

CLAUDIA MARCIA CLEMENTE

NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE MUDAS DE
CAFEEIRO SOB INFLUENCIA DE *Gigaspora Margarita* (Becker &
Hall), MATÉRIA ORGÂNICA E FÓSFORO

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Pós-Graduação
em Agronomia, Area de concentração
Solos e Nutrição de Plantas, para obten-
ção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1988

DA SILVA SOARES DA



Aos meus pais Moacyr e Adélia e irmãos Consuelo, Júnior e
Marcelo

OFEREÇO

Ao meu noivo Carlos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade da realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal a nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE) pelo apoio financeiro na impressão deste trabalho.

À Janice Guedes de Carvalho pela orientação, dedicação e amizade.

À João Batista Soares da Silva, Miralda Bueno de Paula, Arnaldo Colozzi-Filho e Elizabeth de Oliveira, pela colaboração e sugestões.

À todos os professores, funcionários e colegas do Departamento de Ciência do Solo pela dedicação, amizade e agradável convívio durante a realização deste curso.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Micorrizas vesicular arbusculares _aspectos ge- rais	04
2.1.1. Fatores que afetam a formação e efetivi- dade das micorrizas vesicular-arbuscula _ res	06
2.2. Micorriza vesicular-arbuscular no cafeeiro	09
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Coleta e análise química do solo	15
3.2. Matéria orgânica	16
3.3. Composição do substrato	16
3.4. Obtenção das mudas	17
3.5. Obtenção e preparo do inóculo	17
3.6. Delineamento experimental e tratamentos	18
3.7. Instalação e condução do experimento	18
3.8. Avaliação do experimento	20

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Parâmetros de crescimento	22
4.2. Absorção de macronutrientes	33
4.2.1. Nitrogênio	33
4.2.2. Fósforo	39
4.2.3. Potássio	46
4.2.4. Cálcio	53
4.2.5. Magnésio	58
4.2.6. Enxofre	64
4.3. Absorção de micronutrientes	68
4.3.1. Boro	68
4.3.2. Cobre	72
4.3.3. Manganês	77
4.3.4. Zinco	84
5. CONCLUSÕES	91
6. RESUMO	93
7. SUMMARY	95
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
9. APÊNDICE	114

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Resumo das análises de variância para os parâmetros de crescimento, avaliados em mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>S. margarita</u> , desenvolvidas em substrato can ou sem matéria orgânica, na dose de 87 ppm de P.ESAL, Lavras-MG. 1989	114
2 Resumo das análises de variância para os parâmetros de crescimento, avaliados em mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>S. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras - MG. 1989	115

- 3 Matéria seca **da** parte aérea, de mudas de cafe-
eiro inoculadas ou não com G. margarita, dese-
volvidas **em** substrato com ou **sem** matéria orgâ-
nica, **em 2** doses de fósforo. **ESAL**, Lavras-MG,
1989 116
- 4 Matéria seca radicular e total, de mudas de ca
feeiro inoculadas ou não com G. margarita, dese-
nvolvidas **em** substrato com ou **sem** matéria or
gânica, **em 2** doses de fósforo. **ESAL**, Lavras -
MG, 1989 116
- 5 Valores médios obtidos para altura de mudas de
cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita ,
desenvolvidas **em** substrato com ou **sem** matéria
orgânica, **em 2** doses de fósforo. **ESAL**, Lavras-
MG, 1989 117
- 6 Valores médios obtidos para número de folhas
por muda de cafeeiro inoculadas ou não com
G. margarita, desenvolvidas **em** substrato com ou
sem matéria orgânica, **em 2** doses de fósforo.
ESAL, Lavras-MG, 1989 117

- 7 Valores médios obtidos para área foliar de mudas de cafeeiro, inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989 118
- 8 Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989 119
- 9 Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro, inoculadas ou não, com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989 120

- 10 Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca total, de mudas de cafeeiro, inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 87 ppm de P. ESAL - Lavras-MG, 1989. 1/ 121
- 11 Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 349 ppm de P, ESAL, Lavras - MG. 1989. 1/ 122
- 12 Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 349 ppm de P. Lavras- MG. 1989. 1/ 123

- 13 Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes **M** matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita desenvolvidas **em** substrato com ou **sem** matéria orgânica na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989 124
- 14 Quantidade de nitrogênio **em** g/planta, respectivamente na matéria seca da parte aérea e sistema radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou **não** com G. margarita, desenvolvidas **em** substrato com ou **sem** matéria orgânica em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989 125
- 15 Quantidade de nitrogênio **em** g/planta na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas **em** substrato com ou **sem** matéria orgânica, **em** 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989 125
- 16 Quantidade de fósforo **em** g/planta na matéria seca da parte aérea, de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas **em** substrato com ou **sem** matéria orgânica, **em** 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989 126

Quadro	Página
<p>17 Quantidade de fósforo <i>em</i> g/planta respectivamente na matéria seca radicular e total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>S. margarita</u>, desenvolvidas <i>em</i> substrato com ou <i>sem</i> matéria orgânica <i>em</i> 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989</p>	126
<p>18 Quantidade de potássio <i>em</i> g/planta respectivamente na matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvidas <i>em</i> substrato com ou <i>sem</i> matéria orgânica, <i>em</i> 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989</p>	127
<p>19 Quantidade de cálcio <i>em</i> g/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvidas <i>em</i> substrato com ou <i>sem</i> matéria orgânica, <i>em</i> 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989</p>	128
<p>20 Quantidade de potássio <i>em</i> ppm, no substrato utilizado para o cultivo de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvidas <i>em</i> substrato com ou <i>sem</i> matéria orgânica <i>em</i> 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989</p>	129

Quadro	Página	
21	Quantidade de cálcio em g/planta na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989	130
22	Quantidade de magnésio em g/planta da matéria se ca da parte aérea, de mudas de cafeeiro inocula das ou não com <u>S. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 do ses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989	130
23	Quantidade de magnésio em g/planta M matéria se ca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989	131
24	Quantidade de magnésio em g/planta na matéria se ca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989	132

Quadro	Página
<p>25 Quantidade de enxofre em g/planta na matéria se- ca da parte aérea e sistema radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria <u>or</u> gânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989</p>	132
<p>26 Quantidade de enxofre em g/planta na matéria se- ca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989</p>	133
<p>27 Resumo das análises de variância para as quanti- dades de micronutrientes na matéria seca da par- te aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989</p>	134
<p>28 Resumo das análises de variância para as quanti- dades de micronutrientes na matéria seca da par- te aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989</p>	135

- 29 Resumo das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989 136
- 30 Resumo das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989 137
- 31 **Resumo** das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989 138

Quadro	Página
32 Resuma das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989	139
33 Quantidade de boro em mg/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989	140
34 Concentração de fósforo e zinco em ppm, em substratos com ou sem matéria orgânica, utilizados para o crescimento de mudas de cafeeiro, na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989	141
35 Quantidade de cobre em mg/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989	142

- 36 Quantidade de cobre em mg/planta, respectivamente na matéria seca radicular e total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras - MG, 1989 142
- 37 Quantidade de manganês em mg/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989 143
- 30 Quantidade de manganês em mg/planta na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989 143
- 39 Quantidade de manganês em mg/planta na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989 144

Quadro

Página

- 40 Tear de manganês na raiz, de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989 144
- 41 Quantidade de zinco em mg/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras - MG. 1989. 1/..... 145
- 42 Quantidade de zinco em mg/planta respectivamente na matéria seca radicular e total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com S. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras- MG. 1989. 1/.. 145

LISTA DO FIGURAS

Figura		Página
1	Matéria seca da parte aérea (A), raiz (b) e total (C) da muda de cafeeiro inoculadas ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio	23
2	Altura (A) e número de folhas (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio	28
3	Area foliar (A) e colonização micorrízica (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com <u>G. margarita</u> , desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio	31

Figura	<p>4 Quantidade (A) e concentração (B) de nitrogênio na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio</p>	34
	<p>5 Quantidade de nitrogênio na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio</p>	38
	<p>6 Quantidade (A) e concentração (B) de fósforo na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio</p>	42
	<p>7 Quantidade de fósforo na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com <u>G. margarita</u>, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio</p>	45

- 8 Quantidade (A) e concentração (B) de potássio na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 49
- 9 Quantidade de potássio na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 52
- 10 Quantidade (A) e concentração (B) de cálcio na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 54
- 11 Quantidade de cálcio na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 57

- 12 Quantidade (A) e concentração (B) de magnésio na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou **sem** matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 59
- 13 Quantidade de magnésio na matéria 'seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida **em** substrato com ou **sem** matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 61
- 14 Quantidade (A) e concentração (B) de enxofre na matéria seca da parte aérea da muda de .cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida **em** substrato com ou sem matéria orgânica, **em** 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 65
- 15 Quantidade de enxofre na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou **sem** matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 67

- 16 Quantidade (A) e concentração (B) de boro na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 69
- 17 Quantidade (A) e concentração (B) de cobre na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 73
- 18 Quantidade de cobre na matéria seca radicular (A) e matéria seca total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 76
- 19 Quantidade (A) e concentração (B) de manganês na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 79

- 20 Quantidade de manganês na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 82
- 21 Quantidade (A) e concentração (B) de zinco na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 85
- 22 Quantidade de zinco na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio 88

1. INTRODUÇÃO

A absorção de nutrientes pelas raízes é função de sua morfologia e fisiologia, sendo influenciada por microorganismos do solo que podem estar em contato tanto superficial como dentro dos tecidos das raízes Daft e El-Grahmi citados por PARADA (66).

Dentre os microorganismos que se encontram associados às raízes, os fungos micorrízicos assumem especial relevância e são agrupados em ecto, ectendo e endomicorrízicos, sendo as endomicorrizas do tipo vesicular-arbuscular (MVA), predominantes e mais importantes nas regiões tropicais ZAMBOLIM & SIQUEIRA (86).

Os efeitos benéficos dos fungos micorrízicos vesicular-arbusculares (FMVA) sobre a absorção de nutrientes e desenvolvimento de plantas já foram constatados em inúmeros trabalhos (9,10,14,15,21,22,30,52,61). Os efeitos sobre a absorção de nutrientes são mais acentuados sobre aqueles pouco móveis, como é o fósforo (36,50,63,71). Desta forma, estes fungos apresentam especial importância, sobretudo em solos deficientes em fósforo CRUSH(20), como geralmente são os solos brasileiros MALAVOLTA (57).

Levantamentos sobre a ocorrência e distribuição das MVA já foram conduzidos em plantas da região Amazônica por FERRAZ (24): em alguns eco e agrossistemas de Minas Gerais por COLOZZI-FILHO et alii (16): na cultura cafeeira do Estado de São Paulo por LOPES et alii (51) e na cultura cafeeira do Estado de Minas Gerais por FERNANDES (23).

Em cafeeiro, associações micorrízicas vesicular arbusculares são conhecidas desde 1897, conforme Jensen citado por LOPES (48). Entretanto, estas associações nem sempre estão em níveis satisfatórios e além disto para formação de mudas de cafeeiro, a fumigação do substrato é recomendada, o que pode exterminar os propágulos dos FMVA, principalmente, quando o produto utilizado for brometo de metila (49,77,84,86). CARDOSO (11) verificou que mudas de cafeeiro crescidas em solos não tratados com brometo de metila, apresentavam melhor desenvolvimento, devido à presença de colonização micorrízica.

Desta forma, o cafeeiro, aparentemente, apresenta perspectivas para utilização dos FMVA, visando a obtenção de mudas mais vigorosas.

No entanto, são poucos os trabalhos que estudam a interação entre os componentes da simbiose micorrízica (fungo-planta-solo) e que utilizam a matéria orgânica na composição de substratos para a formação de mudas. Além disto não existem na literatura, estudos sobre a marcha de absorção de nutrientes por mudas de

cafeeiro micorrizadas que poderiam fornecer informações sobre os períodos de maior absorção de nutrientes, possibilitando maior controle e economia das aplicações de fertilizantes.

Em virtude da grande importância econômica que a cafeicultura representa para o país e aliado ao exposto anteriormente, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de micorrizas na velocidade de absorção de nutrientes e crescimento das mudas de cafeeiro, em substrato com ou sem a adição de matéria orgânica e com aplicação de duas doses de fósforo no substrato,

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Micorrizas vasicular-arbusculares - aspectos gerais

Micorrizas **são** associações simbióticas mutualísticas, formadas **por** raízes de plantas e certos fungos do **solo**. Estas associações podem ser agrupadas **em** ectomicorrizas, ectendomicorrizas e endomicorrizas. Neste último grupo, encontram-se **as** micorrizas do tipo vesicular-arbusculares (MVA), que **são** formadas por fungos Zigomicetos da família Endogonaceae e a maioria das espécies vegetais **MOSSE (63): OLIVEIRA (65)**. Caracterizam-se pela ausência de alteração morfológica visual nas raízes, pelo desenvolvimento inter e intracelular do fungo, com formação de estruturas típicas (vesículas, arbúsculos) no interior das raízes e hifas, células auxiliares e esporos na rizosfera **SIQUEIRA (74)**.

Morfologicamente, as MVA **são** constituídas **por** três componentes básicos: as raízes do hospedeiro, as hifas dos fungos no interior do córtex das raízes e as hifas externas às raízes, que **es estendem através do solo ZAMBOLIM & SIQUEIRA (86)**.

A dinâmica da colonização das raízes do hospedeiro pelo

fungo simbiote inicia-se com a germinação e crescimento de propágulos (esporos) na rizosfera, formando as hifas infectivas. Estas hifas se aderem à superfície das raízes, formando um apressório através do qual penetram no interior das raízes. Após a penetração, a hifa fúngica forma finas ramificações em dicotomia, que são circundadas por invaginações da plasmalema, citoplasma e tonoplasto da célula do hospedeiro e constituem os arbúsculos. Uma matriz amorfa forma-se no espaço entre a plasmalema do hospedeiro e a parede fúngica. A hifa intracelular cresce rapidamente no sentido apical, ramifica-se lateralmente e penetra em outras células corticais. Às vezes ocorre hipertrofismo das hifas intracelulares formando vesículas de parede fina, contendo gotas de lipídeos e grânulos de polifosfato SIQUEIRA (74): O campo citado por COLC,221-FILHO et alii (14). Vesículas são primariamente órgãos de armazenamento do fungo e provavelmente podem funcionar como propágulos. Já os arbúsculos constituem pontos de transferência de metabólitos entre os dois organismos simbiotes (19,30,39,74).

Entretanto, estas estruturas podem estar ausentes, como no caso do cafeeiro inoculado com Gigaspora margarita em que LOPES et alii (53) constataram a ausência de arbúsculos, entretanto ocorrência de enovelamentos de hifas intracelulares denominadas "tortil". No que se refere às vesículas, nem todas as espécies do FMVA formam vesículas intrarradiculares, Gigaspora margarita é um exemplo destes, segundo BONFATE-FASOLO, (6).

2.1.1. Fatores que afetam a formação e efetividade das micorrizas vesicular-arbusculares

Os FMVA podem infectar diferentes espécies de plantas. Porém, as condições de solo, pH, umidade, nível de disponibilidade de P e matéria orgânica, podem afetar o número de esporos, o grau de colonização das raízes e o equilíbrio existente entre a planta, o fungo e o ambiente (clima e solo). Dentre estes, a disponibilidade de P é o fator mais importante, controlando a colonização das raízes, a dependência do hospedeiro ao micotrofismo e a esporulação do fungo (75,76,78). Em solos férteis, com altos níveis de P disponível, o grau de colonização radicular é bem menor que aqueles obtidos em plantas cultivadas em solos cuja disponibilidade de P é mais reduzida. Altas doses de P podem reduzir a colonização, produção de esporos e micélio externo (37,42,63).

O mecanismo pelo qual o P controla a colonização ainda é pouco conhecido. Segundo GRAHAM et alii (34), a alteração da permeabilidade da membrana é o mecanismo controlador. Quando o nível de P é baixo, a síntese de P - lipídeos é menor, as células tornam-se mais permeáveis, capazes de exudar maiores quantidades de açúcar e aminoácidos na rizosfera promovendo a germinação do esporo e sustentação do processo inicial de infecção. Quando o nível de P no sistema radicular é elevado, a permeabilidade é menor, a exudação diminui e o processo de colonização é inibido. Já SIQUEIRA (75), propõem que o P controla a colonização através de seus efeitos no metabolismo de carboidratos da planta. Plantas

bem supridas em P exibem maior taxa fotossintética, maior exportação de triose-fosfato do cloroplasto, e maior concentração de açúcares nas raízes; criando condições desfavoráveis à penetração ou crescimento do fungo.

SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (76), estudaram o efeito da aplicação de doses crescentes de P sobre a colonização de mudas de cafeeiro, por *G. margarita*, e verificaram que aplicações de pequenas quantidades de P_2O_5 (200 ppm), aumentaram a taxa de colonização em três vezes. Até a dose de 800 ppm esta se manteve constante, e diminuiu nos níveis mais elevados. SOUZA (81), estudou o efeito da aplicação de diferentes doses de superfosfato simples no substrato utilizado para o desenvolvimento de mudas de cafeeiro e verificou que doses acima de $1,5 \text{ Kg/m}^3$ de substrato, diminuiram a colonização micorrízica nas raízes. No entanto, ZAMBOLIM et alii (85), não verificaram efeito significativo de P sobre a porcentagem de infecção micorrízica em mudas de cafeeiro.

E complexa a relação existente entre a colonização de raízes e a concentração de P na planta. Esta relação determina respostas em crescimento diferenciado nas plantas micorrízicas, Se por um lado existe um efeito benéfico, resultante de uma maior absorção de P do solo, por outro pode ocorrer um efeito detrimen- tal provocado pela utilização de fotossintatos pelo fungo. Do balanço destes dois processos, geralmente, resulta o maior crescimento das plantas micorrizadas, mas pode também resultar em redução, no caso de plantas crescendo em solos com altos níveis de

P SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (76).

A matéria orgânica é outro fator que influencia as MVA e o crescimento de plantas. Ela melhora a estrutura do solo, favorecendo o enraizamento, a infiltração e retenção de água, exerce marcante influência na CTC e pH do solo, serve como fonte de nutrientes para as plantas e pela sua ação quelatizante influi na disponibilidade de cátions metálicos (13,40,82). Além disto, serve como fonte de nutrientes e energia para macro e microorganismos do solo, os quais influenciam direta ou indiretamente o desenvolvimento de plantas STEVENSON (82).

A influência da matéria orgânica sobre o desenvolvimento das micorrizas vesicular arbusculares contudo, ainda é discutível. GIANINAZZI-PEARSON & DIEM (32), afirmam que devido a sua influência nas propriedades físicas e químicas do solo, a matéria orgânica influencia direta ou indiretamente as MVA. No entanto, existem relatos na literatura, de efeitos positivos, depressivos, bem como a não influência da matéria orgânica sobre os FMVA (28, 35,41,43,73). No caso específico do cafeeiro, SOUZA (81), verificou que a presença de matéria orgânica no substrato não alterou a colonização micorrízica das raízes.

Com referência ao pH, SIQUEIRA et alii (79), afirmam que a ação do pH do solo sobre os FMVA ainda é pouco conhecida. Esses autores sugerem que os efeitos deste fator do solo sobre as MVA podem ser decorrentes da ação direta dos íons H^+ sobre os

fungos, plantas e simbiose ou decorrentes de mudanças nas propriedades químicas do substrato. Estudos sobre este fator foram realizados (46,79,80,83). De forma geral estes estudos mostram efeito diferenciado das espécies de fungos, em relação ao pH do solo e melhor adaptação do fungo G. margarita a solos ácidos.

2.2. Micorriza vesicular-arbuscular no cafeeiro.

É atribuído à micorriza, o aumento da capacidade de absorção das raízes, o que determina um maior crescimento das plantas.

Os mecanismos que proporcionam este maior desenvolvimento de plantas micorrizadas, ainda não estão bem definidos e conforme revisão de LOPES et alii (54), podem resultar de um dos vários mecanismos: a) aumento na absorção e melhor utilização de nutrientes; b) aumento na nodulação e fixação do N_2 atmosférico; c) alteração na relação água-solo-planta; d) alteração na relação planta-patógeno; e) aumento na produção de fitohormônios; f) modificações anatômicas e fisiológicas do hospedeiro; g) melhor adaptabilidade da planta às condições adversas.

Estes mecanismos geralmente apresentam certa interdependência, o que dificulta a caracterização individual de cada um.

A dependência micorrízica de uma planta é definida por GERDEMAN (29), como sendo o grau pelo qual a planta depende da condição micorrízica, para atingir o seu máximo crescimento ou

produção em um dado nível de fertilidade do solo. Numericamente pode ser dada pela relação do peso seco de uma planta micorrizada dividido pelo peso seco de uma não micorrizada, expresso em porcentagem MENGE et alii (59). A dependência micorrízica varia com a espécie vegetal, sendo que espécies vegetais que apresentam o sistema radicular extremamente ramificado dependem menos dos fungos micorrízicos para a absorção de nutrientes BAYLIS (4). O nível de fertilidade e mais especificamente a disponibilidade de P no solo influenciam a dependência micorrízica. À medida que a disponibilidade de P aumenta, a dependência micorrízica decresce, até o ponto em que a simbiose não mais se faz necessária, para o melhor crescimento da planta COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15); HE-TRICK et alii (38).

Segundo LOPES et alii (55) e ZAMBOLIM (84), o cafeeiro é altamente dependente da condição micorrízica,

Conforme revisado por LOPES & FERNANDES (50), não se observa especificidade entre FMVA e hospedeiro. No entanto, vem-se constatando que algumas espécies de fungos são mais afetivas em promover o desenvolvimento de plantas, como é o caso do fungo G. margarita para o cafeeiro (2,17,53).

Entretanto, a nível de campo, espécies tidas como mais efetivas, podem não ocorrer, conforme LOPES et alii (51), que fazendo levantamento numa região cafeeira de São Paulo não encontraram G. margarita. Em mudas de cafeeiro em viveiro, as MVA podem

se encontrar em taxa reduzida, caracterizando uma subcolonização, conforme SIQUEIRA et alii (77) e LOPES et alii (49).

Estudando o efeito da inoculação de mudas de cafeeiro com G. margarita, cultivadas em solos com diferentes níveis de fósforo, COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15) verificaram que os benefícios da inoculação atingiram um máximo no nível de 200 ppm de P_2O_5 , e aos 110 dias, quando plantas micorrizadas apresentaram maior relação raiz/parte aérea, 90% do crescimento máximo, menores teores de N e Zn e maiores de P, K e Ca. Em doses superiores a esta, foi verificado tendência inversa. Comparações entre teores de nutrientes de plantas com matéria seca aproximadamente iguais indicam que a inoculação proporcionou aumento nos teores de P e Cu e redução nos teores de Mn. O efeito da micorrização só pôde ser detectado trinta dias após a inoculação acentuando-se aos 60 dias e o cafeeiro exigiu um mínimo de 30% de colonização para que os benefícios em crescimento fossem consideráveis. Os autores concluíram que o nível de P adicionado ao solo, afetou a absorção de fósforo e atribuíram à maior absorção de fósforo os benefícios da micorrização.

Em estudo semelhante, porém utilizando Glomus mosseae e uma mistura de fungos colhidos na região de Viçosa, ZAMBOLIM et alii (85) verificaram que plantas colonizadas apresentaram altura 300% superior à testemunha. Entretanto, não verificaram influência significativa da dose de P sobre a porcentagem de colonização micorrízica e nem no número de clamidosporos recuperados por

grama de solo.

LOPES et alii (55), conduziram dois experimentos em casa de vegetação, para estudar o efeito da inoculação com G. margarita em diferentes níveis de fósforo e em diferentes níveis de zinco. No primeiro experimento observaram que nos tratamentos não inoculados, as doses de fósforo não influenciaram a resposta em crescimento das plantas. Porém, acentuada resposta foi observada nos tratamentos inoculados. A inoculação com G. margarita proporcionou um aumento de 3,6 vezes na produção de matéria seca em relação à testemunha. No experimento seguinte, as diferentes doses de zinco não afetaram a produção de matéria seca, independente da inoculação.

Nos dois experimentos a inoculação com G. margarita promoveu maior concentração de P e Cu nas folhas e menor concentração de K, Ca, Mn e Zn, sendo esta menor concentração atribuída ao efeito de diluição, devido em parte ao maior desenvolvimento das plantas inoculadas. O fósforo beneficiou a produção de esporos, porém o mesmo não foi observado para zinco.

O efeito da fumigação do solo com brometo de metila e a inoculação com G. margarita, sobre o desenvolvimento de mudas de caféiro, foi estudado por FLORENCE et alii (27). Verificaram que as mudas inoculadas apresentaram maior crescimento e que maiores quantidades de P e K foram mobilizados para a parte aérea destas plantas. Observaram ainda que no substrato que não foi tratado

com brometo de metila, o efeito da inoculação foi bem menor, o que pode ser atribuído à interações do fungo G. margarita com outros microorganismos do solo.

FLORENCE & MIGUEL (26), fizeram estudo semelhante, porém utilizaram como substrata: solo com ou sem matéria orgânica. Observaram que a inoculação com G. margarita promoveu um maior desenvolvimento das mudas de cafeeiro e quando o solo e a matéria orgânica foram desinfestados, as respostas foram de maior magnitude. Nos substratos tratados com brometo de metila e colonização micorrízica foi bem superior, e maiores quantidades de P e K foram mobilizados para a parte aérea das mudas micorrizadas, desenvolvidas nestes substratos.

A nível de campo, LOPES et alii (56), estudaram o efeito da inoculação de cafeeiro com G. margarita e adubação das covas com superfosfato-simples e/ou fosfato alvorada. Avaliações realizadas 426 dias após o plantio no campo demonstraram que plantas inoculadas apresentaram altura média superior, teores de K nas fol.has, ligeiramente inferiores, e teores de B superiores. Os dados de produção obtidos no primeiro ano de ensaio demonstraram que a produção média de café cereja foi 4,25 vezes maior para os tratamentos inoculados. Estes dados indicam que também a nível de campo, o cafeeiro responde à micorrização.

Aumentos e diminuições nas concentrações acumuladas dos nutrientes no hospedeiro, resultam dos efeitos da simbiose ou são decorrentes das mudanças na concentração de P na planta (RHODES &

GERDEMAN, (69).

Segundo ZAMBOLIM & SIQUEIRA (86), embora a absorção de todos os nutrientes possa ser favorecida pela simbiose, dois fatores indicam que na maioria dos casos a resposta em crescimento é devida à maior absorção de fósforo: a) a concentração de fósforo em plantas micorrizadas é geralmente maior: b) a micorrização com adições de P podem ter efeitos semelhantes no crescimento da planta hospedeira.

Segundo MOSSE ((64) e RHODES & GERDEMAN (70), o aumento na absorção de fósforo pelas plantas micorrizadas é provavelmente devido às hifas externas do fungo que atuam como uma extensão do sistema radicular, fornecendo deste modo, uma maior superfície de absorção e translocação de nutrientes para as raízes do hospedeiro.

Conforme revisado por SIQUEIRA (73), os nutrientes absorvidos pelo fungo, em especial o P, são translocados até os arbúsculos, onde são trocados com a planta, por metabólitos originados da fotossíntese. Estes processos de transferência bem como seus mecanismos de controle ainda não são bem conhecidos. No entanto, é um processo altamente equilibrado e frágil, podendo ser influenciado pela espécie de FMVA envolvida, como pela espécie hospedeira COLOZZI-FILHO et alii (14).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta e análise química do solo

O solo utilizado foi coletado na camada arável da mata da Escola Superior de Agricultura de Lavras, sendo classificado como Latossolo Roxo Distrófico, textura argilosa segundo BAHIA (3). No Quadro 1, são apresentados os resultados da análise química de uma amostra composta deste solo.

QUADRO 1 - Resultado da análise química de uma amostra composta do solo utilizado na constituição do substrato, ESAL, Lavras-MG, 1986*.

C A R A C T E R Í S T I Ç A S D O S O L O						
pH em água	Al	Ca	Mg	K	P	
	(meq/100 cm ³)			(ppm)		
4,7 ACE	1,5A	0,3B	0,1B	59M	2B	

AGE - Acidez elevada: A - alto; B - baixo; M - médio;

* Análise realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo, da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

3.2. Matéria Orgânica

Para a composição do substrato foi utilizado como matéria orgânica o esterco de curral. No Quadro 2 são apresentados os resultados da análise química de uma amostra composta deste esterco.

QUADRO 2 - Teores de nutrientes na matéria seca do esterco de curral utilizado na composição do substrato, ESAL, Lavras-MG, 1987*

N U T R I E N T E S					
N (%)	P	K	Ca	Mg	S
1,34	0,44	0,67	1,41	0,44	0,12
B (ppm)	Cu	Fe	Mn	Zn	
48	56,3	1431,0	257,0	110,3	

* Análise realizada no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

3.3. Composição do substrato

Foram utilizados dois tipos de substrato: um constituído somente pelo solo e outro composto de solo mais matéria orgânica na proporção de 70% e 30% respectivamente, como recomendado por CARVALHO et alii (12) para formação de mudas de cafeeiro em viveiro comercial.

3.4. Obtenção de mudas

Em bandejas contendo vermiculita, foram germinadas sementes de café "Mundo Novo", linhagem LCP 379/19, tratadas anteriormente com hipoclorito de sódio 1% por cinco minutos. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação, e as plântulas foram conduzidas até o estádio "orelha de onça".

3.5. Obtenção e preparo do inóculo

O inóculo do fungo micorrízico Gigaspora margarita (Bekker & Hall) utilizado neste experimento, foi obtido em plantas de Brachiaria decumbens inoculadas com o referido fungo, cultivadas em vasos contendo como substrato solo tratado com brometo de metila (260 ml/m^3 de solo) e vermiculita na proporção de 3:1.

Destes vasos de cultivo procedeu-se à extração dos esporos utilizando-se o método de peneiramento por via única, conforme GERDEMAN & NICOLSON (31), em peneiras com malha de 720 e 105 μ de abertura e que foram separados dos fragmentos do solo por centrifugação em água a 3000 rpm por 3 minutos e em sacarose 45% a 2000 rpm por 2 minutos, procedendo-se posteriormente a lavagem com jato de água.

A densidade dos esporos extraídos foi determinada através de placas com canaletas observadas em estereomicroscópio. Após esta determinação a concentração de esporos foi ajustada de modo

a ser preparada uma suspensão com uma média de 400 esporos/2ml que foi a dosagem aplicada por cada plântula.

3.6. Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por presença e ausência de matéria orgânica no substrato, presença e ausência de inoculação com Gigaspora margarita e 5 épocas de amostragem. Estes tratamentos foram analisados em duas doses de fósforo: 87 e 349 ppm de P, fornecidos na forma de superfosfato triplo.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 2 x 5) com 4 repetições, em duas doses de fósforo, totalizando 160 parcelas. Cada parcela foi constituída por um vaso com 1 Kg de substrato, com uma plântula por vaso.

3.7. Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo, da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL.), no período de outubro de 1986 a fevereiro de 1987.

O solo e a matéria orgânica utilizados para a composição dos substratos usados foram secos ao ar, peneirados e posteriormente tratados com brometo de metila (263 cc/m³ de substrato) permanecendo cobertos por 48 horas e após este período passaram

por um processo de aeração por 72 horas. Em seguida o solo foi corrigido utilizando calcário dolomítico, a fim de elevar a saturação de bases para 60%. De acordo com os tratamentos os substratos foram acondicionados em vasos de 1 litro de capacidade, onde a umidade foi mantida em torno de 60% do volume total de poros, durante os 30 dias de incubação. Após este período, os substratos foram retirados dos vasos para a adubação fosfatada na forma de pó, o qual foi misturado a cada Kg de substrato até completa homogeneização. Novamente cheios os vasos foram distribuídos ao acaso em estantes na casa de vegetação.

No estágio de "orelha de onça", as plântulas mantidas em casa de vegetação foram selecionadas e repicadas para os vasos.

No momento da repicagem procedeu-se à inoculação, colocando-se o inóculo diretamente em contato com as raízes da plântula, no orifício de plantio. Para cada plântula foram aplicados 2ml de suspensão, fornecendo cerca de 400 esporos do fungo.

Na tentativa de homogeneizar a microflora das plântulas inoculadas e não inoculadas, todos os tratamentos receberam 10 ml de filtrado preparado pela diluição de 50 ml de substrato de onde se extraiu os esporos, em 1 litro de água.

Todos os vasos receberam 10 ml de solução nutritiva de Hoagland, sem P, diluída 1:10 para que limitações nutricionais não afetassem o desenvolvimento das plântulas. Estas aplicações foram repetidas a cada 15 dias.

Após a repicagem foi feita uma rega abundante e colocação de sombrite, o qual foi mantido durante todo o experimento.

As irrigações foram feitas com água desmineralizada de forma a manter a umidade em torno de 60% do volume total de poros.

3.8. Avaliação do experimento

Na colheita, realizada em 5 épocas diferentes, a parte aérea e o sistema radicular foram separados na altura do colo e lavados em água desmineralizada. Foram retiradas 0,5 g de raízes frescas, as quais foram clarificadas com KOH a 10% por uma hora a 70°C, coloridas de acordo com PHILIPS & HAYMAN (68) e posteriormente utilizadas para determinação da taxa de colonização micorrízica, em placa quadriculada, segundo GIOVANETTI & MOSSE (33).

O sistema radicular restante e a parte aérea foram acondicionados em sacos de papel e colocados para secar em estufa com circulação de ar forçada, com temperatura de 65°C, até atingirem peso constante. Posteriormente foram trituradas em moinho tipo Wiley para a realização da análise de nutrientes.

Em todas as épocas foram determinados a altura das mudas, o número de folhas por muda, peso seco da parte aérea e sistema radicular e teor de nutrientes na parte aérea. A área foliar foi determinada a partir da 2ª época e os teores de nutrientes do sis

tema radicular só puderam ser determinadas a partir da terceira época, pois o material disponível não foi suficiente.

A área foliar foi medida através do integrador de área foliar, segundo metodologia adotada por SOUZA (81). Para a determinação da altura da muda, utilizou-se como padrão a medida do colo até o final da haste apical, medida com régua milimetrada.

Os teores dos nutrientes foram determinados segundo metodologia descrita por SARFUGE & HAAG (72). Determinou-se fósforo e boro por colorimetria; potássio por fotômetro de chama; nitrogênio pelo método de Kjeldahl; cálcio, cobre, magnésio, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica e o enxofre por turbidimetria, segundo BLANCHARD et alii (5).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros de crescimento

Os resultados da análise de variância para os parâmetros de crescimento avaliados são apresentados nos Quadros 1 e 2A. Verifica-se que a matéria seca da parte aérea foi significativamente influenciada pelos fatores de inoculação, épocas e matéria orgânica. Nas duas doses de fósforo, a interação inoculação, matéria orgânica não foi significativa, indicando que estes fatores não são interdependentes. Na dose de 349 ppm de P a interação matéria orgânica, épocas não foi significativa, o m e m acontecendo com a interação tripla na dose de 87 ppm de P.

Na figura 1 são apresentadas as regressões para matéria seca da parte aérea em função do tempo. Observa-se que em ambas as situações a matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, apresentou crescimento linear em função da idade da muda. Os maiores acréscimos diários na matéria seca da parte aérea foram observados em mudas inoculadas na dose de 87 ppm de P e mudas inoculadas e cultivadas em substrato com matéria orgânica, na maior

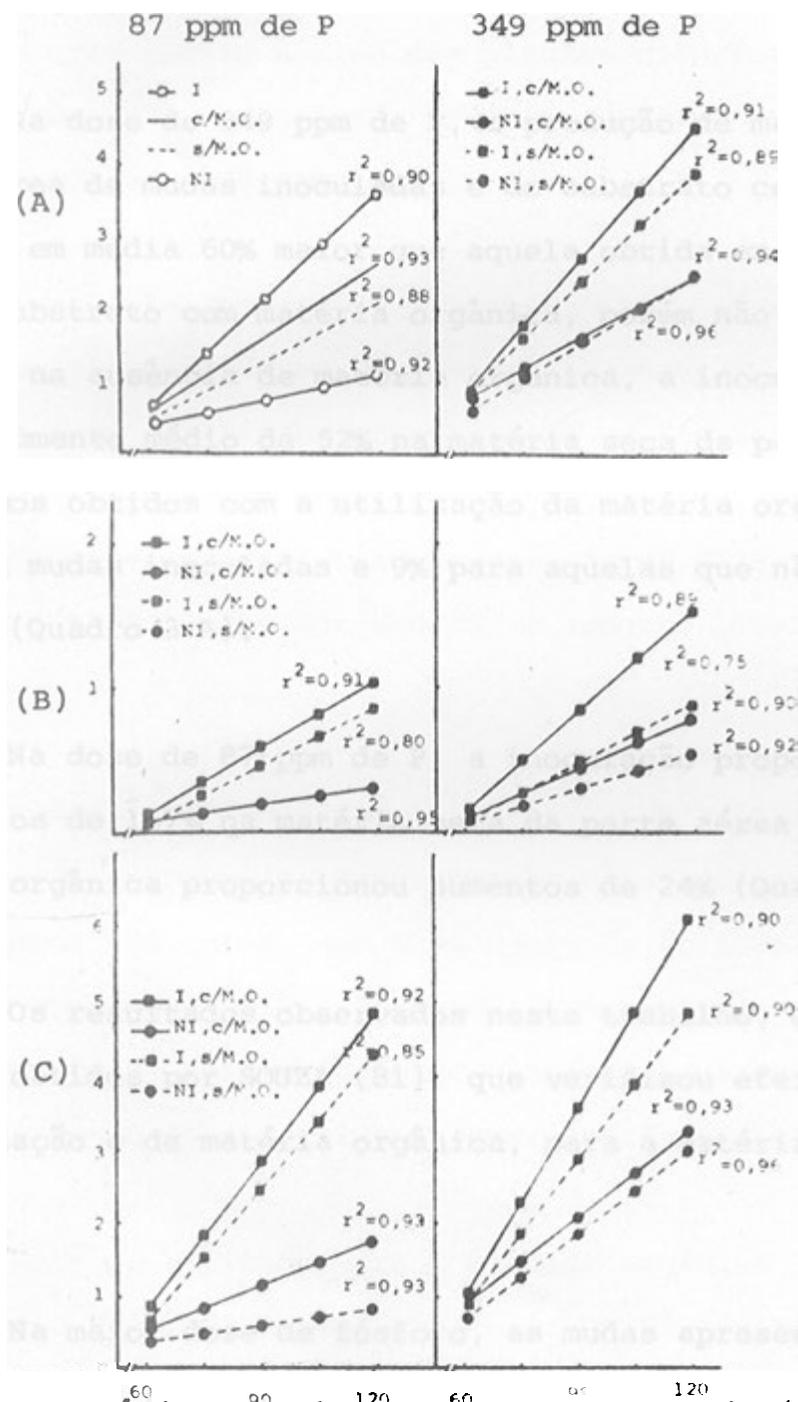


FIGURA 1 - Matéria seca da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

dose de P.

Na dose de **349 ppm** de P, a produção de matéria seca da parte aérea de mudas inoculadas e de substrato com matéria orgânica **foi em** média 60% maior que aquela obtida em mudas provenientes de substrato com matéria orgânica, porém não inoculadas. Entretanto na ausência de matéria orgânica, a **inoculação** proporcionou aumento médio de **52%** na matéria seca da parte aérea. **Os** acréscimos obtidos com a utilização da matéria orgânica foram de **14%** para mudas inoculadas e **9%** para aquelas que não receberam **inoculação** (Quadro 3 A) .

Na dose de **87 ppm** de P, a **inoculação** proporcionou aumentos médios de **167%** na matéria seca da parte aérea, enquanto que a matéria orgânica proporcionou aumentos de **24%** (Quadro 3A).

Os resultados observados neste trabalho, coincidem com aqueles obtidos por **SOUZA** (81), que verificou efeito positivo da micorrização e da matéria orgânica, para a matéria seca da parte aérea.

Na maior dose de fósforo, as mudas apresentaram maiores valores médios para a matéria seca da parte aérea. Isto está de acordo com o esperado, pois segundo **MALAVOLTA (57)**, o fósforo atua nos processos metabólicos das culturas, permitindo aumentos acentuados na produção de matéria seca, quando níveis adequados deste nutriente **são** fornecidos. No entanto, níveis **supra-ótimos**

podem provocar reduções. COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15), verificaram que o crescimento máximo das plantas micorrizadas foi obtido com 1600 ppm de P_2O_5 aplicado ao solo, enquanto que as não micorrizadas exigiram 4800 ppm.

A matéria seca radicular apresentou interação tripla significativa nas duas doses de fósforo (Quadros 1 e 2A). As regressões para este parâmetro, encontram-se na Figura 1.

Pode-se observar que nas duas doses de P utilizadas, a matéria seca radicular apresentou um aumento linear em função do tempo.

Mudas inoculadas com *G. margarita* e cultivadas em substrato com matéria orgânica, apresentaram maior acréscimo diário na matéria seca radicular, nas duas doses de fósforo estudadas. Isto pode ser explicado pelo fato da matéria orgânica favorecer o desenvolvimento de raízes, podendo conseqüentemente, beneficiar o desenvolvimento da micorriza nestas plantas (ISHAC et alii, 41).

Pode-se verificar que a matéria orgânica favoreceu o aumento médio da matéria seca radicular em 35 e 81% para mudas inoculadas, 215 e 45% para mudas não inoculadas, nas doses de 87 e 349 ppm de P, respectivamente. Já a inoculação, proporcionou acréscimos médios de 181 e 88% para mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, e 55 e 50% para mudas desenvolvidas em substrato onde não se utilizou a matéria orgânica, na menor e

maior dose de P utilizadas, respectivamente (Quadro 4A).

A dose de 349 ppm de P determinou maior produção de matéria seca radicular, da mesma forma que o observado para a parte aérea.

A análise de variância e as regressões para matéria seca total, encontram-se nos Quadros 1A e 2A e na Figura 1. Nota-se que a matéria seca total também apresenta aumento linear em relação ao tempo. Mudas inoculadas e cultivadas em substrato com matéria orgânica, apresentaram o maior acréscimo diário na matéria seca total, em função da idade da muda.

Pode-se verificar pelos dados apresentados no Quadro 4A, que a matéria orgânica proporcionou aumento médio na matéria seca total de 15 e 24% para mudas inoculadas e 79 e 15% para mudas não inoculadas, nas doses de 87 e 349 ppm de P respectivamente. Pode-se observar também que na maior dose de fósforo disponível, as mudas apresentaram matéria seca total superior, demonstrando que o fósforo está diretamente relacionado com a produção de matéria seca.

Com referência à inoculação, independente da utilização da matéria orgânica e da dose de fósforo, mudas inoculadas apresentaram maior matéria seca total. Na menor dose de fósforo, para mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, a inoculação proporcionou um aumento médio de 135% na produção de matéria

seca total. Já para mudas desenvolvidas em substrato **sem** matéria orgânica, o acréscimo médio foi de 265%. Na dose de **349 ppm** de P, **nesta** mesma ordem, **os** acréscimos foram de 65 a **52%** (Quadro 4A).

Efeitos benéficos da **micorrização** sobre a matéria seca de mudas de cafeeiro também foram observados por (9,11,15,55,81).

As curvas de resposta em crescimento, medido pela altura de plantas, encontram-se na Figura 2. Esta variável exibiu crescimento linear em relação à idade da muda. Mudas desenvolvidas **em** substrato com matéria orgânica apresentaram maior altura que **aque**las desenvolvidas **em** substrato desprovido desta, o que pode ser explicado **pelo** fato da matéria orgânica se constituir numa fonte de nutrientes para as plantas. Houve uma tendência deste efeito ser menos pronunciado na dose de **349 ppm** de P. Isto pode ser decorrente da maior disponibilidade de fósforo nesta condição, que com sua função na síntese protéica, promove maior crescimento das mudas (MALAVOLTA, 57), diminuindo assim o efeito da matéria orgânica.

Com referência à **inoculação**, esta favoreceu o crescimento das mudas em altura, nas duas doses de fósforo. Em todas as épocas avaliadas mudas inoculadas apresentaram alturas superiores **aquelas** não inoculadas (Quadro 5A).

Resultados positivos da **micorrização** sobre a altura de mudas de cafeeiro foram também obtidos por vários pesquisadores

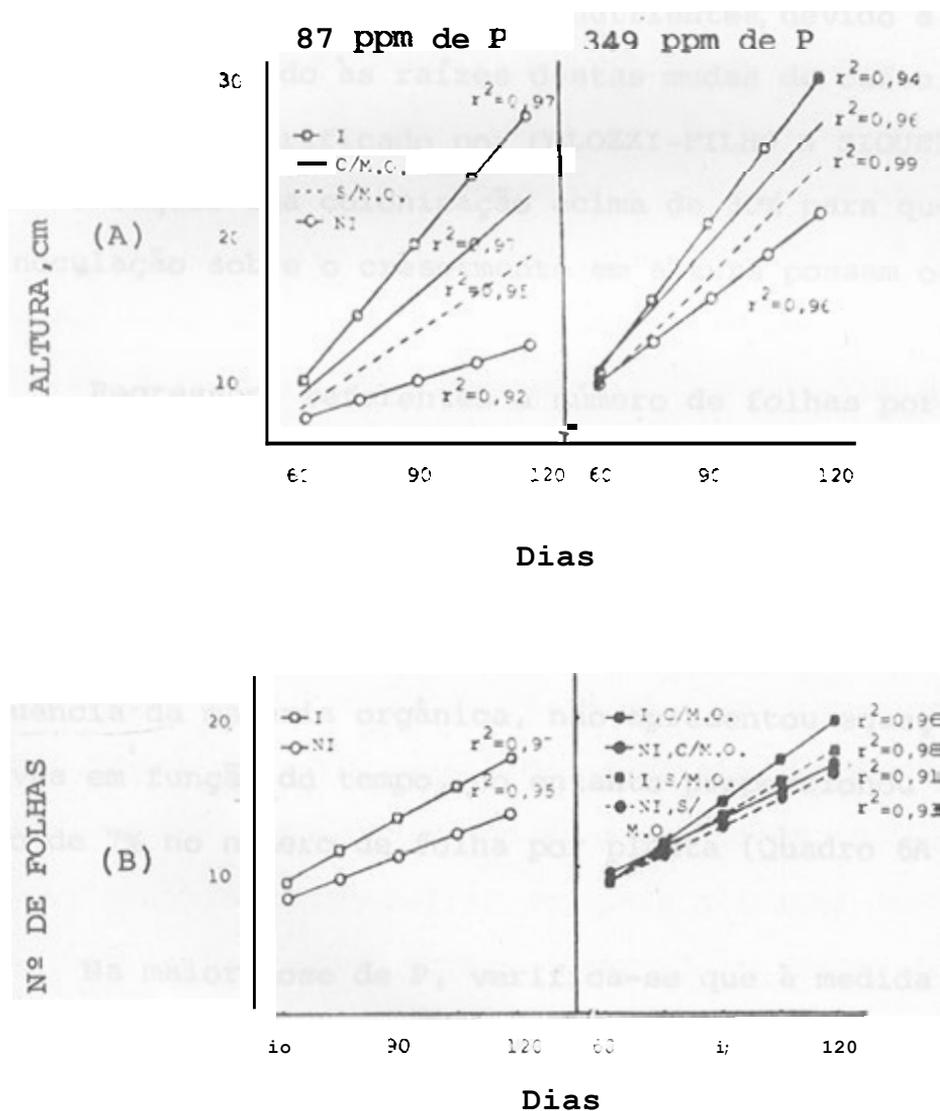


FIGURA 2 - Altura (A) e número de folhas (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo nas diferentes épocas pós-transplante.

(11,15,27,56,81,84,85).

Esta maior altura das plantas micorrizadas provavelmente decorre de uma maior absorção de nutrientes, devido à presença do fungo MVA, associado às raízes destas mudas de cafeeiro. No entanto, conforme verificado por COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15), o cafeeiro requer uma colonização acima de 30% para que os efeitos da inoculação sobre o crescimento em altura possam ocorrer.

Regressões referentes a número de folhas por planta encontram-se na Figura 2. Observa-se que na dose de 87 ppm de P mudas inoculadas apresentaram um maior acréscimo diário no número de folhas emitidos que mudas não inoculadas. Pode-se verificar que mudas inoculadas apresentaram em média 20% a mais de folhas. A influência da matéria orgânica, não apresentou equações significativas em função do tempo, no entanto proporcionou um acréscimo médio de 7% no número de folha por planta (Quadro 6A).

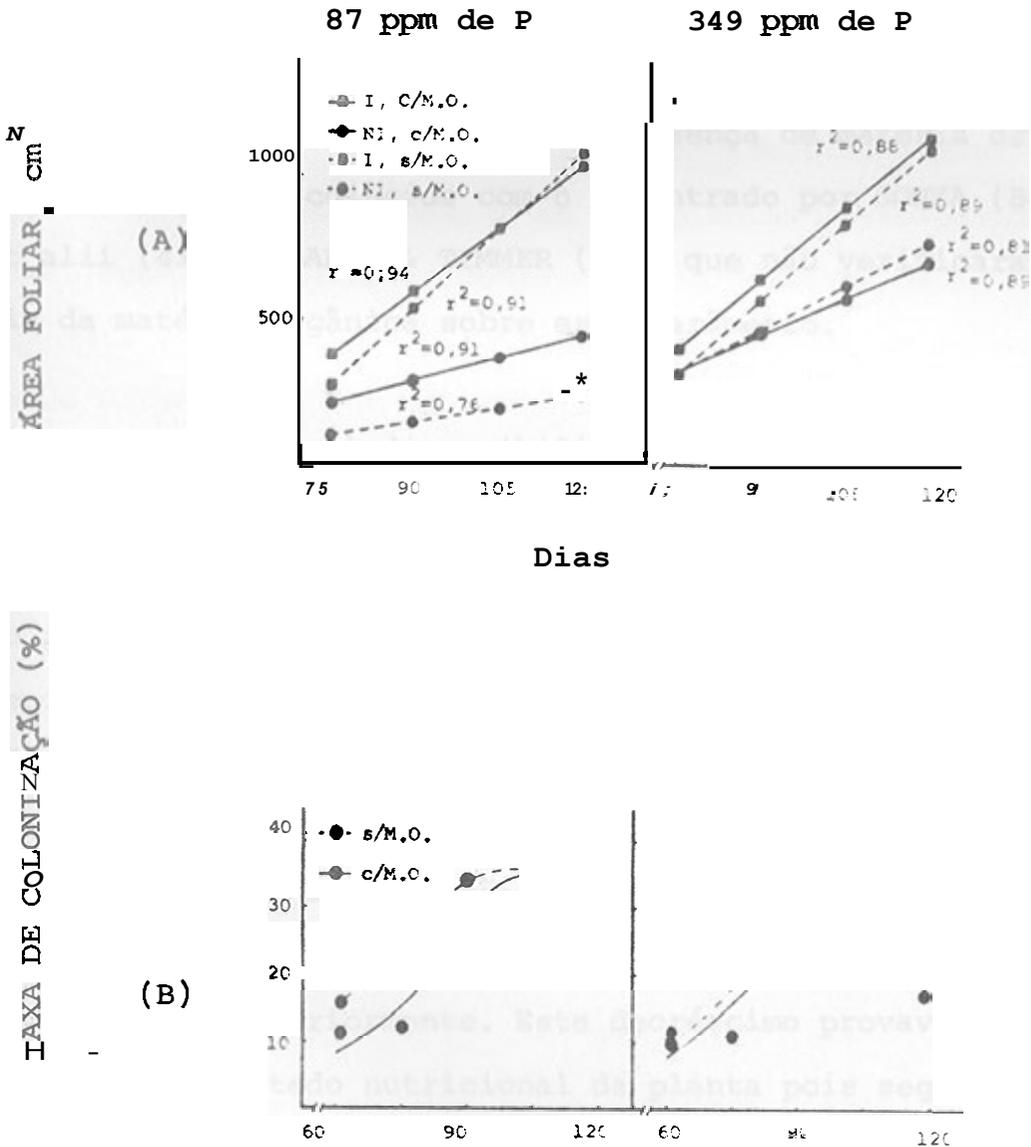
Na maior dose de P, verifica-se que a medida que as mudas se desenvolveram, houve um aumento linear no número de folhas. A matéria orgânica favoreceu o acréscimo no número de folhas por planta em uma média de 4%, independente da inoculação. Já o aumento médio em função da inoculação foi de 6 e 4% para mudas desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, respectivamente, (Figura 2, Quadro 6A).

Segundo COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15), altura de plantas

e número de folhas **são** variáveis que dão indicações sobre o desenvolvimento das mudas de cafeeiro, e servem para avaliar suas respostas à micorrização; no entanto, raramente **são** utilizados.

No Quadro 7A e Figura 3 encontram-se os resultados obtidos para área foliar. Na menor dose de fósforo utilizada, mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica e não inoculadas, apresentaram maior área foliar que aquelas também não inoculadas e desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica. Já as mudas inoculadas, à medida que aumentaram os dias pós-transplante, houve uma tendência da área foliar destas mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica se igualarem àquelas desenvolvidas em substrato desprovido de matéria orgânica, o que realmente ocorreu a aproximadamente 105 dias. Após este período, as mudas de substrato sem matéria orgânica passaram a exibir maior área foliar. Isto sugere que na ausência de matéria orgânica, a inoculação favoreceu mais o desenvolvimento da área foliar, já que o acréscimo diário obtido na área foliar de mudas oriundas deste substrato foi em média 21% superior àquela observado em mudas de substrato com matéria orgânica.

Na dose de 349 ppm de P, em todas as épocas, mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, exibiram maior área foliar, coincidindo com o encontrado por SOUZA (81). Porém em relação àquelas não inoculadas, foi observado que mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, exibiram menor área foliar. Isto pode ser decorrente de algum desequilíbrio nu-



tricional na planta, em consequência do uso da matéria orgânica e do fósforo em maior dose, aumentando a disponibilidade deste no substrato.

Com referência à colonização micorrízica (Figura 3) observa-se que esta foi mais baixa na presença de matéria orgânica. Este resultado não coincide com o encontrado por SOUZA (81), ISHAC et alii (41) e GRAHAM & TIMMER (35), que não verificaram influência da matéria orgânica sobre este parâmetro.

No tocante à disponibilidade de fósforo no solo, o resultado obtido neste trabalho coincide com o observado por outros pesquisadores (34, 38, 46, 61, 76, 77, 78), onde o fósforo exerce efeito inibitório sobre a colonização. Pode-se observar que independente da utilização da matéria orgânica, a colonização micorrízica foi mais baixa na dose de 349 ppm de P, (Figura 3).

Em todas as situações estudadas, observa-se que houve um aumento da colonização radicular até aproximadamente 105 dias decrescendo posteriormente. Este decréscimo provavelmente é consequência do estado nutricional da planta pois segundo Menge citado por MIRANDA (62), o grau de infecção das raízes das plantas por fungos endomicorrízicos está estreitamente relacionado à concentração de fósforo no interior das mesmas. Esta interdependência entre estado nutricional e colonização micorrízica, também foi observada por SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (76), em mudas de café. Por outro lado, o maior desenvolvimento das plantas nesta

idade e, conseqüentemente do sistema radicular, pode não ter sido acompanhado pelo rápido desenvolvimento do fungo no córtex das raízes.

COOPER (18), propõe que uma colonização mínima de 20 a 30% é necessária para que se obtenham respostas fisiológicas através da micorrização. Observa-se que plantas desenvolvidas em substrato onde se utilizou a menor dose de fósforo, atingem este valor mais rapidamente que aquelas desenvolvidas em substrato com maior disponibilidade deste nutriente,

SIQUEIRA & COLOZZI-FILHO (76), observaram que em cafeeiro, os benefícios da inoculação foram observados quando a taxa de colonização foi superior a 30-35%. Com base nisto é de se esperar que aos 90 dias aproximadamente já se verifique os benefícios da micorrização, quando não se utilizou a matéria orgânica e aos 105 dias quando a mesma foi empregada.

4.2. Absorção de Macronutrientes

São apresentados nos Quadros de 8 a 13A, os resumos das análises de variância para as quantidades de macronutrientes, na matéria seca da parte aérea, raiz e matéria seca total, das mudas de cafeeiro.

4.2.1. Nitrogênio

Na Figura 4, encontram-se as regressões referentes a

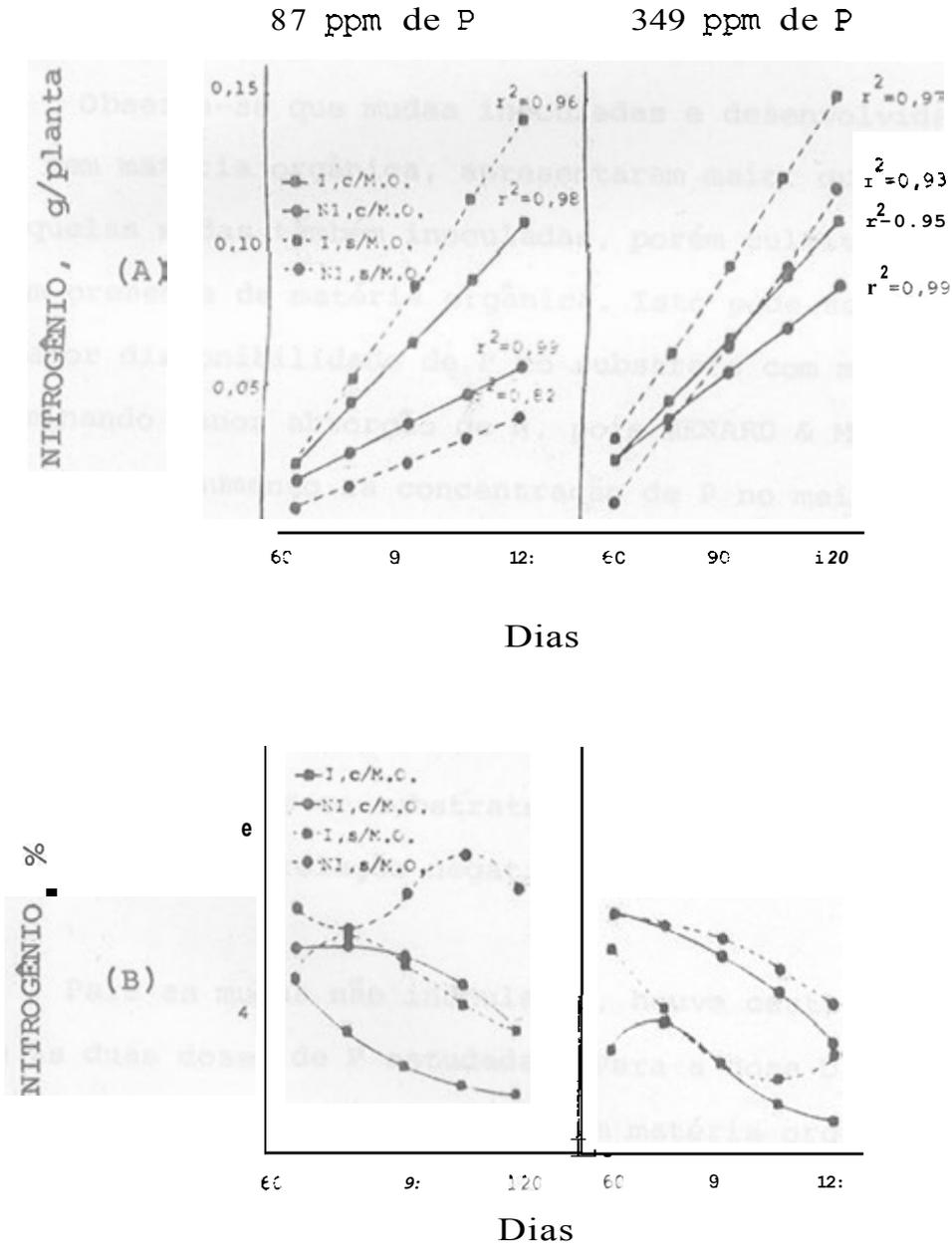


FIGURA 4 - Quantidade (A) e concentração (B) de nitrogênio na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio.

quantidades de **N** na matéria seca da parte aérea, de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com *G. margarita*, cultivados em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo; $D_1 = 87$ ppm de **P** e $D_2 = 349$ ppm de **P**.

Observa-se que mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica, apresentaram maior quantidade de **N**, que aquelas mudas também inoculadas, porém cultivadas em substrato com presença de matéria orgânica. Isto pode ser decorrente de uma maior disponibilidade de **P** no substrato com matéria orgânica, determinando menor absorção de **N**, pois MENARD & MALAVOLTA (58), verificaram que aumento na concentração de **P** no meio induziram a uma redução nos teores de **N**, na parte aérea de cafeeiro cultivado em solução nutritiva. Segundo os autores, existe entre o **N** e o **P** uma relação de antagonismo. KATO (44) e SOUZA (81), estudando respectivamente o efeito de micorriza no crescimento de mandioca e cafeeiro, cultivados em substrato com diferentes doses de **P**, também verificaram correlação negativa entre estes dois nutrientes.

Para as mudas não inoculadas, houve certa discrepância entre as duas doses de **P** estudadas. Para a dose D_1 , observa-se que mudas cultivadas em substrato com matéria orgânica apresentarão maior quantidade de **N** que aquelas desenvolvidas em substrato desprovido desta. Isto pode ser decorrente do menor crescimento apresentado por estas últimas, em virtude de estarem sendo cultivadas em um substrato com baixa disponibilidade de **P** e sem matéria orgânica, determinando desta forma, menor absorção de nu-

trientes. Esta explicação é reforçada, ao se verificar que na dose D_2 , quando as condições de fertilidade em relação a **P são** melhores; mudas não inoculadas, cultivadas em substrato sem matéria orgânica, apresentaram maior acréscimo diário de N na matéria seca da parte aérea, que aquelas cultivadas **em** substrato com matéria orgânica.

Con referência à **inoculação**, pode-se observar que tanto para mudas cultivadas em substrato com ou sem matéria orgânica a **inoculação** proporcionou uma maior quantidade de **N**, na matéria seca da parte aérea. Na dose D_1 , **os** acréscimos devidos à **micorrização** foram em média de 75% para mudas desenvolvidas **em** substrato com matéria orgânica e de 243% para aquelas cultivadas em substratos onde a matéria orgânica não foi utilizada. Para a maior dose, nesta mesma ordem, **os** acréscimos foram de 20% e 41%, (Quadro 14A).

Analisando **os** teores de N na parte aérea (Figura 4), verifica-se que tanto a matéria orgânica quanto a **inoculação** determinaram menores teores. Observa-se também que com o desenvolvimento das mudas houve uma tendência de redução nos teores de N, enquanto que a quantidade total absorvida aumentou linearmente (Figura 4), refletindo o maior crescimento das plantas e consequentemente diluição de N na parte aérea. COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15) e SOUZA (81) estudando efeitos da inoculação do cafeeiro com **G. margarita**, obtiveram resultados semelhantes.

Com referência ao sistema radicular, observa-se que na menor dose de P, mudas não inoculadas e cultivadas em substrato sem matéria orgânica, não apresentaram equação significativa. Para mudas inoculadas, na dose D_1 , praticamente não houve diferença entre aquelas desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica em função do tempo (Figura 5). O acréscimo médio na quantidade de N, na matéria seca radicular destas mudas em função da matéria orgânica foi 4% (Quadro 14A). Na dose D_2 , mudas inoculadas e cultivadas em substrato com matéria orgânica também apresentaram maior quantidade de N na matéria seca radicular que aquelas provenientes de substrato sem matéria orgânica: com acréscimo de aproximadamente 25%. Para as mudas não inoculadas, o acréscimo foi de cerca de 9% (Figura 5, Quadro 14A).

A inoculação com G. margarita, proporcionou aumento médio de 243% na quantidade de N de mudas provenientes de substrato com matéria orgânica, na dose D_1 , e 105% para aquelas mudas submetidas à maior dose de P. Já as mudas provenientes de substrato sem matéria orgânica apresentaram acréscimo médio de 78%, na dose de 349 ppm de P. (Quadro 14A).

SOUZA (81), verificou que mudas de cafeeiro micorrizadas apresentaram maior teor de N na matéria seca radicular. Constatou também que a presença de matéria orgânica no substrato, proporcionou maiores teores deste nutriente nas raízes. O autor atribuiu a este fato o processo de mineralização da matéria orgânica, que funciona como uma fonte de N para as plantas. O autor consta-

NITROGÊNIO, g/planta

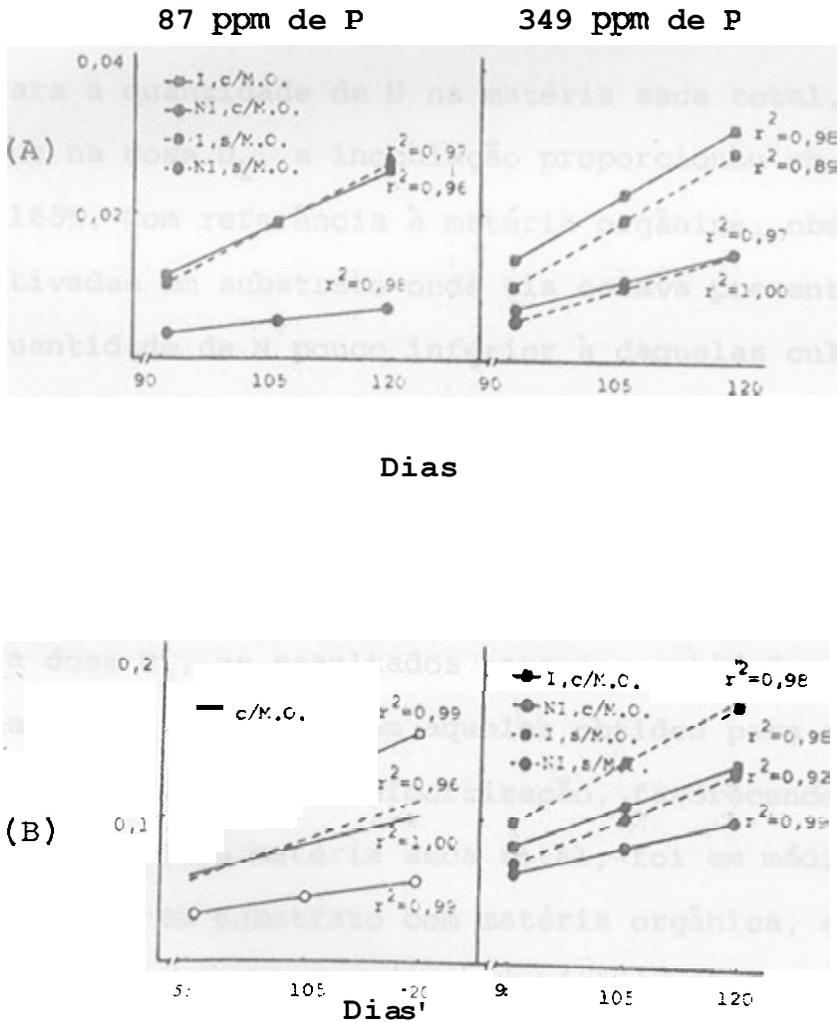


FIGURA 5 - Quantidade de nitrogênio na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo nas diferentes épocas pós-transplântio.

toru também, que apesar de raízes de plantas micorrizadas apresentarem maiores teores deste nutriente na parte aérea, o mesmo não ocorreu. Segundo SOUZA (81) acima citado, apesar de ter havido absorção de N pelas plantas micorrizadas, não ocorreu a translocação do mesmo para a parte aérea.

Para a quantidade de N na matéria seca total, pode-se verificar que na dose D_1 , a inoculação proporcionou um acréscimo médio de 165%. Com referência à matéria orgânica, observa-se que mudas cultivadas em substrato onde ela estava presente, apresentaram uma quantidade de N pouco inferior à daquelas cultivadas em substrato onde a mesma não foi utilizada. Os acréscimos médios na quantidade de N destas últimas foi da ordem de 2% (Figura 5, Quadro 15A).

Na dose D_2 , os resultados para a quantidade de N na matéria seca total coincidem com aqueles obtidos para a parte aérea (Figura 5). A influência da micorrização, favorecendo o aumento na quantidade de N na matéria seca total, foi em média 31% para mudas cultivadas em substrato com matéria orgânica, e 38% para aquelas cultivadas em substrato sem matéria orgânica (Quadro 15A).

4.2.2. Fósforo

Pela análise de variância da quantidade de fósforo na parte aérea das mudas de cafeeiro, nos Quadros 8 e 11A, pode-se observar que nas duas doses de fósforo utilizadas, somente as inte-

rações inoculação x matéria orgânica e inoculação x matéria orgânica x épocas não foram significativas, indicando não haver interdependência entre os fatores, em relação ao item em estudo.

Observa-se no Quadro 16A, que mudas de cafeeiro inoculadas apresentaram maior quantidade de P na matéria seca da parte aérea. Na dose D_1 , o incremento médio devido à micorrização foi de 536%, enquanto que na maior dose foi de 125%. Estes resultados estão de acordo com o encontrado por vários pesquisadores, onde o principal benefício das micorrizas vesículo-arbusculares é o aumento na absorção de P, e este efeito é mais intenso na dose mais baixa de P disponível no solo, pois nesta condição, menos P chegará às raízes por difusão e conseqüentemente maiores serão os benefícios da inoculação.

Com referência à matéria orgânica, observa-se no Quadro 16A, que este fator influenciou positivamente na quantidade de P da matéria seca da parte aérea. Aumentos médios de 26 a 52% foram obtidos em decorrência da utilização da matéria orgânica, na menor e maior dose de P, respectivamente; concordando com o encontrado por SOUZA (81). Isto pode ser explicado pelo fato da matéria orgânica constituir uma fonte de nutrientes para as plantas. A medida que vai ocorrendo a mineralização da matéria orgânica, mais fósforo vai sendo liberado para a solução do solo MENDEL & KIRKBY (60) favorecendo a absorção deste elemento, e apresentando tendência de se intensificar a medida que a muda se desenvolve. Na maior dose de P disponível, era de se esperar esta

maior absorção e maior quantidade de P na matéria seca da parte aérea, pois houve efeito somatório da matéria orgânica e do P aplicado, aumentando a concentração deste nutrientes na solução do solo.

As regressões e os coeficientes de determinação (r^2) para o parâmetro avaliado encontram-se na Figura 6. Nas duas doses de P estudados, as regressões apresentaram a mesma tendência: todas foram lineares, indicando que a quantidade de P aumenta linearmente com a idade da muda. A cada dia é esperado um aumento médio na quantidade de P na matéria seca da parte aérea, o qual pode ser ordenado de forma decrescente: mudas inoculadas > com matéria orgânica > sem matéria orgânica > não inoculadas nas 2 doses de P disponível no solo.

O que se observou em termos de quantidade, também ocorreu em relação aos teores (Figura 6). Pode-se verificar que tanto a inoculação, quanto a matéria orgânica favoreceram o aumento nos teores de P na matéria seca da parte aérea, e que houve tendência do efeito da inoculação ser mais acentuado na dose D_1 , enquanto que o da matéria orgânica, foi na maior dose de P utilizada. Assim, o maior crescimento das plantas nestes tratamentos (Figura 1) pode ser atribuído principalmente à maior absorção de P proporcionada pela maior disponibilidade desse nutriente quando utilizada matéria orgânica e ou adubação fosfatada e pela atuação de fungo micorrízico.

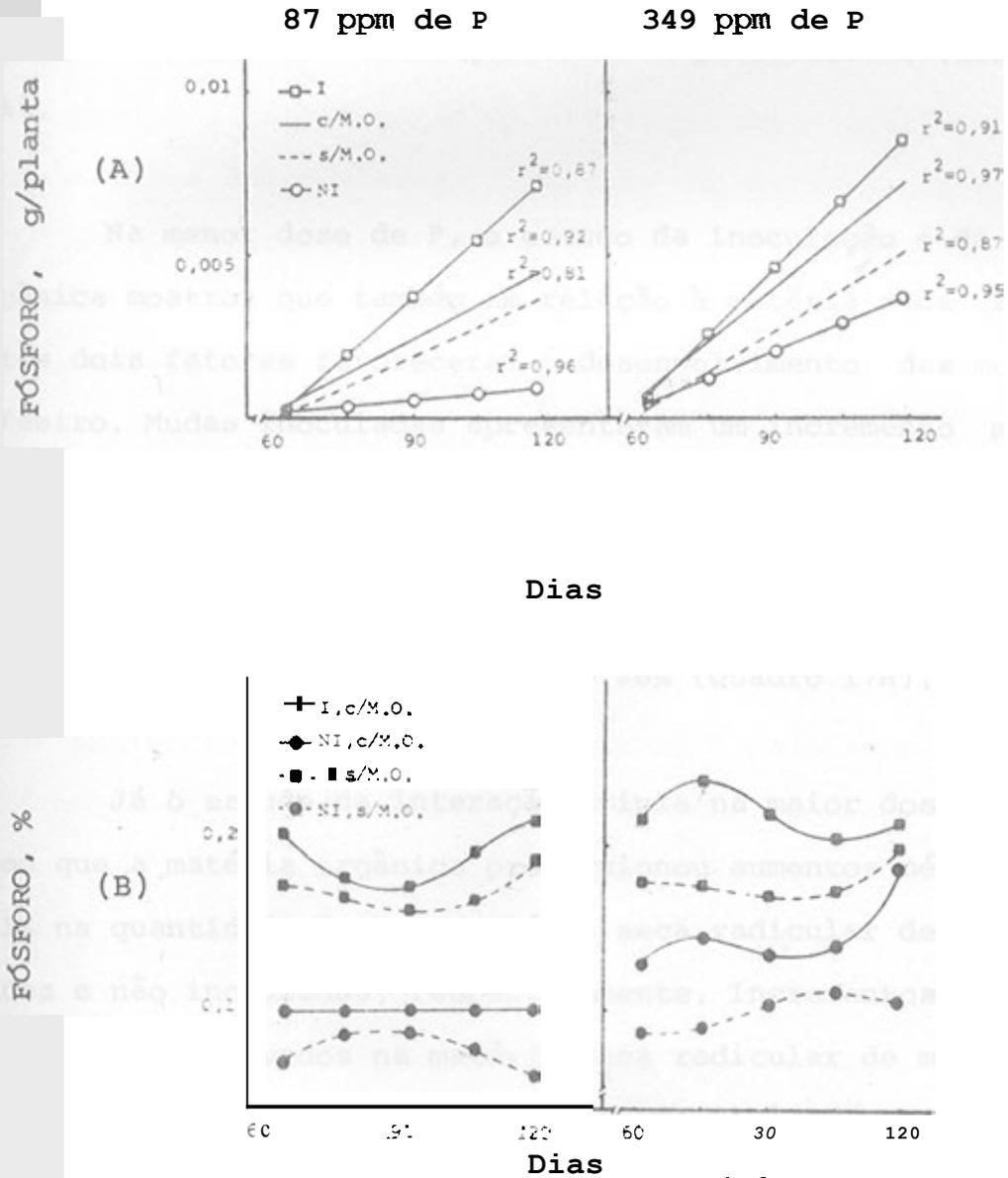


FIGURA 6 - *Quantidade (A) e concentração (B) de fósforo na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

Quanto à quantidade de P na matéria seca radicular, **po-**de-se observar que na dose D_1 , as interações inoculação x matéria orgânica, matéria orgânica x épocas e inoculação x matéria orgânica x épocas não foram significativas, enquanto que na maior dose todas as fontes de variação foram significativas (Quadros 9 e 12A).

Na menor dose de P, o estudo da inoculação e da matéria orgânica mostrou que **também em** relação à matéria seca radicular, estes dois fatores favoreceram o desenvolvimento das mudas de cafeeiro. Mudanças inoculadas apresentaram um incremento médio de 1620% na quantidade de P da matéria seca radicular, em relação às mudas não inoculadas. **E com** referência ao efeito da matéria orgânica, apesar de expressivo, foi muito inferior ao da inoculação, proporcionando um aumento médio de 28% (Quadro 17A).

Já o estudo da interação tripla na maior dose de P, mostrou **que** a matéria orgânica proporcionou aumentos médios de 156 e 171% na quantidade de P da matéria seca radicular de mudas inoculadas e não inoculadas, respectivamente. Incrementos médios de 251% foram observados na matéria seca radicular de mudas inoculadas cultivadas em substrato com matéria orgânica, **em** relação a mudas **também** com matéria orgânica no substrato, porém não inoculadas. Já a inoculação de mudas desenvolvidas **em** substrato **sem** matéria orgânica proporcionou aumentos médios de 271% na quantidade de P (Quadro 17A).

AS regressões para **parâmetro** em questão encontram-se na Figura 7. Somente a equação referente as mudas inoculadas, foi significativa, na dose D_1 . De acordo com equação ($\hat{y}=0,339.10^{-4}x-0,262.10^{-2}$) espera-se a cada dia um aumento médio de $0,339.10^{-4}$ g de P na matéria seca radicular das mudas de cafeeiro. Na dose D_2 as regressões também foram lineares. Pode-se verificar que mudas inoculadas e cultivadas em substrato com matéria orgânica, apresentaram um incremento médio diário de P, superior as demais. O menor incremento foi observado em mudas não inoculadas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica.

Observando-se os Quadros 10 e 13A pode-se verificar que a análise de variância para a quantidade de fósforo na matéria seca total, apresentou significância nas mesmas causas de variação observadas para matéria seca radicular (Quadros 9 e 12A). A análise destes dados para a menor dose de P demonstra que aumentos médios de 661% na quantidade de P da matéria seca total foram obtidos com a inoculação, enquanto que a contribuição da matéria orgânica foi de 27% (Quadro 17A).

Na dose D_2 , pode-se verificar que a contribuição média da matéria orgânica foi de 51% para mudas inoculadas e de 100% para aquelas não inoculadas. Já a inoculação proporcionou aumentos médios de 116 e 185% para mudas desenvolvidas em substrato com e sem matéria orgânica respectivamente. (Quadro 17A).

Na Figura 7 são apresentadas as regressões referentes a

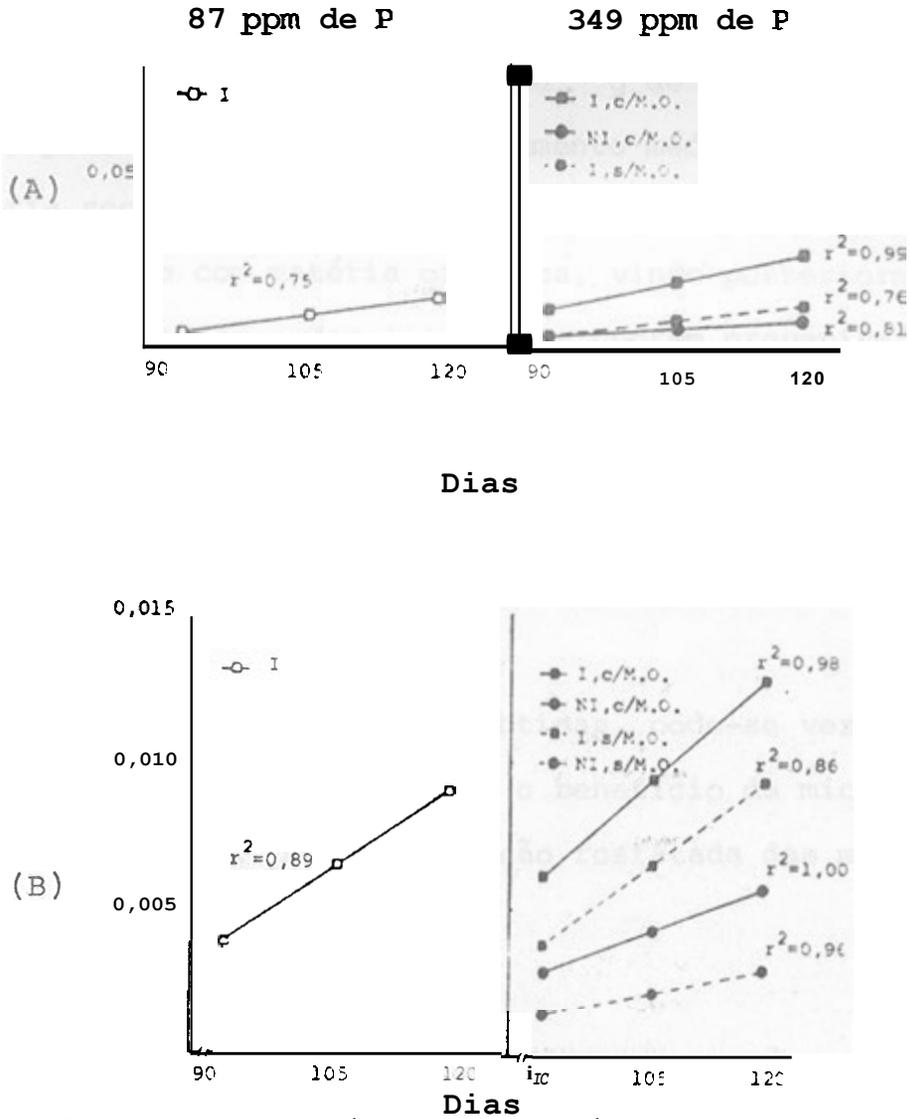


FIGURA 7 - Quantidade de fósforo na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica; em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

quantidade de P na matéria seca total, em função do tempo. Para a dose D_1 , somente uma equação foi significativa ($\hat{y}=0.182.10^{-3}x - 0.127.10^{-1}$). Através desta equação pode-se concluir que a quantidade de P na matéria seca total das mudas de cafeeiro inoculadas com G. margarita aumentou linearmente com o tempo. A cada dia espera-se um aumento médio de $0.182.10^{-3}$ g de fósforo/planta. Na dose D_2 , pode-se verificar que o aumento médio na quantidade de P da matéria seca total foi maior para mudas inoculadas e cultivadas em substrato com matéria orgânica, vindo posteriormente, em ordem decrescente as mudas inoculadas, porém provenientes de substrato sem matéria orgânica. E para aquelas não inoculadas a sequência apresentada foi a mesma, de forma que os menores acréscimos foram obtidos em mudas não inoculadas, desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica.

Em função das respostas obtidas, pode-se verificar que também neste estudo foi detectado o benefício da micorrização e da matéria orgânica, para a nutrição fosfatada das mudas utilizadas.

4.2.3. Potássio

Nos Quadros 8 e 11A, pode-se observar que nas duas doses de P, a quantidade de K na parte aérea das mudas do cafeeiro exibiram interação significativa entre os 3 fatores estudados. Do estudo destas interações, pode-se observar que na dose D_1 , a quantidade de K na matéria seca da parte aérea de mudas micorrizadas na presença de matéria orgânica foi em média 38% superior ao das

mudas micorrizadas, porém na ausência de matéria orgânica. Com referência às mudas não inoculadas, a matéria orgânica proporcionou aumentos médios de 200% (Quadro 13A). Na dose D_2 , pode-se observar neste mesmo quadro que os acréscimos médios obtidos na quantidade de K na matéria seca da parte aérea de mudas micorrizadas, ou não, em função da matéria orgânica foram de 71 e 40% respectivamente. Estes resultados estão de acordo com o esperado, pois a matéria orgânica além de apresentar K ligado aos grupos carboxílicos e fenólicos, também apresenta este nutriente no seu interior, o qual é libertado pelo processo de mineralização, aumentando sua concentração na solução do solo e sua difusão MALAVOLTA., (57). Além disto, a matéria orgânica em seu processo de mineralização também libera P, aumentando também a concentração deste nutriente na solução do solo e favorecendo a absorção de K, pois MENARD & MALAVOLTA (58) trabalhando com mudas de cafeeiro desenvolvidas em solução nutritiva, verificaram que a absorção de K por estas mudas era favorecida, à medida que se aumentava a concentração de P no meio. Os resultados encontrados no presente trabalho, coincidem com o obtido por SOUZA (81).

Com referência a inoculação, naquele mesmo quadro pode ser observado que para mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, houve um acréscimo médio na quantidade de K de 100% na dose D_1 e de 56% na dose D_2 , em função da inoculação. Porém, quando a matéria orgânica não foi utilizada, a inoculação proporcionou acréscimos médios de 337% na dose D_1 e 28% na D_2 .

Para os teores de K (Figura 8) verifica-se que a matéria orgânica apresentou efeito positivo, aumentando os teores e consequentemente a quantidade deste nutriente na matéria seca da parte aérea. Entretanto a inoculação, na dose D_1 , apresentou tendência de elevar os teores de potássio para mudas desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica. Naquelas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, a inoculação reduziu os teores de K, demonstrando que nesta condição ocorreu o efeito de diluição.

Na dose D_2 praticamente não houve efeito da inoculação em mudas desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica e houve tendência de efeito positivo, quando se utilizou a matéria orgânica.

Desta forma, nem sempre a maior quantidade de K na parte aérea das mudas inoculadas, refletiu no aumento no teor desse nutriente.

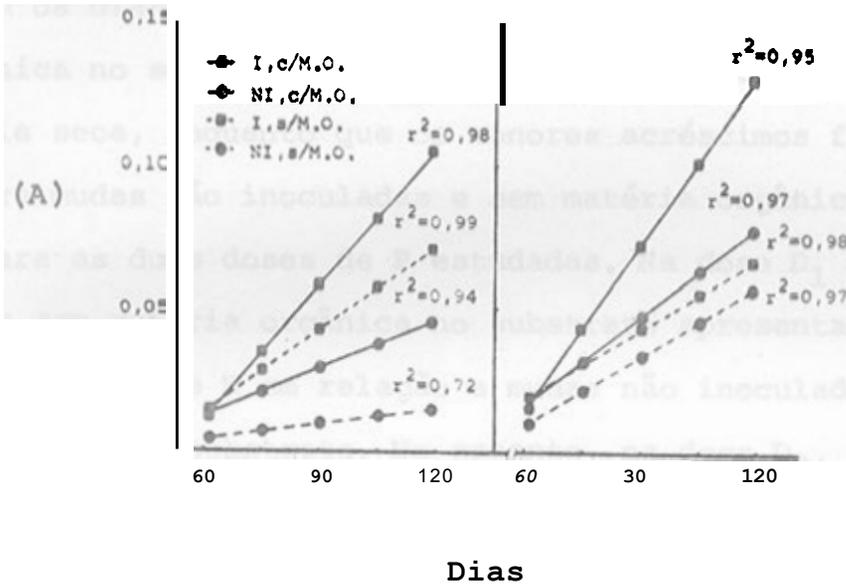
Aumentos nos teores de K na parte aérea devido à inoculação de mudas de cafeeiro com *S. margarita* foram encontrados por CALDEIRA et alii (9); COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15); FLORENCE (27). Entretanto LOPES et alii (48) encontraram menor teor de K na parte aérea de mudas micorrizadas, coincidindo com os resultados obtidos por SOUZA (81), para mudas desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica.

As regressões em função do tempo e os coeficientes de determinação (r^2) para o parâmetro em questão, encontram-se na Fi-

POTÁSSIO, g/planta

87 ppm de P

349 ppm de P



POTÁSSIO, %

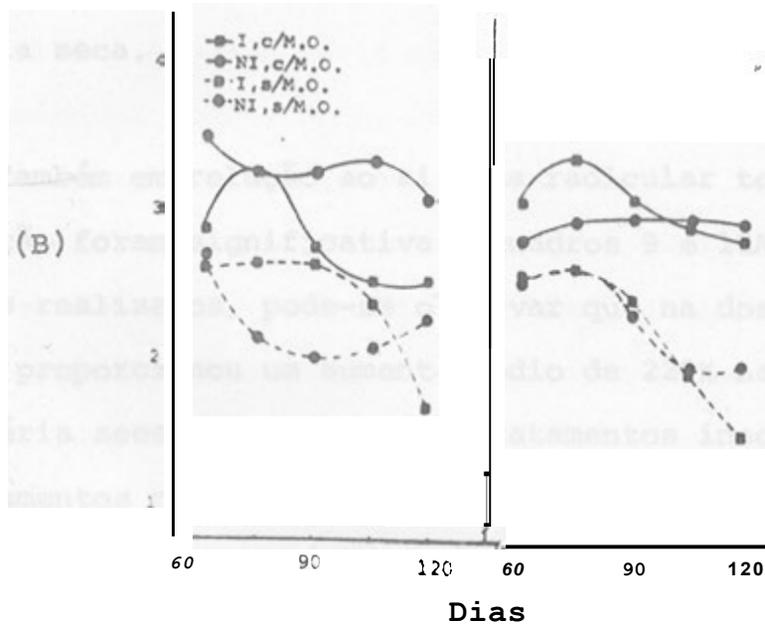


FIGURA 8 - Quantidade (A) e concentração (B) de potássio na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

gura 8. Para as duas doses de P estudadas, pode-se verificar que a quantidade de K na matéria seca da parte aérea aumentou linearmente com os dias pós-transplante. Mudas inoculadas e com matéria orgânica no substrato mostraram maior acréscimo diário de K na matéria seca, enquanto que os menores acréscimos foram observados para mudas não inoculadas e sem matéria orgânica no substrato, para as duas doses de P estudadas. Na dose D_1 mudas inoculadas e sem matéria orgânica no substrato apresentaram maior acréscimo diário de K em relação a mudas não inoculadas com matéria orgânica no substrato. No entanto, na dose D_2 , ocorreu o inverso. Nesta dose, a quantidade refletiu o teor. Entretanto, na dose D_1 , o maior acréscimo verificado para mudas inoculadas e sem matéria orgânica no substrato foi decorrente do crescimento da matéria seca.

Também em relação ao sistema radicular todas as causas de variação foram significativas (Quadros 9 e 12A). Dos desdobramentos realizados, pode-se observar que na dose D_1 , a matéria orgânica proporcionou um aumento médio de 220% na quantidade de K da matéria seca radicular, nos tratamentos inoculados, e 607% nos tratamentos não inoculados. Na dose D_2 , os acréscimos em função da utilização da matéria orgânica foram em média de 207% para tratamentos inoculados e 171% para tratamentos não inoculados (Quadro 18A). Comparando os dados da parte aérea com os do sistema radicular pode-se observar que em ambos, na dose de D_1 , os benefícios da matéria orgânica foram mais acentuados nos tratamentos não inoculados, no entanto, na dose D_2 este efeito foi

verificado nos tratamentos inoculados,

A inoculação na menor dose de **P** determinou aumento média de 369% na quantidade de **K** da matéria seca radicular, nos tratamentos com matéria orgânica e 931% nos tratamentos **sem** matéria orgânica. Na maior dose de **P**, **os** acréscimos devido a inoculação foram em média de 42% e 25% para **os** tratamentos com e sem utilização de matéria orgânica respectivamente (Quadro 18A),

As regressões para a quantidade de **K** na matéria seca ra-
dicular encontram-se na Figura 9. A regressão referente a mudas não inoculadas e sem matéria orgânica, na menor dose de **P** não foi significativa. **As** demais foram significativas e lineares. Mudanças inoculadas e com matéria orgânica no substrato apresentaram maior acréscimo diário de **K**. Da mesma forma que na parte aérea, também **em** relação ao sistema radicular mudas inoculadas e **sem** matéria orgânica apresentaram maior acréscimo diário de **K** **em** relação às mudas não inoculadas, porém com matéria orgânica. **Es-**ta similaridade vista entre as **quaçõ**s da parte aérea e sistema radicular também foram observadas na dose **D**₂.

Ainda no Quadro 18A e Figura 9, **são** apresentados **os** dados referentes a quantidade de potássio na matéria seca total. Devido a similaridade encontrada entre parte aérea e sistema radicular, **os** dados referentes a matéria seca total não diferiram dos anteriores, apresentando efeito somatório. O único ponto que se distingue **é** que a equação referente a mudas não inocula-

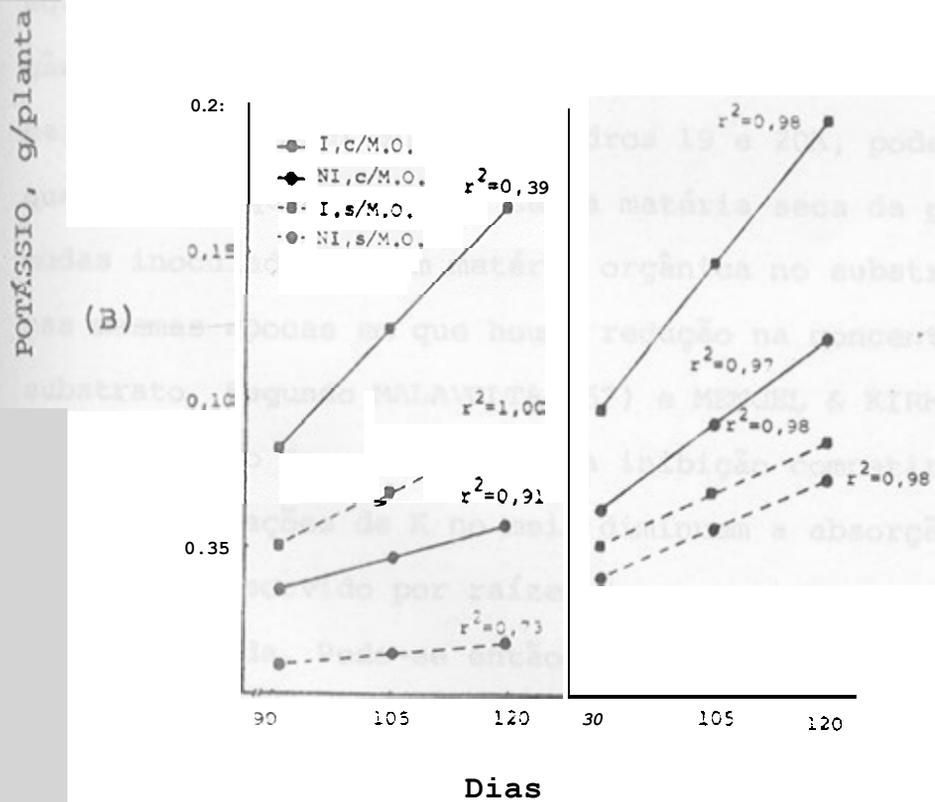
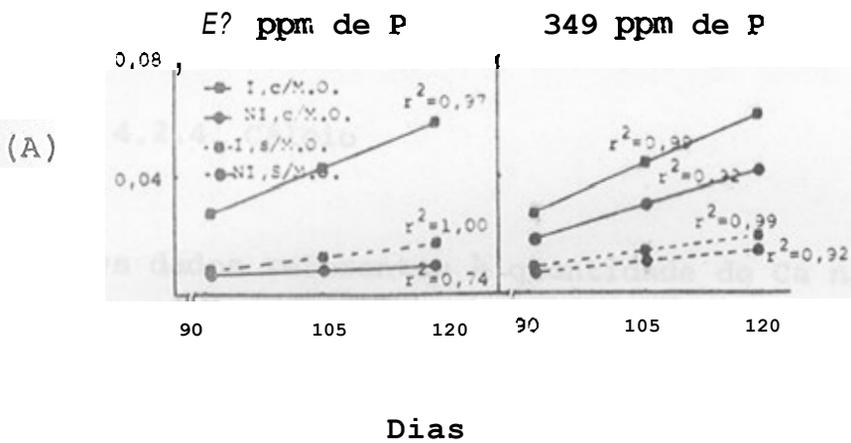


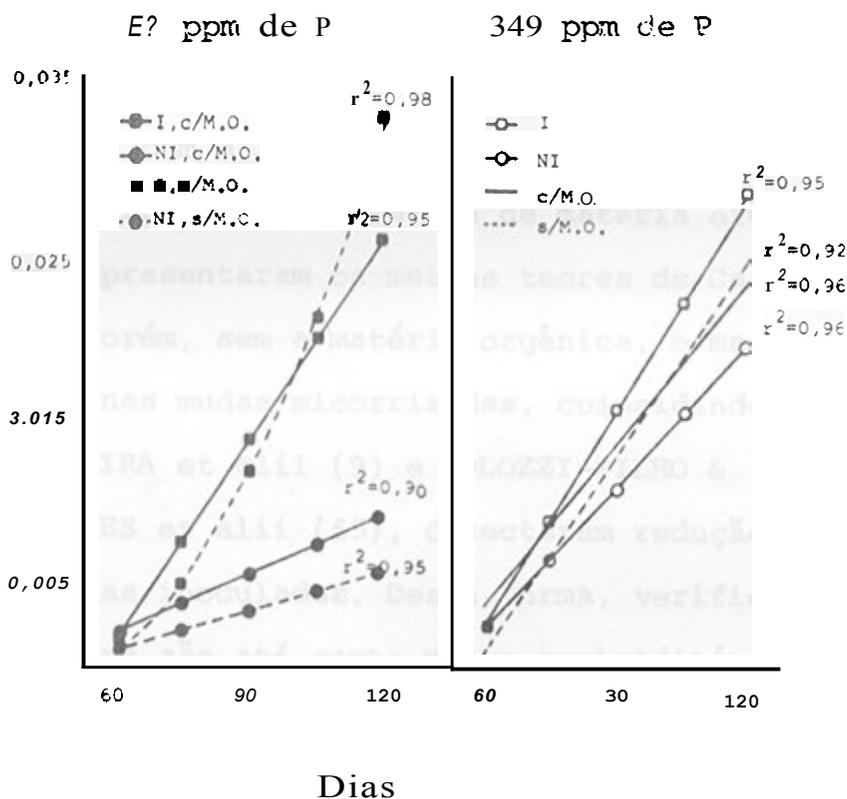
FIGURA 9 - Quantidade de potássio na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de café inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, em duas diferentes épocas pós-transplante.

das e **sem** matéria orgânica que em relação ao sistema radicular não foi significativa, para a matéria seca total apresentou significância.

4.2.4. Cálcio

Os dados referentes à quantidade de Ca na matéria seca da parte aérea, na dose D_1 , encontram-se no Quadro 19A. Pode-se observar que mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica apresentaram menor quantidade média de Ca, que aquelas inoculadas e desenvolvidas em substrato **sem** matéria orgânica, que tiveram **em** média 5% a mais de Ca na matéria seca da parte aérea. Observando os Quadros 19 e 20A, pode-se observar que a maior quantidade de Ca na matéria seca da parte aérea, de mudas inoculadas e **sem** matéria orgânica no substrato, ocorreu nas mesmas épocas em que houve redução na concentração de K no substrato. Segundo MALAVOLTA (57) e MENGEL & KIRKBY (60), ocorre entre o K e o Ca, o fenômeno da inibição competitiva, ou seja, a altas concentrações de K no meio diminuem a absorção de Ca, que somente é absorvido por raízes jovens, que apresentam endoderme não suberizada. Pode-se então, deduzir que em menores concentrações de K no meio a absorção de Ca aumenta justificando o encontrado neste trabalho. Para mudas não inoculadas, ocorreu o inverso. Mudas não inoculadas e que receberam matéria orgânica no substrato, apresentaram em média 86% a mais de Ca na matéria seca da parte aérea. De maneira geral, também foram estas as tendências observadas, **em** relação aos teores (Figura 10).

CÁLCIO, g/planta (A)



Dias

CÁLCIO, % (B)

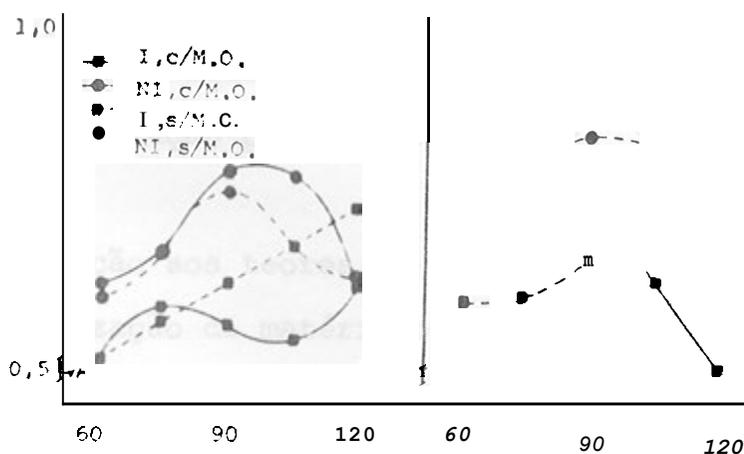


FIGURA 10 - Quantidade (A) e concentração (B) de cálcio na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inocuada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem taéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

Com referência à inoculação, esta proporcionou aumentos médios de 126% na quantidade de Ca de mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica e 343% para aquelas desenvolvidas em substrato desprovido desta. Em relação ao teor, verifica-se que este foi menor na presença de micorriza (Figura 10). SOUZA (81) trabalhando com a inoculação de mudas de cafeeiro com G. margarita encontrou que na presença de matéria orgânica, as mudas micorrizadas, apresentaram os mesmos teores de Ca das mudas não micorrizadas. Porém, sem a matéria orgânica, o maior teor de Ca era encontrado nas mudas micorrizadas, coincidindo com o encontrado por CALDEIRA et alii (9) e COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15). No entanto, LOPES et alii (55), detectaram redução nos teores de cálcio para mudas inoculadas. Desta forma, verifica-se que as respostas obtidas são até certo ponto contraditórias.

Para a dose D₂, Quadro 19A, pode-se observar que mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica apresentaram acréscimo médio de 6% na quantidade de Ca na matéria seca da parte aérea em relação àquelas desenvolvidas em substrato desprovido desta. Já a inoculação proporcionou aumento médio de 40%.

Em relação aos teores, a tendência observada foi de redução com a utilização da matéria orgânica, e da inoculação (Figura 10). Isto pode ser decorrente respectivamente da maior disponibilidade de K, conforme explicado anteriormente e da diluição, em função do maior crescimento das mudas micorrizadas.

As regressões em função do tempo para o parâmetro **em** estudo encontram-se na Figura 10. Pode-se observar que quando **se** utilizou a dose D_1 , a menor absorção média diária de cálcio foi verificada para mudas não inoculadas e sem matéria orgânica no substrato. Mudas inoculadas e desenvolvidas **em** substrato com **ma-**téria orgânica, apresentaram o maior acréscimo diário de cálcio, até aproximadamente 100 dias, quando então foram superadas por mudas inoculadas, porém sem matéria orgânica no substrato conforme explicado anteriormente.

Na dose D_2 , todas as regressões foram lineares. De acordo com **os** acréscimos diários de Ca na matéria seca da parte aérea, as regressões podem ser agrupadas em ordem decrescente: **I-**noculadas) **sem** matéria orgânica > com matéria orgânica **==**. não inoculadas.

Com referência à quantidade de Ca na matéria seca radicular (Quadro 21A), a matéria orgânica proporcionou aumentos médios de 49% na quantidade de Ca na matéria seca, dentro de mudas inoculadas e 233% dentro de mudas não inoculadas, na dose D_1 . Na dose D_2 , nesta mesma ordem, **os** acréscimos foram **em** média de 41 a 50%. Já a inoculação, proporcionou acréscimos médios de 580% quando a matéria orgânica foi utilizada na composição do substrato e de 1426%, quando não utilizou a matéria orgânica, na dose D_1 . Na dose D_2 , **os** acréscimos médios foram de 160 e 177%, na mesma sequência anterior.

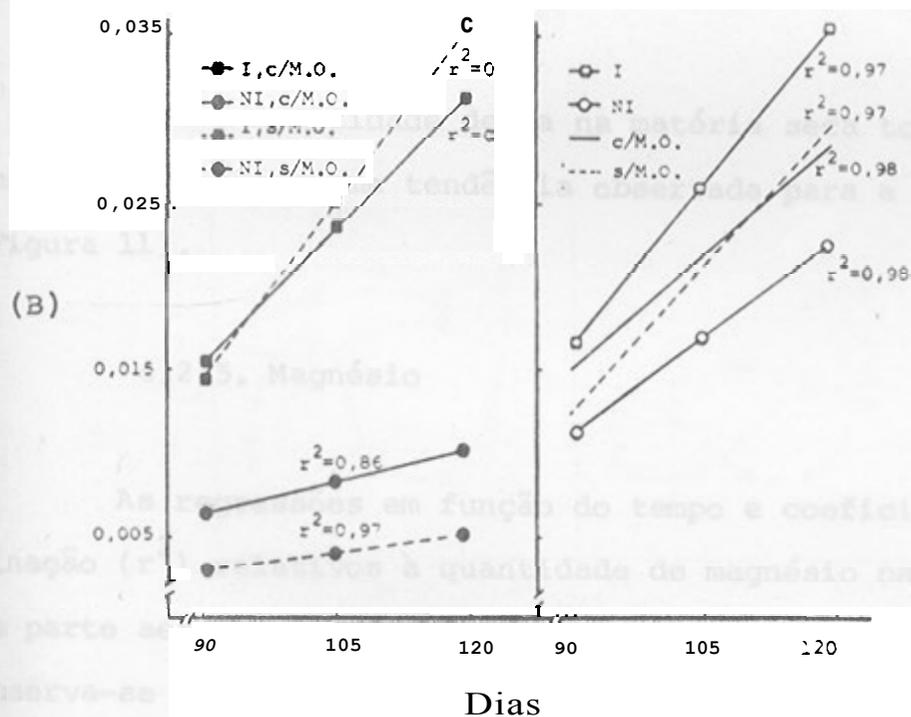
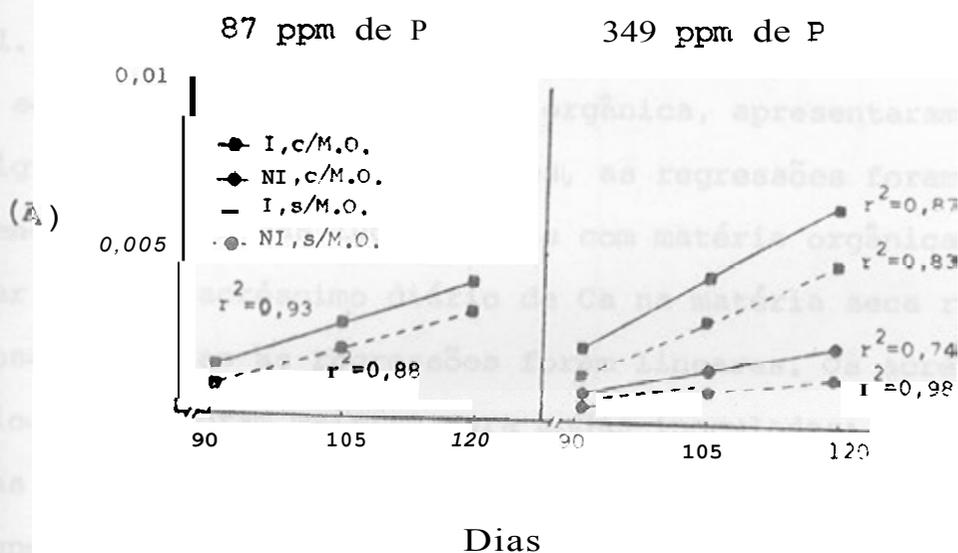


FIGURA 11 - Quantidade de cálcio na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

As regressões **em** função do tempo encontram-se na **Figura 11**. Quando se utilizou a dose D_1 , **somente** mudas inoculadas com e **sem** a utilização de matéria orgânica, apresentaram regressões significativas. Nas 2 situações, as regressões foram lineares, sendo que as mudas inoculadas e com matéria orgânica, apresentaram maior acréscimo diário de Ca na matéria seca radicular. Na dose D_2 , todas as regressões foram lineares. **Os** acréscimos diários de Ca foram maiores para mudas inoculadas; e dentro destas, nas mudas desenvolvidas **em** substrato com matéria orgânica foram superiores. **Os** menores acréscimos foram obtidos para mudas **não** inoculadas e **sem** matéria orgânica.

Para a quantidade de Ca na matéria seca total, observa-se que apresentou a mesma tendência observada para a parte aérea (**Figura 11**).

4.2.5. Magnésio

As regressões em função do tempo e coeficientes de determinação (r^2) relativos à quantidade de magnésio na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro encontram-se na **Figura 12**. Observa-se que na dose D_1 , mudas inoculadas, desenvolvidas **em** substrato **sem** matéria orgânica, apresentaram em média 12% a mais de Mg na matéria seca da parte aérea **em** relação aquelas também inoculadas, porém desenvolvidas em substrato com matéria orgânica (**Quadro 22A**). Isto decorre da maior disponibilidade de K, no substrato com matéria orgânica (**Quadro 20A**), o qual apresenta

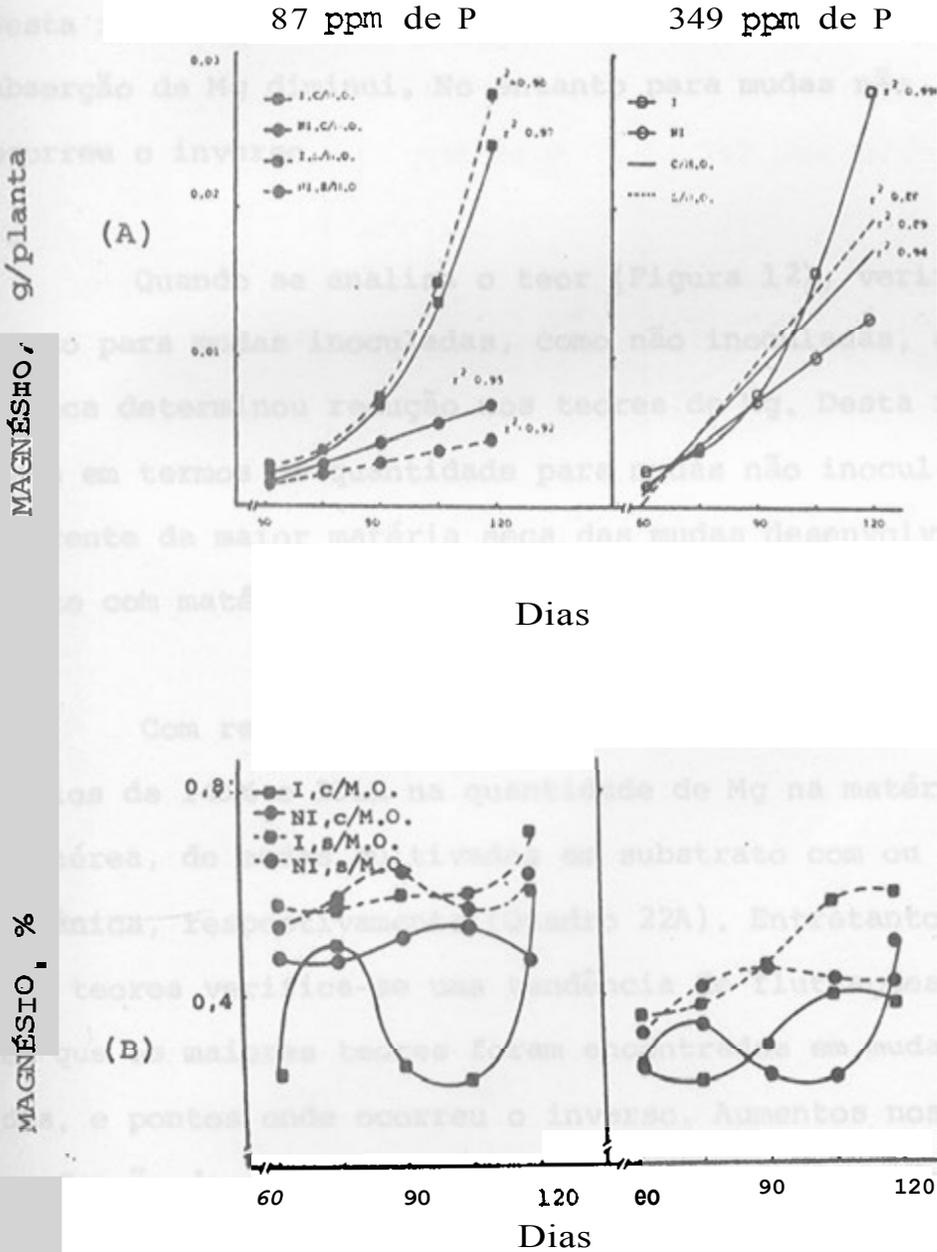


FIGURA 12 - Quantidade (A) e concentração (B) de magnésio na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio.

antagonismo com o Mg MALAVOLTA, (57) e MENGEL & KIRKBY, (50). Desta forma, com uma maior disponibilidade de K no substrato, a absorção de Mg diminui. No entanto para mudas não inoculadas, ocorreu o inverso.

Quando se analisa o teor (Figura 12), verifica-se que tanto para mudas inoculadas, como não inoculadas, a matéria orgânica determinou redução nos teores de Mg. Desta forma o verificado em termos de quantidade para mudas não inoculadas, foi decorrente da maior matéria seca das mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica.

Com referência à inoculação, esta proporcionou aumentos médios de 141% e 291% na quantidade de Mg na matéria seca da parte aérea, de mudas cultivadas em substrato com ou sem matéria orgânica, respectivamente (Quadro 22A). Entretanto com relação aos teores verifica-se uma tendência de flutuações, com pontos em que os maiores teores foram encontrados em mudas micorrizadas, e pontos onde ocorreu o inverso. Aumentos nos teores de Mg em função da micorrização de mudas de cafeeiro, foram observados por CALDEIRA et alii (9).

Com referência ao sistema radicular, observa-se que as mudas inoculadas e cultivadas em substrato sem matéria orgânica foram superadas por aquelas cultivadas em substrato com matéria orgânica, até aproximadamente 115 dias, quando então começa a haver uma tendência de inversão desta fato (Figura 13), coinci-

MAGNÉSIO, q/plant

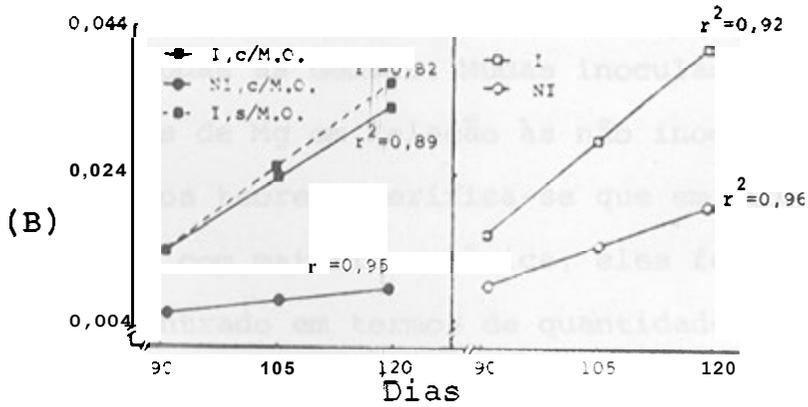
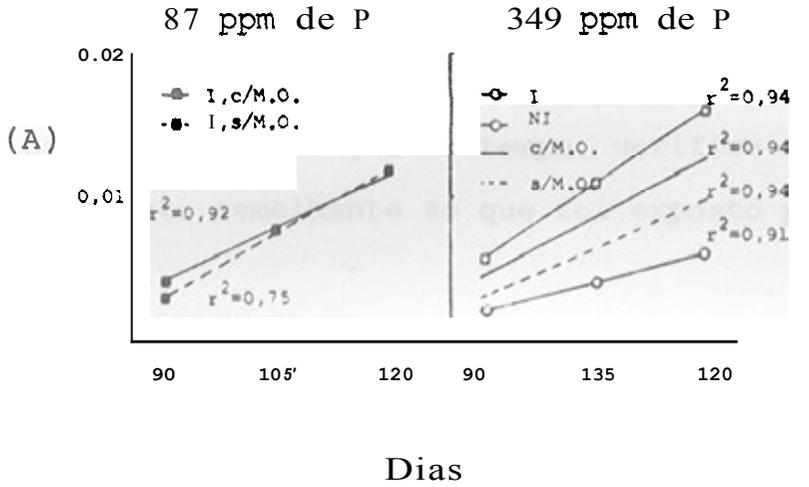


FIGURA 13 - Quantidade de magnésio na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo: nas diferentes épocas pós-transplântio.

dindo com a época em que o nível de K no substrato sem matéria orgânica passa para o nível baixo (Quadro 20A), intensificando assim a absorção de Mg.

Analisando as regressões referentes a quantidade de Mg na matéria seca total em função do tempo, verifica-se que apresentam comportamento semelhante ao que foi exposto para a parte aérea (Figura 13).

Também na maior dose de P, verifica-se que mudas de cafeeiro cultivadas em substrato com matéria orgânica, apresentaram menor quantidade de Mg na matéria seca da parte aérea, que aquelas desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica, igualmente justificado pela maior disponibilidade de K no substrato, (Figura 12, Quadro 22A). Observa-se ainda que mudas inoculadas apresentaram maior quantidade de Mg na matéria seca da parte aérea, superando todas as demais. Mudas inoculadas apresentaram em média 67% a mais de Mg em relação às não inoculadas, na parte aérea. Analisando os teores, verifica-se que em mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, eles foram menores, coincidindo com o encontrado em termos de quantidade. Entretanto, com referência à inoculação, foram observados pontos de maiores e menores teores em relação às mudas não inoculadas (Figura 12).

Com relação ao sistema radicular o incremento devido a inoculação foi da ordem de 168% (Quadro 23A). Entretanto, nesta condição de maior disponibilidade de P, mudas cultivadas em subs

to com matéria orgânica, apresentaram em todas as épocas, maior quantidade de Mg na matéria seca radicular, em relação a aquelas desenvolvidas em substrato desprovido de matéria orgânica. Isto pode ser decorrente do fato do P em maior disponibilidade fornecer mais energia na forma de ATP, necessária à absorção iônica. E o Mg é cofator de quase todas as enzimas fosforilativas, formando uma ponte entre o pirofosfato do ATP e ADP MENDEL & KIRKBY (60). Desta forma, no sistema radicular encontra-se maior quantidade de Mg.

Para a matéria seca total, observa-se que houve efeito acentuado da inoculação, com um incremento médio de 99% na quantidade de Mg em função deste fator (Figura 13, Quadro 24A).

Na literatura cafeeira, os resultados relativos a magnésio, são até certo ponto contraditórios. BRAGANÇA (8), estudando o efeito de fontes e doses de fósforo no substrato para a formação de mudas de cafeeiro, encontrou efeito sinérgico entre P e Mg, no sistema radicular, porém não na parte aérea. Entretanto, MENARD & MALAVOLTA (58), obtiveram resultado positivo em relação a parte aérea. Por outro lado, SOUZA (81), estudando o efeito de inoculação, matéria orgânica e doses de fósforo sobre o desenvolvimento de mudas de cafeeiro, verificou uma diminuição nos teores de Mg da parte aérea das mudas de cafeeiro, à medida em que se elevou o nível de P no substrato. Segundo o autor, esta redução foi determinada pelo antagonismo existente entre K e Mg, já que a maior disponibilidade de fósforo no substrato, de-

terminou maior absorção de K. Em relação aos sistema radicular observou que mudas inoculadas apresentaram maior teor de Mg, em relação às não inoculadas, o mesmo acontecendo em relação à utilização ou não da matéria orgânica no substrato. Entretanto COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15), estudando inoculação e fontes de fósforo no desenvolvimento de mudas de cafeeiro, não encontraram ajuste para o nutriente em questão.

4.2.6. Enxofre

Na Figura 14 são apresentadas as regressões em função do tempo e os coeficientes de determinação (r^2) para as quantidades de S na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro. Nas duas doses de P, os dados apresentaram a mesma tendência, ou seja: as regressões foram lineares. Pode-se observar também que quando não se utilizou a inoculação, mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, apresentaram maior quantidade de S na matéria seca da parte aérea, o que era de se esperar, pois a matéria orgânica é o principal reservatório deste nutriente para as plantas (45, 57, 60). Entretanto, o teor de enxofre nestas mudas apresentou tendência de ser menor (Figura 14). Isto provavelmente é decorrente do efeito de diluição, devido ao maior crescimento destas, ou de uma possível imobilização do enxofre pelos microorganismos.

Por outro lado, quando se utilizou a inoculação com G. margarita, as mudas desenvolvidas em substrato sem matéria or-

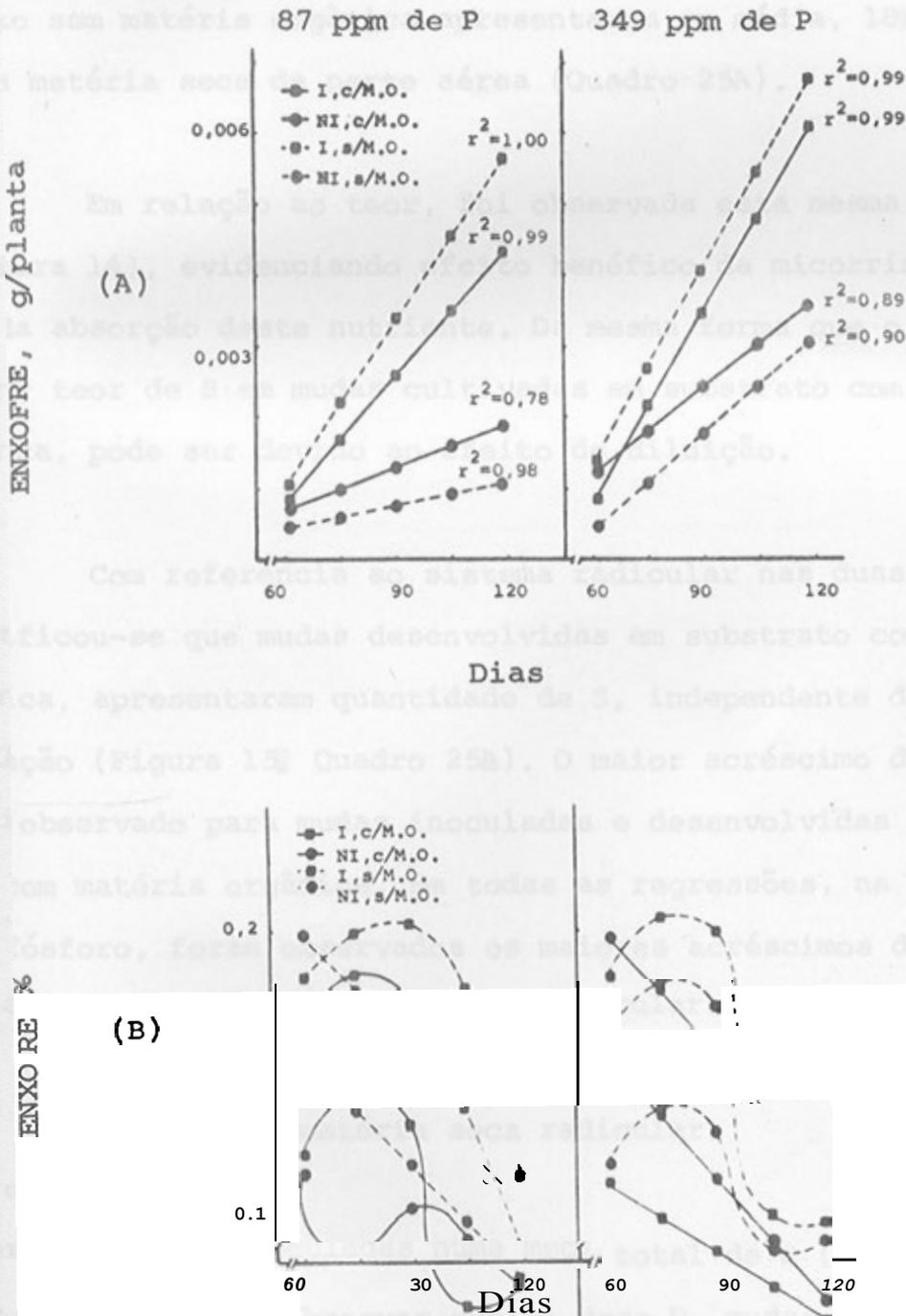


FIGURA 14 - Quantidade (A) e concentração (B) de enxofre na matéria seca da parte aérea da muda de café inoculada ou não com G. margarita desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

gânica, apresentaram maior quantidade deste nutriente na matéria seca da parte aérea. Nas duas doses, mudas desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica apresentaram em média, 18% a mais de S na matéria seca da parte aérea [Quadro 25A).

Em relação ao teor, foi observada esta mesma tendência (Figura 14), evidenciando efeito benéfico da micorriza no aumento da absorção deste nutriente. Da mesma forma que o anterior o menor teor de S em mudas cultivadas em substrato com matéria orgânica, pode ser devido ao efeito de diluição.

Com referência ao sistema radicular nas duas doses de P, verificou-se que mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, apresentaram quantidade de S, independente do uso de inoculação (Figura 15; Quadro 25A). O maior acréscimo diário de S foi observado para mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica. Em todas as regressões, na maior dose de fósforo, foram observados os maiores acréscimos diários na quantidade de S da matéria seca radicular.

Com referência a quantidade total de S [Figura 15; Quadro 26%), pode-se observar que na dose D_1 mudas inoculadas superaram as não inoculadas numa média de 304%. Já na maior dose, onde a interação tripla foi significativa, a inoculação proporcionou aumentos médios de 106 e 151% na quantidade de S da matéria seca total, quando se utilizou ou não a matéria orgânica na composição do substrato, respectivamente. O benefício da ma-

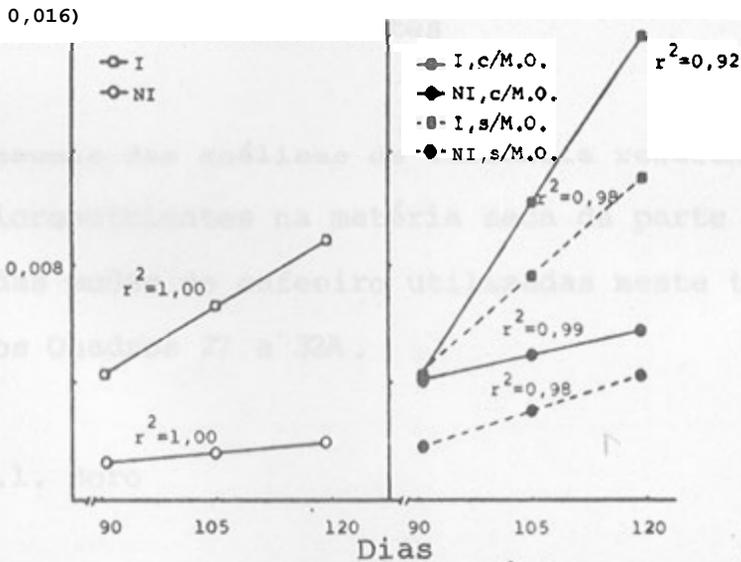
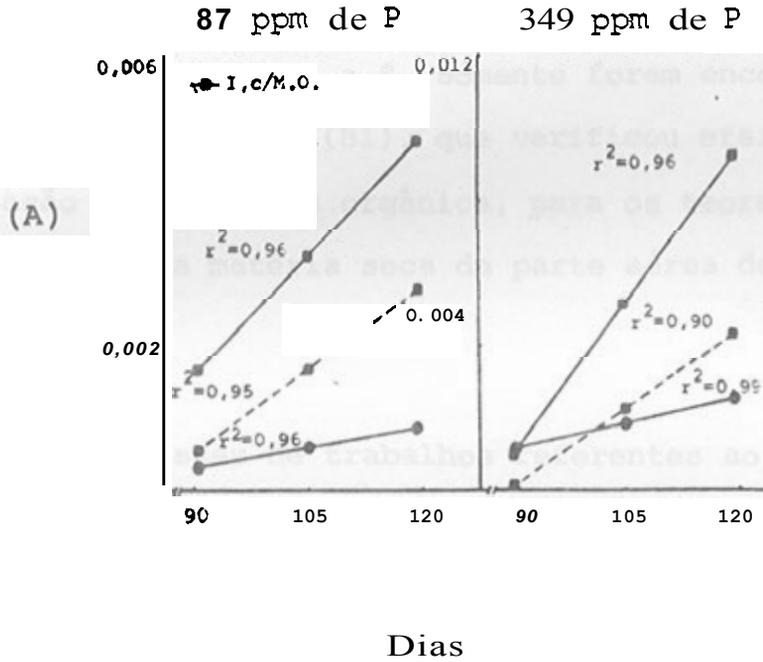


FIGURA 15 - Quantidade de enxofre na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplântio.

téria orgânica, para a quantidade de **S** na matéria seca total foi em média **32%** quando se utilizou a inoculação e **61%** quando a mesma não foi utilizada.

Estudos relativos a **S**, somente foram encontrados no estudo realizado por SOUZA (81), que verificou efeito positivo da micorrização e da matéria orgânica, para os teores deste nutriente, determinado na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro.

Pela escassez de trabalhos referentes ao nutriente em questão, e pela crescente tendência de se utilizar adubos concentrados, faz-se necessário que mais estudos sejam feitos para se comprovar os benefícios da micorrização para a nutrição de mudas de cafeeiro, com referência ao enxofre.

4.3. Absorção de Micronutrientes

Os resumos das análises de variância referentes às quantidades de micronutrientes na matéria seca da parte aérea radicular e total das mudas de cafeeiro utilizadas neste trabalho, encontram-se nos Quadros 27 a 32A.

4.3.1. Boro

Na Figura 16, são apresentadas as regressões em função do tempo para a quantidade de **B** na matéria seca da parte aérea. Nas

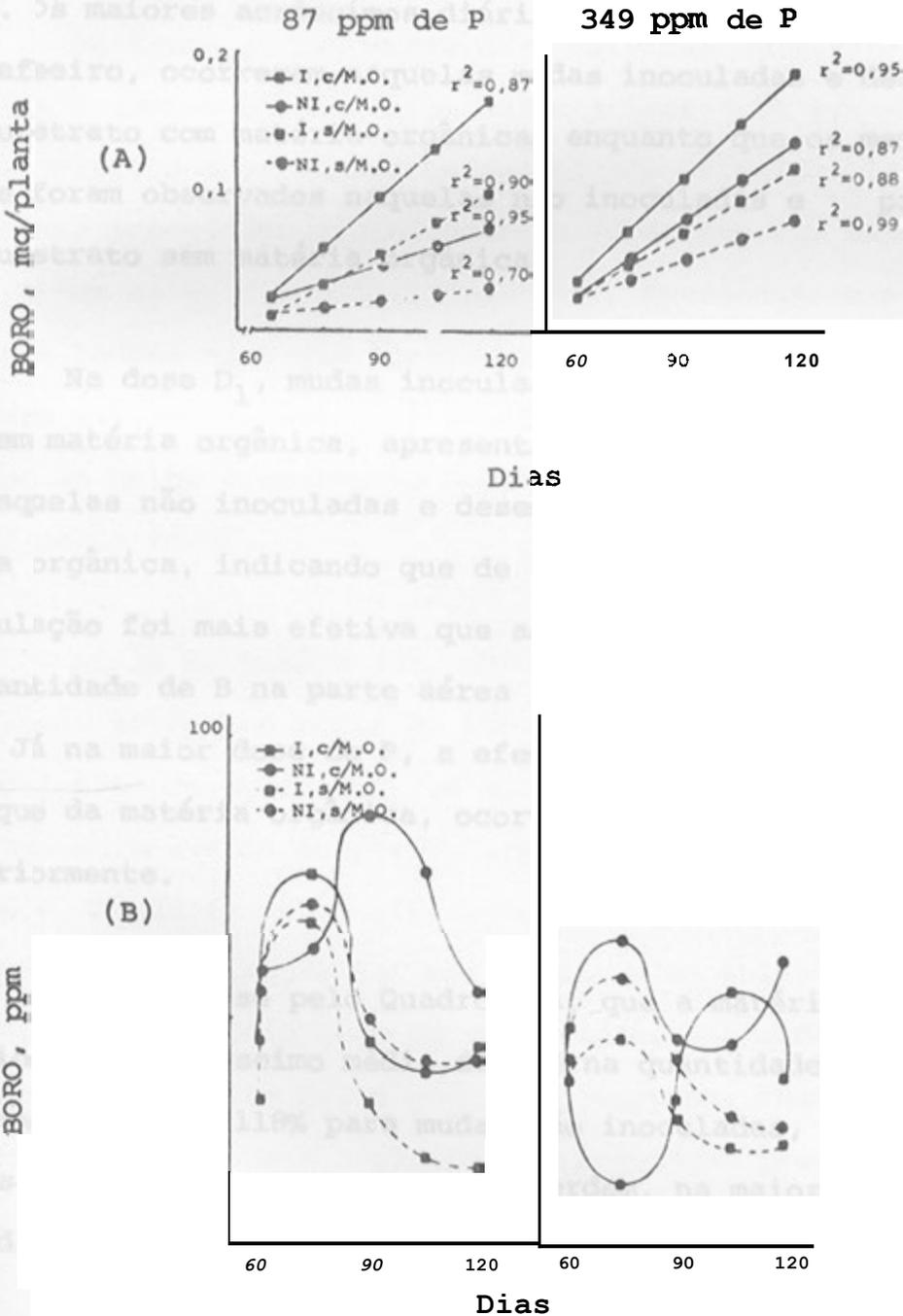


FIGURA 16 - Quantidade (A) e concentração (B) de boro na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

duas doses de P as regressões foram lineares. Desta forma, observa-se que a quantidade de B aumentou linearmente com a idade da muda. Os maiores acréscimos diários na quantidade de B das mudas de cafeeiro, ocorreram naquelas mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, enquanto que os menores acréscimos foram observados naquelas não inoculadas e provenientes de substrato sem matéria orgânica.

Na dose D_1 , mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica, apresentaram maior acréscimo diário, que aquelas não inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, indicando que de certa forma, nesta condição a inoculação foi mais efetiva que a matéria orgânica, em aumentar a quantidade de B na parte aérea das mudas de cafeeiro utilizadas. Já na maior dose de P, a efetividade da inoculação foi menor que da matéria orgânica, ocorrendo o inverso do verificado anteriormente.

Verifica-se pelo Quadro 33A, que a matéria orgânica, proporcionou um acréscimo médio de 73% na quantidade de B, para mudas inoculadas e 118% para mudas não inoculadas, na dose D_1 . Os acréscimos observados nesta mesma ordem, na maior dose de P, foram de 57% e 56%.

Estes resultados estão de acordo com o esperado, pois a matéria orgânica é a mais importante fonte de B para as plantas e através de sua mineralização, ocorre uma maior liberação

deste nutriente na solução do **solo**, e maior disponibilidade para **estas** plantas **LOPES** (47) e **MALAVOLTA** (57) .

De forma geral, mudas desenvolvidas **em** substrato com matéria orgânica apresentaram maiores teores de **B**, concordando com o verificado **em** termos de quantidade (Figura 1.6). Entretanto, mudas inoculadas, cultivadas **em** substrato com matéria orgânica e com maior disponibilidade de **P**, apresentaram aos 75 dias menores teores de **B** que aquelas mudas nas mesmas condições, porém sem matéria orgânica no substrato. Provavelmente isto seja devido ao maior crescimento destas mudas, e diluição do nutriente na parte aérea.

Ainda no Quadro 33A, observa-se que a inoculação proporcionou acréscimo médio de 100% na quantidade de **B** de mudas provenientes de substrato com matéria orgânica e 152% para aquelas provenientes de substrato sem matéria orgânica, na menor dose de **P**. Desta forma, verifica-se que na ausência de matéria orgânica, a micorrização foi mais efetiva **em** aumentar a quantidade de **B** na matéria seca da parte aérea das mudas utilizadas. No entanto, na dose D_2 , o mesmo não ocorreu. Nesta condição, independente da matéria orgânica, a inoculação proporcionou acréscimo de aproximadamente 37% na quantidade de **B** da parte aérea das mudas utilizadas.

Através da Figura 16, verifica-se que a tendência **em** relação aos teores, foi de redução, quando se utilizou a inocula-

ção. Estes resultados não concordam com aquele obtido por SOUZA (81), que verificou efeito positivo da matéria orgânica e da inoculação, para os teores de B determinados na parte aérea das mudas de cafeeiro. Verificou também maior efetividade da micorrização, na ausência de matéria orgânica. Entretanto, segundo o autor, devido à falta muito grande de trabalhos que estudem o efeito da micorrização sobre os teores de B em mudas de cafeeiro, é prematuro afirmar que a micorrização beneficia sua absorção, necessitando maiores comprovações.

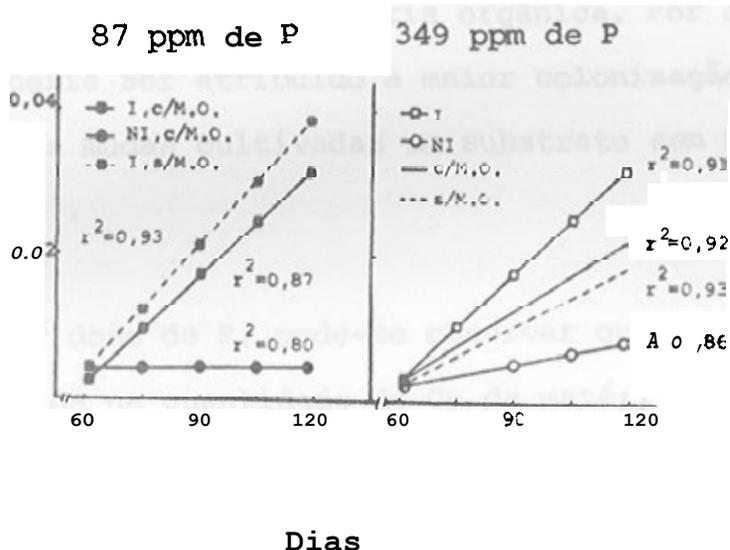
4.3.2. Cobre

As quantidades de Cu na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, se ajustaram a regressões do primeiro grau (Figura 17), nas duas doses de P. Na dose D_1 , mudas não inoculadas e desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica, não apresentaram regressão significativa, em função do tempo. Já para mudas não inoculadas e provenientes de substrato com matéria orgânica, a regressão foi significativa, porém o acréscimo na quantidade de Cu verificado com o crescimento da muda foi muito baixo.

Para mudas inoculadas, o acréscimo na quantidade de Cu na matéria seca da parte aérea foi mais expressivo; sendo que mudas provenientes de substrato sem matéria orgânica, apresentaram maior acréscimo diário. Estes resultados em principio podem ser decorrentes da maior disponibilidade de P e Zn no substrato com

COBRE, mg/planta

(A)



COBRE, ppm

(B)

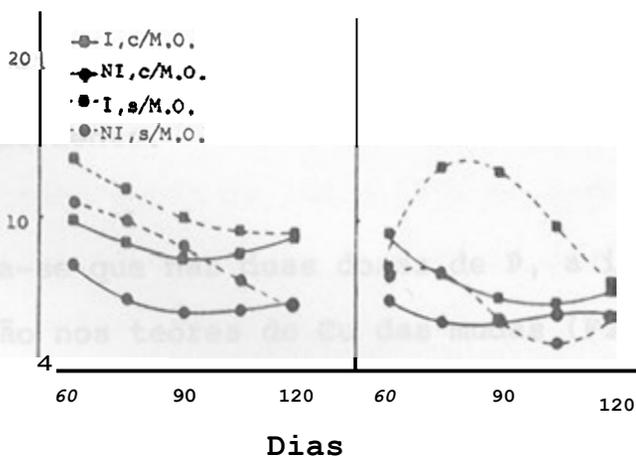


FIGURA 17 - Quantidade (A) e concentração (B) de cobre na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

matéria orgânica (Quadro 34A), pois segundo MALAVOLTA (57) e MENGEL & KIRKBY (60), altas concentrações de P e Zn podem determinar uma diminuição na absorção de Cu, ou pode ter havido a complexação deste nutriente pela matéria orgânica. Por outro lado, este efeito poderia ser atribuído à maior colonização micorrizica nas raízes das mudas cultivadas em substrato sem matéria orgânica (Figura 3).

Na maior dose de P, pode-se observar que os maiores acréscimos diários na quantidade de Cu da matéria seca da parte aérea ocorreram para mudas inoculadas: enquanto que os menores ocorreram para aquelas que não receberam inoculação, o aumento médio na quantidade de Cu em função da inoculação foi de 226%, enquanto que a matéria orgânica contribuiu com 20% (Quadro 35A). Estes resultados podem ser decorrentes do fato da matéria orgânica liberar Cu na solução do solo, através de sua decomposição FERREIRA & CRUZ (25) e KIEL (45) e da atuação da micorriza na absorção desse nutriente.

Observa-se que nas duas doses de P, a inoculação favoreceu a elevação nos teores de Cu das mudas (Figura 17). Estes resultados coincidem com aqueles obtidos por LOPES et alii (55) e SOUZA (81), em estudos sobre os efeitos de micorrizas na absorção de nutrientes pelo cafeeiro.

Os maiores teores de Cu obtidos na parte aérea das mudas em substrato sem matéria orgânica (Figura 17) podem ser expli-

cados pelo efeito de diluição, considerando-se que as mudas cultivadas **em substrato** com matéria orgânica apresentaram maior crescimento (Quadro 3A).

No sistema radicular, verifica-se que **as** mudas inoculadas e provenientes de **substrato** com matéria orgânica apresentaram maior acréscimo diário na quantidade de Cu, em relação **àque-**las de **substrato** sem matéria orgânica nas duas doses de P. Na dose D₂ também foram significativas as regressões referentes a mudas não inoculadas: sendo que também nesta condição, mudas de **substrato** com matéria orgânica, apresentaram maior acréscimo **diá-**rio na quantidade de Cu (Figura, 18).

Os acréscimos na quantidade de Cu da matéria seca **radi-**cular, das mudas de cafeeiro utilizadas, em função da **inoculação** foram em média de 560% para aquelas provenientes de **substrato** com matéria orgânica, e 877% para mudas de **substrato** onde a **ma-**téria orgânica não foi utilizada: na menor dose de P. Na **maior** dose, **os** acréscimos foram de 148 e 135% na mesma **seqüência** **an-**terior. **Os** acréscimos **em função** da matéria orgânica foram em média de 85% para mudas inoculadas e 173% para aquelas não **inocu-**laças, na dose D₁. Já na dose D₂ foi de 103 e 94% nesta **mesma** **seqüência** (Quadro, 36A). Foi verificado **no** sistema radicular **e-**feito benéfico da matéria orgânica e da **inoculação** em aumentar a quantidade de Cu.

Comparando as Figuras 17 e 18 na menor dose de P, veri-

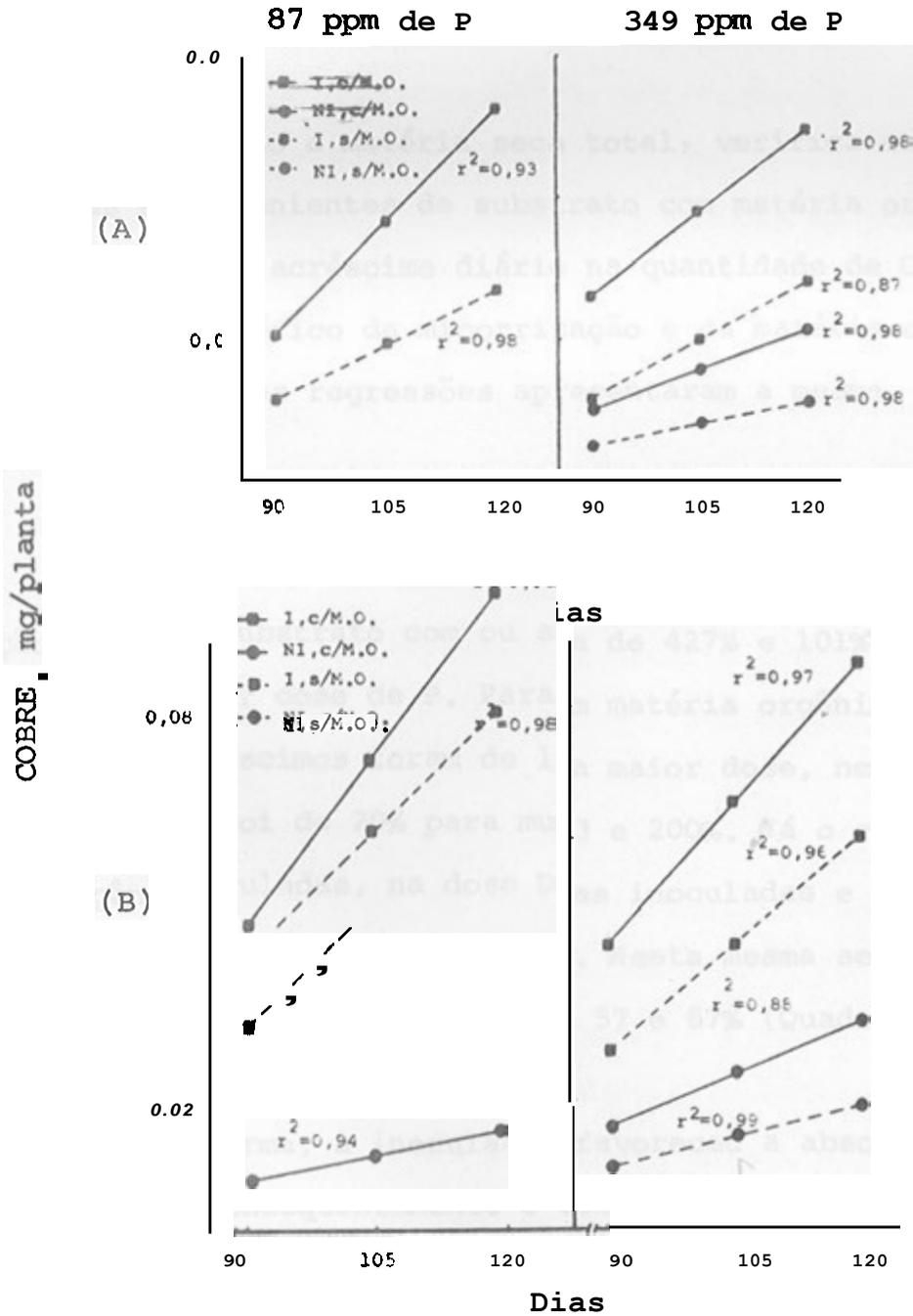


FIGURA 18 - Quantidade de cobre na matéria seca radicular (A) e matéria seca total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com *G. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

fica-se que na parte aérea, mudas inoculadas e de substrato ~~sem~~ matéria orgânica superaram aquelas de substrato ~~com~~ matéria orgânica: não ocorrendo o mesmo no sistema radicular. É possível que a presença da micorriza nas mudas de substrato ~~com~~ matéria orgânica, diminua a translocação do Cu para a parte aérea.

Com relação a matéria seca total, verifica-se que mudas inoculadas e provenientes de substrato com matéria orgânica apresentaram maior acréscimo diário na quantidade de Cu, demonstrando efeito benéfico da micorrização e da matéria orgânica. Nas duas doses de P, as regressões apresentaram a mesma tendência (Figura, 18).

Os acréscimos na quantidade total de Cu por planta, **em função** da inoculação foram em média de **427%** e **101%** para mudas **de** desenvolvidas **em** substrato com ou sem matéria orgânica, respectivamente, na menor dose de P. Para a maior dose, nesta mesma sequência, **os** acréscimos foram de **183** e **200%**. Já o efeito da matéria orgânica foi de **20%** para mudas inoculadas e **154%** para aquelas não inoculadas, na dose D_1 . Nesta mesma sequência, na maior dose, **os** acréscimos foram de **57** e **67%** (Quadro 36A),

Desta forma, a inoculação favoreceu a absorção de Cu pelas plantas e conseqüentemente o crescimento das mesmas.

4.3,3. Manganês

As regressões **em** função do tempo e **os** coeficientes de

determinação para as quantidades de Mn na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro, encontram-se na Figura 19.

Pode-se observar que na dose de D_1 , mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, apresentaram maior acréscimo na quantidade de Mn da parte aérea, em função da idade da muda. Após estas, os maiores acréscimos em ordem decrescentes foram para mudas inoculadas, não inoculadas e mudas desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica.

Na dose D_2 , mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica apresentaram os maiores acréscimos diários na quantidade de Mn da parte aérea, sendo seguido por mudas também inoculadas, porém provenientes de substrato sem matéria orgânica, mudas não inoculadas com matéria orgânica no substrato e finalmente mudas não inoculadas e sem matéria orgânica no substrato.

Pelo Quadro 37A, pode-se verificar que na menor dose de P a inoculação proporcionou acréscimos médios de 66% na quantidades de Mn da parte aérea, enquanto que a matéria orgânica contribuiu com 249%. Na maior dose de P, a inoculação favoreceu o aumento na quantidade de Mn numa média de 47% para mudas provenientes de substrato com matéria orgânica e 35% para aquelas provenientes de substrato sem matéria orgânica. Já a matéria orgânica proporcionou acréscimo médio de 109 e 92% para mudas que receberam ou não inoculação, respectivamente.

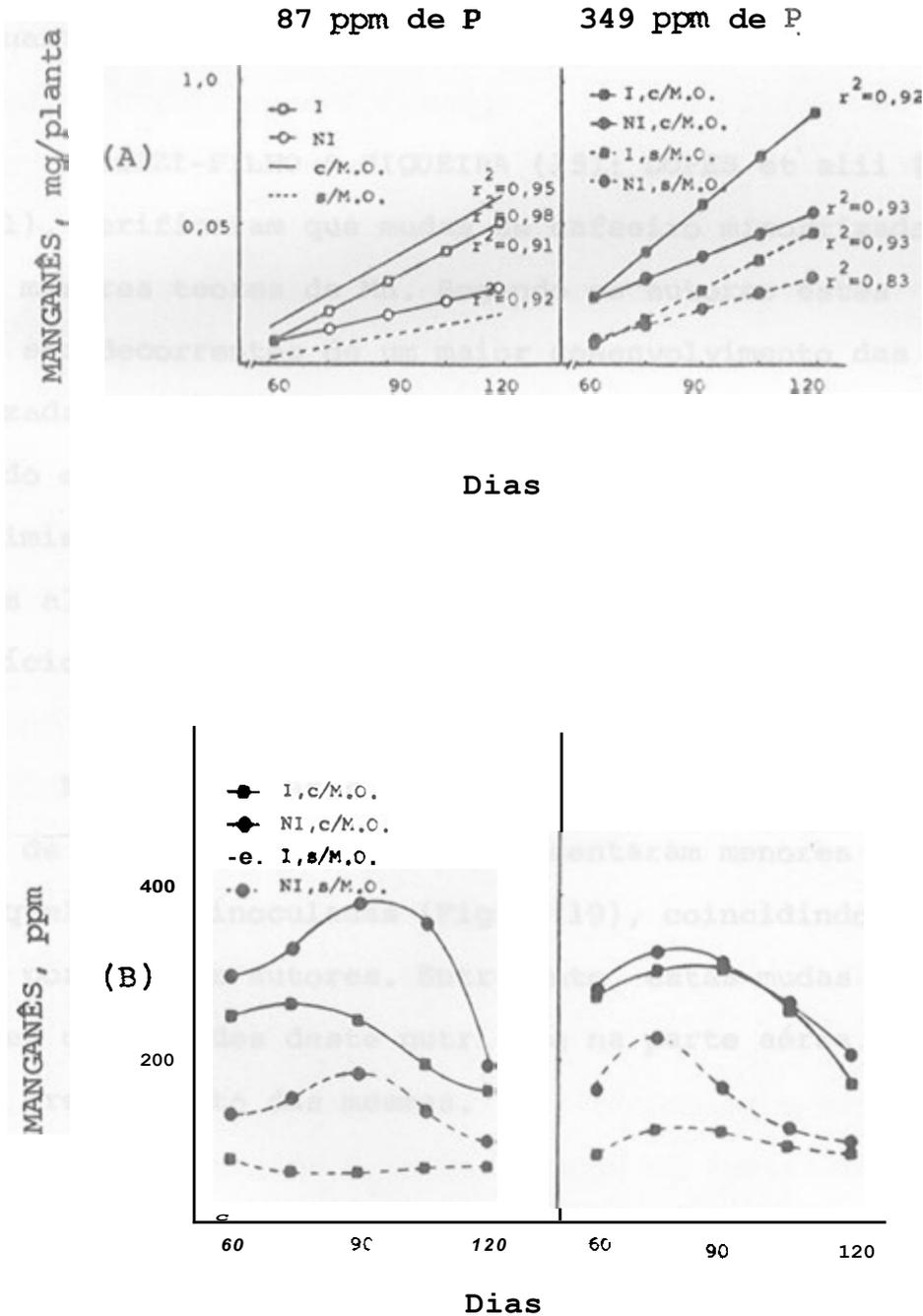


FIGURA 19 - Quantidade (A) e concentração (B) de manganês na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com *S. margarita*, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

Desta forma constata-se que mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica e mudas inoculadas apresentaram maiores quantidades de manganês na parte aérea.

COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15); LOPES et alii (55) e SOUZA (81), verificaram que mudas de cafeeiro micorrizadas apresentaram menores teores de Mn. Segundo os autores estes resultados podem ser decorrentes de um maior desenvolvimento das mudas micorrizadas, originando o chamado efeito de diluição. No entanto segundo os mesmos, existe também a hipótese de que a micorrização diminua a toxidez de Mn, quando as plantas estão sujeitas a níveis altos deste elemento no substrato, constituindo-se num benefício adicional das MVAs, segundo PAULA & SIQUEIRA, (67).

Pelos resultados obtidos neste estudo, verifica-se que mudas de cafeeiro inoculadas, apresentaram menores teores de Mn que aquelas não inoculadas (Figura 19), coincidindo com o encontrado por aqueles autores. Entretanto, estas mudas apresentaram maiores quantidades deste nutriente na parte aérea, devido ao maior crescimento das mesmas.

Também na Figura 19, observa-se que mudas desenvolvidas em substrato onde a matéria orgânica foi utilizada, apresentaram maiores teores de Mn.

Segundo MALAVOLTA (57) e LOPES (47) excesso de matéria orgânica no solo pode determinar uma redução na disponibilidade

de Mn, devido à formação de complexos muito estáveis entre a matéria orgânica e o Mn. Entretanto BORKERT (7), relata que a decomposição da matéria orgânica pode resultar na liberação de canpostos orgânicos complexados, que podem formar outros complexos solúveis com metais como o Mn. Desta forma, estes complexos orgânicos solúveis devem aumentar significativamente a solubilidade deste elemento e conseqüentemente sua absorção, o que poderia explicar o encontrado neste trabalho.

Com referência ao sistema radicular, observa-se pela Figura 2^o que na dose D₁, mudas não inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica apresentaram dados de Mn no sistema radicular que se ajustaram a uma curva do segundo grau, passando pelo ponto máximo aos 104 dias e havendo posteriormente uma ligeira redução na quantidade de Mn, com o desenvolver da muda. Nesta mesma Figura, verifica-se que dentro de mudas inoculadas: as desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, apresentaram maior acréscimo diário na quantidade de Mn.

Na dose D₂, também foi verificado este maior acréscimo para mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, porém nesta dose, houve um menor distanciamento entre as curvas referentes a mudas não inoculadas e com matéria orgânica no substrato, e as mudas inoculadas e sem matéria orgânica no substrato. Isto provavelmente está relacionado com a maior disponibilidade de P que existe nesta condição.

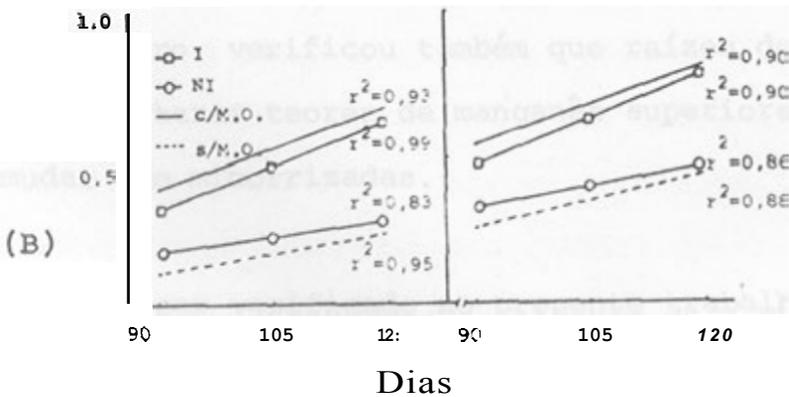
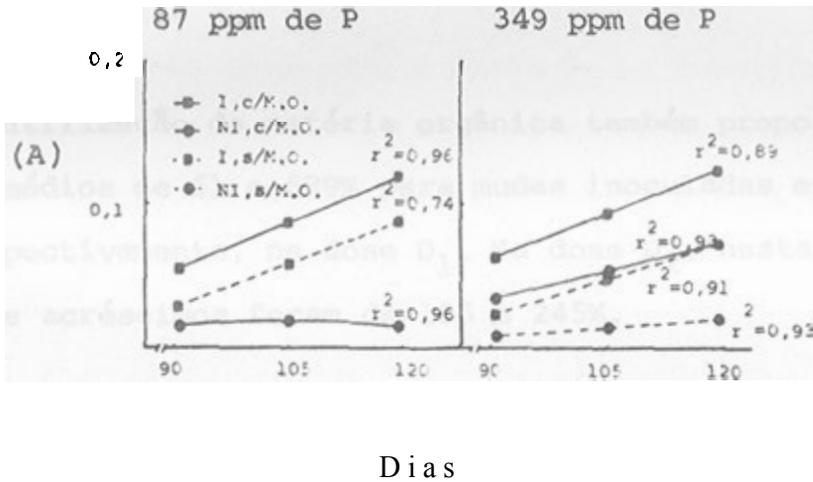


FIGURA 20 - Quantidade de manganês na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

Pelo Quadro 38A, pode-se verificar que na menor dose de P, a inoculação proporcionou acréscimos médios de 407 e 255% na quantidade de Mn no sistema radicular de mudas desenvolvidas em substrato com e sem matéria orgânica respectivamente. Na maior dose de P, nesta mesma sequência, os acréscimos médios foram de 77 e 197%.

A utilização da matéria orgânica também proporcionou acréscimos médios de 51 e 689% para mudas inoculadas e não inoculadas, respectivamente, na dose D_1 . Na dose D_2 , nesta mesma sequência, os acréscimos foram de 106 e 245%.

Com referência aos teores (Quadro 40), verifica-se que aumentaram com a inoculação e com a matéria orgânica, coincidindo com o verificado em termos de quantidade.

SOUZA (81), em seu experimento com mudas de cafeeiro, em condições de viveiro, verificou também que raízes de mudas micorrizadas apresentaram teores de manganês superiores aos encontrados em mudas não micorrizadas.

Como pôde ser verificado no presente trabalho, mudas micorrizadas apresentaram menores teores de Mn na parte aérea, porém maiores no sistema radicular. Desta forma, é possível que a presença de micorriza possa diminuir a translocação deste elemento para a parte aérea, favorecendo a tolerância das plantas a altas concentrações de Mn no solo.

Em termos de quantidade de Mn na matéria seca total, verifica-se que nas duas doses de P, as regressões apresentaram a mesma tendência (Figura 20). Os maiores acréscimos na quantidade de Mn em função do tempo ocorreram para mudas inoculadas, enquanto que os menores ocorreram para mudas não inoculadas.

A inoculação favoreceu a elevação na quantidade de Mn das mudas de cafeeiro numa média de 94 e 58% na menor e maior dose respectivamente. Já a matéria orgânica favoreceu em 222 e 90% na mesma sequência anterior. (Quadro 39A).

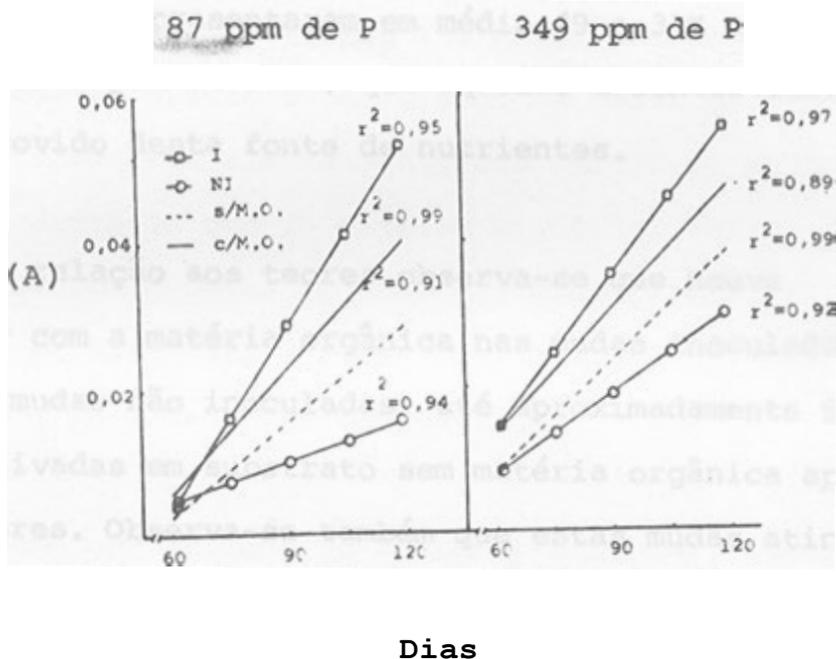
4.3.4. Zinco

A quantidade de Zn na matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro utilizadas, se ajustaram a regressões do primeiro grau, conforme se observa na Figura 21.

De acordo com estas regressões, pode-se verificar que nas duas doses de P, com o desenvolver das mudas, o maior acréscimo diário na quantidade de Zn ocorreu para mudas inoculadas, sendo seguido em ordem decrescente por mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, mudas desenvolvidas em substrato sem matéria orgânica e finalmente mudas não inoculadas.

Pelo Quadro 41A verifica-se que mudas inoculadas apresentaram em média 180% a mais de zinco na matéria seca da parte aérea que aquelas mudas não inoculadas, na dose D_1 . Já na

ZINCO, mg/planta



ZINCO, ppm

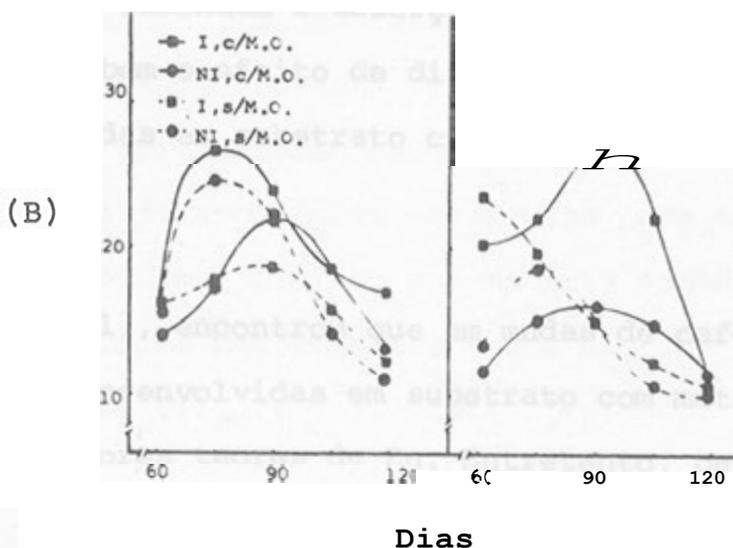


FIGURA 21 - Quantidade (A) e concentração (B) de zinco na matéria seca da parte aérea da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

dose D_2 , mudas inoculadas apresentaram **84%** a mais de Zn, Com referência à matéria orgânica, observa-se que na menor e maior dose de **P** respectivamente, mudas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica apresentaram em média **49** e **31%** a mais de Zn na matéria seca da parte aérea, que aquelas desenvolvidas em substrato desprovido desta fonte de nutrientes.

Com relação aos teores observa-se que houve tendência de aumentar com a matéria orgânica nas mudas inoculadas. Entretanto, nas mudas não inoculadas, até aproximadamente **90** dias aquelas cultivadas em substrato sem matéria orgânica apresentaram maiores teores. Observa-se também que estas mudas atingiram um pico mais rapidamente. Isto pode ser decorrente da menor disponibilidade de **P** nesta condição, favorecendo a absorção do Zn, pois segundo MALAVOLTA (57), e MENGEL & KIRKBY (60) altas concentrações de **P**, diminuem a absorção de Zn, Por outro lado pode ter ocorrido também o efeito de diluição, considerando-se que as mudas cultivadas em substrato com matéria orgânica cresceram mais.

SOUZA (81), encontrou que em mudas de cafeeiro micorrizadas, aquelas desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, apresentaram maiores teores de Zn. Entretanto, para as não micorrizadas, os teores não variaram em função da matéria orgânica.

Com referência à inoculação, observa-se que na menor do-

se de P, a inoculação aumentou os teores de Zn quando se utilizou a matéria orgânica, evidenciando o efeito da micorriza na absorção deste nutriente. Mudas inoculadas e sem matéria orgânica, apresentaram menores teores até aproximadamente 100 dias, caracterizando um efeito de diluição. Na maior dose de P, a tendência verificada foi a de aumento dos teores em mudas inoculadas, independente do uso da matéria orgânica. Estes resultados não coincidem com aqueles obtidos por COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA (15), LOPES et alii (55) e SOUZA (81) que encontraram menores teores de zinco em mudas micorrizadas,

Também com relação ao sistema radicular, observa-se que a inoculação e a matéria orgânica favoreceram a elevação na quantidade de Zn, sendo que mudas que receberam inoculação e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica apresentaram os maiores acréscimos diários: quando se utilizou a menor dose de P. Na maior dose, mudas inoculadas, independente da utilização da matéria orgânica apresentaram os mesmos acréscimos. Por outro lado, os menores acréscimos foram observados para mudas não inoculadas e cultivadas em substrato sem matéria orgânica nesta mesma dose, sendo que na menor dose a mesma não foi significativa, em função do tempo (Figura 22).

Pelo Quadro 42A verifica-se que mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica apresentaram em média 423 e 108% a mais de Zn em relação aquelas submetidas ao mesmo tipo de substrato, porém não inoculadas, na menor e maior

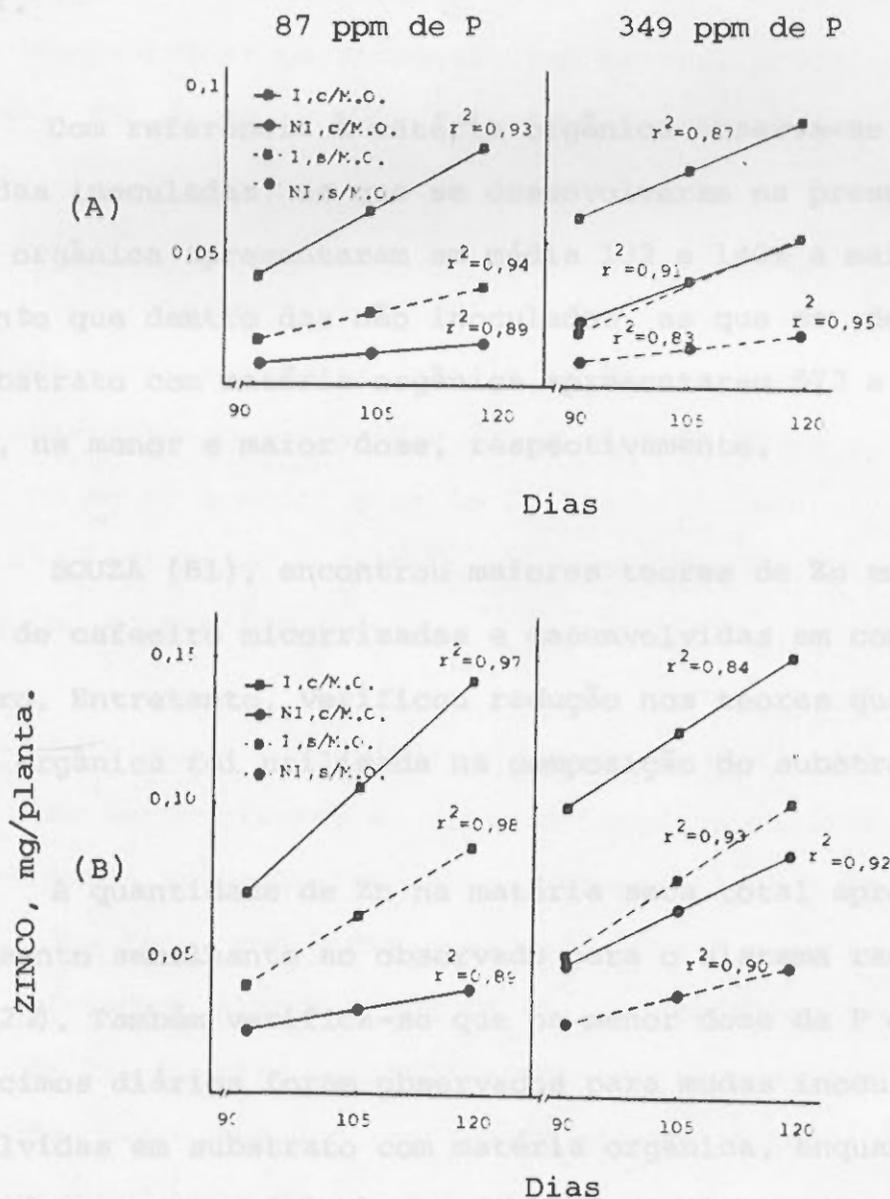


FIGURA 22 - Quantidade de zinco na matéria seca radicular (A) e total (B) da muda de cafeeiro inoculada ou não com G. margarita, desenvolvida em substrato com ou sem matéria orgânica, em duas doses de fósforo, nas diferentes épocas pós-transplante.

dose de P respectivamente. Já aquelas mudas de substrato **sem** matéria orgânica e inoculadas, apresentaram **em** média 1418 e 139% a mais de Zn, que aquelas não inoculadas, na **mesma** sequência anterior.

Com referência à matéria orgânica observa-se que dentro de mudas inoculadas, as que se desenvolveram na presença de **matéria** orgânica apresentaram em média 132 e 140% a mais de zinco, enquanto que dentro das não inoculadas, as que se desenvolveram em substrato com matéria orgânica apresentaram 573 e 175% a mais de Zn, na menor e maior dose, respectivamente.

SOUZA (31), encontrou maiores teores de Zn **em** raízes de mudas de cafeeiro micorrizadas e desenvolvidas **em** condições de viveiro. Entretanto, verificou redução nos teores quando a **matéria** orgânica foi utilizada na composição do substrato,

A quantidade de Zn na matéria seca total apresentou comportamento semelhante ao observado para o sistema radicular (Figura 2.2). Também verifica-se que na menor dose de P **os** maiores **acrécimos** diários foram observados para mudas inoculadas e desenvolvidas em substrato com matéria orgânica, enquanto, que na maior dose **o** mesmo foi observado para aquelas mudas igualmente inoculadas, **porém** desenvolvidas **em** substrato **sem** matéria orgânica. Isto provavelmente está relacionado com a maior disponibilidade de P neste último.

Verifica-se que dentro de mudas desenvolvidas **em** **subs-**
trato com matéria orgânica, as inoculadas apresentaram **em** média
251 e 97% a mais de Zn na matéria seca total que aquelas não
inoculadas, na menor e maior dose de P, respectivamente. Já para
mudas desenvolvidas **em** substrato **sem** matéria orgânica e relação
observada foi de 508 e 100%, na mesma sequência anterior (Qua-
dro 42A).

Com referência à matéria orgânica no mesmo quadro ante-
rior observa-se que mudas inoculadas desenvolvidas na sua presen-
ça apresentaram **em** média 73 e 79% a mais de Zn na matéria seca
total, na menor e maior dose de P, respectivamente. Já para as
mudas não inoculadas a relação observada foi de 199 e 82% na mes-
ma sequência anterior.

Pelo exposto verifica-se que mudas que receberam inocu-
lação e se desenvolveram **em** substrato onde a matéria orgânica
foi utilizada apresentaram maiores quantidades de Zn. De forma
geral, esta foi a tendência observada para a maioria dos nutri-
entes estudados. ABBOTT & ROBSON (1), entretanto, atentam para
o fato de que maiores quantidades de nutrientes **em** plantas mi-
corrizadas podem ser decorrentes de efeitos diretos do fungo MVA
sobre os mecanismos de absorção ou de efeitos secundários **em**
função de interações entre nutrientes.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido este estudo, os resultados permitem as seguintes conclusões:

- O fungo Gigaspora margarita colonizou as raízes das mudas de cafeeiro em substrato com ou sem matéria orgânica, evidenciando maior taxa de colonização, aos 105 dias da inoculação.

- A taxa de colonização micorrízica foi mais baixa na presença de matéria orgânica e na maior dose de fósforo.

- A inoculação das mudas de cafeeiro com Gigaspora margarita e a utilização da matéria orgânica influenciaram positivamente os parâmetros vegetativos, que apresentaram crescimento linear em relação ao tempo.

- A aplicação de matéria orgânica promoveu aumento nos teores P, K, B, Mn e Zn e reduziu os teores de N, Ca, Mg, S e Cu na parte aérea das mudas.

- A inoculação favoreceu a absorção de P, S, Cu e Zn e

provavelmente o maior crescimento verificado nas mudas micorrizadas foi consequência desta maior absorção.

- A maior quantidade dos demais nutrientes em mudas inoculadas foi decorrente do aumento da matéria seca.

- A inoculação determinou menores teores de Mn na parte aérea e maiores teores nos sistemas radiculares das mudas utilizadas.

- As quantidades dos nutrientes na matéria seca total apresentaram a seguinte ordem:

$$K > N > Mg > Ca > P > S$$

$$Mn > B > Zn > Cu$$

6. RESUMO

Os benefícios das micorrizas para a nutrição mineral das mudas de cafeeiro tem sido amplamente estudados. Entretanto não existem na literatura trabalhos sobre marcha de absorção de nutrientes por mudas, na presença de MVA. Desta forma o presente trabalho foi conduzido na casa de vegetação do DCS/ESAL, com o objetivo de se verificar o efeito de micorrizas na velocidade de absorção de nutrientes e crescimento da muda de cafeeiro, em substrato com ou sem matéria orgânica, com a aplicação de duas doses de fósforo no substrato. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 2 (ausência e presença de matéria orgânica) x 2 (ausência ou presença de inoculação) x 5 (épocas de análises), com 4 repetições, em 2 doses de fósforo, totalizando 160 parcelas.

Foi verificado que o crescimento das mudas apresentou relação linear com o tempo e foi beneficiado pela inoculação e pela matéria orgânica. Mudanças inoculadas, desenvolvidas em substrato com matéria orgânica e na maior dose de fósforo apresentaram maior altura, número de folhas e peso seco.

A taxa de colonização micorrízica aumentou até aproximadamente 105 dias, decrescendo posteriormente. Esta taxa foi **mais baixa** na presença de matéria orgânica e na maior dose de P, **conservando** contudo efeito benéfico sobre o crescimento das mudas.

A utilização da matéria orgânica determinou maiores **teores** de P, K, B, Mn e Zn e menores teores de N, Ca, Mg, S e Cu **em função de interação** entre nutrientes, efeito de diluição ou **complexação** pela matéria orgânica.

A inoculação das mudas com Gigaspora margarita **favoreceu** a **elevação** nos teores de P, S, Cu e Zn. A **maior** quantidade de **demais** nutrientes em mudas inoculadas foi **consequência** do **maior** crescimento das **mesmas**.

Mudas inoculadas apresentaram menores teores de Mn na **parte aérea** e maiores no sistema radicular, constituindo num **mecanismo** de controle da **toxidez** de Mn e benefício adicional das MVA's.

A ordem decrescente de extração de nutrientes pela **muda de cafeeiro** foi a seguinte:

$$K > N > Mg > Ca > P > S$$

$$Mn > B > Zn > Cu$$

7. SUMMARY

MINERAL NUTRITION AND **GROWTH** OF THE COFFEE SEEDLINGS UNDER **INFLUENCE** OF THE G. MARGARITA (Becker & Hall), ORGANIC MATTER AND **PHOSPHORUS** .

Mycorrhizae benefits upon mineral nutrition of coffee seedlings have been widely studied. Although the nutrients uptake going in the presence of VAM has not been reported in the literature. This work was carried out in a greenhouse at the Soil Science Department of Escola Superior de Agricultura de Lavras with the objective of studying the mycorrhizae effect upon the nutrients uptake speed and the coffee seedlings in a soil which was given two P dosages with or without organic matter. A randomized block design in a factorial scheme of 2 (in the absence or presence of organic matter) x 2 (in the presence or absence of inoculation) x 5 (analysis time) with 4 replications in 2 P dosages was used.

Coffee seedlings growth was found to be linearly related to the time and benefited by inoculation and organic matter. Tho-

se coffee seedlings grown under higher P fertility conditions, organic matter and given inoculated were found to be taller, to have more leaves and higher dry weight.

VAM colonization rate increased for nearly 105 days and decreased later. Although it was good for the seedlings growth such a rate was lower in the presence of organic matter and under P fertility conditions at the highest level.

Organic matter uptake determined higher concentrations of P,K,B,Mn and Zn and lower concentrations of N,Ca,Mg,S and Cu according to the interaction among nutrients, dilution effect or complexation by organic matter.

By inoculating seedlings with Gigaspora margarita P,S,Cu and Zn concentrations increased. The higher amount of the other nutrients in the inoculated seedlings was consequent of the higher growth of these seedlings.

Mn concentration was lower in the aerial part of inoculated seedlings and higher in the root system, what turned out to be a Mn toxicity control mechanism as well as an additional benefit from VAMs.

The decreasing order of the nutrients uptake by the coffee seedlings was:

$$K > N > Mg > Ca > P > S$$

$$M > B > Zn > Cu$$

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBOTT, L.K. & ROBSON, A.D. The effect of va mycorrhizal on plant growth. In: LE POWELL, C. & BAGYARAS, D.J. Va mycorrhiza. Boca Raton, CRC Press, 1984. p.113-29.
2. ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D. & CARDOSO, E.J.B.N. Efeito de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares na obtenção de mudas de café (Coffea arabica L.), em diferentes solos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais, Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.143.
3. BAHIA, V.G. Gênese e classificação de um solo do município de Lavras-MG. Piracicaba, ESALQ, 1975. 67p. (Tese Doutorado).
4. BAYLIS, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B. Endomycorrhizas, London, Academic Press, 1975. p.373-89.

5. **BLANCHAR, R.W.; REHM, G, & CALDWELL, A.C.** Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acids. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 29(1):71-2, Jan./Feb, 1965.
6. **BONFATE - FASOLO, P.** Anatomy and morphology of V.A. mycorrhizal. In: **POWELL, C.L. & BAGYARAS, D.J.** V.A. mycorrhiza. Boca Raton, CRC Press, 1984. p.5-33.
7. **BORKERT, C.M.** Manganês no solo. In: **SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA**, Jaboticabal, 1988. Anais, . Jaboticabal, **FCAV/UNESP/IAC/ANDA/POTAFOS**, 1988. p.229-54.
8. **BRAGANÇA, S.M.** Efeitos de fontes e doses de fósforo no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (Coffea arabica L). Lavras, **ESAL**. 1984. 94p. (Tese MS).
9. **CALDEIRA, S.F.; CHAVES, G.M. & ZAMBOLIM, L.** Associação de micorriza vesicular-arbuscular com café, **limão - rosa** e capim gordura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 18(3):223-8, mar. 1983.
10. **CARDOSO, E,J.B.N.** Efeito da micorriza vesículo-arbuscular e fosfato de rocha na simbiose Soja- rhizobium. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 9(2):125-30, maio/ago. 1985.

11. CARDOSO, E.J.B.N. Ocorrência de micorriza em café. Summa Phytopatologica, Piracicaba, 4(2/4):136-7, abr./dez. 1978.
12. CARVALHO, M.M. de; DUARTE, G.S. & RAMALHO, M.A.P. Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4. Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/EMBRAPA, 1976. p.240-1.
13. CHENG, B.T. Soil organic matter as plant nutriente. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Soil organic matter studies. Viena, s.n., 1977. V.1, p.31-9. (Proceedings series).
14. COLOZZI-FILHO, A. ; PAULA, M.A. & KATO, O.R. Influência das endomicorrizas vesicular-arbusculares na nutrição fosfatada das plantas. Lavras, ESAL, 1986. 73p. (Datilografado).
15. _____ & SIQUEIRA, J.O. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. I. Efeitos de Gigaspora margarita e adubação fosfatada no crescimento e nutrição. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(3):199-205, set./dez. 1986.

16. COLOZZI-FILHO, A.; SIQUEIRA, J.O. & OLIVEIRA, E. Ocorrência de micorriza vesicular-arbusculares em alguns eco e agrosistemas do Estado de Minas Gerais. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS 1, Lavras, 1985. Anais.. . Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.146.
17. _____ : SOUZA, P. de: OLIVEIRA, E. & CARVALHO, M.M. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro Catuaí micorrizadas, Fitopatologia Brasileira, Brasilia, 10(2):335, jun. 1985. (Resumo).
18. COOPER, K.M. Physiology of V.A. mycorrhizal associations. In: POWELL, C.L. & BAGYARAS, D.J., eds. V.A. mycorrhiza. Boca Raton, CRC Press, 1984. p.155-86.
19. COX, G.; SANDERS, F.E.; TINKER, P.B. & WILD, J.A. Ultrastructural evidense relating to host - endophyte transfer in a vesicular arbuscular mycorrhizas. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B. Endomycorrhizas. London, Academic Press, 1975. p.297-312.
20. CRUSH, J.R. Plant growth responses to vesicular arbuscular micorriza VII growth and nodulation of some herbage legumes. New Phytology, Oxford, 73(1):743-9, 1974.

21. EZETA, F.N. & CARVALHO, P.C.L. ,Influência da endomicorriza na absorção de P e K e no crescimento da mandioca. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 6(1):25-8 jan./abr. 1982.
22. _____ & SANTOS, O.M. Importância da endomicorriza na nutrição mineral do cacauero. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 5(1):22-7, jan./abr. 1981.
23. FERNANDES, A.B. Micorrizas vesículo-arbusculares em cafeeiros da região Sul do Estado de Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1987. 98p. (Tese MS).
24. FERRAZ, J.M.G. Levantamento de micorriza vesículo-arbuscular em culturas da amazônia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 3(3):194-6, set./dez. 1979.
25. FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P. Cobre no solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, Jaboticabal, Anais... Jaboticabal, FCAV/UNESP/IAC/ANDA/POTAFOS, ,1988. p.187-227.
26. FLORENCE, M.L.D. & MIGUEL, A.E. Efeitos da inoculação de 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, 1986. p.98-101.

27. FLORENCE, M.L.D. & MIGUEL, A.E. & 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.
28. FRED GUZMAN, A. Efeitos benéficos de microorganismos del Suelo en desarrollo de algunos 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. p.308.
29. GERDEMAN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizal. In: TORREY, J.D. & CLARKSON, D.T. The development and function of roots, New York, Academic Press, 1975. p.575-91.
30. _____ . Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Annual Review of phytopathology, Palo Alto, 6:397-418, 1968.
31. _____ & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone Species extracted from Soil by wit Sieving and decanting. Transaction of the Bristh Mycological Society, London, 46: 235-44, 1963.

32. GIANINAZZI-PEARSON, V. & DIEM, H.G. Endomycorrhizae in plant ecology. In: COMMENGUES, Y.R. & DIEM, H.G. Microbiology of tropical soils and plant productivity. London, Martinus Nyhoff/ Dr. Junk, 1982. p.209-51.
33. GIOVANETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. The New Phytologist, London, **84(1):489-500**, 1980.
34. GRAHAM, J.H.; LEONARD, R.T. & MENGE, J.A. Membrane mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. Plant Physiology, Washington, **68(3):548-52**, Set. 1981.
35. _____ & 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.
36. HARLEY, J.L. & SMITH, S.E. Mycorrhizal symbiosis. London, Academic Press, 1983. 483p.
37. HAYMAN, D.S. & MOSSE, B. Plant growth response to vesicular-arbuscular mycorrhiza. I. Growth of endogone - inoculated plants in phosphate - deficient Soils. New Phytologist, Oxford, **70:19-27**, 1971.

38. 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.
39. 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.
40. IGUE, X. & PAVAN, M.A. Uso eficiente de adubos orgânicos. In: **SIMPÓSIO** SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasilia, 1984. Anais ... Brasilia, EMBRAPA, 1984, p. 383-418.
41. ISHAC, Y.Z.; EL-HADDAD, M.E.; DAFT, M.J.; RAMADAN, E.M. & EL-DERDEMERDASH, 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.
42. JENSEN, A. & JAKÓBSEN, J. The occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhiza in barley and wheat growth in some danish Soils with different fertilizer treatments. Plant and Soil, Netherlands, 55(3):403-14, July 1980.
43. JOHNSTON, A. Vesicular arbuscular mycorrhiza in sea island Cotton and other tropical plants. Tropical Agriculture, Trinidad, 26(7/12):118-21, Jan./Jun. 1949.

44. 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).
45. KIEHL, E.J, Fertilizantes orgânicos, São Paulo, CERES, 1985. 492p.
46. KUCEY, M.N. & DIAB, 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.
47. LOPES, A.S, Micronutrientes; dinâmica e disponibilidade no solo, In: FERNANDES, F.M, Coord, Curso de atualização em fertilidade do solo. Campinas, Fundação Cargil, 1987. p. 209-39.
48. LOPES, E.S. Micorrizas em cafeeiro. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Aspectos da nutrição do cafeeiro. Campinas, 1985. Cap.6, p.107-16.

49. LOPES, E.S.; DIAS, R. & COSTA, A.M. Problemas no desenvolvimento e na colonização micorrízica natural de mudas de café em viveiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais, Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.156.
50. _____ & FERNANDES, F.A. Endomicorrizas; produção de inóculo e inoculação. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais. Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.127-37.
51. _____; OLIVEIRA, E.; DIAS, R. & SCHENK, N.C. Occurrence and distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi in coffee (Coffea arabica L.) plantations in Central São Paulo State, Brasil. Turrialba, Turrialba, 33(4):417-22, Oct./Dec. 1983.
52. _____ & NEPTUNE, A.M.L. Efeito de espécies de micorrizas vesicular-arbusculares em sirato (Macroptilium Atropurpureum). Bragantia, Campinas, 39(17):241-7 nov. 1980.
53. _____ & MORAES, F.R.P. Efeito da inoculação do cafeeiro com diferentes espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7(2):137-41, maio/ago. 1983.

54. LOPES, E.S.; 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.
55. _____; TOLEDO, S.V. de; HIROCE, R.; DIAS, R. & OLIVEIRA, E. Efeitos de 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 CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC, 1983. p.121-2.
56. _____; 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.
57. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
58. MENARD, L.N. & MALAVOLTA, E. Estudo sobre alimentação mineral de 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.

59. MENGE, J.A.; JOHNSON, E.L.V. & PLATT, R.G. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. The New Phytologist, London, **81(1):553-9**, 1978.
60. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of Plant nutrition 3.ed. International. Bern, Bern. Potash Institute, 1982. 655p.
61. MIRANDA, J.C.C. Influência de fungos endomicorrízicos inoculados a campo, na cultura de sorgo e soja **em um solo sob** cerrado. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, **6(1):19-23**, jan./abr. 1982.
62. _____. Ocorrência de fungos endomicorrízicos nativos **em um solo** de cerrado do Distrito Federal e sua influência na absorção de fósforo por Brachiaria decumbens stapf. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, **5(2):102-5**, maio/ago. 1981.
63. MOSSE, B. Advance in the Study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, **11**: 171-96, 1973.
64. _____. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Hawai, Institute for Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 82p. (Research Bulletin, 194).

65. OLIVEIRA, E. Taxonomia da Endogonaceae. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.100-19.
66. PARADA, A. Efeito do fósforo e de micorriza vesículo-arbuscular no feijoeiro. Piracicaba, ESALQ, 1984. 138p. (Tese MS).
67. PAULA, M.A. & SIQUEIRA, J.O. Efeitos da umidade do **solo** sobre a simbiose endomicorrízica **em** soja: II Crescimento, nutrição e relação água-planta. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 11(3):289-93, set./dez. 1987.
68. PHILIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improve procedures **for** clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment **of** infection. Transactions of the British Mycological Society, London, 55(1):158-61, Aug. 1970.
69. RHODES, L.H. & GERDEMAN, J.W. Nutrient translocation in vesicular-arbuscular mycorrhizal. In: COOD, C.B.; PAPPAS, W. & RUDOLPH, E.D, eds. Celular interation in symbiosis and parasitism. Ohio, University Columbia, 1980. p.173-95.

70. RHODES, L.H. & GERDEMAN, J.W. Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non mycorrhizal onions. The New Phytologist, London, 75(3):555-61, 1975.
71. ROSAND, P.C. & DIAS, R. Associações micorrízicas e a nutrição mineral das plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.33-59.
72. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
73. SHEIKH, N.A.; SAIF, S.R. & KHAN, A.G. Ecology of Endogone. II, Relationship of endogone spore population with chemical soil factors. Inslambad Journal Science, 2(1): 6-9, 1975.
74. SIQUEIRA, J.O. Micorrizas: forma e função. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBREMICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.5-32.
75. Nutritional and edaphic fators affecting spore germination, germ tube growth and root colonization by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Gainesville, University of Flórida, 1983. 124p. (Tese Ph.D.).

76. **SIQUEIRA, J.O. & COLOZZI-FILHO, A.** Micorrizas vesículo-arbusculares **em** mudas de cafeeiro 11. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose, Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(3):207-11, set./dez. 1986.
77. _____; 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.
78. _____; HUBBELL, D.H. & VALLE, R.R. Effect of phosphorus on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizae **sym-**bioses. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 19(12):1465-74, dez. 1984.
79. _____; 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.

80. SIQUEIRA, J.O, & 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.
81. SOUZA, C, A, S, 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. Lavras, ESAL, 1987. 327p. (Tese MS),
82. STEVENSON, F.J, Role and function of humus in soil with emphasis on adsorption of herbicides and chelation of micro-nutrients. Bioscience, Washington, **22(11):643-50**, Nov. 1972.
83. WANG, S.: WANG, G.; STRIBLEY, D.D, & TINKER, P.B, Efeito do pH do solo sobre micorriza vesicular-arbuscular (VA). In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, **1**, Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.124.
84. ZAMBOLIM, L. Fungos micorrizícos 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.

85. 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 na ausência de fungos micorrízicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL/FAEPE, 1986. p.200.
86. _____ & SIQUEIRA, J.O. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura. Belo Horizonte, EMBRAPA/EPAMIG, 1985. 36p. (Documento, 26).

APÊNDICE

QUADRO 1 - Resumo das análises de variância para **os** parâmetros de crescimento, avaliados **em** mudas de cafeeiro inoculadas **ou** não com G. margarita, desenvolvidas em **subs**trato com ou **sem** matéria orgânica, na dose de 87ppm de P. ESAL, Lavras -MG, 1989.1/

Fonte de variação	QUADRADO MÉDIO DE NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA					
	Matéria seca da parte aérea	Mat.seca radicular	Matéria se ca total	Altura das plantas	Nº de folhas por planta	Área foliar
Inoculação	29,44843**	2,13905**	47,41877**	1311,28186**	104,16666**	3158018,25**
Matéria Orgânica	1,59393**	0,32550**	3,34880**	85,88167**	15,04166**	145329,625**
I X M.O.	0,11551 NS	0,00030 NS	0,10205 NS	0,07042 NS	2,66666 NS	77002,7968**
Épocas	13,33098**	1,04197**	21,81349**	496,92743**	184,34166**	733328,25**
I X E	5,24376**	0,54692**	9,16935**	160,44717**	6,56667**	249390,625**
M.O. X E	0,24654**	0,02974**	0,44808**	12,14717**	1,9416 NS	818297,6074NS
I X M.O. X E	0,05309 NS	0,01509"	0,11925*	3,569942NS	1,56667 NS	12060,60645*
Erro	0,02907	0,00600	0,04923	3,09278	0,11388	3781,18579
CV (%)	14	28	15	13	10	13

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

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

QUADRO 2 - Resumo das análises de variância para os parâmetros de crescimento, avaliados em mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

Fonte de variação	QUADRADO MEDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA					
	Matéria seca da parte aérea	Mat.seca radicular	Matéria se ca total	Altura das plantas	Nº de folhas por planta	Area foliar
Inoculação	13.97664**	1.15282**	23.16735**	356.51047**	9.37500**	665456.3125**
Matéria Orgânica	0.92630**	1.02094**	3.89620**	86.64001**	10.66666**	5101.53857NS
I X M.O.	0.14805NS	0.21470**	0.71760**	48.16667**	0.37500NS	36691.41406*
Épocas	26.25323**	2.93555**	46.61542**	921.95373**	276.11667**	1163986.625**
I X E	3.04785**	0.34157**	5.41652**	97.08269**	11.02499**	138690.8437**
M.O. X E	0.08474NS	0.15464**	0.42969**	7.38375*	1.26667NS	17601.52734NS
I X M.O. X E	0.16808"	0.04523**	0.38699**	4.09142NS	2.17499"	28480.5839*
Erro	0.05746	0.00999	0.08805	2.46382	0.77777	7421.35205
CV (%)	14	24	14	10	7	13

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições

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

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

QUADRO 3 - Matéria seca da parte aérea, de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

67 ppm de P				349 ppm de P			
I.		M.O.		I.		N.I.	
Com	Sem	Com	Sem	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
1.772	0.664	1.347	1.089	2.267	1.992	1.426	1.308

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 4 - Matéria seca radicular e total, de mudas de cafeeiro inoculadas ou não, com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
0.469	0.347	0.167	0.053	0.672	0.371	0.358	0.247
2.335	2.026	0.994	0.555	2.939	2.364	1.784	1.554

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 5 - Valores médios obtidos para altura de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		M.O.		I.		M.O.	
Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
19.23	10.40	16.02	13.62	20.60	15.98	17.70	17.15

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 6 - Valores médios obtidos para número de folhas por muda de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		M.O.		I.		N.I.	
Com	Sem	Com	Sem	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
12.06	9.979	11.42	10.62	12.04	12.25	12.29	11.75

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 7 - Valores médios obtidos para área foliar de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou **sem** matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Épocas (dias pós- transplan- tio)	87 ppm de P				349 ppm de P			
	I		N.I.		I.		N.I.	
	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
75	384.165	320.830	182.465	117.595	409.87	393.000	334.145	227.560
90	627.220	518.828	336.780	126.840	715.69	524.340	493.000	603.140
105	689.500	697.130	347.033	148.220	731.885	723.160	504.015	662.990
120	1125.380	1185.750	460.400	275.307	1254.780	1208.750	773.760	731.355
Médias	706.566	680.634	331.669	166.99	778.056	712.312	536.23	556.26

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições-

QUADRO 8 - Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Fonte de variação	Gl.	Quadrados médios e significâncias					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Inoculação	1	0.38531.10 ^{-1**}	0.19463.10 ^{-3**}	0.19180.10 ^{-1**}	0.18168.10 ^{-2**}	0.10443.10 ^{-2**}	0.56890.10 ^{-4**}
M.O.	1	0.77815.10 ⁻⁴ N.S.	0.51328.10 ^{-5**}	0.62859.10 ^{-2**}	0.22015.10 ^{-4**}	0.25561.10 ^{-7**}	0.51681.10 ^{-8**}
Inoc. X M.O.	1	0.4791.10 ^{-2**}	0.96466.10 ⁻⁷ N.S.	0.58038.10 ^{-4**}	0.63707.10 ^{-4**}	0.32346.10 ^{-4**}	0.81811.10 ^{-5**}
Épocas	4	0.13318.10 ^{-1**}	0.42128.10 ^{-4**}	0.61983.10 ^{-2**}	0.77642.10 ^{-3**}	0.51523.10 ^{-3**}	0.40499.10 ^{-4**}
Inoc. X Épocas	4	0.30511.10 ^{-2**}	0.29065.10 ^{-4**}	0.18247.10 ^{-2**}	0.34595.10 ^{-3**}	0.27097.10 ^{-3**}	0.51472.10 ^{-5**}
M.O. X Épocas	4	0.31324.10 ^{-3**}	0.46774.10 ^{-6**}	0.56606.10 ^{-3**}	0.88430.10 ^{-5**}	0.11586.10 ⁻⁵ N.S.	0.19048.10 ⁻⁶ N.S.
Inoc. X M.O. X Épocas	4	0.33563.10 ^{-3**}	0.19514.10 ⁻⁶ N.S.	0.89929.10 ^{-4**}	0.18722.10 ^{-4**}	0.37397.10 ^{-5**}	0.736610.10 ⁻⁶ N.S.
Erro	60	0.73217.10 ⁻⁴	0.18381.10 ⁻⁶	0.14446.10 ⁻⁴	0.28025.10 ⁻⁵	0.11902.10 ⁻⁵	0.19916.10 ⁻⁶
TOTAL	79 CV%	16	20	11	18	15	15

1/ Valores médios obtidos de uma muda por parcela, com 4 repetições

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

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

QUADRO 9 - Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não, com *G. margarita*, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Fonte de variância	GL	Quadrados médios e significância					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Inoculação	1	0.21989.10 ^{-2**}	0.66841.10 ^{-5**}	0.53612.10 ^{-2**}	0.53212.10 ^{-4**}	0.41602.10 ^{-3**}	0.49742.10 ^{-4**}
M.O.	1	0.49357.10 ^{-4**}	0.17133.10 ^{-6**}	0.37292.10 ^{-2**}	0.53116.10 ^{-5**}	0.79031.10 ^{-5**}	0.97268.10 ^{-5**}
Inoc. X M.O.	1	0.18709.10 ^{-4**}	0.41493.10 ⁻⁷ N.S.	0.11843.10 ^{-2**}	0.15371.10 ^{-5**}	0.11577.10 ⁻⁶ N.S.	0.37254.10 ^{-5**}
Épocas	2	0.59811.10 ^{-3**}	0.23533.10 ^{-5**}	0.89140.10 ^{-3**}	0.13650.10 ^{-4**}	0.15083.10 ^{-3**}	0.10352.10 ^{-4**}
Inoc. X Épocas	2	0.32587.10 ^{-3**}	0.20984.10 ^{-5**}	0.59048.10 ^{-3**}	0.10934.10 ^{-4**}	0.12239.10 ^{-3**}	0.57046.10 ^{-5**}
M.O. X Épocas	2	0.11672.10 ^{-4*}	0.28668.10 ⁻⁸ N.S.	0.28505.10 ^{-3**}	0.56872.10 ^{-6**}	0.57840.10 ^{-5**}	0.76915.10 ^{-6**}
Inoc. X M.O. X Épocas	2	0.20521.10 ^{-4**}	0.31819.10 ⁻⁸ N.S.	0.16300.10 ^{-3**}	0.38554.10 ^{-6**}	0.68660.10 ^{-5**}	0.38110.10 ^{-6**}
Erro	36	0.40241.10 ⁻⁵	0.18337.10 ⁻⁷	0.78054.10 ⁻⁵	0.68514.10 ⁻⁷	0.00000.10 ⁻⁶	0.00000.10 ⁻⁷
TOTAL	47 CV%	22	20	20	19	30	21

1/ Valores médios obtidos de uma muda por parcela, com 4 repetições

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

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

QUADRO 10 - Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com *G. margarita*, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Fonte de variação	GL	Quadrados médios e significância					
		N	P	R	Ca	Mg	S
Inoculação	1	0.63672.10 ^{-1**}	0.30123.10 ^{-3**}	0.49196.10 ^{-1**}	0.29728.10 ^{-2**}	0.311615.10 ^{-2**}	0.29353.10 ^{-3**}
M.O.	1	0.16534.10 ⁻⁴ N.S.	0.75831.10 ^{-5**}	0.21061.10 ^{-1**}	0.35566.10 ^{-4**}	0.10272.10 ⁻⁴ N.S.	0.55814.10 ^{-4**}
Inoc. X M.O.	1	0.61557.10 ^{-2**}	0.29326.10 ⁻⁷ N.S.	0.81403.10 ^{-3**}	0.61093.10 ^{-4**}	0.33206.10 ^{-4**}	0.10208.10 ⁻⁵ N.S.
Épocas	2	0.17107.10 ^{-1**}	0.64721.10 ^{-4**}	0.10293.10 ^{-1**}	0.85019.10 ^{-3**}	0.12222.10 ^{-2**}	0.13509.10 ^{-3**}
Inoc. X épocas	2	0.47106.10 ^{-2**}	0.47817.10 ^{-4**}	0.38041.10 ^{-2**}	0.45111.10 ^{-3**}	0.78891.10 ^{-3**}	0.54740.10 ^{-4**}
M.O. X épocas	2	0.49854.10 ^{-3**}	0.43534.10 ⁻⁸ .s.	0.14784.10 ^{-2**}	0.11353.10 ^{-4**}	0.11238.10 ^{-4**}	0.52010.10 ^{-5**}
Inoc. X M.O. X épocas	2	0.30185.10 ⁻³ N.S.	0.21618.10 ⁻⁸ .s.	0.41461.10 ^{-3**}	0.18685.10 ^{-4**}	0.13246.10 ^{-4**}	0.88165.10 ^{-5**}
Erro	36	0.12244.10 ⁻³	0.30816.10 ⁻⁶	0.23214.10 ⁻⁴	0.32397.10 ⁻⁵	0.39446.10 ⁻⁵	0.69876.10 ⁻⁶
TOTAL	47 C M	16	19	9	14	17	16

1/ Valores médios obtidos de uma muda por parcela, com 4 repetições

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

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

QUADRO 11 - Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Fonte de variação	GL	N	Quadrados médios e significância				
			P	K	Ca	Mg	S
Inoculação	1	0.73172.10 ^{-2**}	0.13020.10 ^{-3**}	0.63101.10 ^{-2**}	0.40024.10 ^{-3**}	0.44537.10 ^{-3**}	0.86324.10 ^{-4**}
M.O.	1	0.62746.10 ^{-2**}	0.37536.10 ^{-4**}	0.95812.10 ^{-2**}	0.13596.10 ⁻⁴ N.S.	0.82432.10 ⁻⁵ N.S.	0.93311.10 ⁻⁸ S
Inoc. x M.O.	1	0.12458.10 ^{-2**}	0.43291.10 ⁻⁷ NS	0.14526.10 ^{-2**}	0.25696.10 ^{-4*}	0.83968.10 ^{-4**}	0.51612.10 ^{-5**}
Épocas	4	0.23121.10 ^{-1**}	0.87888.10 ^{-4**}	0.12181.10 ^{-1**}	0.12927.10 ^{-2**}	0.92065.10 ^{-3**}	0.16510.10 ^{-4**}
Inoc. x Épocas	4	0.45910.10 ^{-4**}	0.17293.10 ^{-4**}	0.53833.10 ^{-3**}	0.46554.10 ^{-4**}	0.13271.10 ^{-3**}	0.70356.10 ^{-5**}
M.O. x Épocas	4	0.12167.10 ^{-2**}	0.22854.10 ^{-5**}	0.12729.10 ^{-2**}	0.36041.10 ^{-4**}	0.88716.10 ^{-5**}	0.65511.10 ⁻⁷ N.S
Inoc. x M.O. x épocas	4	0.29884.10 ^{-3*}	0.55245.10 ⁻⁶ NS	0.56860.10 ^{-3**}	0.92474.10 ⁻⁵ N.S.	0.84184.10 ⁻⁵ N.S.	0.39259.10 ^{-6**}
Erro	60	0.11394.10 ⁻³	0.37974.10 ⁻⁶	0.45332.10 ⁻⁴	0.37373.10 ⁻⁵	0.34150.10 ⁻⁵	0.64829.10 ⁻⁷
TOTAL	79 CV%	15	18	14	14	19	12

1/ Valores médios obtidos de uma muda por parcela, com 4 repetições

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

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

QUADRO 12 - Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G.margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Fonte de variação	GL	Quadrados médios e significâncias					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Inoculação	1	0.10353.10 ^{-2**}	0.98506.10 ^{-5**}	0.81396.10 ^{-3**}	0.48425.10 ^{-4**}	0.42228.10 ^{-3**}	0.78114.10 ^{-4**}
M.O.	1	0.84870.10 ^{-4**}	0.62291.10 ^{-5**}	0.61992.10 ^{-2**}	0.87845.10 ^{-5**}	0.50175.10 ^{-4**}	0.53854.10 ^{-4**}
Inoc. X M.O.	1	0.24950.10 ^{-4*}	0.18534.10 ^{-5**}	0.32355.10 ^{-3**}	0.10761.10 ^{-5**}	0.49491.10 ⁻⁶ N.S.	0.12288.10 ^{-4**}
Épocas	2	0.13047.10 ^{-2**}	0.55490.10 ^{-5**}	0.25121.10 ^{-2**}	0.55713.10 ^{-4**}	0.37977.10 ^{-3**}	0.61105.10 ^{-4**}
Inoc. X Épocas	2	0.16782.10 ^{-3**}	0.16426.10 ^{-5**}	0.10832.10 ^{-3**}	0.15121.10 ^{-4**}	0.78571.10 ^{-4**}	0.35404.10 ^{-4**}
M.O. X Épocas	2	0.20140.10 ^{-4**}	0.67211.10 ^{-6**}	0.67453.10 ^{-3**}	0.14150.10 ^{-5**}	0.38294.10 ^{-5**}	0.77213.10 ^{-5**}
Inoc. X M.O. X Épocas	2	0.41322.10 ^{-4**}	0.42196.10 ^{-6**}	0.33666.10 ^{-4**}	0.39848.10 ^{-6**}	0.18515.10 ⁻⁵ N.S.	0.36568.10 ^{-5**}
Erro	24	0.44570.10 ⁻⁵	0.20532.10 ⁻⁷	0.77041.10 ⁻⁵	0.12390.10 ⁻⁷	0.13175.10 ⁻⁵	0.18671.10 ⁻⁵
TOTAL	47 CV%	17	21	14	14	20	17

1/ Valores médios obtidos de uma muda por parcela, com 4 repetições

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

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

QUADRO 13 - Resumo das análises de variância para as quantidades de macronutrientes na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Fonte de variação	GL	N	Quadrados médios e significância					
			P	K	Ca	Mg	S	
Inoculação	1		0.12573.10 ^{-1**}	0.22680.10 ^{-3**}	0.12517.10 ^{-1**}	0.82879.10 ^{-3**}	0.18731.10 ^{-2**}	0.29403.10 ^{-3**}
M.O.	1		0.56874.10 ^{-2**}	0.80259.10 ^{-4**}	0.33282.10 ^{-1**}	0.40720.10 ^{-4**}	0.15563.10 ^{-4**}	0.88408.10 ^{-5**}
Inoc. X M.O.	1		0.41524.10 ⁻³ N.S.	0.27763.10 ^{-5*}	0.38735.10 ^{-2**}	0.17108.10 ⁻⁴ N.S.	0.10862.10 ^{-3**}	0.33000.10 ⁻⁶ N.S.
Épocas	2		0.28646.10 ^{-1**}	0.13284.10 ^{-3**}	0.22637.10 ^{-1**}	0.15463.10 ^{-2**}	0.25159.10 ^{-2**}	0.31233.10 ^{-4**}
Inoc. X épocas	2		0.13136.10 ^{-2**}	0.30354.10 ^{-4**}	0.10126.10 ^{-2**}	0.10801.10 ^{-3**}	0.44091.10 ^{-3**}	0.17221.10 ^{-4**}
M.O. X épocas	2		0.13654.10 ^{-2**}	0.38218.10 ^{-5**}	0.34989.10 ^{-2**}	0.32988.10 ^{-4**}	0.52295.10 ⁻⁵ N.S.	0.44920.10 ⁻⁶ N.S.
Inoc. X M.O. X épocas	21		0.53128.10 ^{-3*}	0.19641.10 ^{-5*}	0.89987.10 ^{-3**}	0.103114.10 ⁻⁴ NS	0.15164.10 ⁻⁴ N.S.	0.22056.10 ⁻⁶ N.S.
Erro	36		0.16021.10 ⁻³	0.50894.10 ⁻⁶	0.61768.10 ⁻⁴	0.49368.10 ⁻⁵	0.74995.10 ⁻⁵	0.27564.10 ⁻⁶
TOTAL	47 CV%	14		16	10	13	16	13

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições

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

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

QUADRO 14 - Quantidade de nitrogênio em g/planta, respectivamente na matéria seca da parte aérea e sistema radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
Com M.O.		Sem M.O.		Com M.O.		sem M.O.	
I	N.I.	I.	N.I.	I.	N.I.	I.	N.I.
66.39	37.97	83.84	24.47	67.66	56.43	93.27	66.25
18.88	5.47	18.19	1.89	22.99	11.23	18.45	10.35

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 15 - Quantidade de nitrogênio em g/planta na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
M.O.		I.		Com M.O.		sem M.O.	
Com	Sem	Com	Sem	I.	N.I.	I.	N.I.
69.30	10.32	101.35	38.27	96.54	76.60	120.49	87.37

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 16 - Quantidade de fósforo em g/planta na matéria seca da parte aérea, de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I		M.O.		I		M.O.	
Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
3.69	0.58	2.39	1.89	4.59	2.04	4.00	2.63

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 17 - Quantidade de fósforo em g/planta respectivamente na matéria seca radicular e total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87ppm de P				349 ppm de P			
I.		M.O.		I.		N.I.	
com	Sem	Com	Sem	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
0.86	0.05	0.51	0.40	2.00	0.78	0.57	0.21
6.09	0.80	3.86	3.03	9.36	6.18	4.34	2.17

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 18 - Quantidade de potássio **em** g/planta respectivamente, na matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas **em** substrato com ou sem matéria orgânica, **em** 2 do ses de fósforo. **ESAL**, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
5.84	4.24	2.92	0.97	7.35	4.31	4.72	3.38
4.32	1.34	0.92	0.13	4.40	1.43	3.09	1.14
12.40	7.04	4.78	1.30	14.42	7.02	9.36	5.76

1/ valores médios ($\times 10^{-2}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 19 - Quantidade de cálcio em g/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Épocas (dias pós- transplan- tio)	87 ppm de P				349 ppm de P			
	I.		N.I.		I.		M.O.	
	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	Com	Sem	Com	Sem
60	2.96	1.26	2.42	0.96	4.28	3.74	4.36	3.66
75	7.30	5.47	3.27	1.81	7.02	5.63	7.53	5.13
90	10.60	9.61	7.35	3.39	12.74	9.09	12.99	8.85
105	22.40	24.20	8.64	4.86	25.26	16.75	21.41	20.60
120	26.15	32.55	9.00	5.48	28.54	20.26	22.44	26.36
Médias	13.88	14.62	6.14	3.30	15.57	11.09	13.75	12.92

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 20 - Quantidade de potássio em ppm, no substrato utilizado para o cultivo de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989.

1/

Épocas (dias pós-transplante)	87 ppm de P		349 ppm de P	
	I.		M.O.	
	C/M.O.	S/M.O.	Com	Sem
60	648 A	62A	611 A	58 M
75	535 A	49 M	549 A	54 M
90	498 A	37 M	516 A	39 M
105	466 A	23 B	404 A	26 B
120	439 A	16 B	325 A	19 B

1/ Valores médios obtidos de 4 repetições.

QUADRO 21 - Quantidade de cálcio **em** g/planta na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não **com** G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou **sem** matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. **ESAL**, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
3.11	2.09	0.457	0.137	4.09	2.91	1.57	1.05

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, **com** 4 repetições.

QUADRO 22 - Quantidade de magnésio **em** g/planta da matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não **com** G. margarita, desenvolvidas em substrato **com** ou **sem** matéria orgânica, **em** 2 doses de fósforo. **ESAL**, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I		N.I.		M.O.		L.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	Com	Sem	Com	Sem
10.19	11.42	4.23	2.92	9.10	9.75	11.78	7.06

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, **com** 4 repetições.

QUADRO 23 - Quantidade de magnésio em g/planta na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

Épocas (dias pós-transplântio)	M.O		H	
	Sem	Com	Sem	Com
30	0.00245	0.00387	0.00141	0.00431
105	0.00541	0.00713	0.00343	0.00333
120	0.01081	0.01331	0.00631	0.01731
Médias	0.00422	0.00832	0.00335	0.01060

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 24 - Quantidade de magnésio em g/planta na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

I.	
Com	Sem
27.56	13.81

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 25 - Quantidade de enxofre em g/planta na matéria seca da parte aérea e sistema radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
2.83	3.36	1.26	0.77	3.47	4.09	2.42	1.77
3.14	1.68	0.55	0.40	5.36	2.23	1.80	0.69

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 26 - Quantidade de enxofre **em** g/planta na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas **em** substrato com ou **sem** matéria orgânica, **em** 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P		349 ppm de P			
I.		I.		N.I.	
Com	Sem	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
6.58	1.63	10.19	7.74	4.95	3.08

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 27 - Resumo das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G.margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 87 ppm de P. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

Fontes de variação	Quadrados médios e níveis de significância				
	GL	B	Cu	Mn	Zn
Inoculação	1	0.03233**	0.51.10 ⁻² **	0.27406**	0.6778.10 ⁻² **
Matéria Orgânica	1	0.02157**	0.15.10 ⁻⁴ **	1.37576**	0.1158.10 ⁻² **
I X M.O.	1	0.00102**	0.26.10 ⁻³ **	0.02085**	0.2227.10 ⁻⁵ N.S.
Épocas	4	0.006233**	0.92.10 ⁻³ **	0.25472**	0.2377.10 ⁻² **
I X E	4	0.01985**	0.56.10 ⁻³ **	0.03714**	0.1054.10 ⁻² **
M.O. X E	4	0.00503**	0.66.10 ⁻⁵ *	0.07072**	0.7763.10 ⁻⁴ **
I X M.O. X E	4	0.00269**	0.15.10 ⁻⁴ **	0.52.10 ⁻³ N.S.	0.1410.10 ⁻⁴ N.S.
Erro	60	0.00324	0.19.10 ⁻⁵	0.00125	0.9019.10 ⁻⁵
TOTAL	79CV%	13	12	15	15

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela com 4 repetições.

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

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

QUADRO 28 - Resumo das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G.mar-garita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Fontes de variação	Quadrados médios e níveis de significância				
	GL	B	Cu	Mn	Zn
Inoculação	1	0.01208**	0.31.10 ⁻² **	0.31870**	0.5090.10 ⁻² **
Matéria Orgânica	1	0.02383**	0.94.10 ⁻⁴ **	0.16697**	0.9914.10 ⁻³ **
I X M.O.	1	0.00061N.S.	0.16.10 ⁻⁴ *	0.06174**	0.6144.10 ⁻⁴ *
Épocas	4	0.11678**	0.88.10 ⁻³ **	0.45776**	0.2660.10 ⁻² **
I X E	4	0.00458**	0.40.10 ⁻³ **	0.04830**	0.2413.10 ⁻³ **
M.O. X E.	4	0.00951**	0.83.10 ⁻⁵ *	0.01977**	0.6660.10 ⁻⁴ **
I X M.O. X E.	4	0.00175*	0.24.10-%.S.	0.00570*	0.2996.10 ⁻⁴ N.S.
Erro	60	0.00938	0.23.10 ⁻⁵	0.00193	0.1452.10 ⁻⁴
TOTAL	79 CV%	16	13	12	14

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela com 4 repetições.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

QUADRO 29 - Resumo das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou **não** com G. margarita, desenvolvidas **em** substrato **com** ou **sem** matéria orgânica, na dose de 37ppm de P. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

Fontes de variação	Quadrados médios e níveis de significância			
	GL	Cu	Mn	Zn
Inoculação	1	$0.56.10^{-2**}$	$0.37.10^{-1**}$	$0.1390.10^{-1**}$
Matéria Orgânica	1	$0.99.10^{-3**}$	$0.62.10^{-2**}$	$0.5207.10^{-2**}$
I X M.O.	1	$0.42.10^{-3**}$	$0.89.10^{-3**}$	$0.1729.10^{-2**}$
Épocas	2	$0.13.10^{-2**}$	$0.76.10^{-2**}$	$0.2397.10^{-2**}$
I X E	2	$0.86.10^{-3**}$	$0.64.10^{-2**}$	$0.1419.10^{-2**}$
M.O. X E	2	$0.18.10^{-3**}$	$0.19.10^{-3**}$	$0.4939.10^{-3**}$
I X M.O. X E	2	$0.11.10^{-3**}$	$0.21.10^{-3**}$	$0.2492.10^{-3**}$
Erro	36	$0.18.10^{-5}$	$0.34.10^{-4}$	$0.1089.10^{-4}$
TOTAL	47 CV %	23	18	17

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela com 4 repetições

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

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

QUADRO 30 - Resumo das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

Fontes de variação	Quadrados médios e níveis de significância			
	GL	Cu	Mn	Zn
Inoculação	1	0.32.10 ^{-2**}	0.13.10 ^{-1**}	0.1131.10 ^{-1**}
Matéria Orgânica	1	0.20.10 ^{-2**}	0.22.10 ^{-1**}	0.1410.10 ^{-1**}
I X M.O.	1	0.37.10 ^{-3**}	0.41.10 ^{-3**}	0.1886.10 ^{-2**}
Épocas	2	0.15.10 ^{-2**}	0.11.10 ^{-1**}	0.5256.10 ^{-2**}
I X E	2	0.22.10 ^{-3**}	0.16.10 ^{-2**}	0.4388.10 ^{-3**}
M.O. X E	2	0.95.10 ^{-4**}	0.89.10 ^{-3**}	0.6569.10 ^{-3**}
I X M.O. X E	2	0.54.10 ^{-4**}	0.35.10 ^{-3**}	0.4450.10 ^{-3**}
Erro	36	0.79.10 ⁻⁵	0.73.10 ⁻⁴	0.1676.10 ⁻⁴
TOTAL	47 CV%	17	20	12

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

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

QUADRO 31 - Resumo das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 87ppm de P. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

Fontes de variação	Quadrados médios e níveis de significância			
	GL	Cu	Mn	Zn
Inoculação	1	0.22.10 ^{-1**}	0.57909**	0.4206.10 ^{-1**}
Matéria Orgânica	1	0.74.10 ^{-3**}	1.69556**	0.1179.10 ^{-1**}
I X M.O.	1	0.17.10 ⁻⁴ N.S.	0.03077**	0.1920.10 ^{-2**}
Épocas	2	0.44.10 ^{-2**}	0.27339**	0.8950.10 ^{-2**}
I X E	2	0.28.10 ^{-2**}	0.06841**	0.4916.10 ^{-2**}
M.O. X E	2	0.19.10 ^{-3**}	0.04621**	0.6055.10 ^{-3**}
I X M.O. X E	2	0.68.10 ^{-4**}	0.25.10 ⁻⁴ N.S.	0.1349.10 ^{-3**}
Erro	36	0.79.10 ⁻⁵	0.00169	0.2137.10 ⁻⁴
TOTAL	47 CV%	11	13	11

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

QUADRO 32 - Resumo das análises de variância para as quantidades de micronutrientes na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, na dose de 349 ppm de P. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

Fontes de variação	Quadrados médios e níveis de significância			
	GL	Cu	Mn	Zn
Inoculação	1	0.13.10 ^{-1**}	0.56451**	0.3208.10 ^{-1**}
Matéria Orgânica	1	0.30.10 ^{-2**}	1.49638**	0.2231.10 ^{-1**}
I X M.O.	1	0.52.10 ^{-3**}	0.08140**	0.2656.10 ^{-2**}
Épocas	2	0.45.10 ^{-2**}	0.39439**	0.1267.10 ^{-1**}
I X E	2	0.11.10 ^{-2**}	0.05154**	0.1011.10 ^{-2**}
M.O. X E	2	0.16.10 ^{-3**}	0.01259**	0.9317.10 ^{-3**}
I X M.O. X E	2	0.77.10 ^{-4**}	0.00532 N.S.	0.6981.10 ^{-3**}
Erro	36	0.13.10 ⁻⁴	0.00245	0.3484.10 ⁻⁴
TOTAL	47 CV%	12	11	9

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela com 4 repetições.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

QUADRO III - Quantidade de boro em mg/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
9.48	5.48	4.74	2.17	11.05	7.04	8.03	5.14

1/ Valores médios ($\times 10^{-2}$) obtidos de 1 muda por parcela com 4 repetições.

QUADRO 34 - Concentrações de fósforo e zinco em ppm, em substratos com ou *sem* matéria orgânica, utilizados para o crescimento de mudas de cafeeiro, na dose de 87ppm de P. ESAL, Lavras-MG. 1989.1/

Épocas (dias pós-transplan- tio	Fósforo		Zinco	
	Inoculadas		Inoculadas	
	Com M.O.	sem M.O.	Com M.O.	sem M.O.
60	36 A	6 B	7,50	1,13
75	36 A	10 B	6,40	1,08
90	29 A	6 B	8,02	1,35
105	38 A	8 B	8.30	1,60
120	32 A	6 B	7.78	2,44

1/ Valores médios obtidos de 4 repetições.

QUADRO 35 - Quantidade de cobre **em** mg/planta, na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou **sem** matéria orgânica, **em** 2 doses de fósforo. **ESAL**, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		M.O.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	Com	Sem	Com	Sem
17.09	21.55	4.62	1.90	17.89	5.48	12.77	10.60

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 36 - Quantidade de cobre em mg/planta, respectivamente na matéria seca radicular e total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas **em** substrato com ou sem matéria orgânica, **em** 2 doses de fósforo, **ESAL**, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
34.87	18.85	5.28	1.93	38.14	18.65	15.37	7.92
58.40	48.89	11.08	4.37	65.35	41.69	23.07	13.85

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 37 - Quantidade de manganês em mg/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		M.O.		I.		N.I.	
Com	Sem	Com	sem	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
29.48	17.78	36.74	10.52	57.04	27.33	38.86	20.27

1/ Valores médios ($\times 10^{-2}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 38 - Quantidade de manganês em mg/planta na matéria seca radicular de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 2/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
8.36	5.54	1.65	0.21	9.33	4.54	5.28	1.53

2/ Valores médios ($\times 10^{-2}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 39 - Quantidade de manganês em mg/planta na matéria seca total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras - MG. 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		M.O.		I.		M.O.	
Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
47.49	24.54	54.97	11.06	64.75	41.09	69.39	36.44

1/ Valores médios ($\times 10^{-2}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 40 - Teor de manganês na raiz de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG. 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
94.90	79.58	76.88	30.34	92.56	54.51	73.08	46.50

1/ Valores médios obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 41 - Quantidade de zinco em mg/planta na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica, em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras - MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		M.O.		I.		M.O.	
Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
28.63	10.22	23.23	15.62	34.83	18.88	30.37	23.23

1/ Valores médios ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.

QUADRO 42 - Quantidade de zinco em mg/planta respectivamente na matéria seca radicular e total de mudas de cafeeiro inoculadas ou não com G. margarita, desenvolvidas em substrato com ou sem matéria orgânica em 2 doses de fósforo. ESAL, Lavras-MG, 1989. 1/

87 ppm de P				349 ppm de P			
I.		N.I.		I.		N.I.	
C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.	C/M.O.	S/M.O.
56.40	25.21	11.17	1.66	78.70	32.75	37.74	13.70
104.2	60.26	29.68	1.91	130.6	73.16	66.39	36.43

1/ Valores médios, ($\times 10^{-3}$) obtidos de 1 muda por parcela, com 4 repetições.