observa-se na Figura 18 e no Quadro 22A do Apêndice, que a média dos teores de manganês encontrados na matéria seca da parte aérea dos tratamentos micorrizados foi 31,20% inferior à média ao teor médio de manganês dos tratamentos não micorrizados. Estes resultados podem ser considerados como um efeito diluição, em função do maior desenvolvimento das mudas micorrizadas, como foi relatado por LOPES et alii (61) e COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20).

Por outro lado, estes resultados parecem sustentar uma hipótese que ainda não foi comprovada, mas afirma que a inoculação de plantas com fungos MVA atenuam a toxidez de manganês para as plantas que são cultivadas em solos onde este elemento encontra-se em níveis elevados como o que foi utilizado neste experimento.

No Quadro 22A do Apêndice, observa-se ainda que, na presença de matéria orgânica, a micorrização atenuou ainda mais os teores de manganês determinados na matéria seca da parte aérea. Estes dados sugerem que a micorrização juntamente com a matéria orgânica podem apresentar efeito sinérgico para atenuar a toxidez de Mn em solos, onde o teor deste elemento é elevado. MALAVOLTA (63) e BRAGANÇA (9) encontraram menores teores de manganês na matéria seca da parte aérea, quando doses elevadas de fósforo foram aplicadas ao solo. Neste trabalho, embora os dados não estejam perfeitamente constantes, as respostas obtidas não concordam com esta afirmação.

#### 4.1.3.5. Zinco

A equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para os teores de zinco determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas na ausência de matéria orgânica, encontram-se na Figura 19. A equação apresentada é de 4º grau, passando por um ponto de máximo em 0,6 kg de superfosfato simples, diminuindo em seguida até passar por um ponto de mínimo em 2,4 kg de superfosfato simples e voltando novamente a subir, até atingir novo ponto de máximo em 4,1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Observa-se pelo Quadro 23A do Apêndice, que o teor médio de zinco encontrado nas mudas micorrizadas com matéria orgânica no substrato foi 49,50% superior ao teor médio de zinco, encontrado nas mudas micorrizadas, sem matéria orgânica no substrato. Estes dados podem até sugerir que o maior teor de zinco obtido foi em decorrência da matéria orgânica, mas ao observar novamente o Quadro 20 do Apêndice, verifica-se que as mudas não micorrizadas apresentaram teores de zinco semelhantes na presença e ausência de matéria orgânica no substrato.

Verifica-se também pelo Quadro 23A do Apêndice, que o teor médio de zinco encontrado nas plantas micorrizadas foi 21,10% inferior ao teor de zinco encontrado nas plantas não micorrizadas. Resultados semelhantes foram obtidos por LOPES et alii (61) e COLOZI-FILHO & SIQUEIRA (20). No entanto, LAMBERT et alii (52); SIQUEIRA & PAULA (94) encontraram maiores teores de zinco em plantas mi

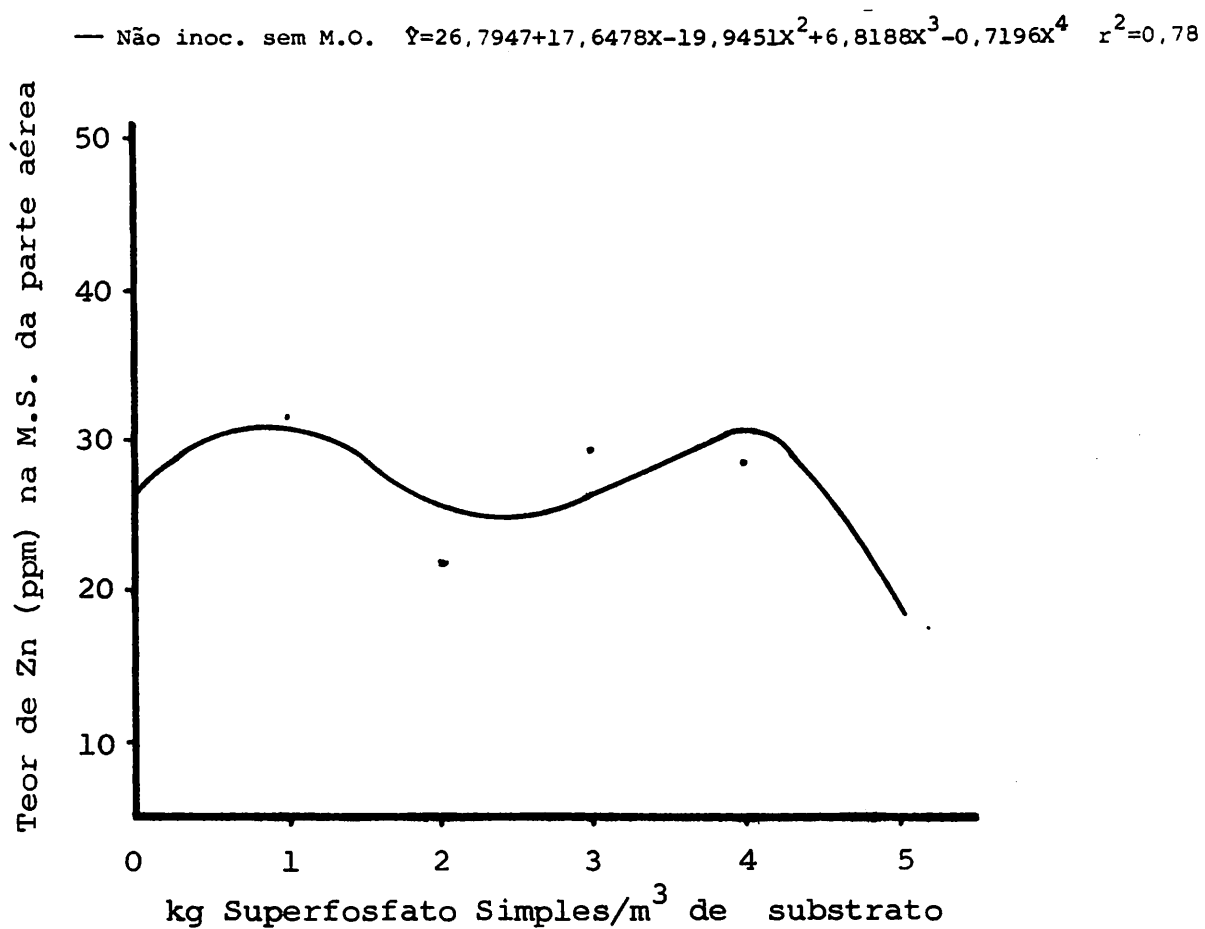


FIGURA 19. Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de inoculação e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de zinco na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

corrizadas.

MOSSE (71) sugeriu que a micorrização poderia aumentar a absorção de Zn pelas plantas. Baseando-se neste princípio, LOPES et alii (61) adicionaram vários níveis de zinco ao substrato de mudas de cafeeiro para verificar a veracidade deste hipótese. Porém, as respostas obtidas não confirmaram esta hipótese de MOSSE (71), e, ao que tudo indica, os maiores teores de zinco verificados em plantas micorrizadas, por certos autores, são decorrentes de efeitos secundários, provocados pelo desenvolvimento diferenciado das plantas micorrizadas, ou pela influência do maior suprimento de fósforo no substrato, que proporciona intensas alterações na absorção e translocação deste elemento, COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20).

Os efeitos da micorrização sobre os teores de nutrientes na planta, segundo COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20), podem ser resultados de efeitos diretos do fungo sobre os mecanismos de absorção destes nutrientes, ou de efeitos secundários resultantes da interação entre estes nutrientes e o maior ou menor desenvolvimento das plantas.

Ainda, segundo estes autores, a interpretação de dados obtidos de experimentos desta natureza deve ser feita com muito cuidado, pois poderá levar a conclusões errôneas sobre o papel das MVA na nutrição mineral das plantas. As plantas micorrizadas apresentam maior desenvolvimento em baixas doses de fósforo, e nestas condições as plantas não micorrizadas apresentam crescimento reduzido. Por outro lado, em altas doses de fósforo, as plantas não

micorrizadas apresentam maior desenvolvimento, e nestas condições as plantas micorrizadas apresentam inibição na colonização e profundas alterações na absorção e translocação de certos nutrientes.

Baseando-se nesta linha de raciocínio proposta por estes autores, pode-se concluir das respostas apresentadas que a micorrização elevou apenas os teores de P, Cu e S e diminuiu os teores de N e Mn deste experimento.

Estas afirmações mostram que os efeitos nutricionais benéficos da micorrização resultam da maior absorção de P, Cu e S e possivelmente da redução de N e Mn, sendo que as demais modificações ocorridas nos teores dos outros nutrientes resultam de efeitos secundários da micorrização, maior ou menor desenvolvimento, da maior disponibilidade de fósforo no substrato, em função das doses crescentes de superfosfato simples adicionadas, e também da presença e da ausência de matéria orgânica no substrato.

#### 4.1.4. Macro e Micronutrientes determinados na matéria seca das raízes das mudas de café

Como já foi comentado no item 3.2.9 do Material e Métodos, neste experimento, não foram determinados os teores de macro e micronutrientes das raízes; pois ao retirar 1 g de raízes para avaliar a colonização micorrízica nas raízes, o material disponível não foi suficiente, para que tais análises fossem realizadas. Todas as repetições de um mesmo tratamento foram agrupadas, e realizou-se apenas uma determinação dos teores de nutrientes por tratamento (Quadros 8 e 9).

QUADRO 9. Teores médios de macro e micronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação com G. margarita, sem matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Tratamentos		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- % -----							----- ppm -----					
D <sub>0</sub>	SI	2,60	0,10	1,26	0,74	0,50	0,05	36,4	55,0	1242,0	162,0	356,0
D <sub>1</sub>	SI	2,76	0,11	1,30	0,71	0,70	0,10	30,3	29,0	1250,0	170,0	210,0
D <sub>2</sub>	SI	2,84	0,12	1,32	0,90	0,79	0,16	31,2	24,0	1248,0	196,0	188,0
D <sub>3</sub>	SI	2,88	0,10	1,32	1,29	0,80	0,26	16,8	26,0	1250,0	259,0	206,0
D <sub>4</sub>	SI	3,00	0,10	1,35	1,30	0,95	0,18	19,4	23,0	1260,0	180,0	161,0
D <sub>5</sub>	SI	2,77	0,10	1,44	1,43	0,79	0,17	26,2	26,0	1252,0	115,0	113,0
D <sub>0</sub>	SNI	1,80	0,03	0,81	0,30	0,40	0,07	78,0	15,0	2680,0	82,0	70,0
D <sub>1</sub>	SNI	2,10	0,04	0,76	0,26	0,39	0,09	94,0	12,0	1340,0	94,0	76,0
D <sub>2</sub>	SNI	1,93	0,07	1,04	0,41	0,48	0,06	126,0	9,0	1408,0	101,0	91,0
D <sub>3</sub>	SNI	1,06	0,05	1,07	0,54	0,41	0,11	97,0	13,0	1110,0	87,0	87,0
D <sub>4</sub>	SNI	0,98	0,04	1,66	0,62	0,40	0,12	101,0	11,0	1194,0	81,0	93,0
D <sub>5</sub>	SNI	0,99	0,06	1,80	0,67	0,44	0,14	100,0	14,0	1226,0	75,0	144,0

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos por tratamento

DM: Doses de superfosfato simples utilizadas (0,1,2,3,4 e 5 kg de superfosfato simples por m<sup>2</sup> de substrato).

S: Ausência de matéria orgânica no substrato

I: Mudas inoculadas com G. margarita

NI: Mudas não inoculadas com G. margarita

QUADRO 8. Teores médios de macro e micronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação com G. margarita com matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- % -----						----- ppm -----					
D <sub>0</sub> CI	2,80	0,14	3,24	0,59	0,53	0,19	60,4	28,0	1247,0	120,0	62,6	
D <sub>1</sub> CI	2,74	0,14	2,16	0,67	0,50	0,17	46,0	29,0	1253,0	130,0	143,7	
D <sub>2</sub> CI	2,80	0,13	1,98	0,82	0,61	0,26	48,4	25,0	1149,0	81,0	121,2	
D <sub>3</sub> CI	2,93	0,13	1,95	0,91	0,66	0,30	60,6	23,0	1150,0	90,0	120,0	
D <sub>4</sub> CI	3,00	0,14	2,16	1,00	0,67	0,37	58,8	22,0	1157,0	99,0	105,6	
D <sub>5</sub> CI	2,91	0,16	2,58	1,02	0,70	0,42	102,0	23,0	1178,0	119,0	54,7	
D <sub>0</sub> CNI	2,60	0,03	2,10	0,24	0,33	0,08	56,4	16,0	1242,0	46,0	254,0	
D <sub>1</sub> CNI	2,86	0,11	1,80	0,43	0,70	0,10	40,3	18,0	1250,0	50,0	210,0	
D <sub>2</sub> CNI	2,84	0,09	1,08	0,60	0,80	0,16	31,2	16,0	1248,0	66,0	188,0	
D <sub>3</sub> CNI	2,98	0,10	1,32	0,66	0,85	0,26	16,8	16,0	1250,0	66,0	206,0	
D <sub>4</sub> CNI	3,00	0,10	1,45	0,80	0,79	0,18	19,4	15,0	1260,0	80,0	161,0	
D <sub>5</sub> CNI	2,77	0,10	2,08	0,57	0,99	0,22	26,2	14,0	1252,0	95,0	113,0	

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos por tratamento

DM: Doses de superfosfato simples utilizadas (0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato).

C : Presença de matéria orgânica no substrato

I : Mudanças inoculadas com G. margarita

NI: Mudanças não inoculadas com G. margarita

1413

## 4.2. Experimento do viveiro comercial

### 4.2.1. Características de crescimento

Os resumos das análises de variância referentes às características de crescimento avaliadas neste experimento, encontram-se no Quadro 10.

Neste experimento, as características de crescimento serão apresentadas individualmente, pois a discussão em conjunto dificultaria não só a explanação, como a compreensão das respostas, devido à diversidade dos resultados obtidos.

#### 4.2.1.1. Matéria seca da parte aérea

A equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para a matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro na ausência de inoculação e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 20. A representação da equação é linear. Conforme esta equação, espera-se um aumento de 0,167 g de matéria seca na parte aérea para 1 kg de superfosfato simples adicionado por  $m^3$  de substrato.

Para as mudas micorrizadas, embora tenha ocorrido uma tendência de maior produção de matéria seca no intervalo de 1 a 2 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato, não foram detectadas diferenças estatísticas para estas médias, quando diferentes doses de superfosfato simples foram adicionadas ao substrato (Quadro 24A

QUADRO 10. Resumo das análises de variância para as características de crescimento avaliadas em mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples, na presença e ausência de inoculação com G. margarita, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento em viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios e significância						
		Peso seco parte aérea	Peso fresco raízes	Peso seco raízes	Diâmetro caule (cm)	Altura planta (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	% colonização das raízes
Doses	5	1,3952**	1,5771NS	0,0278NS	0,0486*	3,8866**	14418,6308**	238,9137**
Inoculação	1	6,2532**	158,5950**	1,4059**	0,8938**	1,5768NS	25631,3027**	
D x I	5	0,9255**	8,5821**	0,2408**	0,1572**	4,4076**	5334,8203**	
Matéria orgânica	1	175,0897**	593,9652**	4,7911**	3,2813**	274,0853**	1692375,1250**	102,4733NS
D x M.orgânica	5	0,2668NS	2,2434NS	0,0397NS	0,0174NS	1,3114NS	8306,3896**	37,6322NS
I x M.orgânica	1	0,1328NS	14,2463**	0,0098NS	0,0088NS	0,0468NS	1188,9256NS	
D x I x M.orgânica	5	0,0558NS	2,3701NS	0,0166NS	0,0542**	0,7126NS	2557,1482NS	
Erro	168	0,2568	1,1740	0,0244	0,0162	0,6953	1361,0540	44,5519
C.V. (%)		19,10	14,65	11,99	5,98	10,13	20,56	22,40

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 plantas por parcela em 8 repetições.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

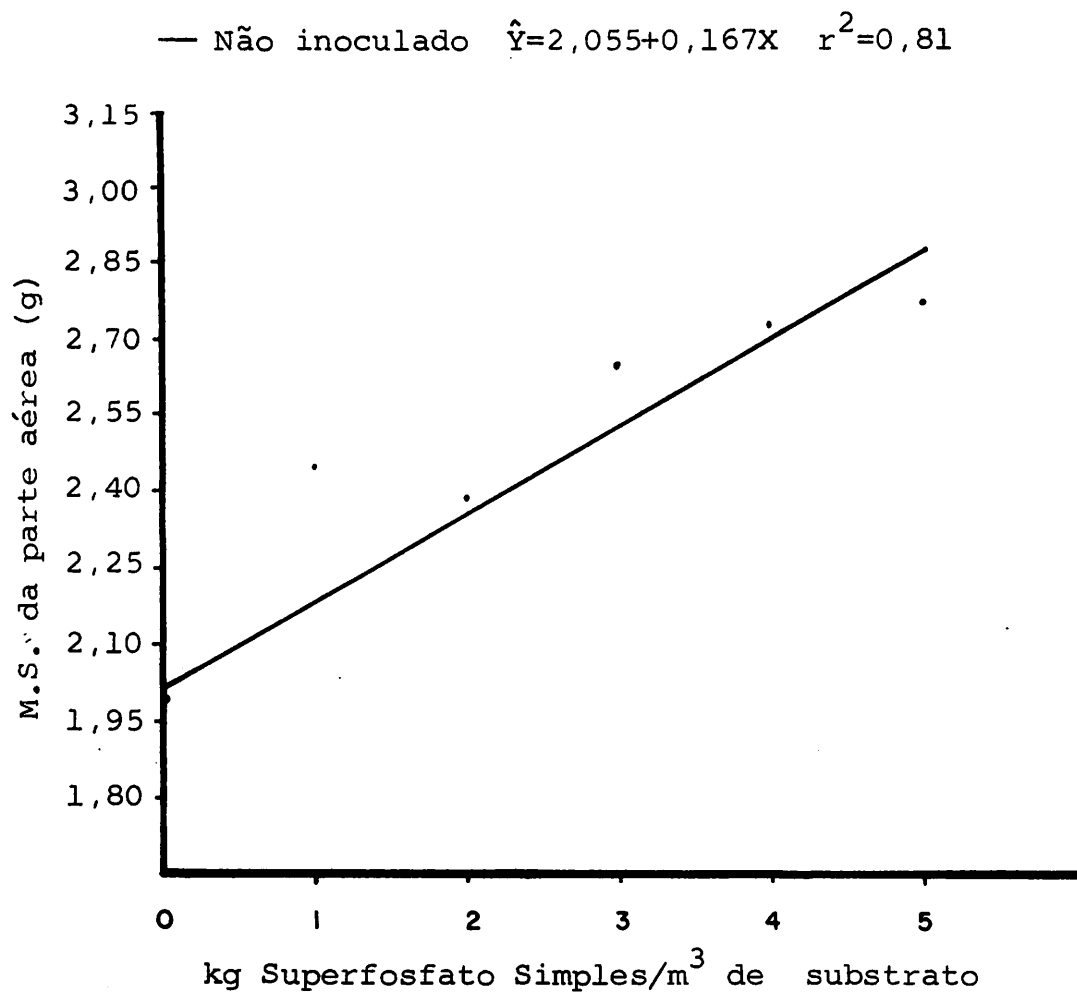


FIGURA 20. Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de inoculação sobre a produção de matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras - MG. 1986.

do Apêndice).

Neste mesmo Quadro do Apêndice, observa-se que ocorreram diferenças de produção de matéria seca entre os tratamentos micorrizados e não micorrizados, mostrando que a inoculação aumentou a produção de matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro neste experimento, em 14,60%.

ZAMBOLIM et alii (109) e LOPES et alii (61) trabalharam com diferentes níveis de fósforo em cafeeiro na presença do fungo MVA G. margarita e não encontraram diferenças estatísticas significativas para os níveis de fósforo adicionados ao substrato. Houve resposta para a inoculação e não para os diferentes níveis de fósforo estudados. Os resultados apresentados por estes autores corroboram com os resultados encontrados neste experimento, embora a magnitude das respostas encontradas neste experimento seja inferior àquela descrita por estes autores.

Para a matéria orgânica, pelo Quadro 25A do Apêndice, verifica-se que a adição de matéria orgânica ao substrato aumentou em 112,35% a produção de matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro. Respostas que evidenciam a importância da matéria orgânica para a produção de mudas de cafeeiro foram obtidas por CARVALHO et alii (17) e OLIVEIRA et alii (76).

Na ausência de micorrização, neste experimento, verificou-se que a produção de matéria seca das mudas de cafeeiro na dose zero de superfosfato simples foi a única dosagem que se diferenciou das demais. Estes resultados não concordam com os resultados

encontrados por CARVALHO et alii (17) e OLIVEIRA et alii (76) que observaram aumentos significativos na produção de matéria seca das mudas de cafeeiro até a dosagem de 5 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato. No experimento de casa de vegetação deste trabalho, descrito no item 4.1.1., observa-se também um aumento na produção da matéria seca das mudas até a dose de 5 kg de superfosfato simples, quando as mudas não foram inoculadas com o fungo G. margarita. Para as mudas micorrizadas, no experimento de casa de vegetação, foram detectadas respostas diferenciadas para as doses de superfosfato simples estudadas. No entanto, neste experimento de viveiro comercial não foram detectadas variações nas respostas, quando diferentes doses de superfosfato simples foram adicionadas ao substrato, na presença e ausência de matéria orgânica com a micorrização das mudas.

Sabe-se porém, que para um bom desenvolvimento fisiológico da planta, outros fatores além da fertilização, podem influenciar. Dentre eles, podemos citar: temperatura, luminosidade, água, aeração e outros microorganismos. A interação destes fatores, juntamente com o estágio de desenvolvimento da planta, poderão de terminar diferentes respostas para o bom desenvolvimento da mesma, BRAGANÇA (9).

CAIXETA et alii (14) encontraram também que diferentes diâmetros de substrato influenciaram o desenvolvimento das mudas, sendo que o melhor desenvolvimento foi verificado em substratos com maior diâmetro. Como o experimento de casa de vegetação foi realizado com vasos de 3 l de substrato, e o de viveiro comercial com

saquinhos de polietileno de 0,5 a 0,7 l de substrato, é possível que a diferença existente entre um tamanho de substrato e outro tenha influenciado no comportamento das respostas encontradas.

BRAGANÇA (9), ao verificar o efeito de fontes e doses de fósforo para o desenvolvimento de mudas de cafeeiro, não encontrou também diferenças estatísticas significativas para a produção de matéria seca da parte aérea das mudas que foram cultivadas em diferentes níveis de fósforo.

#### 4.2.1.2. Peso fresco das raízes

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para o peso fresco das raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo MVA G. margarita, na presença de diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 21. A representação das equações é do tipo linear. Conforme a equação encontrada para as mudas micorrizadas, espera-se uma diminuição média de 0,183 g na matéria fresca das raízes, e para as mudas não micorrizadas espera-se um aumento de 0,359 g na produção de matéria fresca das raízes, com o aumento de 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Os níveis crescentes de superfosfato simples diminuíram a produção de matéria fresca das raízes nas plantas micorrizadas. O aumento da fertilidade proporcionou uma diminuição na efetividade do fungo G. margarita em promover o desenvolvimento das raízes das mudas de cafeeiro. Observa-se, pela Figura 9, que a colonização

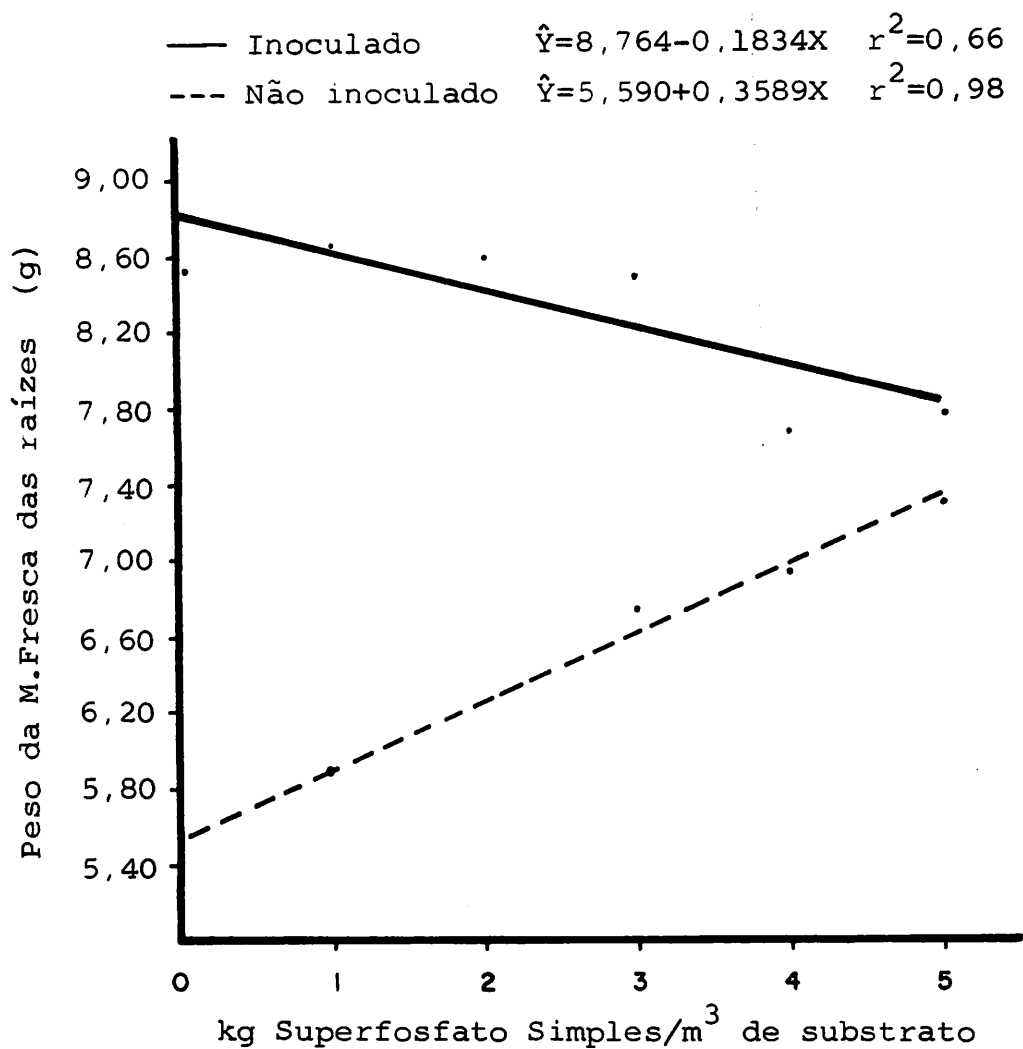


FIGURA 21. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, sobre o peso fresco das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

das raízes apresentou uma elevação nas doses iniciais de superfosfato simples adicionadas, mas decresceu nas doses mais elevadas. Observa-se, pelo Quadro 28A do Apêndice, que nas doses de superfosfato simples, onde a colonização aumentou, houve também uma maior produção de matéria fresca das raízes. COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20) também encontraram uma diminuição na produção de raízes, quando maiores níveis de fósforo foram adicionados ao substrato.

Porém, para as mudas não micorrizadas, as doses de superfosfato simples aumentaram a produção de matéria fresca das raízes. A medida que aumentou a disponibilidade de fósforo no substrato, maiores incrementos foram observados. Resultados semelhantes aos encontrados neste experimento, para mudas não micorrizadas, foram encontrados por CARVALHO et alii (17) e OLIVEIRA et alii (76).

#### 4.2.1.3. Matéria seca das raízes

Na Figura 22, encontram-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para o peso da matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não perante as diferentes doses de superfosfato simples adicionadas ao substrato. As equações são do tipo lineares. Conforme estas equações, o aumento de 1 kg de superfosfato simples no substrato corresponde a uma diminuição e um aumento médio de 0,05 g e de 0,04 g para as mudas micorrizadas e não micorrizadas, respectivamente.

Observa-se que o comportamento dos resultados obtidos para o peso da matéria seca das raízes foi semelhante ao comportamento

— Inoculado  $Y=1,5154-0,0504X$   $r^2=0,85$   
--- Não inoculado  $Y=1,1150+0,04125X$   $r^2=0,95$

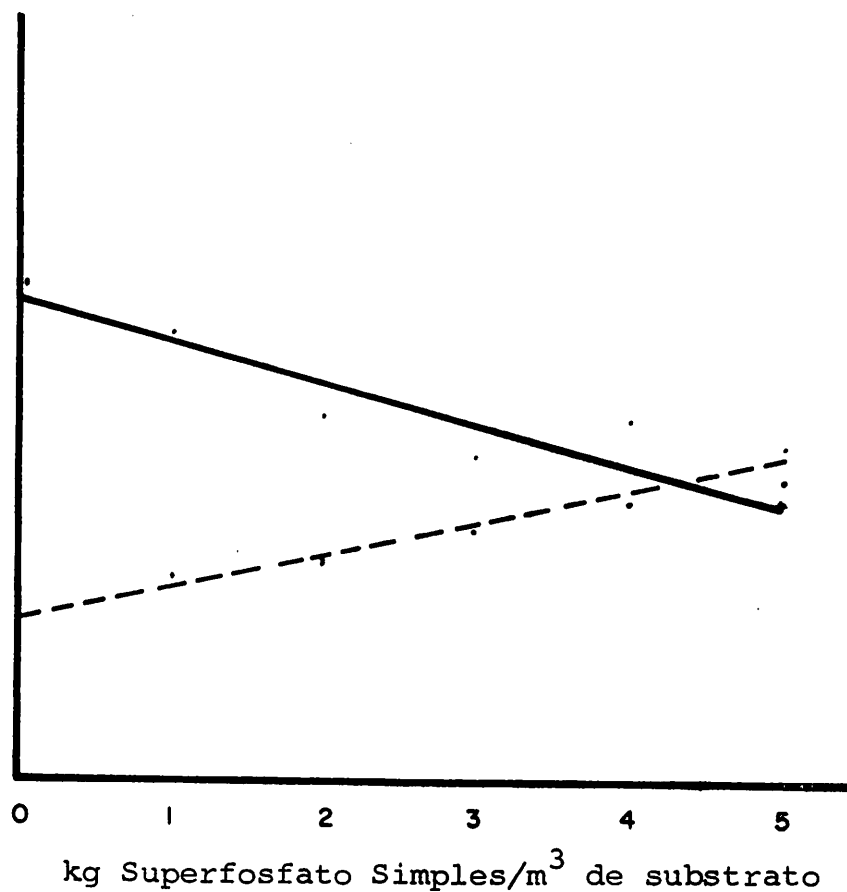


FIGURA 22. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação sobre o peso da matéria seca das raízes de mudas de café. ESAL, Lavras-MG 1986.

do peso da matéria fresca das raízes, descritas no item 4.2.1.2.

#### 4.2.1.4. Diâmetro do caule

Verifica-se, pela Figura 23, que as equações de regressão para o diâmetro do caule foram lineares para as mudas não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica e quadrática para as mudas micorrizadas com matéria orgânica no substrato. Ao acrescentar 1 kg de superfosfato simples no substrato, admite-se o aumento médio de 0,70 cm e 0,35 cm no diâmetro do caule das mudas não micorrizadas com e sem matéria orgânica no substrato, respectivamente. E para as mudas micorrizadas com matéria orgânica, a equação de regressão encontrada passa por um ponto de máximo no intervalo de 1 a 2 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato.

O comportamento dos resultados obtidos para o diâmetro do caule das mudas não micorrizadas foi semelhante ao comportamento destas mudas para as demais características de crescimento, ou seja, maiores níveis de fósforo, maiores diâmetros do caule para as mudas. Para as mudas micorrizadas com matéria orgânica no substrato, os maiores valores obtidos para esta característica de crescimento ocorreram nas doses de superfosfato simples, onde a colonização das mudas foi máxima, indicando que nas maiores taxas de colonização o efeito benéfico do fungo também foi maior.

Com relação à presença da matéria orgânica no substrato, verifica-se, pelo Quadro 30A do Apêndice, que o diâmetro médio do caule das mudas com matéria orgânica no substrato foi 14,5 e 11,5%

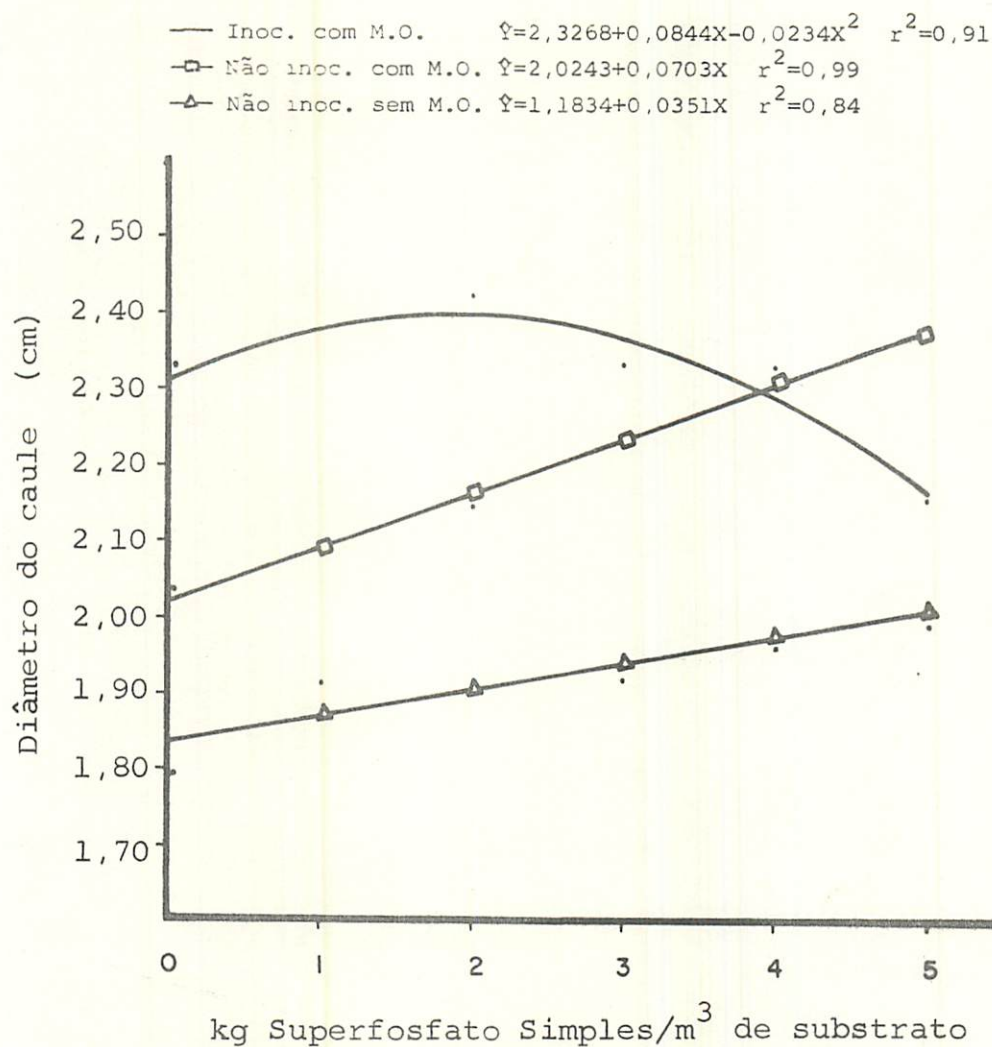


FIGURA 23. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre o diâmetro do caule de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

superior ao diâmetro do caule médio das mudas sem matéria orgânica não micorrizadas e micorrizadas, respectivamente. Estas respostas confirmam as afirmações de CARVALHO et alii (17) de que a matéria orgânica é indispensável para a produção de mudas de cafeeiro.

Quanto à inoculação, observa-se na Figura 23 e no Quadro 30A do Apêndice, que no intervalo de maior contribuição do fungo, as mudas apresentaram as maiores respostas para o diâmetro do caule deste experimento.

Maiores diâmetros do caule para mudas de cafeeiro micorrizadas foram obtidos também por FLORENCE et alii (31).

#### 4.2.1.5. Altura da planta

A equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para a altura das mudas que não foram micorrizadas na presença de diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 24. A representação da equação é do tipo linear e admite-se um aumento médio de 0,352 cm de altura nas mudas, quando se adiciona 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Doses crescentes de superfosfato simples no substrato proporcionaram aumentos crescentes na altura das mudas não micorrizadas até o maior nível de superfosfato simples adicionado. CARVALHO et alii (17) e OLIVEIRA et alii (76) também encontraram maior desenvolvimento das mudas de cafeeiro até a dose de 5 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato em mudas não micorrizadas.

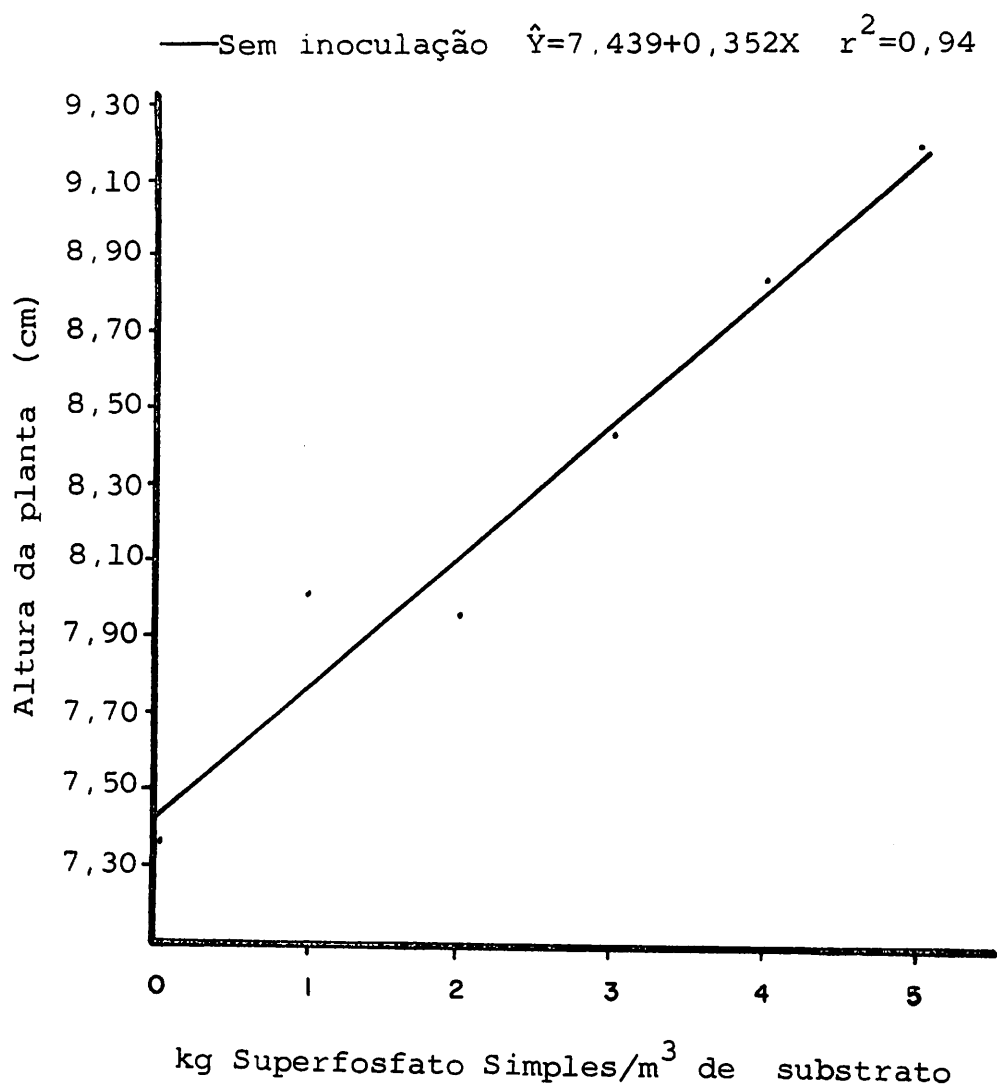


FIGURA 24. Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de inoculação sobre a altura das mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

No Quadro 31A do Apêndice encontram-se as médias obtidas para a altura das mudas que foram micorrizadas com o fungo MVA G. margarita. Nota-se que a altura das mudas apresentou um incremento até a dosagem de 2 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato, mas depois diminuiu quando maiores dosagens do superfosfato simples foram adicionadas. Embora estas diferenças encontradas para a altura das mudas não tenham sido estatisticamente significativas, conclui-se que o fungo G. margarita apresentou uma tendência em aumentar a altura das mudas nas doses mais baixas de superfosfato simples.

Estes resultados não corroboram com os resultados encontrados por ZAMBOLIM et alii (109) que obtiveram um aumento de 300% na altura das mudas de cafeeiro que foram inoculadas com G. margarita e diferentes níveis de fósforo. E nem também com os resultados encontrados por 20, 30, 61, que encontraram maior altura das mudas quando estas eram micorrizadas.

É importante salientar que as maiores respostas para a altura das mudas encontradas por estes autores foram obtidas em condições de casa de vegetação, sendo que o presente experimento foi conduzido em condições de viveiro comercial. No item 4.1.1. deste trabalho, observa-se que as mudas micorrizadas que receberam os mesmos tratamentos deste experimento de viveiro comercial, mas que foram cultivadas em condições de casa de vegetação, apresentaram uma altura média superior à altura média das mudas não micorrizadas.

Estes resultados indicam que outros fatores, além da fertilização e que já foram comentadas no item 4.2.1.1., estão influenciando o desenvolvimento das mudas.

Para a matéria orgânica, o Quadro 32A do Apêndice mostra que as mudas apresentaram uma altura média 34,00% superior quando possuíam matéria orgânica no substrato.

#### 4.2.1.6. Área foliar

Nas Figuras 25 e 26 encontram-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para a área foliar de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples.

As equações de ambas as Figuras (25 e 26) são cúbicas. Observa-se pela Figura 26A que as mudas de cafeeiro micorrizadas apresentaram a maior produção de área foliar, nas dosagens de 1 a 2 kg de superfosfato simples, por  $m^3$  de substrato, embora apenas a dose zero de superfosfato simples tenha apresentado respostas estatisticamente diferente das demais doses utilizadas para esta característica. No entanto, observa-se na Figura 9 que as maiores taxas de colonização ocorreram nas doses de superfosfato simples, onde houve maior produção de área foliar.

No Quadro 33A do Apêndice verifica-se que as mudas micorrizadas apresentaram uma produção de área foliar 13,76% superior à

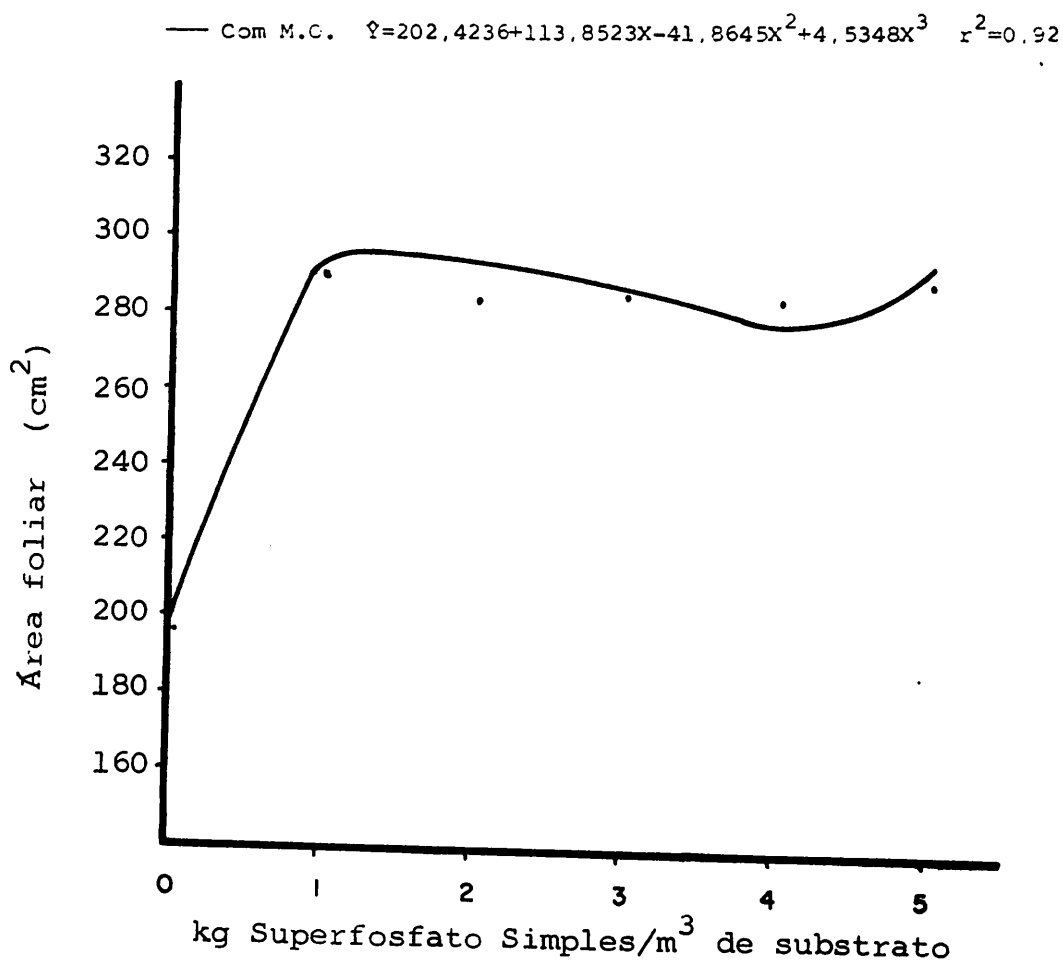


FIGURA 25. Efeito das doses de superfosfato simples na presença de matéria orgânica no substrato, sobre a produção de área foliar de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras - MG. 1986.

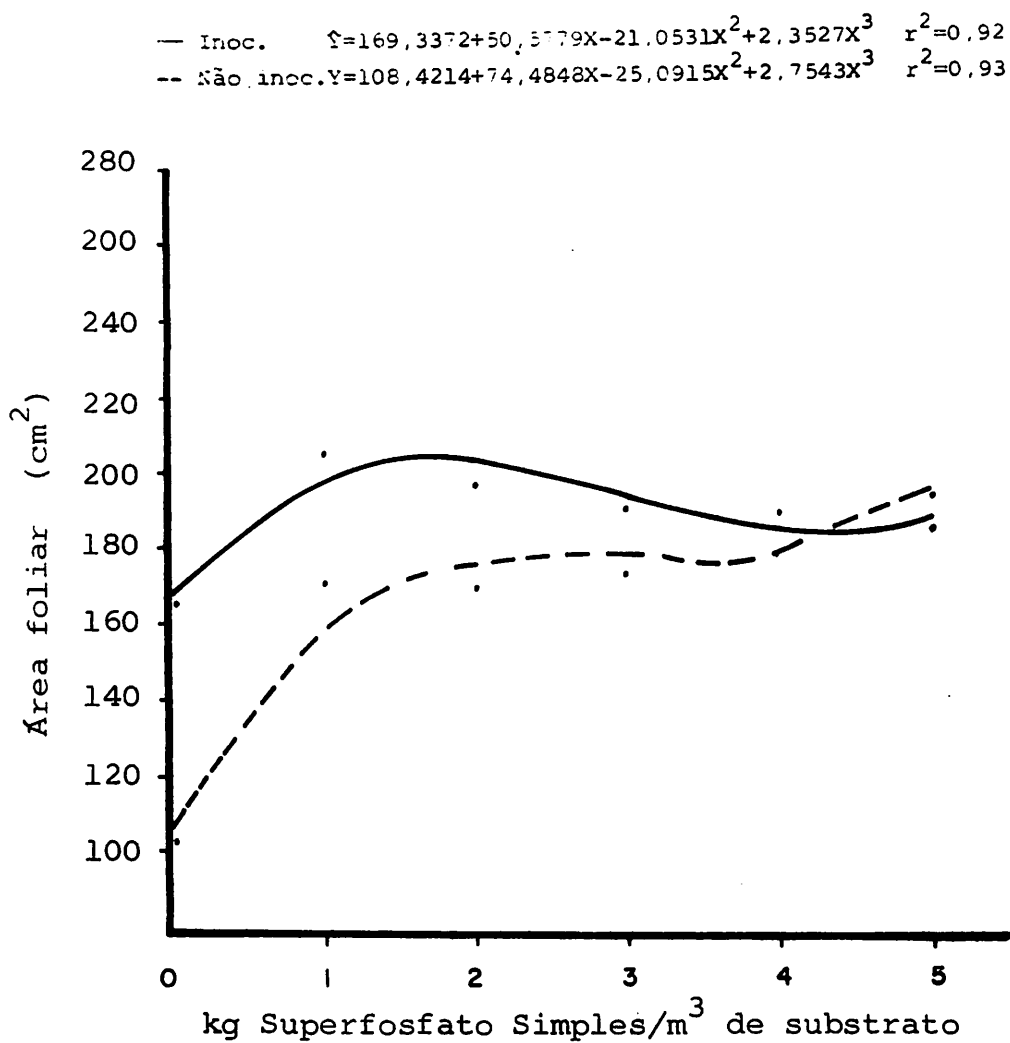


FIGURA 26. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação sobre a produção de área foliar de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

área foliar das mudas não micorrizadas.

Para as mudas não micorrizadas, observa-se que, embora os níveis intermediários de superfosfato simples tenham apresentado um pequeno decréscimo na produção de área foliar, verifica-se que esta variação não é estatisticamente diferente e que o comportamento da produção de área foliar em mudas não micorrizadas pode ser considerado crescente em função das doses de superfosfato simples adicionadas (Quadro 34A do Apêndice). Esta variação ocorrida nas doses intermediárias do superfosfato simples, possivelmente pode ser atribuída a um desequilíbrio nutricional no substrato, nestas doses; e não a uma diferença existente entre os tratamentos.

Nas mudas de cafeeiro que receberam matéria orgânica no substrato, a equação de regressão ajustada é cúbica (Figura 25). Porém, observa-se que a única dose de superfosfato simples que diferiu das demais, estatisticamente, foi a dose zero de superfosfato simples (Quadro 34A do Apêndice). Neste Quadro, verifica-se que a maior produção de área foliar ocorreu na dose 1,0 kg de superfosfato simples. Verifica-se que a produção de área foliar das mudas, com matéria orgânica no substrato foi 219,4% superior à produção de área foliar das mudas que possuíam matéria orgânica no substrato. É possível que, tais valores de área foliar sejam devidos à composição da matéria orgânica utilizada (Quadro 2). Os teores de nutrientes encontrados neste Quadro são superiores aos teores médios encontrados no esterco de curral, IBC (47) e KIEHL (50).

BRAGANÇA (9) não encontrou respostas positivas para fontes e doses de fósforo na produção de área foliar de mudas de cafeeiro concluindo que a matéria orgânica utilizada no substrato foi a principal causa desses resultados.

Para as características de crescimento avaliadas neste experimento, a micorrização apresentou efeitos significativos para a produção de matéria seca da parte aérea, peso fresco e peso da matéria seca das raízes, diâmetro do caule e área foliar. Não foi detectada resposta positiva para a altura das mudas. Porém, a magnitude das respostas encontradas foi inferior àquelas descritas na literatura. No entanto, as respostas obtidas para as mudas de cafeeiro deste experimento foram obtidas sob condições de viveiro comercial, e a maioria das respostas relatadas na literatura, são provenientes de experimentos conduzidos sob condições de casa de vegetação, onde grande parte dos fatores que interferem no desenvolvimento das plantas podem ser controlados.

Para as mudas micorrizadas não foram encontradas respostas para as doses de superfosfato simples utilizadas, entretanto, estas respostas também não foram de grande magnitude nas mudas não micorrizadas. É bem provável que muitos outros fatores tenham interferido na efetividade do fungo e na magnitude das respostas.

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

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de macronutrientes obtidos na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes níveis de fósforo, encontram-se no Quadro 11.

##### 4.2.2.1. Nitrogênio na parte aérea

A equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para os teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea, em função das doses de superfosfato simples adicionados ao substrato, encontram-se na Figura 27. A representação da equação é cúbica, passando por um ponto de mínimo em aproximadamente 1 kg de superfosfato simples. Após este decréscimo, verifica-se um aumento nos teores de N, até por um ponto de máximo em aproximadamente 4 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. Embora tenha ocorrido esta variação nos teores de N determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro (Figura 27), observa-se pelo Quadro 35A do Apêndice que não foram detectadas diferenças estatísticas entre os teores de nitrogênio obtidos perante as doses de superfosfato simples adicionadas ao substrato.

MENARD & MALAVOLTA (66) relataram que a relação existente entre o nitrogênio e o fósforo é de antagonismo, ou seja, há uma diminuição nos teores de nitrogênio quando doses crescentes de fósforo são adicionadas ao meio. Neste experimento observa-se que os

QUADRO 11. Resumos das análises de variância para os teores de macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de *G. margarita* com e sem matéria orgânica no substrato, experimento de viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios e significância					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Doses	5	0,0750*	0,0015NS	0,0195NS	0,1583**	0,0030**	0,0008NS
Inoculação	1	1,0416**	0,0005NS	0,0683NS	0,2816**	0,01237**	0,0113**
D x I	5	0,0509NS	0,0019NS	0,0088NS	0,0598**	0,0012**	0,0009NS
Matéria orgânica	1	0,2301**	0,1305**	0,3197**	0,1190**	0,0499**	0,0001NS
D x M.orgânica	5	0,0298NS	0,0011NS	0,0931**	0,0735**	0,0008**	0,0016NS
I x M.orgânica	1	0,0001NS	0,0038NS	0,1617**	0,1837**	0,0001NS	0,0037NS
D x I x M.orgânica	5	0,0122NS	0,0012NS	0,0119NS	0,0862**	0,0012**	0,0005NS
Erro	72	0,03109	0,0013	0,0189	0,0078	0,00023	0,0011
C.V. %		6,01	17,63	4,13	9,51	6,32	33,77

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

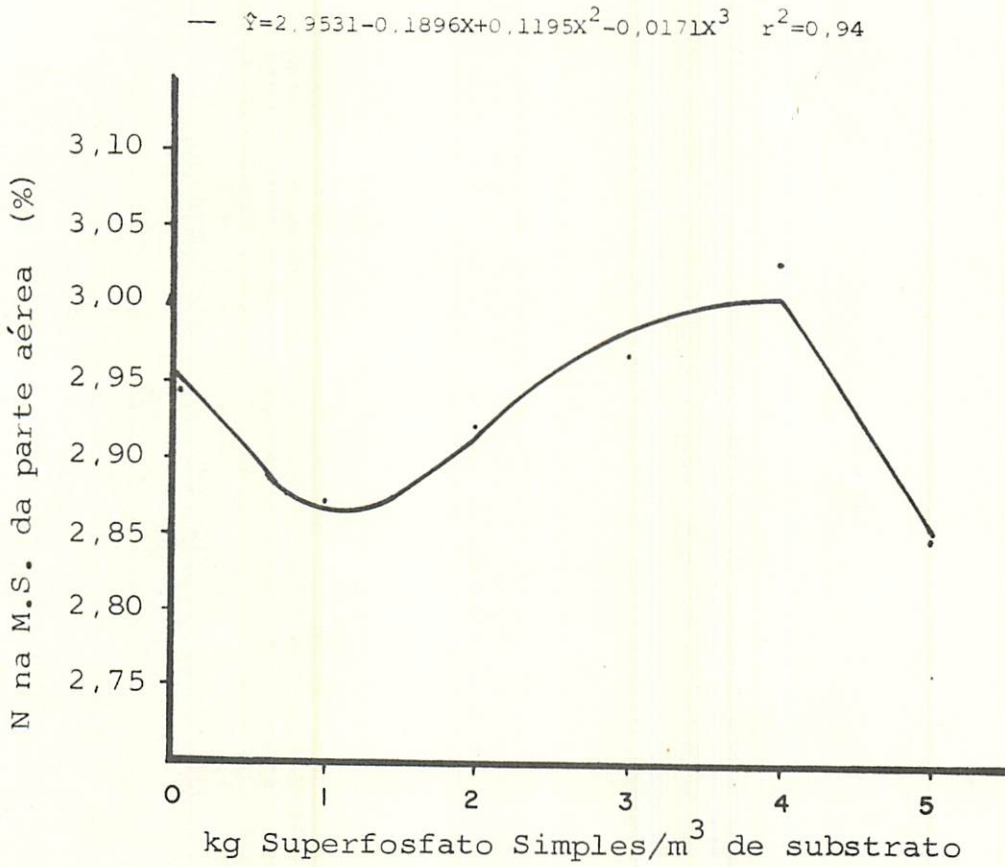
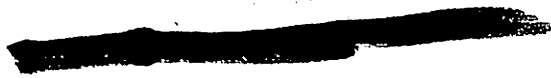


FIGURA 27. Efeito das doses de superfosfato simples sobre o teor de nitrogênio na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.



teores obtidos não foram afetados pelo aumento dos níveis de fósforo ao substrato. BRAGANÇA (9) também não encontrou influência de fontes e doses de fósforo no teor de N da parte aérea de mudas de cafeeiro. No experimento de MENARD & MALAVOLTA (66), as mudas foram cultivadas em solução nutritiva, onde o elemento é fornecido na forma mais elementar, o que provavelmente deve ter interferido na absorção do N adicionado ao meio.

No Quadro 36A do Apêndice encontram-se os teores médios de N para as mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com G. margarita. Observa-se que as mudas micorrizadas apresentaram um menor teor médio de N na matéria seca da parte aérea. Estes resultados são semelhantes àqueles encontrados por COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20) em mudas de cafeeiro inoculadas com este mesmo fungo em diferentes níveis de fósforo sob condições de casa de vegetação. KATO (49) encontrou também menores teores de N em plantas de mandioca inoculadas com fungos MVA na presença de diferentes doses de fósforo.

Na presença de matéria orgânica, o teor médio de N das mudas de cafeeiro foi superior ao teor médio de N das mudas que não receberam matéria orgânica no substrato. A explicação mais viável para estes resultados fundamenta-se no processo de mineralização da matéria orgânica. Após passar pelo processo de mineralização, a matéria orgânica atua como fonte de N, KIEHL (50) e MALAVOLTA (65).

#### 4.2.2.2. Fósforo na parte aérea

Pelo teste de F ao nível de 5 e 1% de probabilidade, foram encontrados efeitos significativos para os teores de fósforo na matéria seca da parte aérea apenas para a presença e ausência de matéria orgânica no substrato.

Para a micorrização e os diferentes níveis de superfosfato simples adicionados ao substrato as respostas encontradas não foram diferentes estatisticamente.

Quando se usou matéria orgânica na constituição do substrato, houve um aumento de 41,18% no teor de fósforo na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, em relação àquelas mudas que não possuíam matéria orgânica no substrato (Quadro 39A do Apêndice).

A matéria orgânica utilizada neste experimento apresentou 0,44% de P, teor este que é maior que o teor médio encontrado no esterco de curral. IBC (47) e KIEHL (50) relatam que os teores de P encontrados na maioria dos esterco de curral se encontram ao redor de 0,20%.

No Quadro 39 e 40A do Apêndice, encontram-se os teores de P obtidos para a micorrização e para as doses de superfosfato simples adicionadas ao substrato.

No entanto, tomando-se como padrão para os teores adequados de nutrientes na matéria seca, a tabela apresentada pelo IBC (47), observa-se que os teores de P detectados neste experimento

estão acima do nível normal, chegando até teores excessivos; embora os teores padrões sejam para folhas de cafeeiros adultos e não para mudas especificamente.

O principal benefício obtido com a micorrização (20, 34, 71, 100) é a melhor nutrição de fósforo das plantas micorrizadas. Porém neste experimento não se observou aumentos nos teores de P oriundos da micorrização e nem da adição de diferentes doses de superfosfato simples ao substrato. Estas evidências indicam que provavelmente, outros fatores, tais como: temperatura, luz, umidade, aeração, tamanho do substrato influenciaram o desenvolvimento normal da planta.

Como as respostas à micorrização não foram de grande magnitude, os fatores que interferiram na melhor absorção de fósforo pelas mudas micorrizadas interferiram também na efetividade do fungo para o bom desenvolvimento das mudas.

#### 4.2.2.3. Potássio na parte aérea

A equação de regressão e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para os teores de K na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, na ausência de matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 28. A representação da equação é linear, sendo esperado uma diminuição média de 0,051% no teor de K na matéria seca da parte aérea das mudas, quando se adiciona 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Sem M.O.  $\hat{Y}=3,39-0,0512X$   $r^2=79,6$

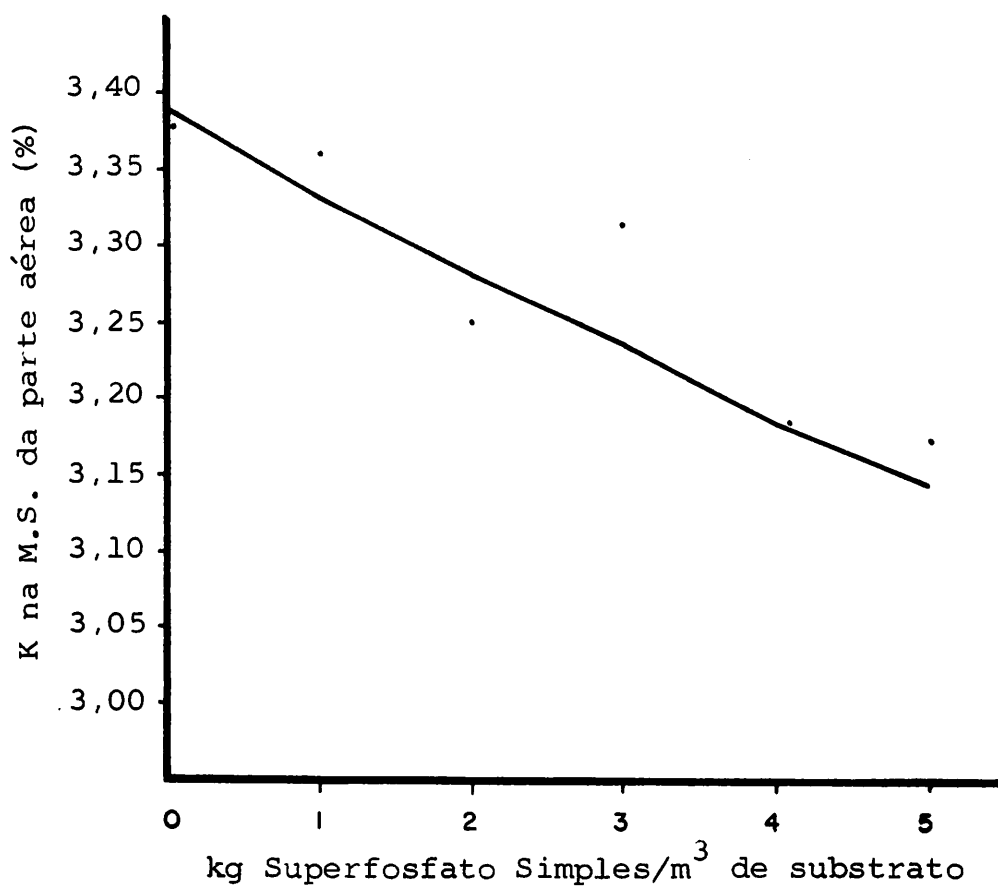


FIGURA 28. Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de matéria orgânica, sobre os teores de potássio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

Na ausência de matéria orgânica e de micorrização das mudas, as doses crescentes de superfosfato simples diminuíram os teores de K na matéria seca da parte aérea. Resultados semelhantes foram encontrados por BRAGANÇA (9) em mudas de cafeeiro. Na presença da matéria orgânica não foram encontradas diferenças estatísticas significativas para o teor de K em função das doses de superfosfato simples adicionadas ao substrato (Quadro 41A do Apêndice). No entanto, na presença de matéria orgânica, maiores teores médios de K foram encontrados (Quadro 42A do Apêndice). Verifica-se também, pelo Quadro 42A do Apêndice, que na presença de matéria orgânica, os teores de K encontrados nas mudas micorrizadas foi inferior aos teores de K encontrados nas mudas não micorrizadas.

LOPES et alii (57) encontraram menores teores de K em folhas de mudas de cafeeiro micorrizadas com este fungo MVA. Por outro lado, COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20) e FLORENCE et alii (31) encontraram maiores teores de K em mudas de cafeeiro inoculadas com G. margarita. Estes experimentos foram conduzidos em casa de vegetação.

SIQUEIRA & RIBEIRO (95), ao verificarem a influência da micorrização na absorção de potássio, do sienito nefelínico de Poços de Caldas, encontraram maior absorção de potássio quando o cultivo era o milho, mas na presença da soja não houve influência da micorrização na absorção de potássio, o efeito foi até negativo, quando se adicionou nitrogênio e fósforo.

Em condições de campo, plantas de cafeeiro micorrizadas nas vésperas da primeira colheita apresentaram teores de K ligeira

mente inferiores aos teores das plantas inoculadas, LOPES et alii (61).

#### 4.2.2.4. Cálcio na parte aérea

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de cálcio determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 29.

As mudas inoculadas com G. margarita, na presença de matéria orgânica são representadas na Figura 29 por uma equação linear. Conforme esta equação, espera-se um aumento médio no teor de cálcio de 0,135 g ao acrescentar 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. Resultados semelhantes foram encontrados por BRAGANÇA (9) e OLIVEIRA et alii (76) em mudas de cafeeiro não micorrizadas que foram submetidas a diferentes níveis de fósforo.

Para as mudas não inoculadas, na ausência de matéria orgânica, a representação da equação para os teores de cálcio na matéria seca da parte aérea é cúbica, passando por um ponto de mínimo entre 1,5 e 2,0 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. Após este ponto de mínimo, houve um acréscimo no teor de cálcio até atingir um ponto máximo aproximadamente em 4,0 kg de superfosfato simples.

O superfosfato simples usado neste experimento apresentou 17,80% de CaO na sua constituição (Quadro 4). Era, portanto, espe-

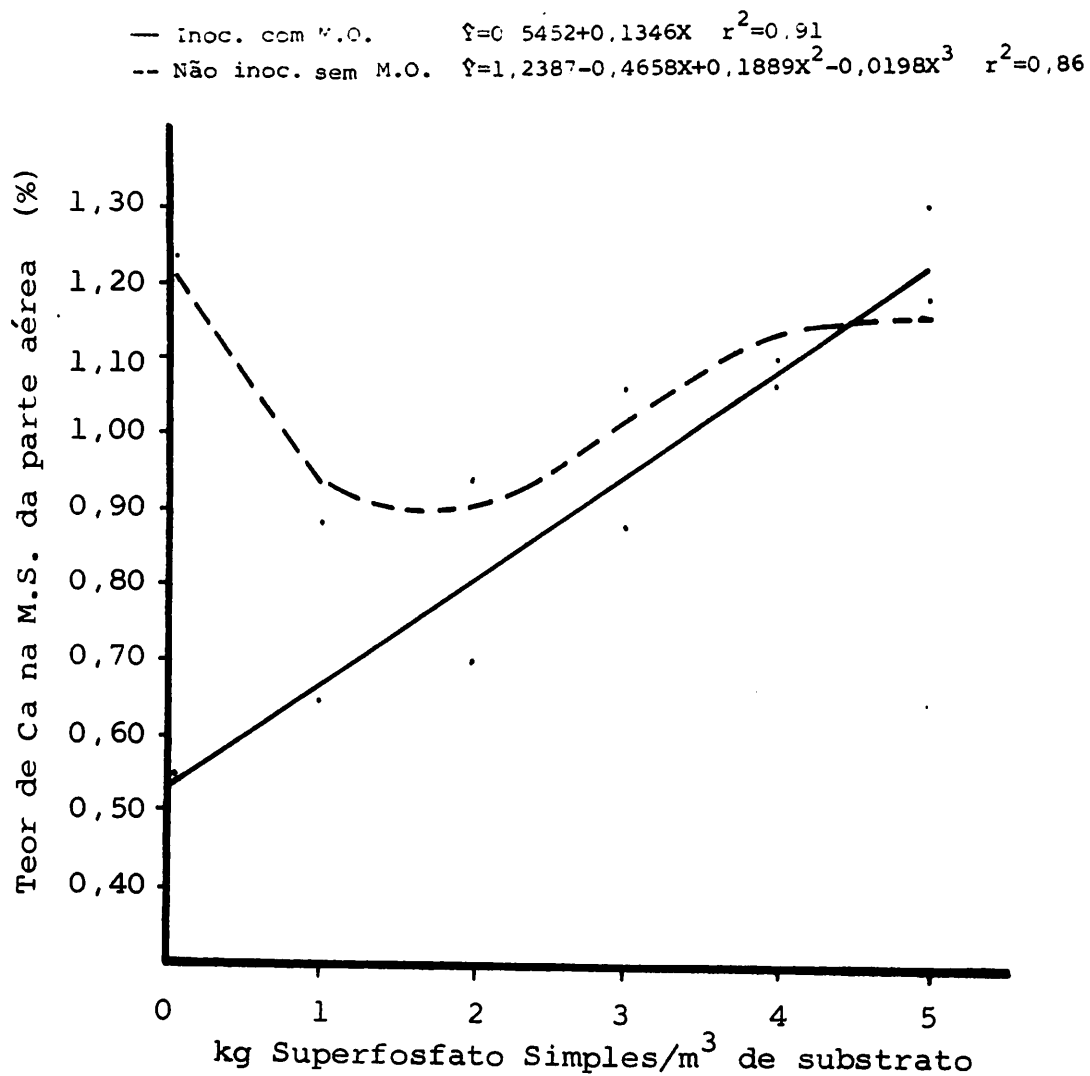


FIGURA 29. Efeito das doses de superfosfato simples na presença de inoculação, com matéria orgânica, e na ausência de inoculação, sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de cálcio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

rado que, ao aumentar as doses de superfosfato simples no substrato maiores quantidades de cálcio seriam absorvidas pelas plantas em função da maior disponibilidade de cálcio no substrato. Porém, observou-se que houve um decréscimo no teor de cálcio nas doses mais baixas de superfosfato simples que, possivelmente, deve ter originado de um desequilíbrio nutricional no substrato; e não propriamente de uma variação existente entre os tratamentos.

#### 4.2.2.5. Magnésio na parte aérea

Na Figura 30 estão representadas as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de Mg observados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com o fungo G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. Na presença de matéria orgânica, a representação das equações de regressão para as mudas micorrizadas ou não é do tipo linear. Conforme estas equações, espera-se uma diminuição média de 0,008% e de 0,007% nos teores de magnésio da parte aérea, quando se adiciona 1 kg de superfosfato simples ao substrato, para as mudas micorrizadas ou não micorrizadas, respectivamente.

Na ausência de matéria orgânica, as mudas micorrizadas são representadas por uma equação de 4º grau, e as mudas não micorrizadas por uma equação cúbica (Figura 30).

Um efeito sinérgico entre o fósforo e o magnésio foi apresentado por MENARD & MALAVOLTA (66). Estes autores afirmam que

- Inoc. com M.O.  $\hat{Y}=0,3000-0,0080X$   $r^2=0,80$
- Inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=0,2204-0,0783X+0,0916X^2-0,0286X^3+0,0027X^4$   $r^2=0,96$
- Não inoc. com M.O.  $\hat{Y}=0,2752-0,0074X$   $r^2=0,85$
- ▲ Não inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=0,2460-0,071X+0,0297X^2-0,0038X^3$   $r^2=0,77$

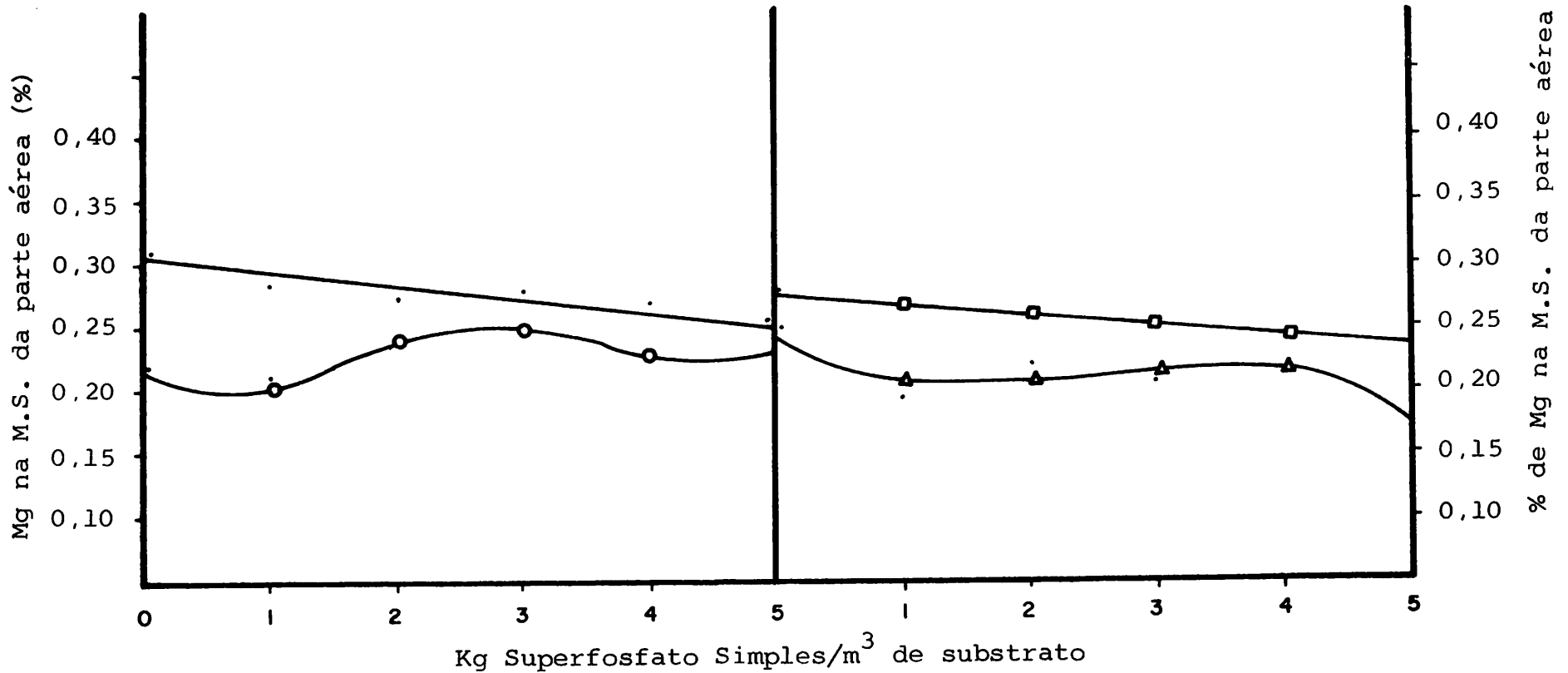


FIGURA 30. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

os dados encontrados suportam a teoria de que o magnésio funciona como um transportador de fósforo dentro da planta. BRAGANÇA (9) também encontrou para algumas fontes e doses de fertilizantes fosfatados, um efeito sinérgico entre o fósforo e o magnésio. Maiores quantidades de fósforo corresponderam a maiores teores de magnésio na matéria seca das raízes e não na parte aérea, e sugeriu um efeito diluição.

Neste trabalho, os resultados encontrados não são semelhantes aos resultados descritos por estes autores. Na presença de matéria orgânica, embora os resultados tenham sido um pouco menores, houve uma tendência de diminuição nos teores de Mg encontrados na matéria seca das mudas micorrizadas ou não. E para as mudas que não possuíam matéria orgânica no substrato, ocorreram flutuações nos teores de magnésio determinados, em função das doses de superfosfato simples adicionadas. O que parece ter contribuído para que ocorresse esta diminuição nos teores de magnésio, foram os teores de potássio encontrados na parte aérea.

O que se encontra na literatura, é a existência de um antagonismo entre o potássio e o magnésio, MALAVOLTA (65). Segundo este autor, quando a absorção de potássio aumenta, geralmente a do magnésio diminui. Por este motivo, a relação K/Mg nas folhas de caféiro é muito importante.

No experimento de casa de vegetação deste trabalho, item 4.1.2.5., as respostas encontradas para o magnésio são semelhantes a estas respostas encontradas em condições de viveiro comercial.

LAMBERT et alii (52) encontraram respostas positivas para a micorrização e os teores de magnésio em um cultivo, mas para o outro não; e concluíram que os teores de magnésio em plantas micorrizadas não são consistentes e variam muito de um experimento para outro. Por outro lado, é importante salientar que COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20) não encontraram ajuste para os teores de magnésio de terminados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas.

#### 4.2.2.6. Enxofre na parte aérea

Para este macronutriente, só foram detectados efeitos significativos para o fator inoculação. Para os demais fatores e interações, os efeitos não foram significativos pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade.

No Quadro 45A do Apêndice encontram-se os teores médios de enxofre determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas. Verifica-se, por este Quadro, que o teor de enxofre para as mudas micorrizadas foi 22,22% inferior ao teor de enxofre das mudas não micorrizadas.

As diferentes doses de superfosfato simples aplicadas e a presença de matéria orgânica no substrato não interferiram nos teores de enxofre (Quadros 46A e 47A do Apêndice). Possivelmente, a existência de outros fatores tenham interferido na absorção de enxofre pelas mudas.

No item 4.1.2.6. desta dissertação no experimento sob condições de casa de vegetação, as mudas micorrizadas apresentaram maior teor de enxofre na matéria seca da parte aérea, e neste experimento de viveiro comercial as mudas micorrizadas apresentaram diminuição nos teores de enxofre. Conclui-se que a importância da micorrização para os teores de enxofre é um fator que necessita de maiores comprovações. Porém, não se pode esquecer que os ambientes para estes dois experimentos foram totalmente distintos, o que pode ter interferido de maneira decisiva nas respostas obtidas para a micorrização.

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

O resumo das análises de variância referentes aos teores de micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com o fungo MVA G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se no Quadro 12.

##### 4.2.3.1. Boro na parte aérea

Na Figura 31 estão representadas as equações de regressão e os coeficientes de determinação para os teores de boro determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples.

QUADRO 12. Resumo das análises de variância para os teores de micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de G. margarita, com e sem matéria orgânica no substrato, experimento de viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses	5	536,6849**	6,4782NS	98091,2890**	6885,6899**	40,0284*
Inoculação	1	1089,6070**	71,0704**	71340,5078**	6152,0024**	0,0301NS
D x I	5	639,0337**	44,3764**	95470,4453**	1210,3777**	34,5423NS
Matéria orgânica	1	2293,2151**	64,0267**	4422562,5000**	114436,5625**	519,4053**
D x M.orgânica	5	440,7620**	16,0656**	36510,5859**	7614,4404**	61,9789**
I x M.orgânica	1	1656,6810**	243,8437**	776,3437NS	1151,6275NS	1,6800NS
D x I x M.orgânica	5	1236,1227**	36,4333**	67649,2109**	544,5778NS	45,7279*
Erro	72	93,5450	5,7782	9634,9970	296,7491	15,9472
C.V. %		13,82	18,75	14,53	16,15	17,61

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 4 repetições.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

- Inoc. com M.O.  $\hat{Y}=68,0915-61,2479X+67,9288X^2-22,3100X^3+2,3202X^4$   $r^2=0,97$
- Inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=53,2095+5,2729X$   $r^2=0,82$
- Não inoc. com M.O.  $\hat{Y}=63,6643-49,9815X+51,0688X^2-15,8792X^3+1,5563X^4$   $r^2=0,96$
- △ Não inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=118,7250-28,8361X+4,0089X^2$   $r^2=0,93$

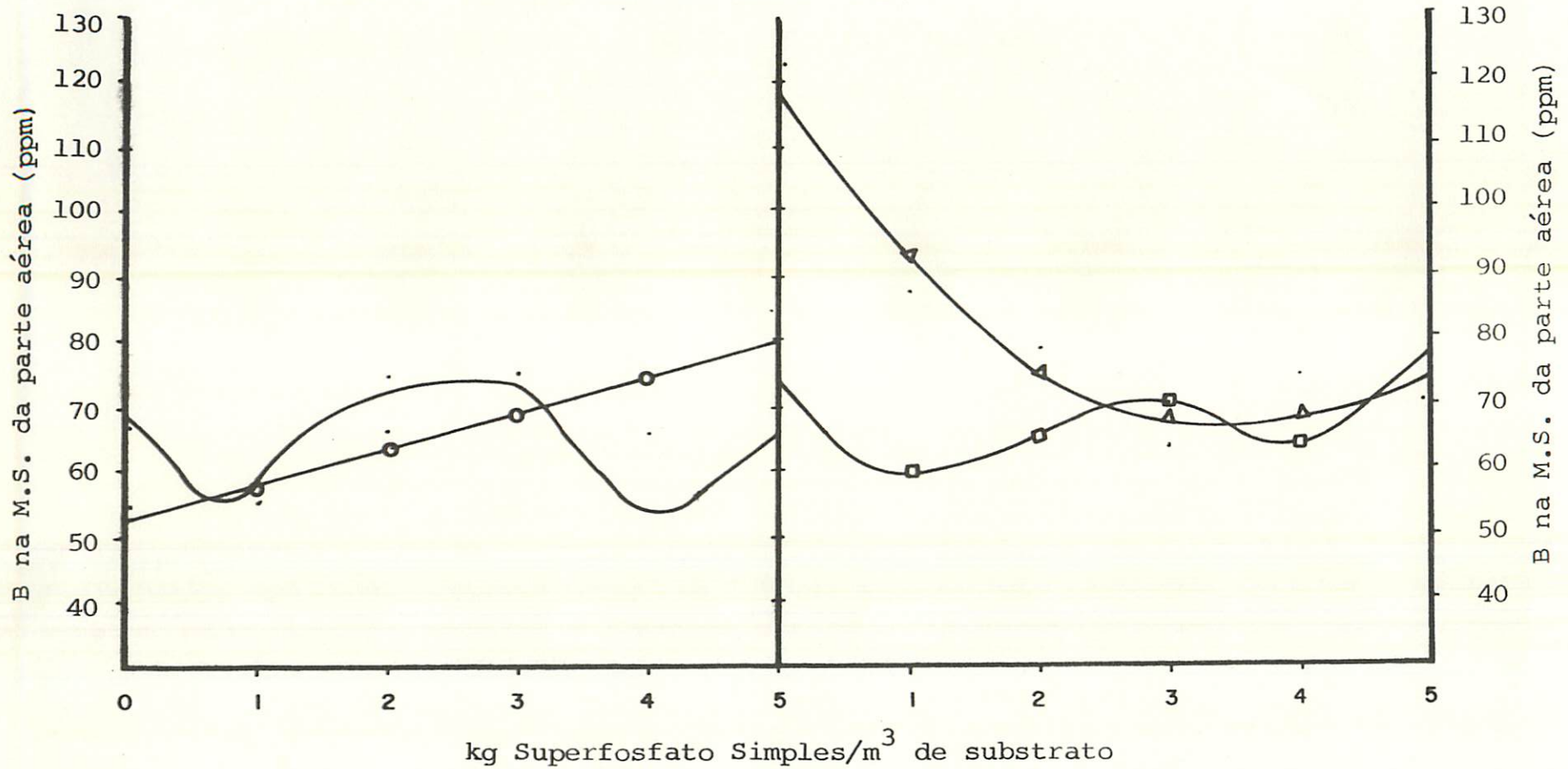


FIGURA 31. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de boro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

As mudas que receberam matéria orgânica no substrato e que foram micorrizadas ou não, são representadas na Figura 31 por uma equação de 4º grau. E para as mudas sem matéria orgânica no substrato, a representação da equação é linear, tanto para mudas micorrizadas como não micorrizadas.

Observa-se, pelo Quadro 48A do Apêndice, que as mudas não micorrizadas, na ausência de matéria orgânica apresentaram o maior teor de boro na matéria seca da parte aérea. Isto aconteceu pelo fato destas mudas terem se desenvolvido bem menor que as demais, havendo, portanto, maior concentração deste elemento na matéria seca da parte aérea. Para as demais mudas, o teor médio de boro encontrado foi semelhante somente nas mudas que receberam matéria orgânica no substrato, e que os teores de boro determinados variaram muito em função das doses de superfosfato simples adicionadas.

Segundo MALAVOLTA (64), o boro orgânico é a principal fonte de boro para as plantas, e nos solos que receberam grandes quantidades de matéria orgânica, ou são ricos em matéria orgânica, o boro normalmente, não é problema.

Neste experimento verifica-se que na presença de matéria orgânica houve uma flutuação muito grande dos valores de boro determinados na matéria seca (Quadro 48A do Apêndice), isto provavelmente deve ter ocorrido em função de um desequilíbrio nutricional, pois todas as mudas que receberam ou não matéria orgânica, apresentaram teores normais de boro. É importante salientar que o teor excessivo de potássio interfere na absorção de boro, MALAVOLTA (64).

É provável que na presença de matéria orgânica, que também é uma importante fonte de boro, um possível desequilíbrio nutricional tenha ocorrido.

#### 4.2.3.2. Cobre na parte aérea

Na Figura 32 encontram-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples.

As equações de regressão encontradas são cúbicas passando por um ponto de mínimo em 1,8 kg de superfosfato simples para as mudas micorrizadas na presença de matéria orgânica e por ponto de máximo em 4,0 kg de superfosfato simples para as mudas não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica, respectivamente.

BRAGANÇA (9) encontrou um decréscimo de 33,95% no teor de cobre da parte aérea de mudas de cafeeiro quando um fosfato parcialmente solubilizado foi aplicado em seu maior nível.

LOPES et alii (61), num experimento com mudas de cafeeiro e diferentes níveis de fósforo na presença do fungo G. margarita, encontraram maiores teores de cobre na parte aérea das mudas. SIQUEIRA & PAULA (94) também encontraram maiores teores de cobre na parte aérea de plantas de soja, com o fungo G. macrocarpum e diferentes níveis de fósforo. LAMBERT et alii (53), com 80 ppm de fós

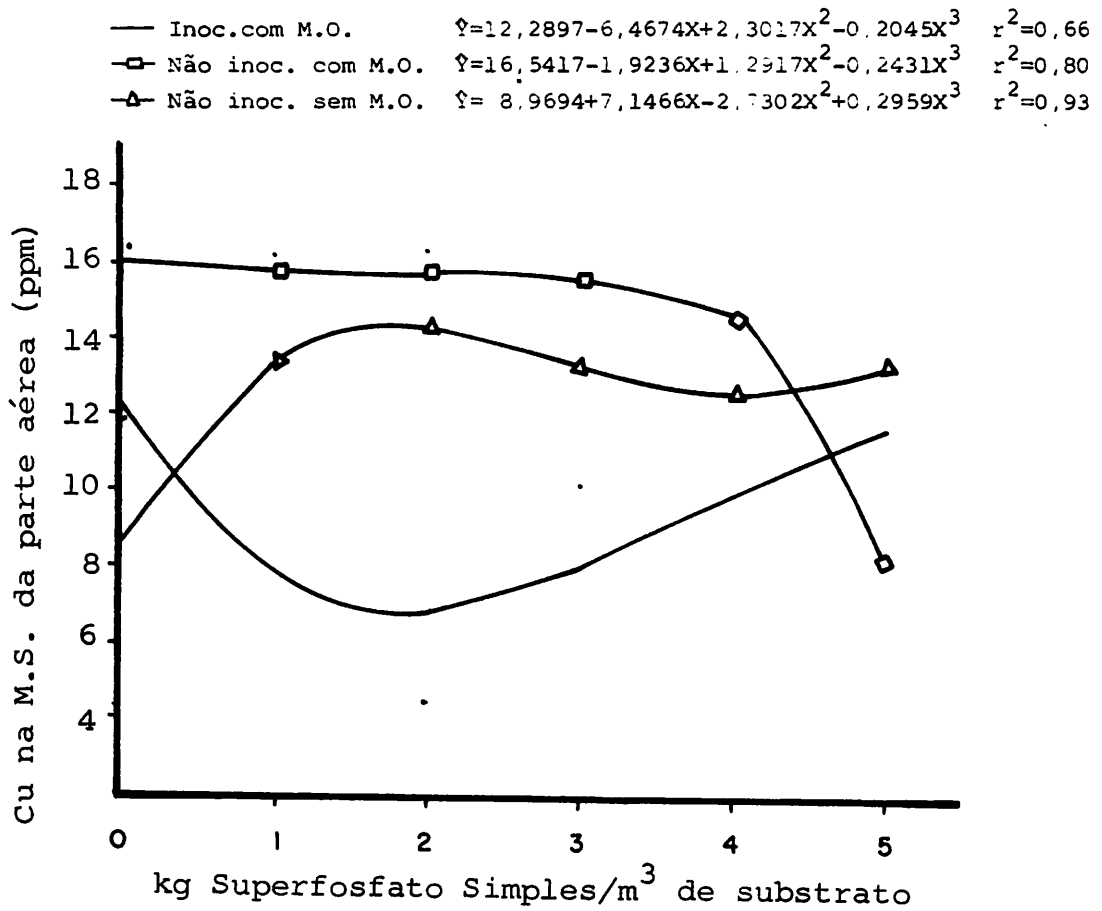


FIGURA 32. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

foro, encontraram efeito benéfico da micorrização para o teor de cobre em plantas de milho e soja micorrizadas. No experimento de casa de vegetação deste trabalho, maiores teores de cobre em mudas de cafeeiro micorrizadas foram encontrados. GILDON & TINKER (36) também encontraram maiores teores de cobre em plantas micorrizadas.

No entanto, neste experimento em viveiro comercial não foram encontrados efeitos benéficos da micorrização para as mudas de cafeeiro, quanto ao teor de cobre. Observa-se que os teores médios de cobre encontrados nas mudas de cafeeiro micorrizadas na presença de matéria orgânica (Quadro 49A do Apêndice) foram inferiores aos teores de cobre encontrados nas plantas micorrizadas na ausência de matéria orgânica e nas plantas que não foram micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica. MALAVOLTA (64) cita que o excesso de matéria orgânica, pesadas adubações fosfatadas e o encharcamento são fatores que podem induzir a deficiência de cobre. No experimento de casa de vegetação deste trabalho, item 4.1.3.3., a matéria orgânica, juntamente com o fungo G. margarita, aumentaram os teores de cobre obtidos na parte aérea de mudas de cafeeiro. E como no experimento de viveiro comercial a matéria orgânica mostrou-se inibitória para o fungo, em relação aos teores de cobre, é bem possível que os fatores controlados sob condições de casa de vegetação e que não eram controlados sob condições de viveiro comercial tenham interferido na interação fungo-matéria orgânica e os teores de cobre na parte aérea.

Estes resultados não corroboram com a teoria de que o cobre é um dos nutrientes mais absorvidos pelas plantas micorrizadas, mas como foi realizado em condições ambientais diferentes dos de mais experimentos, pode ser que os fatores ambientais diferentes tenham interferido nos efeitos benéficos da micorrização para este micronutriente.

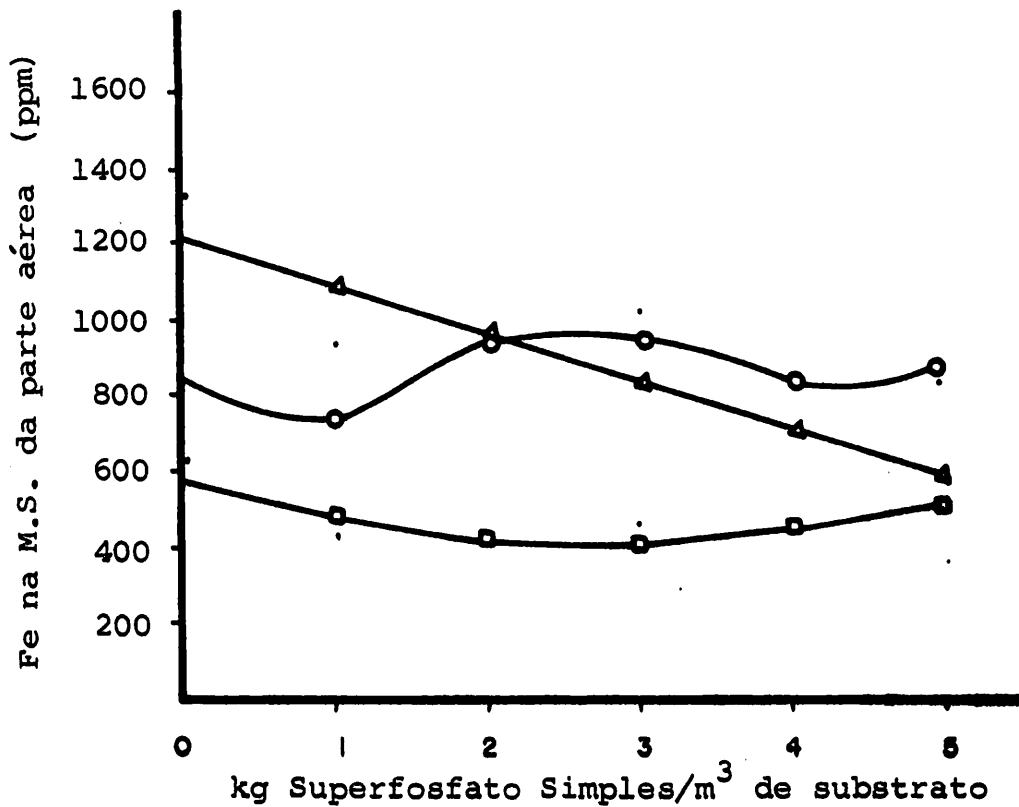
#### 4.2.3.3. Ferro na parte aérea

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 33. Por esta Figura, observa-se que para as mudas micorrizadas e sem matéria orgânica no substrato, a equação de regressão é de 4º grau. Para as mudas não micorrizadas, uma equação quadrática e outra linear representam as mudas com e sem matéria orgânica no substrato, respectivamente.

MALAVOLTA (64) afirma que menores teores de ferro em viveiros de cafeeiro parecem estar associados a três fatores: matéria orgânica no substrato, encharcamento e falta de luz.

Neste experimento observa-se, pelo Quadro 50A do Apêndice e pela Figura 33, que na presença de matéria orgânica os teores de ferro determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro foram em média 93,10% inferiores aos teores encontrados nas mudas que não receberam matéria orgânica no substrato.

- Inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=818,1570-311,2000X+361,0870X^2-112,4000X^3+10,5729X^4$   $r^2=0,96$   
 □ Não inoc. com M.O.  $\hat{Y}=599,9460-120,7980X+20,4554X^2$   $r^2=0,75$   
 ▲ Não inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=1219,7400-119,7290X^2$   $r^2=0,85$



**FIGURA 33.** Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

Quanto à micorrização, observa-se pelo Quadro 38A do Apêndice, que os teores de ferro para as mudas micorrizadas e não micorrizadas são semelhantes. Porém, LOPES et alii (61) encontraram maiores teores de ferro em mudas de cafeeiro micorrizadas. LAMBERT et alii (53), embora tenham encontrado maiores teores de ferro em clones e cultivares de alfafa num experimento, e maiores teores de ferro em outro experimento nas culturas de milho e soja, afirmam que a importância da micorrização para a absorção deste elemento está claramente evidenciada.

#### 4.2.3.4. Manganês na parte aérea

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não, com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se nas Figuras 34 e 35. Para as mudas micorrizadas ou não em função das diferentes doses de superfosfato simples, as equações encontradas são cúbicas, passando por pontos de máximo e de mínimo em aproximadamente 1,5 kg a 2,0 kg e 3,5 a 4,0 kg de superfosfato simples/ $m^3$  de substrato.

Embora os teores de manganês encontrados na matéria seca das mudas micorrizadas tenham apresentado variações, observa-se (Quadro 51A do Apêndice) que os teores determinados nas mudas micorrizadas foram 16,22% inferiores aos teores determinados nas mudas não micorrizadas. Resultados semelhantes foram encontrados por COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20) e LOPES et alii (61). Em mudas

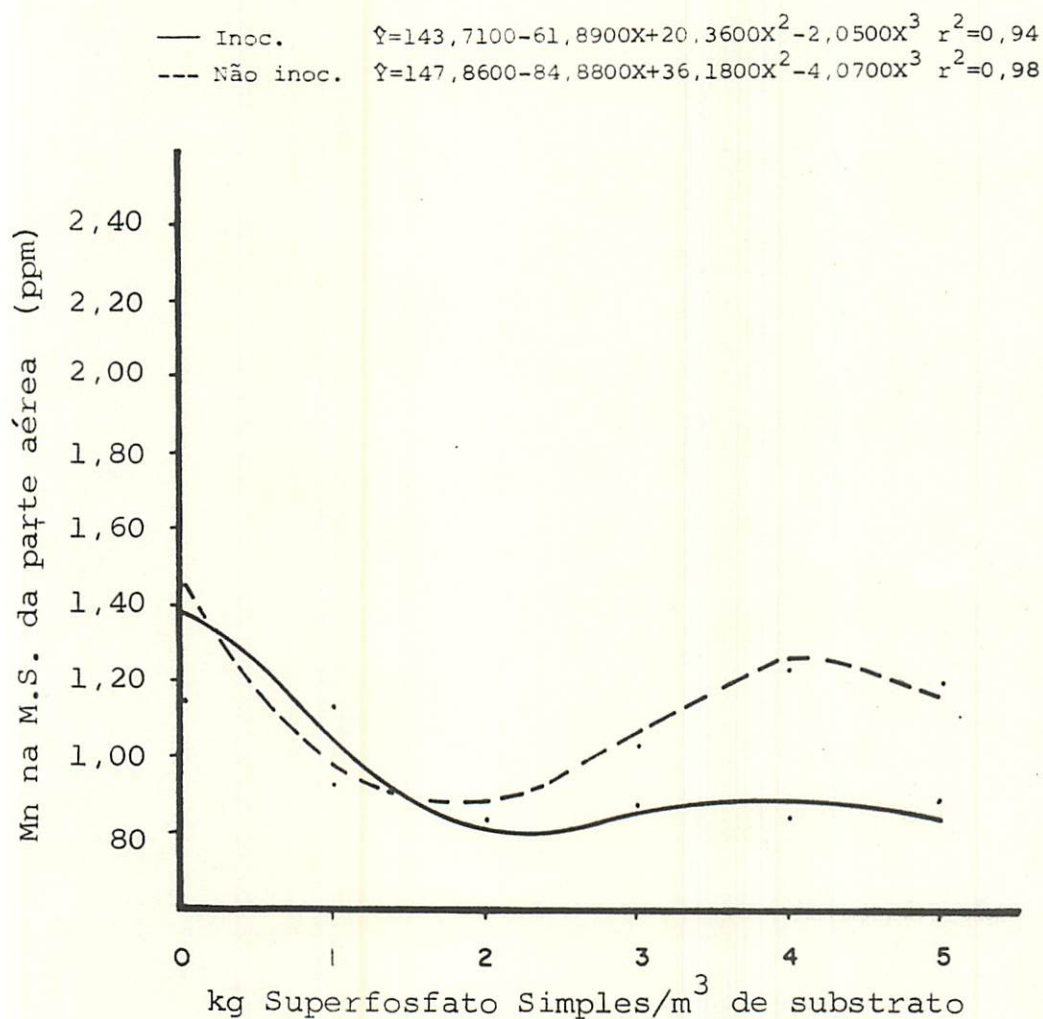


FIGURA 34. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação sobre os teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

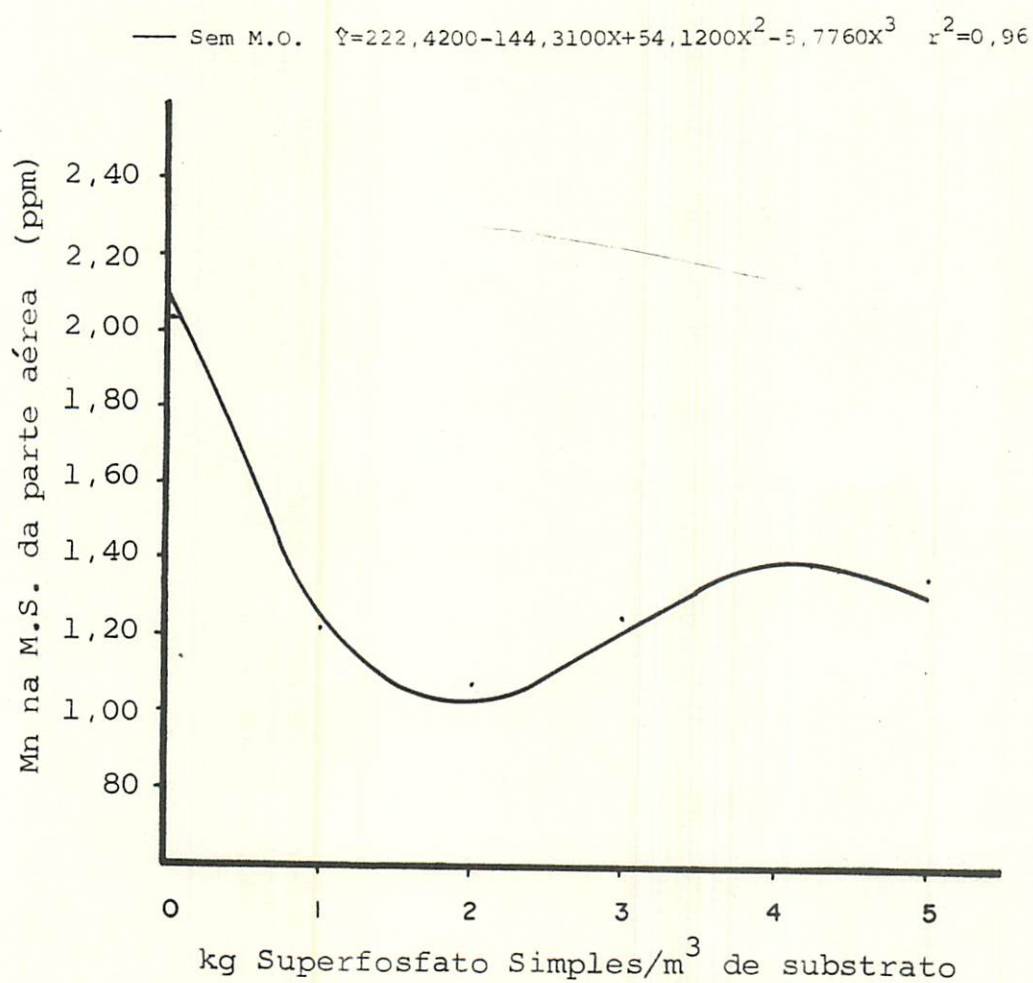


FIGURA 35. Efeito das doses de superfosfato simples na ausência de matéria orgânica no substrato, sobre os teores de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

de cafeeiro não micorrizadas, mas que receberam diferentes doses de fósforo, o teor de manganês decresceu na matéria seca da parte aérea, BRAGANÇA (9). MALAVOLTA (64) relatou que elevadas doses de fósforo quando são aplicadas ao solo, interferem negativamente na absorção do manganês.

Por outro lado, os teores de manganês encontrados neste experimento, como também no experimento de casa de vegetação deste trabalho, sustentam a hipótese de que as mudas micorrizadas apresentam menores teores de manganês quando são cultivadas em solos com elevados teores deste elemento.

Nas mudas que possuíam matéria orgânica no substrato, o teor de manganês encontrado foi 95,73% inferior ao teor encontrado nas mudas que não possuíam matéria orgânica no substrato.

Estes resultados sugerem que a presença de matéria orgânica nos solos, onde o manganês se encontra em níveis elevados, diminui a absorção deste elemento pelas plantas. KIEHL (50) afirma que o manganês é fortemente adsorvido pela matéria orgânica, formando complexos insolúveis e estáveis. Em solos ácidos e ricos em manganês, a calagem ou a adubação orgânica diminuem a disponibilidade deste elemento do manganês, sendo, portanto, os corretivos recomendados para estes casos.

#### 4.2.3.5. Zinco na parte aérea

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de zinco determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de café micorrizadas ou não, na ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 36.

Na Figura 36, as mudas micorrizadas na ausência de matéria orgânica são representadas por uma equação cúbica, passando por pontos de máximo e de mínimo em 1,5 e 4,2 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato respectivamente. Nas mudas não micorrizadas, sem matéria orgânica no substrato, a equação de regressão encontrada é de 4º grau (Figura 36).

No Quadro 53A do Apêndice, verifica-se que o teor médio de zinco nas mudas de café com matéria orgânica no substrato foi 22,87% inferior ao teor médio de zinco das mudas que não receberam matéria orgânica no substrato. Porém, não se observou efeito da micorrização para os teores de zinco, pois os teores médios de zinco encontrados nas mudas micorrizadas foram praticamente iguais aos teores médios das mudas não micorrizadas (Quadro 53A do Apêndice).

LOPES et alii (61) adicionaram vários níveis de zinco ao substrato para mudas de café e não encontraram diferenças nos teores de zinco na matéria seca da parte aérea, em função dos diferentes níveis de zinco usados. Acredita-se que os maiores teores de zinco encontrados em plantas micorrizadas por certos autores

— Inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=24,3802-8,5281X+5,3027X^2-0,7088X^3$   $r^2=0,96$   
 - - Não inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=27,9707-24,0917X+21,1524X^2-5,8014X^3+0,4952X^4$   $r^2=0,60$

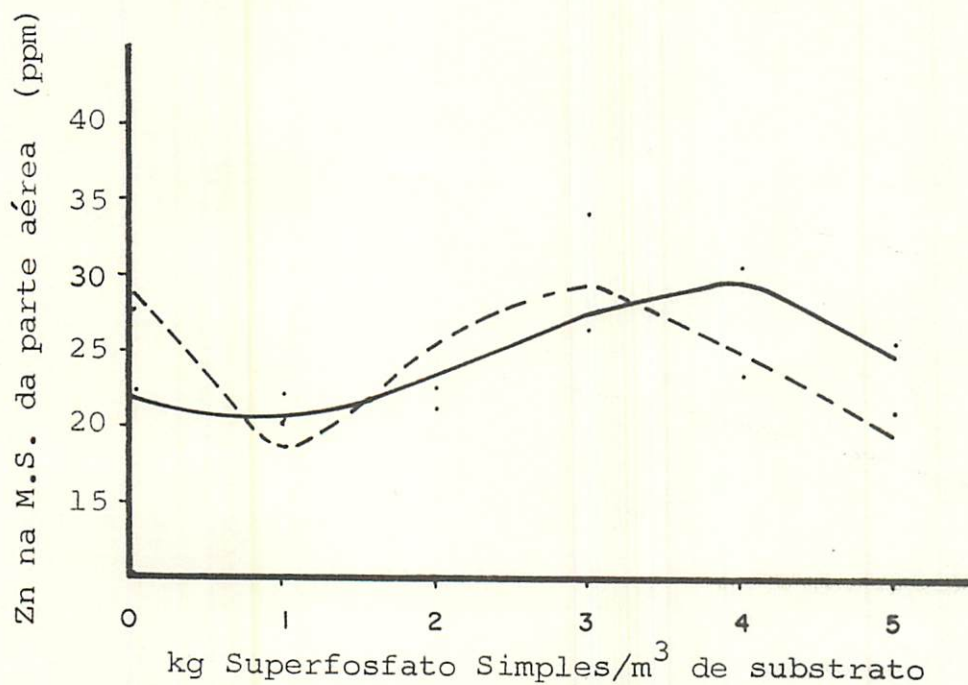


FIGURA 36. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de zinco na matéria seca da parte aérea de mudas de café. ESAL, Lavras - MG. 1986.

são originados de efeitos secundários da micorrização, ou pelo maior suprimento de fósforo ao substrato que proporciona intensas alterações na absorção e translocação deste elemento, do que propriamente de um efeito benéfico da micorrização.

Baseando-se na linha de raciocínio proposta por COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20), para interpretar os benefícios oriundos da micorrização em relação à nutrição mineral das plantas micorrizadas, pode-se concluir das respostas encontradas para este experimento de viveiro comercial que a micorrização elevou os teores de cálcio e de magnésio, mas diminuiu os teores de nitrogênio, cobre e manganês.

Normalmente, nas plantas micorrizadas os teores de fósforo determinados são muito maiores do que os teores encontrados em mudas que não foram micorrizadas; levando a maioria dos micorristólogos a afirmarem que a melhor nutrição de fósforo nas plantas micorrizadas é o principal fator para o melhor desenvolvimento destas plantas. No entanto, neste experimento de viveiro comercial, a micorrização não alterou os teores de fósforo determinados na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro.

Respostas positivas para a micorrização foram obtidas para as características de crescimento avaliadas neste experimento, com exceção para a altura das plantas. Mas, observa-se que a magnitude nas respostas encontradas foi bem inferior às encontradas em outros experimentos com cafeeiros e fungos MVA, inclusive até mesmo das respostas encontradas no experimento de casa de vegetação deste trabalho e que foram descritas no item 4.1.

Observou-se que as mudas micorrizadas apresentaram uma melhor nutrição para os nutrientes cálcio e magnésio, e uma diminuição dos teores de manganês que possivelmente contribuíram para que estas mudas se desenvolvessem mais do que as mudas não micorrizadas; mas como o teor de fósforo não foi alterado, a ocorrência de outros fatores interferindo na efetividade do fungo fez com que a magnitude das respostas fosse muito pequena.

Menores temperaturas do ar, menor intensidade de luz, a falta de controle do teor de umidade, a aeração do substrato e possivelmente o volume do substrato são os fatores principais que interferiram na efetividade do fungo e na magnitude das respostas obtidas.

#### 4.2.4. Macronutrientes na matéria seca das raízes das mudas de cafeeiro

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de macronutrientes obtidos na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se no Quadro 13.

##### 4.2.4.1. Nitrogênio nas raízes

Pelo teste de F ao nível de 5 e 1% de probabilidade foram detectados efeitos significativos para a inoculação, matéria orgânica e a interação inoculação matéria orgânica.

QUADRO 13. Resumo das análises de variância para os teores dos macronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de *G. margarita*, com e sem matéria orgânica no substrato, Experimento de viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios e significância					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Doses	5	0,00873NS	0,000893NS	0,2096*	0,3833**	0,00891**	0,01904**
Inoculação	1	0,18550**	0,007526**	2,2724**	0,5969**	0,01654**	0,03643**
D x I	5	0,00974NS	0,021090**	0,0993NS	0,0583**	0,00205NS	0,00626**
Matéria orgânica	1	2,35000**	0,009000**	0,2450NS	0,0003NS	0,13054**	0,16580**
D x M.orgânica	5	0,01516NS	0,000232NS	0,3489**	0,0064NS	0,00399NS	0,01014**
I x M.orgânica	1	0,08520*	0,029750**	1,7523**	0,1298**	0,00094NS	0,00005NS
D x I x M.orgânica	5	0,01208NS	0,000984NS	0,3919**	0,0779**	0,00156NS	0,00719**
Erro	72	0,009986	0,000535	0,07497	0,0109	0,00254	0,001693
C.V. %		5,87	16,53	15,69	21,41	12,01	29,02

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 4 repetições

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

No Quadro 54A do Apêndice, observa-se que na presença de matéria orgânica não houve efeito para a micorrização, mas na ausência de matéria orgânica, maior teor de N foi encontrado nas mudas micorrizadas.

Pelo Quadro 54A do Apêndice, verifica-se que nas mudas micorrizadas o teor de nitrogênio determinado foi superior ao teor encontrado nas mudas não micorrizadas. Como na matéria seca da parte aérea destas mudas micorrizadas o teor de nitrogênio obtido foi menor, estes resultados sugerem que houve absorção de nitrogênio pelas plantas micorrizadas, só não ocorreu a translocação deste nutriente para a parte aérea.

A presença de matéria orgânica no substrato proporcionou também maiores teores de nitrogênio nas raízes (Quadro 54A do Apêndice). Após passar pelo processo de mineralização, a matéria orgânica é uma fonte de nitrogênio para as plantas (50, 64, 83).

#### 4.2.4.2. Fósforo nas raízes

Na Figura 37 estão representadas as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de fósforo na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não, em função das diferentes doses de superfosfato simples. A equação de regressão para as mudas micorrizadas é linear, e para as mudas não micorrizadas, a representação da equação é cúbica.

Nas mudas micorrizadas, os maiores teores de fósforo foram obtidos nos níveis mais baixos de superfosfato simples, e à medida

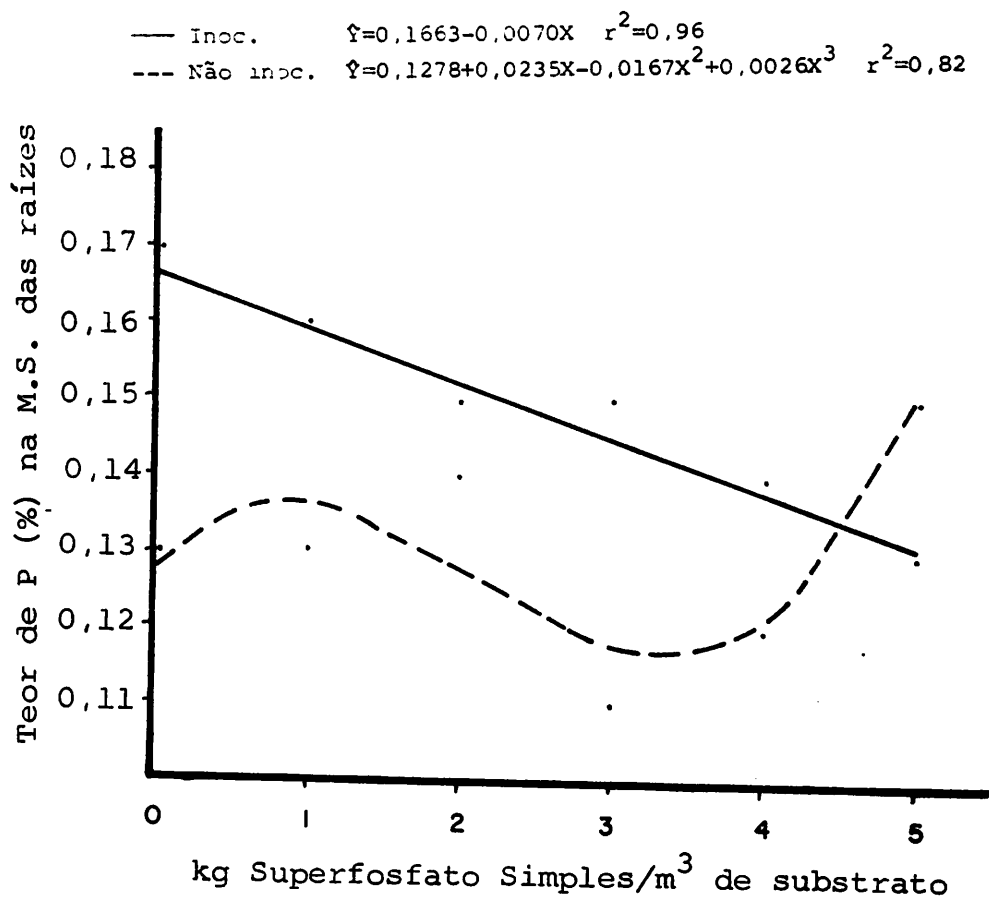


FIGURA 37. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, sobre os teores de fósforo na matéria seca das raízes de mudas de caféiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

que doses crescentes foram adicionadas ao substrato, houve uma diminuição nos teores de fósforo detectados na matéria seca das raízes.

Nas mudas não micorrizadas, os teores de fósforo foram maiores nos níveis mais baixos de superfosfato simples, diminuindo nos níveis intermediários e voltando novamente a subir nos níveis mais elevados de superfosfato simples.

Pelo Quadro 56A do Apêndice, observa-se que as mudas micorrizadas apresentaram teor de fósforo superior em relação às mudas não micorrizadas. Na matéria seca da parte aérea destas mudas não foram encontrados efeitos significativos para o nutriente fósforo. Como nas raízes estes efeitos foram detectados, estes resultados sugerem que as mudas absorveram este nutriente, mas que talvez por um mecanismo de precipitação, ou um outro qualquer, este nutriente não foi translocado para a parte aérea.

Para as mudas que receberam matéria orgânica (Quadro 57A do Apêndice), os teores de fósforo encontrados foram superiores aos teores encontrados nas mudas que não receberam matéria orgânica. A explicação mais viável é a mineralização da matéria orgânica, pois após este processo, a matéria orgânica atua como fonte de fósforo, (24, 50, 64).

#### 4.2.4.3. Potássio nas raízes

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores do potássio na matéria seca das raízes de cafeeiro micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 38. A representação das equações é linear.

Para as mudas micorrizadas com matéria orgânica, espera-se uma diminuição média de 0,175% no teor de potássio das raízes, quando se adiciona 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. E para as mudas micorrizadas sem matéria orgânica, ao acrescentar 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato, espera-se um aumento médio de 0,126% de potássio nas raízes.

As mudas micorrizadas que receberam matéria orgânica no substrato apresentaram um teor médio de potássio bem inferior ao teor médio de potássio apresentado pelas mudas micorrizadas sem matéria orgânica e bem inferior também ao teor apresentado pelas mudas não micorrizadas com e sem matéria orgânica (Quadro 57 do Apêndice).

Neste mesmo Quadro, observa-se que as mudas não micorrizadas com matéria orgânica apresentaram um teor médio de potássio 37,75% superior ao teor médio apresentado pelas mudas micorrizadas com matéria orgânica no substrato. Diante destes resultados, o que se conclui é que o fungo G. margarita provocou diminuição nos teores de potássio da raiz, quando matéria orgânica estava presente.

#### 4.2.4.3. Potássio nas raízes

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores do potássio na matéria seca das raízes de *cafeeiro* micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 38. A representação das equações é linear.

Para as mudas micorrizadas com matéria orgânica, espera-se uma diminuição média de 0,175% no teor de potássio das raízes, quando se adiciona 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. E para as mudas micorrizadas sem matéria orgânica, ao acrescentar 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato, espera-se um aumento médio de 0,126% de potássio nas raízes.

As mudas micorrizadas que receberam matéria orgânica no substrato apresentaram um teor médio de potássio bem inferior ao teor médio de potássio apresentado pelas mudas micorrizadas sem matéria orgânica e bem inferior também ao teor apresentado pelas mudas não micorrizadas com e sem matéria orgânica (Quadro 57 do Apêndice).

Neste mesmo Quadro, observa-se que as mudas não micorrizadas com matéria orgânica apresentaram um teor médio de potássio 37,75% superior ao teor médio apresentado pelas mudas micorrizadas com matéria orgânica no substrato. Diante destes resultados, o que se conclui é que o fungo *G. margarita* provocou diminuição nos teores de potássio da raiz, quando matéria orgânica estava presente.

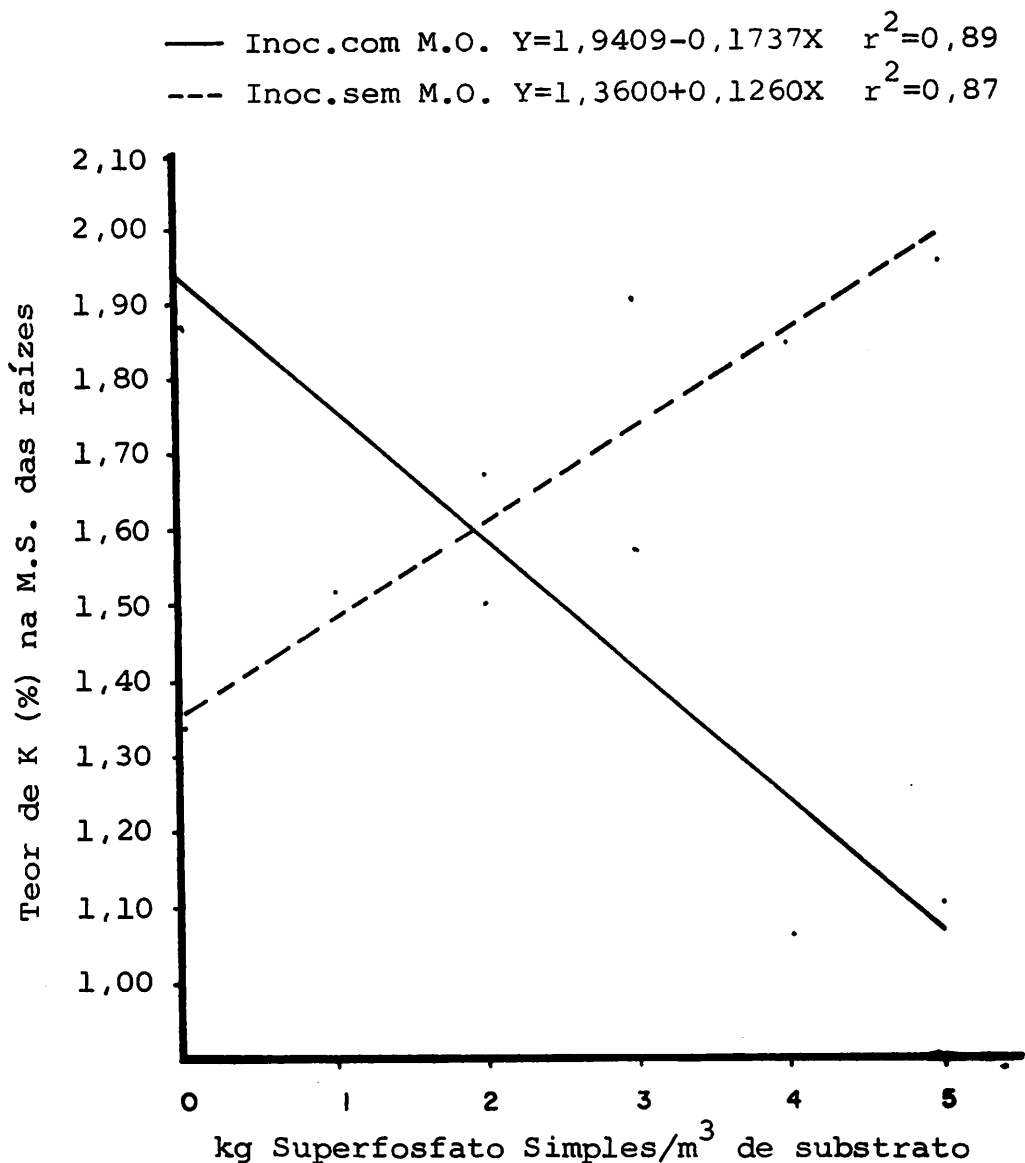


FIGURA 38. Efeito das doses de superfosfato simples na presença de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de potássio na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG.1986.

Na presença da matéria orgânica, a cada dose de superfosfato simples adicionada, havia uma diminuição no teor de potássio absorvido pelas mudas micorrizadas, sendo que na ausência da matéria orgânica cada dose de superfosfato simples adicionada, aumentava o teor de potássio absorvido. Estes resultados mostram que na presença da matéria orgânica e de doses crescentes de superfosfato simples, a fertilidade do substrato aumentava de tal modo, que a efetividade do fungo diminuía.

LOPES et alii (61) encontraram menores teores de potássio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas com o fungo G. margarita e diferentes níveis de fósforo. Por outro lado, COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20) encontraram maiores teores de potássio na presença deste mesmo fungo e diferentes níveis de fósforo. Mudanças inoculadas em condições de campo, às vésperas da primeira colheita, apresentavam teores de potássio inferiores às mudas não inoculadas, LOPES et alii (62).

Neste experimento, os teores de potássio encontrados para as mudas micorrizadas na presença de matéria orgânica foram menores do que os teores encontrados nas mudas não micorrizadas com matéria orgânica no substrato, tanto na matéria seca da parte aérea quanto na matéria seca das raízes.

#### 4.2.4.4. Cálcio nas raízes

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de cálcio obtidos na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples, encontram-se na Figura 39. A representação das equações de regressão para as mudas não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica é do tipo linear. E para as mudas micorrizadas com e sem matéria orgânica, as equações são quadráticas.

Para as mudas não micorrizadas, conforme as equações encontradas, espera-se um aumento médio de 0,067% e de 0,124% no teor de cálcio das raízes das mudas que receberam e não receberam matéria orgânica no substrato, respectivamente. Para as mudas micorrizadas com matéria orgânica, a equação passa por um ponto de mínimo em 1,8 kg de superfosfato simples, e para as mudas micorrizadas sem matéria orgânica, a equação passa por um ponto de mínimo em 2,3 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato.

Para as mudas não micorrizadas, houve aumentos crescentes nos teores de cálcio, quando doses crescentes do superfosfato simples foram adicionadas ao substrato. Estes resultados são semelhantes aos resultados encontrados por BRAGANÇA (9) que, ao trabalhar com fontes e doses de fósforo para mudas de cafeeiro, encontrou aumentos crescentes nos teores de cálcio na matéria seca das raízes, com o aumento das doses de fósforo adicionadas ao substrato. Pode-se observar ainda no Quadro 59A do Apêndice, que na presença de

— Inoc. com M.O.  $\hat{Y}=0,4936-0,1074X+0,0411X^2$   $r^2=0,91$   
 -○- Inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=0,5968-0,1282X+0,0280X^2$   $r^2=0,79$   
 -□- Não inoc. com M.O.  $\hat{Y}=0,2028+0,0669X$   $r^2=0,90$   
 -△- Não inoc. sem M.O.  $\hat{Y}=0,1366+0,1240X$   $r^2=0,98$

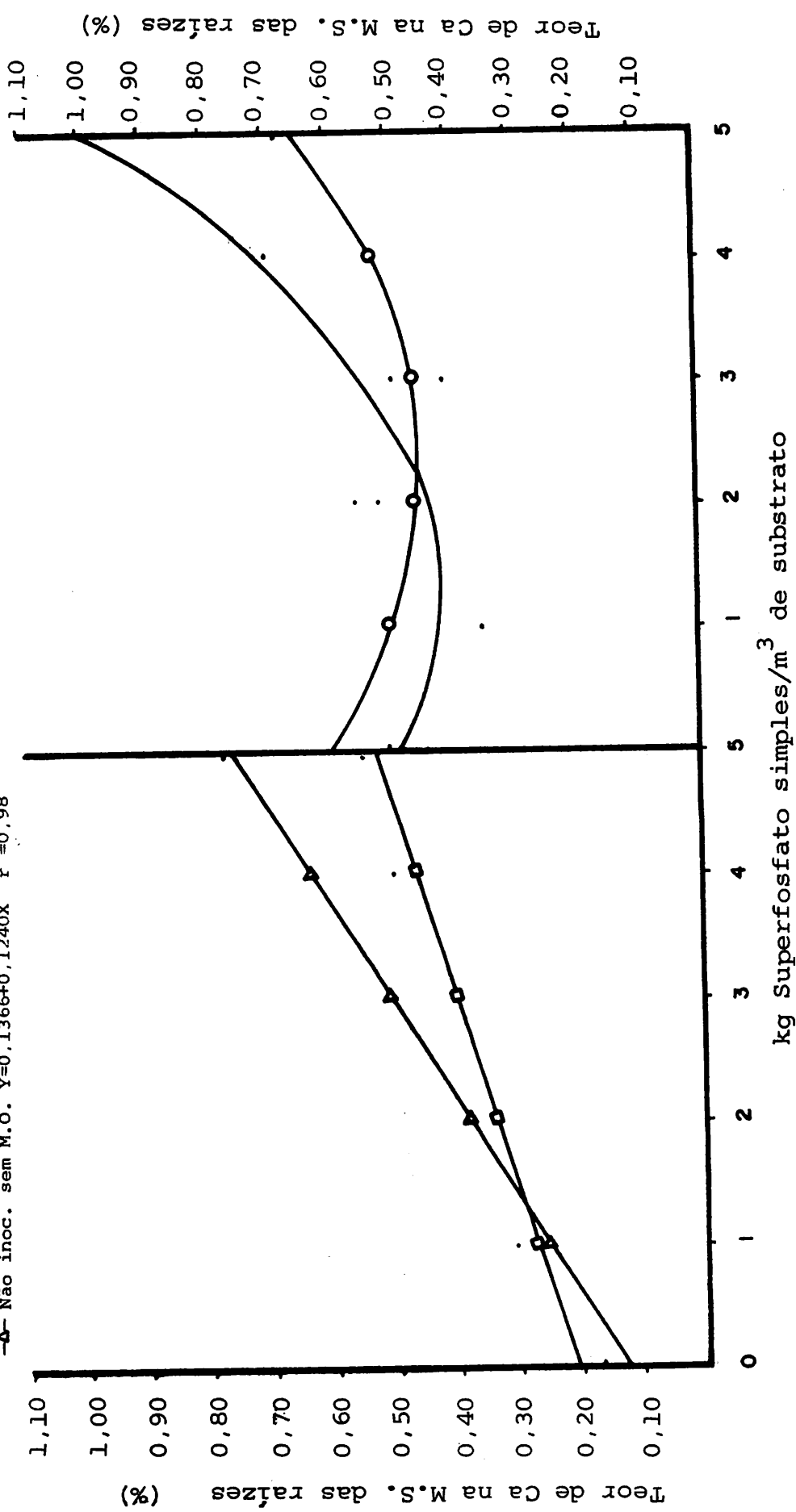


FIGURA 39. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de cálcio na matéria seca das raízes de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

matéria orgânica, as mudas não micorrizadas já apresentavam diminuição nos teores de cálcio na matéria seca, quando as doses mais elevadas de superfosfato simples foram adicionadas ao substrato.

Para as mudas micorrizadas, verificou-se um decréscimo no teor de cálcio na matéria seca das raízes, quando as dosagens iniciais de superfosfato simples foram adicionadas ao substrato, em seguida, houve um aumento dos teores de cálcio determinados nas maiores doses de superfosfato simples.

Observa-se, pela Figura 39, e no Quadro 59A do Apêndice, que as mudas inoculadas com matéria orgânica apresentaram os maiores teores de cálcio na matéria seca das raízes. É bem provável que um efeito sinérgico entre a matéria orgânica e a micorrização tenha acontecido. Embora não exista na literatura nenhuma referência sobre o comportamento do nutriente cálcio na matéria seca das raízes de plantas micorrizadas, os maiores teores de cálcio para estas plantas, neste experimento, indicam que a absorção de cálcio na presença de matéria orgânica no substrato foi beneficiada pela micorrização.

#### 4.2.4.5. Magnésio nas raízes

Para este nutriente, o teste F detectou efeitos significativos para doses, inoculação e matéria orgânica. Porém, para doses de superfosfato simples o ajuste encontrado foi muito ruim. Portanto, serão apresentadas apenas as médias e que se encontram no Quadro 60A do Apêndice. Verifica-se, por este Quadro, que houve

uma variação muito grande para os teores de magnésio determinados nas diferentes doses de superfosfato simples aplicadas.

Para a inoculação, o Quadro 60A do Apêndice mostra que maiores teores de magnésio na matéria seca das raízes foram encontrados nas plantas micorrizadas. E na presença de matéria orgânica, maiores teores de magnésio foram obtidos.

Como o coeficiente de variação encontrado (Quadro 13) foi baixo, conclui-se que a variação ocorrida não é decorrente de erro experimental, e sim de flutuações existentes entre os tratamentos.

COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (20) também não encontraram ajuste para os teores de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro que foram inoculadas com o fungo G. margarita e diferentes níveis de fósforo.

Pelo Quadro 60A do Apêndice, observa-se que as mudas micorrizadas apresentaram um teor médio de magnésio 7,5% superior ao teor médio apresentado pelas mudas não micorrizadas.

LAMBERT et alii (52), ao verificarem o efeito da micorrização na interação fósforo com outros elementos, encontraram maiores teores de magnésio para um cultivo, mas para outro, os teores de magnésio obtidos não foram alterados. Embora o teor de magnésio tenha se apresentado superior em plantas micorrizadas de determinados experimentos, estes autores afirmam que os dados não são constantes, não existindo uma correlação positiva entre as mudas micorrizadas e os teores de magnésio.

Neste experimento, os teores de magnésio da matéria seca das raízes foram beneficiadas pela micorrização. No entanto, estes resultados permitem afirmar que foram beneficiados para as condições deste experimento.

Com relação a matéria orgânica, na sua presença as mudas apresentaram um teor de magnésio 18,40% superior ao teor médio apresentado pelas mudas que não possuíam matéria orgânica no substrato, Quadro 62A do Apêndice. Pelo Quadro 2 observa-se que a matéria orgânica usada possuía 0,21% de magnésio na sua constituição, sendo, portanto, bem provável que após a mineralização, este magnésio, ou pelo menos, parte dele tenha se tornado disponível para as mudas de cafeeiro.

#### 4.2.4.6. Enxofre nas raízes

Na Figura 40 encontram-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação para os teores de enxofre determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo G. margarita, na presença de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. A representação das equações é quadrática e de 4º grau, para as mudas micorrizadas e não micorrizadas, na presença de matéria orgânica no substrato, respectivamente.

Para as mudas micorrizadas, observa-se, pela Figura 40, que os teores de enxofre obtidos foram crescentes, até a dosagem de aproximadamente 3 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato.

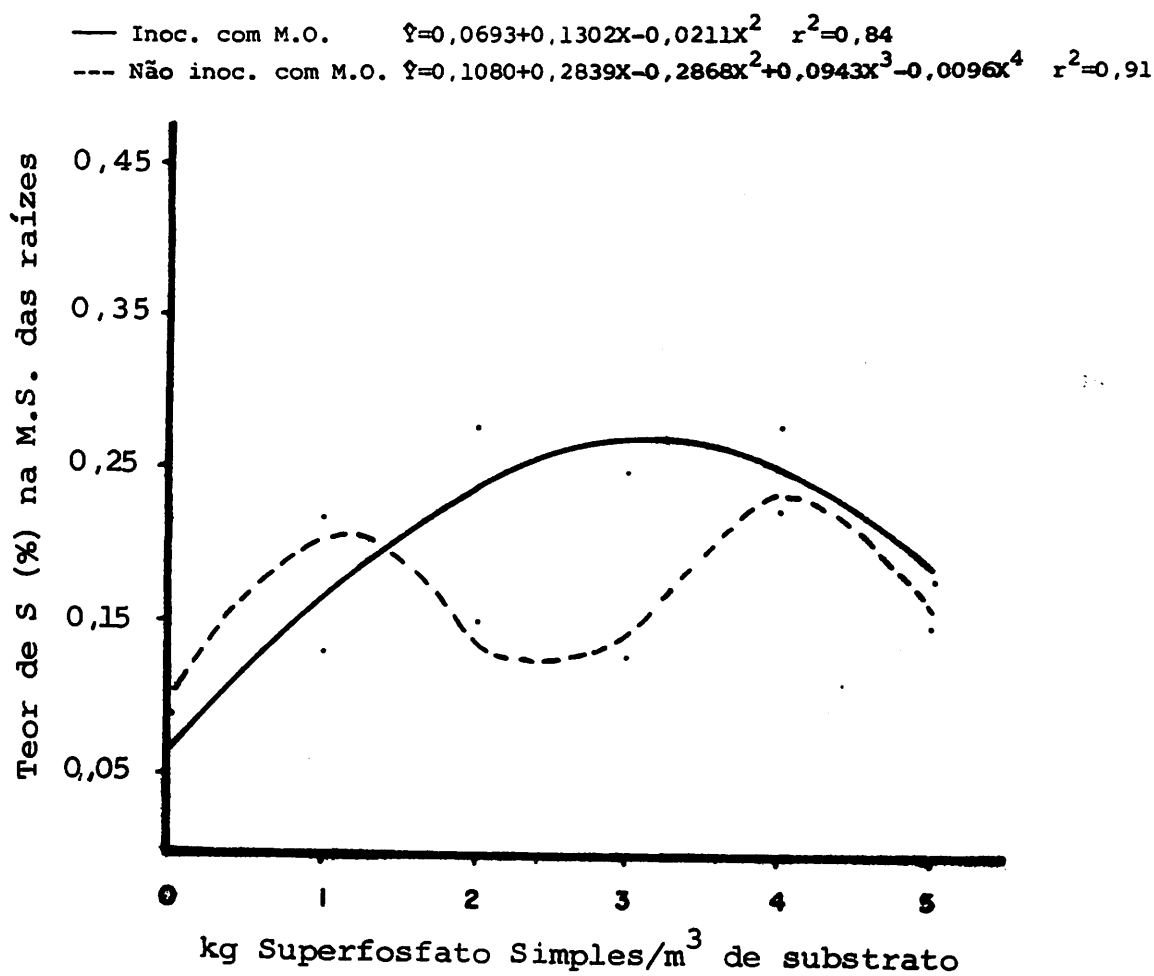


FIGURA 40. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com matéria orgânica no substrato, sobre os teores de enxofre na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras - MG 1986.

A partir desta dosagem, o teor de enxofre detectado diminuiu.

Nas mudas não micorrizadas, na presença de matéria orgânica, os teores de enxofre determinados na matéria seca das raízes foram muito variáveis em função das doses de superfosfato simples aplicadas. Nas dosagens iniciais, houve um acréscimo do teor de enxofre obtido, em seguida houve uma diminuição nestes teores encontrados, e com aproximadamente 3,5 kg de superfosfato simples houve uma nova elevação dos teores para posterior decréscimo nas dosagens mais elevadas de superfosfato simples no substrato.

Estes resultados permitem afirmar que os teores de enxofre variaram muito quando o fungo não se encontrava presente no substrato, pois na sua presença os resultados foram bem mais uniformes.

As mudas micorrizadas apresentaram um teor de enxofre 33,33% superior ao teor encontrado nas mudas não micorrizadas (Quadro 63A do Apêndice). Porém, na parte aérea destas mesmas mudas, os teores de enxofre encontrados nas plantas micorrizadas foi inferior ao teor de enxofre encontrado na matéria seca da parte aérea das mudas não micorrizadas. Esta variação encontrada para os teores de enxofre na matéria seca das raízes e da parte aérea, permite afirmar que a absorção deste nutriente pelas raízes foi normal, somente a sua translocação que foi afetada nas mudas micorrizadas.

No substrato das mudas, onde a matéria orgânica estava presente os teores de enxofre determinados na matéria seca das raízes foram 80% superiores aos teores encontrados na matéria seca das raízes das mudas que não receberam matéria orgânica no substrato (Quadro 62A do Apêndice). Esta grande diferença encontrada, para as mudas que receberam matéria orgânica, fundamenta-se no fato de que a matéria orgânica é uma das principais fontes de enxofre para as plantas, KIEHL (50) e MALAVOLTA (63).

#### 4.2.5. Micronutrientes na matéria seca das raízes das mudas de cafeeiro

Os resumos das análises de variância referentes aos teores de micronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com o fungo G. margarita, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes níveis de superfosfato simples, encontram-se no Quadro 14.

##### 4.2.5.1. Boro nas raízes

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) encontrados para os teores de boro determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro, que apresentavam ou não matéria orgânica no substrato, perante as doses de superfosfato simples aplicados, encontram-se na Figura 41.

Para as mudas que possuíam matéria orgânica no substrato, a representação da equação é quadrática, passando por um ponto de

QUADRO 14. Resumo das análises de variância para os teores dos micronutrientes determinados na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação de *G. margarita*, com e sem matéria orgânica no substrato. Experimento de viveiro comercial. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses	5	1285,1539*	17,8579NS	89057,8203NS	2511,3853**	130,6833 NS
Inoculação	1	33611,3945**	60,4838NS	7425937,5000**	15276,2607**	22143,4338 **
D x I	5	637,5304NS	40,3575NS	780672,5625*	829,0355**	87,6860 NS
Matéria orgânica	1	3270,1682**	210,6369**	50596396,0000*	297,5104NS	325,6068*
D x M.orgânica	5	3011,8479**	30,5450NS	1350831,5000**	1086,5354**	93,7407 NS
I x M.orgânica	1	16661,1035**	1994,7264**	234235,0625NS	13944,2607**	5403,0019 **
D x I x M.orgânica	5	776,0870NS	21,0084NS	1601039,5000**	1228,9354**	50,2979 NS
Erro	72	427,1141	23,6789	269998,6875	99,8646	68,0345
C.V. %		26,87	21,90	19,81	17,10	21,53

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 4 repetições

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

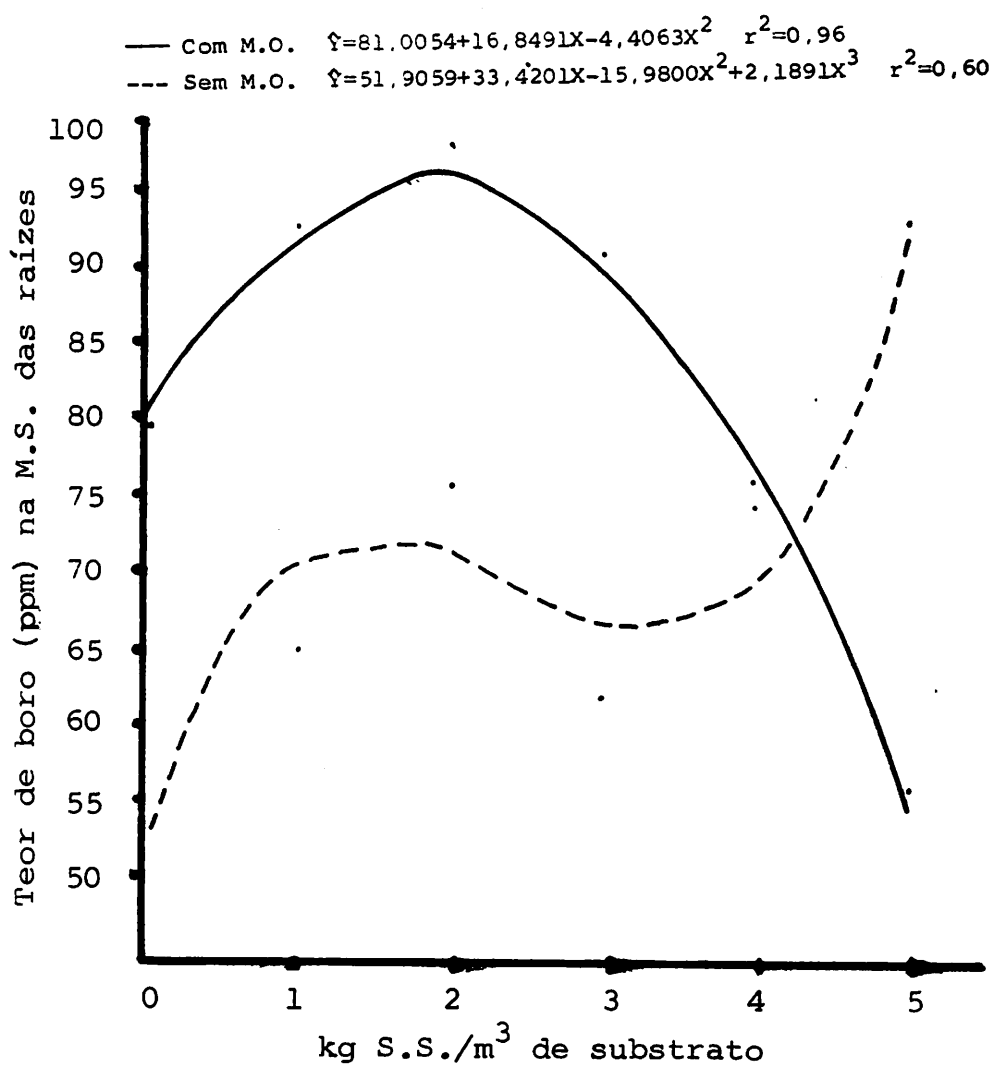


FIGURA 41. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de matéria orgânica no substrato, sobre os teores de boro na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG. 1986.

máximo em aproximadamente 2,0 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. E para as mudas que não possuíam matéria orgânica no substrato, a representação da equação é cúbica, passando por pontos de máximo e de mínimo em aproximadamente 2 e 3 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato, respectivamente.

Na presença de matéria orgânica, houve um aumento dos teores de boro na matéria seca das raízes, até a dosagem de 2,0 kg de superfosfato simples; a partir desta dose, houve uma diminuição dos teores de boro obtidos. Como a matéria orgânica é uma importante fonte de boro para as plantas, MALAVOLTA (64), é bem provável que após a aplicação de 2 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato, a disponibilidade de nutrientes que existia no substrato não mais favoreceu a absorção deste micronutriente pelas raízes do cafeeiro.

Na ausência de matéria orgânica, observa-se, pela Figura 41, que os teores de boro apresentaram variações quando os níveis intermediários de superfosfato simples foram adicionados ao substrato (2 e 3 kg). Este decréscimo nos teores de boro obtidos devem ser decorrentes de um desequilíbrio nutricional ocorrido no substrato, quando estas doses foram adicionadas, pois em dosagens superiores de superfosfato simples, os teores de boro determinados nas raízes voltaram a aumentar novamente. É importante salientar também que os teores de boro determinados na matéria seca das raízes das mudas que possuíam matéria orgânica no substrato foram 16,44% superiores aos teores determinados nas mudas que não receberam matéria orgânica.

Com relação à inoculação, observa-se no Quadro 65A do Apêndice, que os teores de boro encontrados nas mudas micorrizadas foram 64,31% inferiores aos teores de boro encontrados nas mudas não micorrizadas. E na presença de matéria orgânica, os teores de boro encontrados foram semelhantes para mudas micorrizadas e não micorrizadas, sendo que, quando a matéria orgânica não estava presente no substrato, a inoculação das mudas diminuiu os teores de boro em 62,76%.

#### 4.2.5.2. Cobre nas raízes

Para os teores de cobre nas raízes, o teste F, ao nível de 5 e 1% de probabilidade, só encontrou efeitos significativos para matéria orgânica e a interação inoculação-matéria orgânica (Quadro 14),

Verifica-se, pelo Quadro 66A do Apêndice, que na ausência de matéria orgânica a micorrização aumentou os teores de cobre na matéria seca das raízes em 69,71%, mas na presença de matéria orgânica a micorrização diminuiu os teores de cobre em 37,84%. É atribuído à matéria orgânica, baseando nestes resultados, um efeito inibidor para o fungo com relação a este micronutriente.

No Quadro 66A do Apêndice, observa-se que a presença de matéria orgânica no substrato aumentou os teores de cobre em 14,30%.

O esterco de curral usado neste experimento, como fonte de matéria orgânica, apresentou 42 ppm de cobre na sua constituição (Quadro 2). E ao ser mineralizado, o cobre existente no esterco

co deve ter-se tornado disponível para as mudas.

KIEHL (50) e MALAVOLTA (64) afirmam que a matéria orgânica funciona como fonte de cobre para as plantas.

#### 4.2.5.3. Ferro nas raízes

Na Figura 42 encontram-se as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de ferro obtidos na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples.

A equação de regressão para as mudas micorrizadas na ausência de matéria orgânica é quadrática, passando por um ponto de máximo em aproximadamente 3,0 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. Para as mudas não inoculadas na presença de matéria orgânica, a equação de regressão é cúbica, passando por ponto de máximo e de mínimo em 1 e 3 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato, respectivamente. E para as mudas não inoculadas, e sem matéria orgânica no substrato, a equação de regressão é linear, e espera-se uma diminuição média de 216 ppm de ferro quando se acrescenta 1 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. MALAVOLTA (63) afirma que a absorção de ferro pode ser diminuída pela adição de fósforo ao meio.

Os teores de ferro das mudas que não receberam matéria orgânica no substrato foram bem superiores aos níveis das mudas que

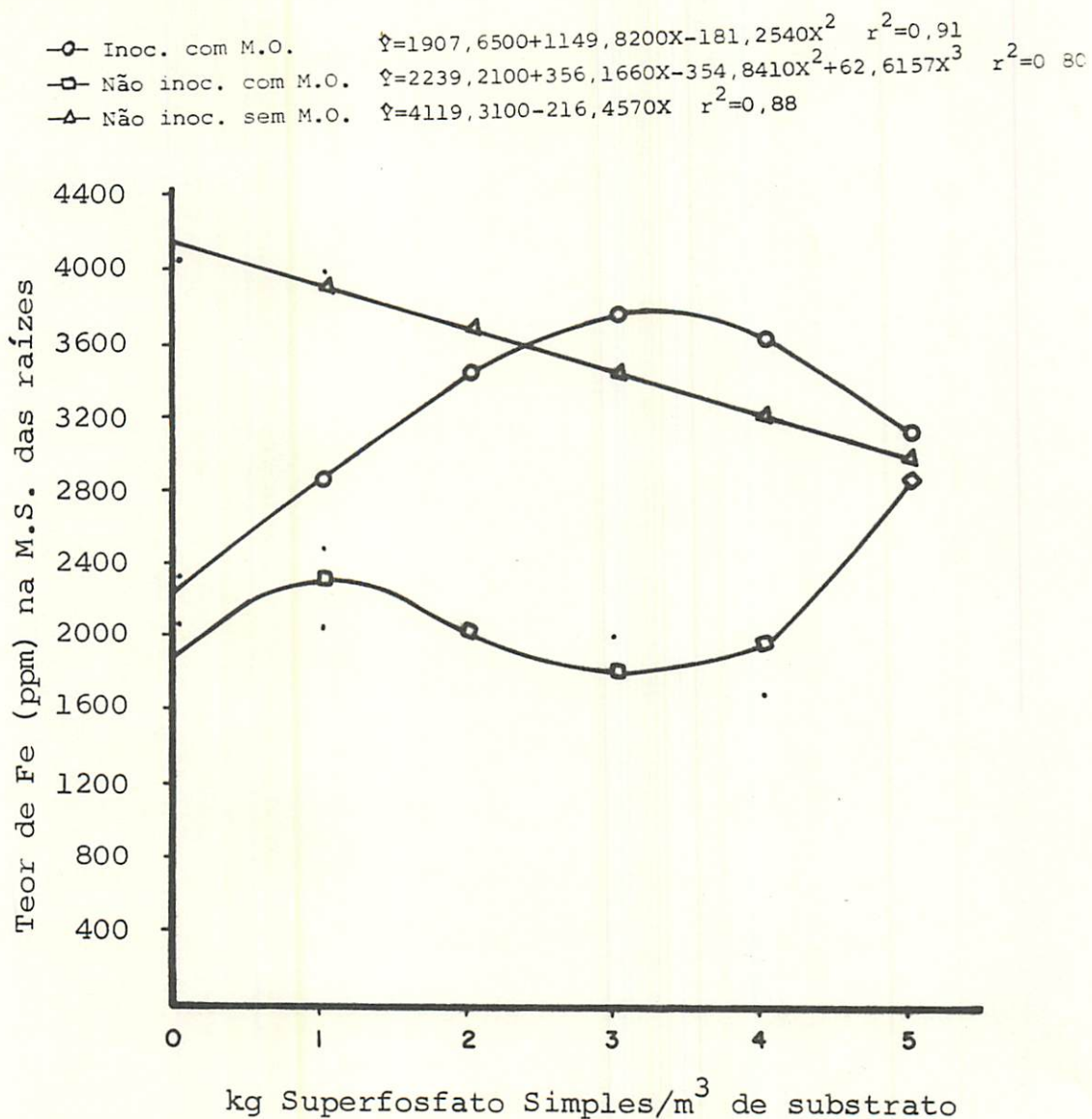


FIGURA 42. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de ferro na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG 1986.

receberam matéria orgânica. Como a matéria orgânica pode complexar o ferro, é bem provável que a sua presença no substrato tenha diminuído o teor de ferro disponível, sendo esta a principal razão para o menor teor de ferro encontrado nas mudas que possuíam matéria orgânica no substrato. Ainda, pelo Quadro 68A do Apêndice, observa-se que na presença da inoculação, os teores de ferro na matéria seca das raízes das mudas que receberam matéria orgânica foi ainda menor, sugerindo que a inoculação juntamente com a matéria orgânica proporcionaram uma diminuição dos teores de ferro absorvidos pelas raízes.

#### 4.2.5.4. Manganês nas raízes

As equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) para os teores de manganês obtidos na matéria seca das raízes de mudas de cafeeiro que foram micorrizadas ou não na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples encontram-se na Figura 43.

Nesta Figura, verifica-se que os teores de manganês, para as mudas micorrizadas ou não na ausência de matéria orgânica, são representados por equações quadráticas, e que os pontos de mínimo para ambas as curvas ocorreram em aproximadamente 3 kg de superfosfato simples por  $m^3$  de substrato. Para as mudas não micorrizadas, mas que possuíam matéria orgânica no substrato, a equação encontrada é linear.

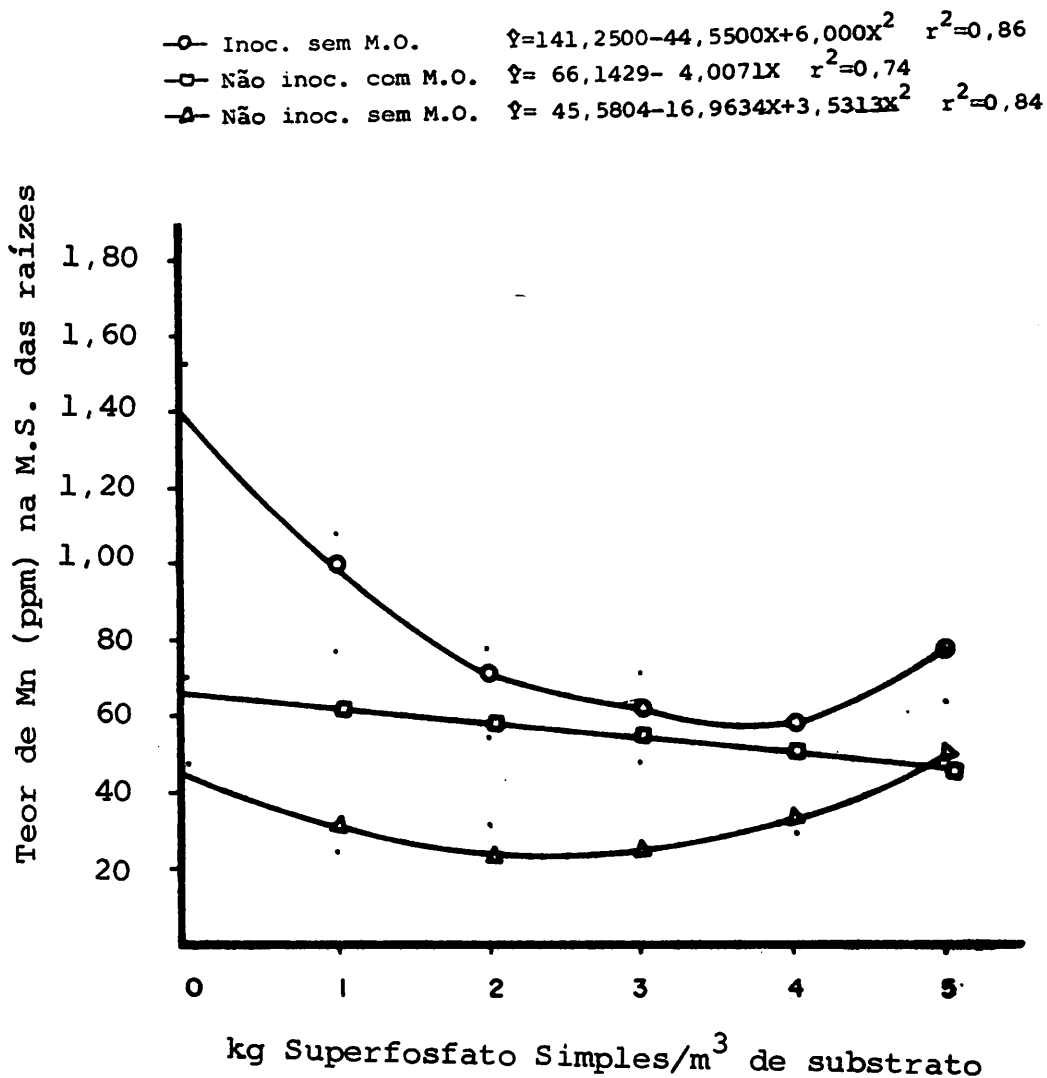


FIGURA 43. Efeito das doses de superfosfato simples na presença e ausência de inoculação, com e sem matéria orgânica no substrato, sobre os teores de manganês na matéria seca das raízes de mudas de café. ESAL, Lavras-MG. 1986.

Pelo Quadro 69A do Apêndice, observa-se que na presença de matéria orgânica as mudas micorrizadas e não micorrizadas apresentaram o mesmo teor de manganês nas raízes. Porém, na ausência de matéria orgânica, os teores de manganês encontrados nas raízes das mudas inoculadas foram 138,83% superiores aos teores encontrados nas raízes das mudas não inoculadas. Estes dados podem sugerir que, na ausência de matéria orgânica, a micorrização possa elevar o teor de manganês das raízes. No entanto, observa-se na parte aérea, que as mudas micorrizadas na ausência de matéria orgânica apresentaram teores de manganês bem menores do que aqueles apresentados pelas mudas que não eram micorrizadas e que também não possuíam matéria orgânica no substrato. Portanto, verifica-se que houve a absorção de manganês pelas raízes das mudas micorrizadas, só não ocorreu seu transporte para a parte aérea destas mudas. Existe uma tendência entre os micorrizalistas em afirmar que as mudas micorrizadas apresentaram menores teores de manganês na parte aérea, sugerindo que o cultivo de plantas micorrizadas em solos, onde o teor deste elemento é elevado, venha ser benéfico para estas plantas.

Se esta hipótese for cientificamente confirmada, talvez o mecanismo pelo qual estas mudas atenuam a absorção de manganês, de absorção do elemento, só não ocorreu a sua translocação a parte aérea.

#### 4.2.5.5. Zinco nas raízes

Para os teores de zinco das raízes, o teste de F, ao nível de 5 e 1% de probabilidade, detectou efeitos significativos para a inoculação, matéria orgânica e a interação inoculação-matéria orgânica (Quadro 14).

Pelo Quadro 70A do Apêndice, observa-se que na ausência de matéria orgânica a micorrização aumentou os teores de zinco nas raízes em 259,76%. E na presença de matéria orgânica, o aumento foi bem menos intenso, mas mesmo assim a micorrização ainda aumentou os teores de zinco nas raízes em 53,39%. Na presença de matéria orgânica, a contribuição do fungo G. margarita foi bem menor, talvez pelo fato da matéria orgânica aumentar a disponibilidade de nutrientes no substrato, e isto é inibitório para o fungo.

No Quadro 70A do Apêndice, observa-se que o teor de zinco das raízes das mudas inoculadas foi 131,34% superior ao teor de zinco das mudas não inoculadas.

Para a matéria orgânica, o Quadro 70A do Apêndice mostra que na sua presença, o teor de zinco das raízes foi diminuído em 10,09%.

Os teores de zinco nas raízes das mudas de cafeeiro micorrizadas foram bem superiores aos teores determinados nas raízes das mudas não micorrizadas. Na parte aérea das mudas micorrizadas, esta mesma tendência não se manteve. Estes resultados sugerem que, embora tenha ocorrido a absorção de zinco pelas raízes das mudas micorrizadas, o que não ocorreu foi a sua translocação para a parte aérea das mudas.

Observa-se, pelos resultados encontrados, que os teores dos nutrientes avaliados foram bem diferentes para a matéria seca da parte aérea e para a matéria seca das raízes.

No caso específico do fósforo, verifica-se que houve a sua absorção pelas raízes, o que não ocorreu foi a sua translocação para a parte aérea. Situações semelhantes a estas que foram descritas para o fósforo aconteceram também com o nitrogênio, o enxofre, o zinco e o manganês.

O que se pode concluir de tais resultados, é que existem mecanismos a nível das raízes que interferem na translocação dos nutrientes para a parte aérea das plantas. E que estes mecanismos sofrem influência de um ou mais fatores não quantificados neste experimento.

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1. Experimento em Casa de Vegetação

- A inoculação com o fungo MVA G. margarita promoveu um aumento na absorção de fósforo e no desenvolvimento das mudas do cafeeiro.

- A presença de matéria orgânica no substrato promoveu um aumento no desenvolvimento das mudas de cafeeiro na presença e na ausência de inoculação com G. margarita.

- O maior desenvolvimento das mudas de cafeeiro ocorreu nos tratamentos com a presença de matéria orgânica no substrato e inoculação com G. margarita.

- A presença de matéria orgânica no substrato não influenciou a colonização micorrízica nas raízes das mudas de cafeeiro.

- Doses de superfosfato simples acima de 1,5 kg por m<sup>3</sup> no substrato reduziram a colonização micorrízica nas raízes das mudas de cafeeiro.

- As maiores contribuições do fungo MVA G. margarita para o melhor desenvolvimento das mudas de cafeeiro ocorreram entre 0,5 a 1,0 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato na presença de matéria orgânica e 1,2 a 1,5 de superfosfato simples na ausência de matéria orgânica.

- Na ausência de inoculação com G. margarita, as mudas de cafeeiro cultivadas na presença e ausência de matéria orgânica apresentaram respostas crescentes à medida que maiores doses de superfosfato simples foram adicionadas ao substrato.

- As vantagens da inoculação com G. margarita no desenvolvimento das mudas resultaram da maior absorção de fósforo, cobre e enxofre, porém estas vantagens foram atenuadas pelo maior suprimento de fósforo no substrato.

## 5.2. Experimento em Viveiro Comercial

- O fungo MVA G. margarita não alterou o teor de fósforo da matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, embora tenha promovido um aumento no desenvolvimento destas mudas.

- A presença de matéria orgânica no substrato aumentou o desenvolvimento das mudas de café.

- A presença de matéria orgânica no substrato não alterou a colonização micorrízica nas raízes das mudas de cafeeiro.

- Dosagens de superfosfato simples acima de 1,5 kg reduziram a colonização micorrízica nas raízes.

- Nos tratamentos com G. margarita não houve influência significativa das doses de superfosfato simples sobre o desenvolvimento das mudas.

- Nos tratamentos sem G. margarita houve influência do superfosfato simples sobre o desenvolvimento das mudas, apenas nas doses iniciais.

- Há indicações de que outros fatores, tais como: temperatura, luz falta de controle da umidade no substrato, aeração e possivelmente, volume do substrato interferiram na disponibilidade de nutrientes do substrato e nas respostas produzidas pelo fungo MVA G. margarita.

## 6. RESUMO

### 6.1. Experimento de Casa de Vegetação

O presente trabalho foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais, de dezembro de 1985 a abril de 1986, com o objetivo de verificar o efeito da associação micorrízica vesicular arbuscular formada por G. margarita sobre o desenvolvimento de mudas de cafeeiro em substrato com e sem matéria orgânica e com diferentes doses de superfosfato simples. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 8 repetições. Os tratamentos foram compostos de 6 doses de superfosfato simples: 0; 1; 2; 3; 4 e 5 kg/m<sup>3</sup> de substrato, a presença e ausência de matéria orgânica no substrato, e a presença e ausência da inoculação com o fungo MVA G. margarita. Nos tratamentos inoculados com G. margarita e com a presença de matéria orgânica no substrato, as mudas de café apresentaram o maior desenvolvimento com aproximadamente 1,0 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato. Nos tratamentos sem inoculação com G. margarita, as mudas de cafeeiro na presença e ausência de matéria orgânica apresentaram

maior desenvolvimento com 5 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato. Nas mudas inoculadas com G. margarita, maiores teores de fósforo, cobre e enxofre foram determinados na matéria seca da parte aérea. A presença de matéria orgânica no substrato não alterou a colonização micorrízica das raízes, e doses de superfosfato simples acima de 1,5 kg diminuíram a colonização micorrízica nas raízes.

## 6.2. Experimento em Viveiro Comercial

O presente trabalho foi conduzido no viveiro de café do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no período de novembro de 1985 a março de 1986 com o objetivo de verificar o efeito da associação micorrízica vesicular arbuscular formada por G. margarita sobre o desenvolvimento das mudas de cafeeiro em substrato com e sem matéria orgânica e com diferentes doses de superfosfato simples, em local onde as condições ambientais não foram controladas. O delineamento, número de repetições e os tratamentos foram os mesmos usados no experimento de casa de vegetação. Nos tratamentos com G. margarita não houve influência significativa das doses de superfosfato simples e nem da presença de matéria orgânica. Embora a micorrização tenha promovido um aumento no desenvolvimento das mudas de cafeeiro, os tratamentos sem G. margarita houve influências do superfosfato simples somente nas doses iniciais. A presença de matéria orgânica no substrato não alterou a colonização micorrízica das raízes. Há indicações de que outros fatores, tais como: temperatura, luz, falta de controle da umidade no substrato,

aeração e possivelmente, volume do substrato interferiram na disponibilidade de nutrientes do substrato e nas respostas produzidas pelo fungo MVA G. margarita. Doses acima de 1,5 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato diminuíram a colonização micorrízica das raízes.

## 7. SUMMARY

DEVELOPMENT OF COFFEE SEEDLINGS (Coffea arabica L.) INOCULATED WITH Gigaspora margarita (Becker & Hall) IN SUBSTRATE WITH AND WITHOUT ORGANIC MATTER AND WITH DIFFERENT DOSAGES OF SIMPLE SUPERPHOSPHATE

### 7.1. Glasshouse trial

The present work was developed in the glasshouse of the Department of Agriculture, at the Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) in the State of Minas Gerais, from December 1985 to April 1986. The purpose of the work was to establish the effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi (VAM) on the growth and nutrition of coffee seedlings (Coffea arabica L.) in substrate with and without organic matter and with different dosages of simples superphosphate.

The treatments were: six dosages of simples superphosphate (0, 1, 2, 3, 4, 5 kg/m<sup>3</sup> of substrate), the presence and absence of organic matter in the substrate and presence and absence of inoculum of the VAM fungus Gigaspora margarita. A completely randomized experimental design in a 6 x 2 x 2 factorial scheme

with eight replications was used.

The following parameters were assessed: percentage of root colonization, height, diameter, leaf area, dry weight of roots and aerial parts and fresh weight of roots, as well as the concentration of nutrients N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn in the shoots of the seedlings.

In the treatments inoculated with G. margarita and with the presence of organic matter in the substrate, the coffee seedlings showed the greatest development with about 1,0 kg of simple superphosphate per m<sup>3</sup> of substrate.

In the treatments not inoculated with G. margarita, the coffee seedlings in the presence and absence of organic matter showed the highest development with 5 kg of simple superphosphate per m<sup>3</sup> of substrate. In the seedlings inoculated with G. margarita the highest contents of phosphorus, copper and sulphur were found in the dry matter of the aerial part.

The presence of organic matter in the substrate did not change the mycorrhizal colonization of the roots whilst dosages of simple superphosphate above 1,5 kg decreased the mycorrhizal colonization on the roots.

## 7.2. Commercial nursery trial

The present work was carried out in the coffee nursery of the Department of Agriculture at the Escola Superior de Agricul-

tura de Lavras, from November 1985 to March 1986, with the purpose of establishing the effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi (VAM) on the growth and nutrition of coffee seedlings (Coffea arabica L.) in substrate with and without organic matter and with different dosages of simples superphosphate, in a place where the environmental conditions were not controlled.

The experimental design the treatments, the number of replications and the parameters assessed were the same as those used in the glasshouse experimental.

In the treatments including G. margarita there was no significant influence presence of organic matter, however those was a significant influence of the inoculation of growth parameters assessed.

In the treatments not inoculated with G. margarita, there was significant influence of the dosages of simples superphosphate with the presence of organic matter in the substrate.

The presence of organic matter in the substrate did not change the mycorrhizal colonization of the roots. There are evidence that other factors such as: temperature, light, lack of humidity control in the substrate, aeration and possibly the volume of the substrate interfered with the availability of nutrient in the substrate and the reactions produced by the VAM fungus G. margarita.

Dosagens over 1,5 kg of the simples superphosphate per m<sup>3</sup> of the substrate decreased the mycorrhizae colonization of the roots.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, M.F. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizae on water movemet through Boutelona gracilis (H.B.K.) Lag ex Stend. The New Phytologist, London, 91:191-6, 1982.
2. \_\_\_\_\_ & BOOSALIS, G.M. Effects of two species of VA mycorrhizal fungi on drought tolerance of winter wheat. The New Phytologist, London, 93(1):67-76, Jan. 1983.
3. ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D. & CARDOSO, E.J.B.N. Efeito de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares na obtenção de mudas de café (Coffea arábica L.), em diferentes solos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1985. Anais Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.143.
4. ATKINSON, D. & DAVIDSON, A.W. The effects of phosphorus on wa ter content and response to drought. The New Phytologist, London, 72:307-13, 1973.

5. BAHIA, V.G. Gênese e classificação de um solo do município de Lavras-MG. Piracicaba, ESALQ, 1975. 67p. (Tese Doutorado).
6. BETHLENFALVAY, G.J. & PACOVSKY, R.S. Light effects in mycorrhizal soybeans. Plant Physiology, Washington, 73(4):969-72, Dec. 1983.
7. BOLGIANO, N.C.; SAFIR, G.R. & WARNCKE, D.D. Mycorrhizal infection and growth of onion in the field in relation to phosphorus and water availability. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 108(5):819-25, Sept. 1983.
8. BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Normas climatológicas; Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Guanabara. Rio de Janeiro, 1969. v.3, 99p.
9. BRAGANÇA, S.M. Efeitos de fontes e doses de fósforo no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (Coffea arábica L.). Lavras, ESAL, 1984. 94p. (Tese MS).
10. BURTON, K.W. & MORGAN, F. The influence of heavy metals upon the growth of sitka-spruce in South Wales forests. Plant and Soil, The Netherlands, 78(3):271-82, May 1984.
11. BROWN, R.W.; SCHULTZ, R.C. & KORMANIK, P.P. Response of vesicular arbuscular endomycorrhizal sweetgum seedling to three nitrogen fertilizer. Forest Science, Washington, 27(2):413-20, June 1981.

12. BUSSE, M.D. & ELLIS J.R. Vesicular-arbuscular mycorrhizal (G. fasciculatum) influence on soybean drought tolerance in high phosphorus soil. Canadian Journal of Botany, Toronto, 63(12): 2290-5, Dec. 1985.
13. BUWALDA, J.O. & GOH, K.M. Host fungus competition for carbon as a cause of growth depressions in vesicular-arbuscular mycorrhizal ryegrass. Soil Biology Biochemistry, Oxford, 14: 103-6, 1982.
14. CAIXETA, I.F.; CARVALHO, M.M. de; ALVARENGA, G. & EZEQUIEL, A. C. Efeito do diâmetro e cor dos recipientes de polietileno na formação de mudas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 4., Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1976. p.232-3.
15. CARDOSO, E.J.B.N. Ocorrência de micorriza em café. Summa Phytopathologica, Piracicaba, 4(2-4):136-7, abr./dez. 1978.
16. \_\_\_\_\_; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D. da & OLIVEIRA, M.H. A. de. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxerto de citros. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(1):25-30, jan./abr. 1986.
17. CARVALHO, M.M. de; DUARTE, G.S. & RAMALHO, M.A.P. Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 4., Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/EMBRAPA, 1976. p.240-1.

18. CLAMBERS, C.A.; SMITH, S.E. & SMITH, F.A. Effects of ammonium and nitrate ion on mycorrhizal infection nodulation and growth of Trifolium subterraneum. The New Phytologist London, 85:47-62, 1980.
19. COLOZZI-FILHO, A.; PAULA, M.A. de & KATO, O.R. Influência das endomicorrizas vesicular arbusculares na nutrição fosfatada das plantas. Lavras, ESAL, 1986. 73p. (Datilografado).
20. \_\_\_\_\_ & SIQUEIRA, J.O. Efeitos da Gigaspora margarita e adu-  
bação fosfatada no crescimento e nutrição. Revista Brasilei-  
ra de Ciência do Solo, Campinas, 10(3):199-205, set./dez.  
1986.
21. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & OLIVEIRA, E.de. Ocorrência de micorriza  
vesicular arbusculares em alguns eco e agrossistemas do Esta-  
do de Minas Gerais. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS,  
1., Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.146.
22. \_\_\_\_\_; SOUZA, P. de; OLIVEIRA, E. & CARVALHO, M.M. Desenvol-  
vimento de mudas de cafeeiro Catuaí micorrizadas. Fitopato-  
logia Brasileira, Brasília, 10(2):335, jun. 1985. (Resumos).
23. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Re-  
comendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Mi-  
nas Gerais; 3ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978.  
80p.

24. COSTA, M.B.B.da. Coord. O papel do adubo orgânico na saúde e fertilidade do solo. In: \_\_\_\_\_. Adubação Orgânica; nova síntese e novo caminho para a agricultura. São Paulo, Icone, 1985. Cap.3, p.19-27.
25. COX, G.; SANDERS, F.E.; TINKER, P.B. & WILD, J.A. Ultrastructural evidence relating to host-endophyte transfer in a vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B. Endomycorrhizas. London, Academic Press, 1975. p.297-312.
26. DAFT, M.J. & EL-FIAHMI, A.A. Effect of arbuscular mycorrhiza on plant growth. VIII. Effects of defoliation and light on selected hosts. The New Phytologist, London, 80:365-72, 1978.
27. ENCICLOPÉDIA dos municípios brasileiros. Rio de Janeiro, IBGE, 1979. v.25.
28. FERNANDES, A.B.; SIQUEIRA, J.O.; MENEZES, M.A.L. & GUEDES, G.A. A. Efeito diferenciado do fósforo sobre o estabelecimento e efetividade da simbiose micorrízica vesicular-arbuscular (MVA) em milho e soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17., Londrina, 1986. Resumos... Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/EMBRAPA/IAPAR, 1986. p.33.
29. FERRAZ, J.M.G. Levantamento de micorrizas vesículo-arbusculares em culturas da Amazônia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 3(3):194-6, set./dez. 1979.

30. FLORENCE, M.L.D. & MIGUEL, A.E. Efeitos da inoculação do fungo micorrízico Gigaspora margarita no desenvolvimento de mudas de café, em substrato com desinfestação do solo e/ou da matéria orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13., São Lourenço, 1986. Trabalhos apresentados... Rio de Janeiro, IBC/MIC, 1986. p.98-101.
31. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & GUERRA NETO, E.G. Efeitos da inoculação do fungo micorrízico Gigaspora margarita no desenvolvimento de mudas de café em substrato expurgado e não expurgado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., Londrina, 1984. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1984. p.168-70.
32. FRED GUZMÁN, A. Efeitos benéficos de microorganismos del suelo en desarrollo de algunas especies frutales. In: SIEVERDING, E.; FRAGER, M.S. & OTERO, N.V., eds. Investigaciones sobre micorrizas en Colombia; memorias del primer curso nacional sobre micorrizas. Bogotá, Universidad Nacional del Colombia, 1985.
33. FURLAN, V. & FORTIN, J.A. Formation of endomycorrhizas by En dogone calospora on Allium cepa under three temperature regimes. LE Naturaliste Canadien, Quebec, 100:467-77, 1973.

34. GERDEMAN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 6:397-418, 1968.
35. GIANINAZZI PEARSON, V. & GIANINAZZI, S. The physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots. Plant and Soil, The Netherlands, 71(1/3):197-209, Mar./Apr. 1983.
36. GILDON, A. & TINKER, P.B. Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection and heavy metals in plants. I. The effects of heavy metals on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizas. The New Phytologist, Oxford, 95(2):247 -61, Oct. 1983.
37. GIOVANETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. The New Phytologist, London, 84:482-500, 1980.
38. GONÇALVES, J.C. & THOMAZIELLO, R.A. Bom Cafezal começa pela muda. FIR, São Paulo, 12(10):58-68, jun. 1970.
39. GRAHAM, J.H. & TIMMER, L.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizal development and growth response of rough lemon in soil and soilless media; effect of phosphorus source. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 109(1):118-21, Jan. 1984.

40. HAYMAN, D.S. Endogone spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. Transactions of the British Mycological Society, London, 54(1):53-63, Feb. 1970.
41. \_\_\_\_\_. Plant growth responses vesicular-arbuscular mycorrhiza. VI. Effect of light and temperature. The New Phytologist, London, 73:71-80, 1974.
42. \_\_\_\_\_. Endomycorrhizal. In: INTERACTIONS between non-pathogenic soil microorganisms and plants. Amsterdam, Elsevier, 1978. p.401-58.
43. HEPPER, C.M. Germination and growth of Glomus caledonium spores; the effects of inhibitors and nutrients. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, 11:269-77, 1979.
44. HETRICK, B.A.D.; HETRICK, J.A. & BLOOM, J. Interaction of mycorrhizal infection phosphorus level and moisture stress in growth of field corn. Canadian Journal of Botany, Toronto, 62(11):2267-71, Nov. 1984.
45. HOLLEY, J.D. & PETERSON, R.L. Development of vesicular-arbuscular mycorrhiza in bean roots. Canadian Journal of Botany, Toronto, 57(19):1960-78, Oct. 1979.

46. HOWELLER, R.H.; CADAVID, L.F. & BURCKHARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. Plant and Soil, The Netherlands, 69:327-39, 1982.
47. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Cultura do café no Brasil; manual de recomendações. Rio de Janeiro, 1986. 215p.
48. ISHAC, Y.Z.; EL-HADDAD, M.E.; DAFT, M.J.; RAMADAN, E.M. & EL-DEMERDASH, M.E. Effect of seed inoculation, mycorrhizal infection and organic amendment on wheat growth. Plant and Soil, The Netherlands, 90(1-3):373-82, 1986.
49. KATO, O.R. Efeito de micorriza vesicular-arbuscular no crescimento e nutrição da mandioca (Manihot esculenta Crantz) em solo adubado com doses crescentes de superfosfato triplo. Lavras, ESAL, 1987. 177p. (Tese MS).
50. KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo, Ceres, 1985. 492p.
51. KUCEY, M.N. & DIAS, G.E.S. Effects of lime phosphorus, and addition of vesicular-arbuscular (VA) mycorrhizal fungi on indigenous VA fungi and on growth of alfafa in a moderately acidic soil. The New Phytologist, London, 98(3):481-6, Nov. 1984.

52. LAMBERT, D.H.; BAKER, D.E. & COLE, H. The role of mycorrhizal in the interactions of phosphorus with zinc, copper and others elements. Soil Science Society of American Journal, Atlanta, GA, 43(5):976-80, Sept./Oct. 1979.
53. \_\_\_\_\_; COLE JR., H. & BAKER, D.E. Variation in the response of alfafa clones and cultivars to mycorrhizae and phosphorus. Crop Science, Madison, 20:615-8, Sept./Oct. 1980.
54. LEVY, Y.; DODD, J. & KRIKUN, J. Effect of irrigation, water salinity and rootstock on the vertical distribution of vesicular-arbuscular mycorrhiza in citrus roots. The New Phytologist, London, 95(3):397-403, Nov. 1983.
55. \_\_\_\_\_ & KRIKUN, J. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza in Citrus jambhiri water relations. The New Phytologist, London, 85:25-32, 1980.
56. LOPES, E.S. Eficiência e especificidade das associações micorrízicas do tipo vesicular-arbuscular em gramíneas e leguminosas forrageiras e no cafeeiro (Coffea arabica L.). Piracicaba, ESALQ, 1980. 111p. (Tese Doutorado).
57. \_\_\_\_\_. Micorrizas em cafeeiro. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Aspectos da nutrição do cafeeiro. Campinas, 1985. Cap.6, p. 107-16.

58. LOPES, E.S.; OLIVEIRA, E.; NEPTUNE, A.M.L. & MORAES, F. R. P. Efeito da inoculação do cafeeiro (Coffea arábica L.) com diferentes espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7 (2):137-41, maio/ago. 1983.
59. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; DIAS, R. & SCHENCK, N.C. Occurrence and distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in coffee plantations in Central São Paulo State, Brazil. Turrialba, Turrialba, 33(4):417-22, Oct./Dic. 1983.
60. \_\_\_\_\_; SIQUEIRA, J.O. & ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7(1):1-19, jan./abr. 1983.
61. \_\_\_\_\_; TOLEDO, S.V.de; HIROCE, R.; DIAS, R. & OLIVEIRA, E. Efeitos do fungo micorrízico Gigaspora margarita no desenvolvimento e aproveitamento do fósforo e do zinco em mudas de cafeeiro 'Mundo Novo' em casa de vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10., Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC, 1983. p.121-2.

62. LOPES, E.S.; TOLEDO, S.V. de; WUTKE, A.C.; CERVellini, G.S.; HIROCE, R. & DIAS, R. Efeitos do fungo micorrízico Gigaspora margarita no desenvolvimento de mudas de cafeeiro cv Mundo Novo em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1983. p.122-3.
63. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 1980. 254p.
64. \_\_\_\_\_. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A.B. et alii. Cultura do cafeeiro; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.165-274.
65. \_\_\_\_\_. Manual de calagens e adubação das principais culturas. São Paulo, Ceres, 1987. 496p.
66. MENARD, L.N. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro. VII. Interação entre fósforo e ferro em cafeeiro (Coffea arabica L.) var. Caturra KMC) cultivado em solução nutritiva. Anais da ESALQ, Piracicaba, 19:23-33, 1962.
67. MENGE, J.A. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 61(3):1015-24, Mar. 1983.

68. MENGE, J.A.; LABANAUKAS, C.K.; JOHNSON, E.L.V. & PLATT, R. G. Partial substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the greenhouse culture of citrus. Soil Science Society of American Journal, Atlanta, GA, 42(6):926-30, Nov./Dec. 1978.
69. \_\_\_\_\_; JOHNSON, E.L.V. & MINASSIAN, V. Effect of heat treatment and three pesticides upon the growth and reproduction of the mycorrhizal fungus Glomus fasciculatum. The New Phytologist, London, 82:473-80, 1979.
70. MIRANDA, J.C.C.de; SOUZA, D.M.G. de & MIRANDA, L.N. de. Influência de fungos endomicorrízicos vesículo-arbusculares na absorção de fósforo e no rendimento de matéria seca de plantas de sorgo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 8(1):31-6, jan./abr. 1984.
71. MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 11:171-96, 1973.
72. \_\_\_\_\_. The establishment of vesicular-arbuscular mycorrhiza under aseptic conditions. The Journal of General Biology, London, 27:509-20, 1962.

73. MOSSE, B. Effects of different endogone strains on the growth of Paspalum notatum. Nature, London, 239(5369):221-3, 1972.
74. \_\_\_\_\_. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Hawaii, Institute for Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 82p. (Research Bulletin, 194).
75. NELSEN, C.E. & SAFIR, G.R. Increased drought tolerance of mycorrhizal onions plants caused by improved phosphorus nutrition. Planta, New York, 154(5):407-13, June 1982.
76. OLIVEIRA, J.A.; SANTINATO, R.; MIGUEL, A.E. & PEREIRA, J. E. Efeito 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/EMBRAPA, 1977. p.177-82.
77. PAULA, M.A. & SIQUEIRA, J.O. Influência da adubação fosfatada e de micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) no desenvolvimento da soja (Glycine max (L.) Merrill). In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.164.
78. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Efeitos da umidade do solo na simbiose endomicorrízica. II. Aspectos vegetativos e nutricionais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 11, 1987 (no prelo).

79. PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. Transactions of the British Mycological Society, London, 55(1):158-61, Aug. 1970.
80. RHODES, L.H. & GERDEMANN, J.W. Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non mycorrhizal onions. The New Phytologist, London, 75:555-61, 1975.
81. SAIF, S.E. The influence of soil aeration on the efficiency of vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Effects of soil oxygen on the growth and mineral uptake of Eupatorium odoratum L. inoculated with Glomus macrocarpum. The New Phytologist, London, 88:649-60, 1981.
82. \_\_\_\_\_. The influence of soil oxygen, carbon dioxide and soil temperature on the efficiency and development of vesicular-arbuscular mycorrhizae. Göttingen, University Georg, 1981. 148p. (Dissertação PhD).
83. SANCHES, P.A. Suelos del trópico; características y manejo. San José, Costa Rica, IICA, 1981. 625p.
84. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.

85. SCHENCK, N.C.; GRAHAM, S.O. & GREEN, N.E. Temperature and light effect on contamination and spore germination of vesicular -arbuscular mycorrhizal fungi. Mycologia, New York, 67:1189-92, 1975.
86. \_\_\_\_\_ & SCHROEDER, V.N. Temperature response of Endogone mycorrhiza on soybean roots. Mycologia, New York, 66:600-5, 1974.
87. \_\_\_\_\_ & SMITH, G.S. Responses of six species of vesicular -arbuscular mycorrhizal fungi and their effects on soybean at four soil temperatures. The New Phytologist, London, 92:193-201, 1982.
88. SIQUEIRA, J.O. & COLOZZI-FILHO, A. Micorrizas vesicular-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(3):207-11, set./dez. 1986.
89. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; OLIVEIRA, E.de; FERNANDES, A.B. & FLORENCE, M.L.D. Micorrizas vesicular-arbusculares em mudas de cafeeiro produzidas no sul do Estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(1):31-8, jan. 1987.
90. \_\_\_\_\_; FERNANDES, A.B.; OLIVEIRA, E.de; COLOZZI-FILHO, A. & FLORENCE, M.L.D. Influência de cultivares e da adubação fosfatada de plantio sobre a ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE. p.184.

91. SIQUEIRA, J.O.; HUBBEL, D.H. & VALLE, R.R. Effect of phosphorus on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbioses. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(12): 1465-74, dez. 1984.
92. \_\_\_\_\_; MAHMUD, A.W. & HUBBELL, D.H. Comportamento diferenciado de fungos formadores de micorrizas vesicular-arbusculares em relação à acidez do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(1):11-6, jan./abr. 1986.
93. \_\_\_\_\_ & OLIVEIRA, E. de. Efeito da calagem na micorrização, crescimento e nutrição de dois cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS , 1., Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.187.
94. \_\_\_\_\_ & PAULA, M.A. Efeitos de micorrizas vesículo-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela soja em solo sob cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(2):97-102, maio/ago. 1986.
95. \_\_\_\_\_ & RIBEIRO, M.A.V. Efeito de micorriza vesicular-arbuscular na produção de matéria seca e absorção de potássio de sienito nefelínico de Poços de Caldas pelo milho e soja. Ciência e Prática, Lavras, 7(2):197-204, jul./dez. 1983.

96. SIQUEIRA, J.O.; SYLVIA, D.M.; GIBSON, J. & HUBBELL, D.H. Spores, germination, and germ tubes of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Canadian Journal Microbiology, Ottawa, 31 (11):965-72, 1985.
97. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Statistical methods. 16.ed.USA, 1967. 593p.
98. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 320p.
99. THOMAZINI, L.I. Mycorrhiza in plants of the "cerrado". Plant and Soil, The Netherlands, 41:707-11, 1984.
100. TINKER, P.B. Soil chemistry of phosphorus and mycorrhizae effects on plant growth. In: SANDERS, E.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B., eds. Endomycorrhizas, London, Academic Press, 1975. p.353-72.
101. TOMMERUP, I.C. Temperature relations of spore germination and hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in soil. Transactions of the British Mycological Society, Great Britain, 81(2):381-7, Oct. 1983.
102. TRAPPE, J.M. Synoptic keys to the genera and species of zygomycetous mycorrhizal fungi. Phytopathology, St. Paul, 72(8): 1102-8, 1982.

103. TRAPPE, J.M. & SCHENCK, N.C. Taxonomy of the fungi forming endomycorrhizae. In: SCHENCK, N.C., ed. Methods and principles of mycorrhizal research, St. Paul, The American Phytopathological Society, 1982. 243p.
104. WANG, S.; WANG, G. & HAYMAN, D.S. Efeito da intensidade luminosa sobre a resposta de planta micorrízica a fertilizante fosfatado. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.196.
105. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Efeito de intensidade luminosa sobre a resposta de plantas micorrízicas a fertilizante nitrogenado. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.198.
106. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; STRIBLY, D.P. & TINKER, P.B. Efeito do pH do solo sobre micorriza vesicular-arbuscular (MVA). In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.194.
107. YOST, R.S. & FOX, R.L. Contribution of mycorrhizae to the P nutrition of crops growing on an oxisol. Agronomy Journal, Madison, 71(6):903-8, Nov./Dec. 1979.
108. ZAMBOLIM, L. Fungos micorrízicos influenciam o crescimento de mudas de café (Coffea arabica L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., Poços de Caldas, 1983. Anais Rio de Janeiro, IBC, 1983. p.165-6.

109. ZAMBOLIM, L.; NEVES, J.L.C.; COSTA, H. & MACABEU, A.J. Efeito de doses de fósforo no crescimento de mudas de café na presença e ausência de fungos micorrízicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1., Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.200.
110. \_\_\_\_\_ & SIQUEIRA, J.O. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985. 36p. (Documentos, 26).

**APÉNDICE**

QUADRO 1A. Valores médios para o peso da matéria seca em g da parte aérea de mudas de café eiro micorrizadas ou não com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	0,16	0,55	1,09	4,16
1	0,20	0,73	2,70	4,49
2	0,29	0,84	2,75	3,60
3	0,49	1,29	2,47	3,11
4	0,49	2,05	2,56	3,66
5	0,81	2,14	2,39	3,53
MÉDIAS	0,41	1,26	2,28	3,76
DMS (Tukey 5%) para (DXIX Matéria orgânica) = 0,568 g				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 2A. Valores médios para o peso da matéria fresca das raízes em g de mudas de café micorrizadas ou não com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	1,01	1,14	3,76	8,04
1	0,83	1,87	5,74	9,56
2	0,83	1,98	6,16	7,69
3	1,30	2,59	5,86	6,48
4	1,44	3,58	6,87	7,11
5	1,79	4,49	5,56	7,16
<b>MÉDIAS</b>	1,20	2,61	5,66	7,67
DMS (Tukey 5%) para DXIX x matéria orgânica) = 1,66 g				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 3A. Valores médios para o peso da matéria seca das raízes em g de mudas de café micorrizadas ou não, com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	0,19	0,51	0,74	1,59
1	0,28	0,57	1,15	1,76
2	0,32	0,61	1,11	1,35
3	0,49	0,69	1,08	1,34
4	0,55	0,85	1,17	1,36
5	0,60	0,91	1,13	1,35
MÉDIAS	0,69	0,40	1,06	1,46
DMS (Tukey 5%) para (DXIX x matéria orgânica) = 0,223 g				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 4A. Valores médios para o diâmetro do caule em cm de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não, com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	1,72	2,24	1,63	3,43
1	1,77	2,58	1,84	3,58
2	1,83	2,67	1,91	3,10
3	1,88	2,65	2,10	2,83
4	1,91	2,60	2,41	3,39
5	2,04	2,66	2,47	2,98
MÉDIAS	1,86	2,57	2,06	3,22
DMS (Tukey 5%) para (DXIX x matéria orgânica) = 0,36 cm				

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 5A. Valores médios para a altura das mudas de cafeeiro em cm micorrizadas ou não, com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	6,30	7,86	11,23	19,48
1	6,65	8,79	15,79	20,10
2	6,81	9,30	14,90	17,29
3	7,84	10,52	15,61	14,71
4	8,04	12,84	15,20	17,48
5	9,20	12,51	15,66	15,99
MÉDIAS	7,47	10,32	14,73	17,51
DMS (Tukey 5%) para (DXIX x matéria orgânica) = 2,04 cm				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 6A. Valores médios para a área foliar em  $\text{cm}^2$  de mudas de cafeeiro, micorrizadas ou não, com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	28,55	97,70	153,75	603,66
1	33,38	123,53	348,64	634,59
2	39,10	137,82	323,86	533,33
3	63,38	213,43	320,13	470,51
4	79,05	335,26	343,64	535,97
5	125,54	347,52	352,58	513,24
MÉDIAS	61,50	209,21	207,10	548,55
DMS (Tukey 5%) para (DXIX x matéria orgânica) = $73,94 \text{ cm}^2$				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 7A. Teores médios de N em % determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não perante as doses de superfosfato simples estudadas. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Micorrizadas	Doses de superfosfato simples						Média
	0	1	2	3	4	5	
Sem	3,88	3,90	3,89	3,30	3,09	3,13	3,53
Com	2,73	2,62	2,60	3,53	3,55	3,70	3,12
DMS Tukey 5% (Doses x Inoculadas) = 0,77							

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 8A. Teores médios de N em % determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiros micorrizadas ou não com e sem a adição de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Inoculadas	Matéria orgânica	
	Sem	Com
Sem	3,70	3,36
Com	2,99	3,24
MÉDIAS	3,34	3,30
DMS Tukey 5% = 0,30%		

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 9A. Teores médios de P em % determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	0,06	0,04	0,06	0,17
1	0,05	0,05	0,09	0,17
2	0,05	0,04	0,09	0,17
3	0,06	0,06	0,08	0,17
4	0,05	0,06	0,08	0,16
5	0,06	0,06	0,10	0,16
MÉDIAS	0,06	0,05	0,08	0,17
DMS (Tukey 5%) para (DXIX x matéria orgânica) = 0,024%				

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 10A. Teores médios de K em % determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	2,23	3,08	2,23	3,06
1	2,53	2,80	1,60	2,99
2	2,26	2,95	1,64	3,03
3	2,16	2,91	1,63	2,97
4	2,14	2,65	1,47	2,84
5	2,52	2,56	1,60	2,74
<b>MÉDIAS</b>	2,31	2,83	1,69	2,94
DMS (Tukey 5%) para DXIX x matéria orgânica) = 0,52%				

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda em 8 repetições.

QUADRO 11A. Teores médios de Ca em % determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro que possuíam ou não matéria orgânica, no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Matéria orgânica	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Sem	0,71	0,73	0,86	0,99	1,05	1,14	0,91
Com	0,93	0,95	0,92	1,01	1,02	1,06	0,98

DMS (Tukey 5%) (Doses + matéria orgânica) = 0,21

1/ Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 12A. Teores médios de Ca em % determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não, com e sem matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Micorrizadas	Matéria orgânica		Médias
	Sem	Com	
Sem	0,83	0,96	0,895
Com	0,99	1,00	0,995
MÉDIAS	0,91	0,98	

DMS (Tukey 5%) (I x matéria orgânica) = 0,08%

1/ Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 13A. Teores de Mg em % determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	0,34	0,31	0,31	0,32
1	0,25	0,29	0,26	0,30
2	0,23	0,29	0,26	0,30
3	0,21	0,27	0,23	0,29
4	0,21	0,26	0,21	0,28
5	0,19	0,25	0,27	0,28
MÉDIAS	0,24	0,28	0,26	0,30
DMS (Tukey 5%) para (DXIX x matéria orgânica) = 0,040%				

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 14A. Teores médios de S em %, determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, adubadas com diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses					
0	1	2	3	4	5
0,07	0,08	0,10	0,08	0,09	0,13
DMS (Tukey 5%) = 0,020					

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 15A. Teores médios de S em %, determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiros micorrizadas e não micorrizadas. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Micorrizadas	
Sem	Com
0,06	0,12
DMS (Tukey 5%) = 0,01	

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 16A. Teores médios de S em % determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Matéria orgânica	
Sem	Com
0,06	0,12
DMS (Tukey 5%) = 0,01	

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 17A. Teores médios de B determinados na matéria seca da parte aérea em ppm, para mudas de cafeeiros micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG 1986 <sup>1/</sup>.

Matéria orgânica			
Micorrizadas	Ausência	Presença	Médias
Ausência	25,92	41,21	33,56
Presença	39,42	40,37	39,89
MÉDIAS	32,67	40,79	
DMS (Tukey 5% para (Inoculadas x matéria orgânica) = 5,57			
DMS (Tukey 1% para (Inoculadas ou matéria orgânica) = 3,94			

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições

QUADRO 18A. Teores médios de B determinados na matéria seca da parte aérea em ppm, para mudas de cafeeiro na presença de diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Doses de superfosfato simples					
0	1	2	3	4	5
37,48	36,49	33,88	36,00	36,87	39,66
DMS (Tukey 5%) para (Doses) = 9,96					

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcelas em 8 repetições.

QUADRO 19A. Teores médios de Cu em ppm determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não, na presença de diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Inoculadas	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Sem	5,70	5,41	5,03	4,35	3,71	8,65	5,47
Com	14,91	13,18	12,80	12,65	12,07	10,40	12,67
DMS (Tukey 5%) (Doses x Inoculadas) = 3,65							

1/ Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 20A. Teores médios de Cu em ppm, determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de caféiro micorrizadas ou não com e sem matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986  $\frac{1}{2}$ .

Inoculação	Matéria orgânica	
	Sem	Com
Sem	4,70	6,25
Com	10,63	14,71
MÉDIAS	7,67	10,48

QUADRO 21A. Teores médios do Fe determinados em ppm na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não com *G. margarita*, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	405,25	162,75	140,75	160,00
1	302,75	118,00	97,50	122,50
2	379,00	77,75	107,50	123,50
3	180,50	77,75	124,25	99,25
4	172,00	92,00	75,00	128,75
5	175,75	135,25	139,50	110,25
MÉDIAS	269,21	110,58	114,08	124,04
DMS (Tukey 5%) para (DXIX x matéria orgânica) = 78,83				

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 22A. Teores médios de Mn em ppm determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas ou não, com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	168,50	92,50	96,00	75,25
1	152,75	90,00	80,75	71,50
2	124,50	86,25	66,75	81,50
3	128,50	90,50	71,00	77,50
4	116,50	106,75	114,75	74,25
5	121,50	152,00	188,50	92,25
MÉDIAS	135,38	103,00	102,96	78,71
DMS (Tukey 5%) para (DXIX x matéria orgânica) = 75,00 ppm				

<sup>1/</sup> Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 23A. Teores médios de Zn em ppm determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de café microtizadas ou não, com e sem matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Doses	Não inoculadas		Inoculadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	26,48	22,98	18,35	24,15
1	32,17	24,63	14,25	24,92
2	22,20	20,58	13,10	24,95
3	29,20	27,08	17,95	23,45
4	28,88	25,67	16,33	28,55
5	19,33	26,10	20,95	24,85
<b>MÉDIAS</b>	26,38	24,44	16,82	25,15
DMS (Tukey 5%) para (Doses XIX x matéria orgânica) = 9,97 ppm				

1/ Teores médios obtidos de 1 muda por parcela em 8 repetições.

QUADRO 24A. Valores médios para o peso da matéria seca da parte aérea em g de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e diferentes doses de su perfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Inoculadas	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Sem	1,85	2,44	2,39	2,64	2,72	2,80	2,47
Com	2,62	3,03	2,99	2,89	2,69	2,79	2,83
DMS (Tukey 5% (Doses x Inoculadas) = 0,513							
DMS (Tukey 5% (Inoculadas) = 0,143							

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 25A. Valores médios para o peso da matéria seca da parte aérea em g, de mudas de cafeeiro, na presença e au sência de matéria orgânica no substrato. ESAL, La vras-MG. 1986 1/.

Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
1,70	3,61
DMS (Tukey 5% (matéria orgânica) = 0,143	

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 26A. Valores médios para o peso da matéria seca das raízes em g, de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença de diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Inoculadas	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Sem	1,11	1,17	1,19	1,23	1,26	1,34	1,22
Com	1,54	1,49	1,38	1,33	1,38	1,31	1,39
DMS (Tukey 5%) (Doses x inoculadas) = 0,158							
DMS (Tukey 5%) (Inoculadas) = 0,044							

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, com 8 repetições.

QUADRO 27A. Valores médios para o peso da matéria seca das raízes em g, de mudas de cafeeiro na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Sem Matéria orgânica	Com Matéria orgânica
1,15	1,46
DMS (Tukey 5%) (Matéria orgânica) = 0,044	

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 plantas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 28A. Valores médios para o peso da matéria fresca das raízes em g, de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e diferentes doses de super-fosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Não micorrizadas	5,54	5,93	6,34	6,78	7,03	7,30	6,49
Micorrizadas	8,54	8,62	8,61	8,54	7,70	7,82	8,31
DMS (Tukey 5% (D x Inoculadas) = 1,10							
DMS (Tukey 5% (Inoculadas) = 0,307							

QUADRO 29A. Valores médios para o peso da matéria fresca das raízes em g, de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Micorrizada	Matéria orgânica	
	Ausência	Presença
Ausência	4,46	8,52
Presença	6,82	9,79
MÉDIAS	5,64	9,15
DMS (Tukey 5%) para (Inoculadas x matéria orgânica) = 0,434		
DMS (Tukey 5%) para (matéria orgânica) = 0,307		

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 30A. Valores médios obtidos para o diâmetro do caule em cm, das mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Matéria orgânica	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	1,79	2,03	2,08	2,33
1	1,91	2,10	2,15	2,38
2	1,92	2,15	2,00	2,42
3	1,95	2,24	2,13	2,33
4	1,96	2,29	2,03	2,33
5	2,00	2,39	2,06	2,15
MÉDIAS	1,92	2,20	2,08	2,32
DMS (Tukey 5%) para (Doses x inoculadas x matéria orgânica) = 0,182				
DMS (Tukey 5%) para (Inoculadas ou matéria orgânica) = 0,036				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 31A. Valores médios obtidos para a altura das mudas de café em cm, micorrizadas e não micorrizadas na presença e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Não micorrizadas	7,34	8,07	7,94	8,47	8,88	9,21	8,32
Micorrizadas	7,82	8,32	8,44	8,26	8,07	7,91	8,14
DMS (Tukey 5%) para (Doses x inoculadas) = 0,844							
DMS (Tukey 5%) para (Inoculadas) = 0,236							

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 32A. Valores médios obtidos para a altura das mudas de café em cm, na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Matéria orgânica	
Ausência	Presença
7,03	9,42
DMS (Tukey 5%) para (Matéria orgânica) = 0,236	

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 33A. Valores médios obtidos para a área foliar em  $\text{cm}^2$ , de mudas de cafeeiro micorrizas e não micorrizadas na presença e diferentes doses de superfosfato simples no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Não micorrizadas	104,81	171,80	170,23	175,63	190,38	194,64	167,91
Micorrizadas	168,06	205,95	198,95	197,96	185,61	189,61	191,02

DMS (Tukey 5%) para (Doses x Inoculadas) = 37,35

DMS (Tukey 5%) para (Inoculadas) = 10,47

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 34A. Valores médios obtidos para a área foliar em  $\text{cm}^2$ , de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples, na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Matéria orgânica	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Ausência	74,98	74,98	83,61	86,49	88,51	95,76	85,58
Presença	197,90	293,61	285,56	287,09	287,48	288,49	273,35
DMS (Tukey 5%) para (Doses x matéria orgânica) = 37,35							
DMS (Tukey 5%) para (Matéria orgânica) = 10,47							

1/ Valores médios de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 35A. Teores médios de N determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras - MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses de superfosfato simples					
0	1	2	3	4	5
2,95	2,87	2,92	2,97	3,03	2,85
DMS (Tukey 5%) = 0,183					

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 36A. Teores médios de N determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Micorrizadas	
Sem	Com
3,04	2,83
DMS (Tukey 5%) = 0,05	

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 37A. Teores médios de N determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Matéria orgânica	
Sem	Com
2,88	2,98
DMS (Tukey 5%) = 0,05	

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 38A. Teores médios de P determinados em %, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Micorrizadas	
Sem	Com
0,20	0,21
DMS (Tukey 5%) = 0,015	

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 39A. Teores médios de P determinados na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras - MG. 1986 1/.

Matéria orgânica	
Sem	Com
0,17	0,24
DMS (Tukey 5%) = 0,015	

1/ Valores médios obtidos de 4 plantas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 40A. Teores médios de P determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG 1986 1/.

Doses de superfosfato simples					
0	1	2	3	4	5
0,19	0,21	0,22	0,20	0,19	0,21
DMS (Tukey 5%) = 0,037					

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 41A. Teores médios de K determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Matéria orgânica	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Sem	3,38	3,36	3,25	3,32	3,13	3,13	3,26
Com	3,31	3,36	3,42	3,35	3,44	3,39	3,38

DMS (Tukey 5%) (Doses x matéria orgânica) = 0,079

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 plantas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 42A. Teores médios de K determinados em %, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Inoculadas	Matéria orgânica		Médias
	Presença	Ausência	
Sem	3,25	3,45	3,35
Com	3,28	3,31	3,30

DMS (Tukey 5%) (Inoculadas x matéria orgânica) = 0,079%

DMS (Tukey 5%) (Matéria orgânica) = 0,056%

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 plantas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 43A. Teores médios de Ca determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras - MG. 1986 1/.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	1,26	0,85	0,83	8,64
1	0,88	0,85	0,79	0,67
2	0,94	0,94	0,88	0,71
3	1,06	0,90	0,93	0,88
4	1,06	0,94	0,88	1,10
5	1,18	0,95	0,89	1,29
MÉDIAS	1,06	0,90	0,87	0,88
DMS (Tukey 5%) (Doses x Inoculadas x Matéria orgânica) = 0,183%				
DMS (Tukey 5%) (Inoculadas ou Matéria orgânica) = 0,036%				

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 44A. Teores médios de Mg determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986<sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	0,25	0,28	0,22	0,31
1	0,19	0,26	0,21	0,28
2	0,22	0,26	0,24	0,28
3	0,20	0,26	0,26	0,28
4	0,21	0,24	0,23	0,27
5	0,18	0,24	0,23	0,26
<b>MÉDIAS</b>	0,21	0,26	0,23	0,28
DMS (Tukey 5%) (Doses x Inoculadas x Matéria orgânica) = 0,032%				
DMS (Tukey 5%) (Inoculadas ou Matéria orgânica) = 0,0063%				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 45A. Teores médios de S determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Não micorrizadas	Micorrizadas
0,11	0,09
DMS (Tukey 5%) = 0,013%	

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 46A. Teores médios de S determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0,10	0,10
DMS (Tukey 5%) = 0,013	

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 47A. Teores médios de S determinados em % na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro adubadas com diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses de superfosfato simples						
0	1	2	3	4	5	
0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	
DMS (Tukey 5%) = 0,013%						

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 48A. Teores médios de B determinados em ppm na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras - MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	122,00	63,40	55,10	68,30
1	87,80	51,75	56,30	53,65
2	79,50	63,20	65,30	76,60
3	64,90	73,30	70,35	71,90
4	75,10	61,65	66,30	54,10
5	71,00	78,50	85,00	65,00
MÉDIAS	83,38	65,30	66,39	64,93
DMS (Tukey 5%) (Doses x Inoculadas x Matéria orgânica) = 19,92				
DMS (Tukey 5%) (Inoculadas ou Matéria orgânica) = 3,94				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 49A. Teores médios Ca determinados em ppm, na matéria seca da parte aérea de mudas de café micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	8,88	16,25	17,50	12,00
1	14,10	16,25	12,88	9,25
2	13,93	16,50	14,48	4,50
3	14,55	13,50	14,85	10,27
4	12,48	16,00	12,45	9,18
5	13,50	8,25	14,07	12,10
MÉDIAS	12,90	14,46	14,37	9,55
DMS (Tukey 5%) (Doses x Inoculadas x Matéria orgânica) = 4,95				
DMS (Tukey 5%) (Inoculadas ou Matéria orgânica) = 0,98				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 50A. Teores médios de Fe determinados em ppm na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras - MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	1.346,75	632,75	811,50	476,75
1	931,50	445,00	798,25	516,25
2	983,50	423,00	846,00	398,25
3	861,00	472,75	1.020,00	419,25
4	769,25	447,75	831,75	369,75
5	630,50	491,50	853,75	439,50
MÉDIAS	920,42	485,46	860,21	436,63
DMS (Tukey 5%) (Doses x Inoculadas x Matéria orgânica) = 202,21				
DMS (Tukey 5%) (Inoculadas x Matéria orgânica) = 39,95				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela, em 8 repetições.

QUADRO 51A. Teores médios de Mn determinados em ppm, na matéria se ca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença de diferentes doses de su perfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Inoculadas	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Sem	148,63	93,06	90,75	112,00	123,00	120,13	114,66
Com	146,25	92,00	92,00	88,00	84,88	88,75	98,65
DMS (Tukey 5%) (Doses x Inoculadas) = 25,09							
DMS (Tukey 5%) (Inoculadas ou Matéria orgânica) = 7,01							

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 52A. Teores médios de Mn determinados em ppm, na matéria se ca da parte aérea de mudas de cafeeiro na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de su perfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Inoculadas	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Sem	225,88	115,94	111,63	126,63	131,75	135,25	141,18
Com	69,00	69,13	71,13	73,38	76,50	73,63	72,13
DMS (Tukey 5%) (Doses x matéria orgânica) = 25,09							

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 53A. Teores médios de Zn determinados em ppm, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG.1986<sup>1/</sup>

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	27,52	24,15	24,45	19,65
1	21,98	20,48	20,75	21,25
2	21,40	17,88	22,95	23,25
3	34,05	18,15	26,60	19,30
4	23,27	22,02	30,48	19,58
5	21,10	20,33	25,48	18,17
MÉDIAS	24,89	20,50	25,12	20,20
DMS (Tukey 5%) (Doses x Inoculadas x Matéria orgânica) = 8,23				
DMS (Tukey 5%) (Inoculadas x Matéria orgânica) = 1,63				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 54A. Teores médios de N determinados na matéria seca das raízes em %, para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Micorrizadas	Matéria orgânica		Médias
	Ausência	Presença	
Ausência	1,47	1,84	1,66
Presença	1,62	1,87	1,75
MÉDIAS	1,55	1,85	
DMS (Tukey 5%) para (Inoculadas x Matéria orgânica) = 0,06			
DMS (Tukey 5%) para (Inoculadas ou Matéria orgânica) = 0,04			

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 55A. Valores médios de N determinados na matéria seca das raízes em % para mudas de cafeeiros na presença de diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses de superfosfato simples					
0	1	2	3	4	5
1,70	1,71	1,70	1,73	1,68	1,72
DMS (Tukey 5%) para (Doses) = 0,10					

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 56A. Teores médios de P determinados na matéria seca das raízes em % para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença de diferentes doses de superfosfato simples no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986<sup>1/</sup>.

Micorrizadas	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Ausência	0,13	0,13	0,14	0,11	0,12	0,15	0,13
Presença	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,15
DMS (Tukey 5%) para (Doses x inoculadas) = 0,034							
DMS (Tukey 5%) para (Inoculadas) = 0,009							

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 57A. Teores médios de P determinados na matéria seca das raízes em % para mudas de cafeeiros micorrizadas e não micorrizadas na presença de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986<sup>1/</sup>.

Micorrizadas	Matéria orgânica	
	Ausência	Presença
Ausência	0,10	0,16
Presença	0,16	0,14
MÉDIAS	0,13	0,15
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas x matéria orgânica) = 0,034		
DMS (Tukey 5%) para (Matéria orgânica) = 0,009		

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 58A. Teores médios de K determinados na matéria seca das raízes em % para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	1,73	2,20	1,34	1,87
1	1,78	2,12	1,52	1,77
2	2,06	2,28	1,50	1,67
3	1,64	2,06	1,90	1,57
4	1,62	1,73	1,84	1,06
5	1,45	2,13	1,95	1,10
MÉDIAS	1,76	2,08	1,68	1,51
DMS Tukey 5%) para (Doses x Micorrizadas x Matéria orgânica) = 0,56				
DMS Tukey 5%) para (Micorrizadas ou Matéria orgânica) = 0,11				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 59A. Teores médios de Ca determinados na matéria seca das raízes em % para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	0,17	0,21	0,58	0,51
1	0,27	0,31	0,50	0,35
2	0,33	0,31	0,52	0,56
3	0,49	0,33	0,41	0,49
4	0,63	0,50	0,51	0,70
5	0,79	0,56	0,68	1,00
MÉDIAS	0,45	0,37	0,53	0,60
DMS Tukey 5%) para (Doses x Micorrizadas x Matéria orgânica) = 0,22				
DMS Tukey 5%) para (Micorrizadas ou Matéria orgânica) = 0,04				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 60A. Teores médios de Mg determinados na matéria seca das raízes em %, para mudas de cafeeiro, na presença de diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Doses de superfosfato simples					
0	1	2	3	4	5
0,41	0,38	0,43	0,41	0,44	0,42
DMS (Tukey 5%) para (Doses) = 0,05					

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 61A. Teores médios de Mg determinados na matéria seca das raízes em % para mudas de cafeeiros micorrizadas e não micorrizadas. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Micorrizadas	
Ausência	Presença
0,40	0,43
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas) = 0,02	

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 62A. Teores médios de Mg determinados na matéria seca das raízes em %, para mudas de cafeeiro na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Matéria orgânica	
Ausência	Presença
0,38	0,45
DMS (Tukey 5%) (Matéria orgânica) = 0,02	

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 63A. Teores médios de S determinados na matéria seca das raízes em %, para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	0,06	0,11	0,12	0,09
1	0,06	0,18	0,13	0,13
2	0,10	0,15	0,17	0,28
3	0,08	0,13	0,10	0,25
4	0,09	0,25	0,12	0,28
5	0,10	0,16	0,09	0,18
MÉDIAS	0,08	0,16	0,12	0,20
DMS (Tukey 5%) para (Doses x Micorrizadas x Matéria orgânica) = 0,08				
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas ou Matéria orgânica) = 0,02				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 64A. Teores médios de B determinados na matéria seca das raízes em ppm, para mudas de café na presença e ausência de matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Matéria orgânica	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Ausência	58,90	62,55	88,34	52,42	72,04	92,14	71,06
Presença	80,90	92,07	99,50	93,93	72,60	57,42	82,74
DMS (Tukey 5%) para (Doses x Matéria orgânica) = 30,10							
DMS (Tukey 5%) para (Matéria orgânica) = 8,40							

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 65A. Teores médios de B determinados na matéria seca das raízes em ppm, para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Micorrizadas	Matéria orgânica		Médias
	Ausência	Presença	
Ausência	102,95	88,28	95,61
Presença	39,18	77,20	58,19
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas x Matéria orgânica) = 11,90			
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas) = 8,40			

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 66A. Teores médios de Cu determinados na matéria seca das raízes em ppm, para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Micorrizadas	Matéria orgânica		Médias
	Ausência	Presença	
Ausência	15,35	27,43	21,39
Presença	26,05	19,90	22,98
MÉDIAS	20,70	23,66	
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas x Matéria orgânica) = 2,80			
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas ou Matéria orgânica) = 1,98			

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 67A. Teores médios de Cu determinados na matéria seca das raízes em ppm, para  $\mu$  das de cafeeiro na presença de diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses de superfosfato simples					
	1	2	3	4	5
23,98	22,64	21,80	21,26	21,12	22,30

DMS (Tukey 5%) para (Doses) = 5,01

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 68A. Teores médios de Fe determinados na matéria seca das raízes em ppm, para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 1/.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	4.039,50	2.320,00	2.080,25	1.814,50
1	3.892,25	2.069,75	2.494,50	1.901,75
2	3.795,00	2.158,75	3.650,00	1.296,75
3	3.409,00	2.020,25	3.787,00	1.574,50
4	3.491,00	1.715,50	3.645,25	1.301,75
5	2.842,25	3.065,70	3.067,25	1.530,50
MÉDIAS	3.578,17	2.225,00	3.120,71	1.569,96
DMS (Tukey 5%) para (Doses x Micorrizadas x Matéria orgânica) = 1.070,40				
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas ou Matéria orgânica) = 211,50				

1/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 69A. Teores médios de Mn determinados na matéria seca das raízes em ppm, para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas, na presença e ausência de matéria orgânica no substrato e diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses	Não micorrizadas		Micorrizadas	
	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica	Sem matéria orgânica	Com matéria orgânica
0	48,25	71,00	153,25	60,75
1	25,00	61,25	79,25	65,25
2	31,50	55,50	79,50	56,50
3	25,50	48,50	72,25	61,25
4	34,25	48,50	61,50	53,25
5	48,75	52,00	63,50	46,50
MÉDIAS	35,54	56,13	84,88	57,25
DMS (Tukey 5%) para (Doses x Micorrizadas x Matéria orgânica) = 20,60				
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas ou Matéria orgânica) = 4,07				

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições.

QUADRO 70A. Teores médios de Zn determinados na matéria seca das raízes em ppm, para mudas de cafeeiro micorrizadas e não micorrizadas na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Micorrizadas	Matéria orgânica		Médias
	Ausência	Presença	
Ausência	17,47	28,79	23,13
Presença	62,85	44,16	53,51
MÉDIAS	40,16	36,47	
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas x Matéria orgânica) = 4,75			
DMS (Tukey 5%) para (Micorrizadas ou Matéria orgânica) = 3,36			

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições

QUADRO 71A. Teores médios de Zn determinados na matéria seca das raízes em ppm, para as mudas de cafeeiro na presença de diferentes doses de superfosfato simples. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Doses de superfosfato simples					
0	1	2	3	4	5
41,72	40,11	40,20	36,97	36,94	33,98
DMS (Tukey 5%) para (Doses) = 8,50					

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela ou 8 repetições

QUADRO 72A. Valores médios para % de colonização das raízes de mudas de cafeeiro micorizadas na presença de diferentes doses de superfosfato simples no substrato. ESAL, Lavras-MG. 1986 <sup>1/</sup>.

Local	Doses de superfosfato simples						Médias
	0	1	2	3	4	5	
Viveiro	48,95	53,95	54,75	48,15	42,15	37,55	47,70
Casa de vegetação	52,55	56,60	55,55	52,65	46,95	42,75	51,16

DMS (Tukey 5%) para (Doses) viveiro = 6,91

DMS (Tukey 5%) para (Doses) casa de vegetação = 6,53

<sup>1/</sup> Valores médios obtidos de 4 e 1 mudas por parcela em 8 repetições para viveiro e casa de vegetação, respectivamente.

QUADRO 73A. Valores médios para a % de colonização das raízes, de mudas de cafeeiro na presença e ausência de matéria orgânica no substrato. ESAL, Lavras- MG. 1986 L/.

Local	Matéria orgânica	
	Ausência	Presença
Viveiro	44,92	42,85
Casa de vegetação	46,04	45,89
MÉDIAS	45,48	44,37

DMS (Tukey 5%) para (Matéria orgânica) viveiro = 2,74  
DMS (Tukey 5%) para (Matéria orgânica) casa de vegetação = 2,60

L/ Valores médios obtidos de 4 mudas por parcela em 8 repetições para viveiro.