

HUMBERTO UMBELINO DE SOUSA

EFEITO DE COMPOSIÇÕES E DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES NO  
CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE BANANEIRA (Musa sp.) CV.  
MYSORE OBTIDAS POR CULTURA DE MERISTEMAS

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fito-tecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. "Carlos Ramirez de Rezende e Silva"

Escola Superior de  
Agricultura - Produção de  
Mudas - Bananeira

AS

MINAS GERAIS - BRASIL

1994

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da ESAL.

Sousa, Humberto Umbelino de.

Efeito de composições e doses de superfosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira (*Musa* sp.) cv. Mysore obtidas por cultura de meristemas. Humberto Umbelino de Sousa. Lavras: ESAL, 1994.

88 p.: il.

Orientador: Carlos Ramirez de Rezende e Silva  
Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.  
Bibliografia.

1. Bananas - Adubação fosfatada. 2 - Bananas - Cultura de meristemas. 3 - Bananas - Mudas - Produção. 4 - Bananas - Substrato - Efeito. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

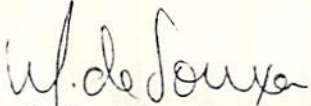
CDD-634.772

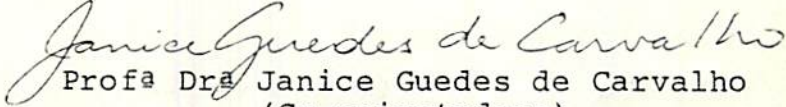
HUMBERTO UMBELINO DE SOUSA

EFEITO DE COMPOSIÇÕES E DOSES DE SUPERFOSFATO SIMPLES NO  
CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE BANANEIRA (Musa sp.) CV.  
MYSORE OBTIDAS POR CULTURA DE MERISTEMAS

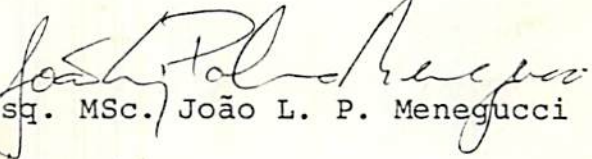
Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fito-tecnicia, para obtenção do título de "Mestre".

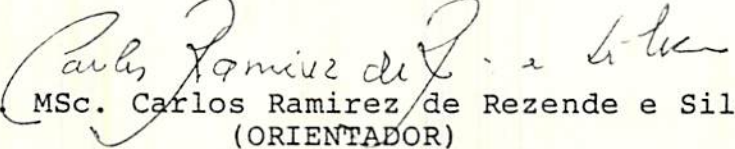
APROVADA: em 31 de agosto de 1994

  
Prof. Dr. Maurício de Souza  
(Co-orientador)

  
Prof.ª Dra. Janice Guedes de Carvalho  
(Co-orientadora)

  
Prof. Dr. Márcio Bastos Gomide

  
Resq. MSc. João L. P. Menegucci

  
Prof. MSc. Carlos Ramirez de Rezende e Silva  
(ORIENTADOR)

Aos meus pais,  
Umbelino Francisco de Sousa e  
Tereza Gomes de Sousa,  
Para Jailma, minha esposa  
e Ewerton, meu filho

DEDICO



## AGRADECIMENTOS

Em especial aos professores Carlos Ramirez de Rezende e Silva, Maurício de Souza e Janice Guedes de Carvalho pela orientação e ensinamentos.

Ao Professor Agostinho Roberto de Abreu/DCE-ESAL pela orientação nos trabalhos estatísticos.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), pela oportunidade de realização do curso.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela concessão da bolsa de estudos.

A FAPEMIG pela ajuda financeira na aquisição do material utilizado no experimento.

Ao Engenheiro Agrônomo João Luiz Palma Menegucci pelo apoio recebido durante a execução do experimento e processamento dos dados.

Ao Engenheiro Agrônomo Marconi Seabra Filho pelo apoio recebido no plantio das mudas e anotações durante a avaliação e colheita do experimento.

A Engenheira Agrônoma Maria Geralda Vilela Rodrigues pelo apoio recebido no plantio das mudas.

A acadêmica de Agronomia, Cristiane Regina Bueno, pelo apoio recebido no plantio das mudas.

À Janaina Vieira de Sousa, minha cunhada, pelo apoio nas anotações durante a avaliação e colheita do experimento.

Aos operários do Setor de Fruticultura/ESAL pelo apoio recebido no transporte dos materiais e preparo dos substratos.

Em especial à Jailma Vieira de Sousa, minha esposa, pela constante dedicação e carinho em todos os momentos.

MUITO OBRIGADO!

## SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	viii
RESUMO .....	xii
SUMMARY .....	xiv
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>03</b>
2.1 Composição de substratos .....	03
2.2 Efeito do fósforo no crescimento e nutrição da bananeira .	09
2.3 O fósforo no solo .....	15
<b>3 HIPÓTESES .....</b>	<b>18</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
4.1 Material .....	19
4.1.1 Cultivar e mudas .....	19
4.1.2 Recipientes .....	20
4.1.3 Componentes dos substratos .....	20
4.2 Métodos .....	22
4.2.1 Delineamento experimental .....	22
4.2.2 Preparo dos substratos .....	24
4.2.3 Instalação e condução .....	25
4.2.4 Avaliações e análises estatísticas .....	26
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
5.1. Características de crescimento .....	29
5.1.1 Altura de mudas .....	31
5.1.2 Diâmetro do pseudocaule .....	36
5.1.3 Número de folhas e área foliar .....	38
5.1.4 Diâmetro do rizoma e comprimento de raízes .....	41
5.1.5 Peso fresco da parte aérea, rizoma e raízes .....	43
5.2 Nutrição de mudas .....	45
5.2.1 Macronutrientes na matéria seca da parte aérea .....	45
5.1.2 Micronutrientes na matéria seca da parte aérea .....	61
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>84</b>

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características físico-químicas dos principais componentes das composições básicas. Lavras, ESAL, 1994 .....	21
2	Proporção dos materiais na constituição das composições básicas. Lavras, ESAL, 1994 .....	22
3	Composição dos substratos e respectivas denominações, considerando-se as diferentes composições básicas e doses de $P_2O_5$ . Lavras, ESAL, 1994 .....	23
4	Volume em litros, de cada material utilizado na constituição do total de cada composição. Lavras, ESAL, 1994 .....	24



## Quadro

## Página

5	Valores médios das características de crescimento, altura, diâmetro do pseudocaule, área foliar, número de folhas, comprimento de raízes, diâmetro do rizoma, peso da matéria de fresca da parte aérea, do rizoma e das raízes de mudas de bananeira cv. Mysore, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 .....	30
6	Teores médios de macronutrientes em % na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 .....	46
7	Teores médios de micronutrientes em ppm na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 .....	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Equações de regressão para altura média de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, até 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 .....	32
2	Equações de regressão para diâmetro médio do pseudocaule no colo da muda de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, até 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994	37
3	Equações de regressão para diâmetro médio do pseudocaule na roseta foliar de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, até 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 .....	38
4	Número médio de folhas nas mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 .....	39

Figura	Página
5	Equação de regressão para número médio de folhas nas mudas de bananeira cv. Mysore em função do número de dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ..... 40
6	Equações de regressão para área foliar média de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, até 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ..... 41
7	Diâmetro médio de rizoma e comprimento médio de raízes de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ..... 42
8	Peso médio da matéria fresca da parte aérea, das raízes e rizoma de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ..... 45

## Figura

## Página

- 9 Teores médios de N, K, Mg e S na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ..... 48
- 10 Equações de regressão para teor médio de P na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições e doses de  $P_2O_5$  aos 60 dias pós- repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ..... 50
- 11 Equações de regressão para teor médio de Ca na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições de doses de  $P_2O_5$  aos 60 dias pós- repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ..... 55
- 12 Equação de regressão para teor médio de S na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore, em função das doses de  $P_2O_5$  aos 60 dias pós- repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ..... 59



## Figura

## Página

- 13            Equações de regressão para teor médio de B na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições e doses de  $P_2O_5$  aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 ...            63
- 14            Teores médios de Cu, Fe e Zn na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994 .....            66
- 15            Equações de regressão para teor médio de Mn na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições e doses de  $P_2O_5$  aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994            69

## RESUMO

SOUSA, Humberto Umbelino de. Efeito de composições e doses de superfosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira (*Musa sp.*) cv. Mysore obtidas por cultura de meristemas.\* Lavras: ESAL, 1994. 88p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia)

Neste trabalho avaliou-se o efeito de composições e doses de superfosfato simples utilizadas na constituição de substratos na etapa intermediária de formação de mudas de bananeira provenientes de cultura de meristemas. O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação, no Setor de Fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL). Estudou-se cinco composições básicas compostas por areia lavada; Latossolo Vermelho Amarelo Húmico; esterco de galinha de gaiola e casca de arroz carbonizada, em diferentes proporções e quatro doses de superfosfato simples. Utilizou-se o Delineamento experimental em blocos casualizados completos com os tratamentos arranjados em esquema de parcelas sub-divididas, sendo a parcela composta pelo fatorial 5 x 4 (cinco composições e quatro doses de superfosfato simples) e a sub-parcela por três épocas de avaliação, ou seja, 30; 45 e 60 dias após a repicagem das mudas

---

\* Orientador: Carlos Ramirez de Rezende e Silva. Membros da banca: Janice Guedes de Carvalho; João Luiz Palma Menegucci, Márcio Bastos Gomide e Maurício de Souza.

da bandeja para o vaso, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de quatro vasos, com uma muda cada um. Aos 60 dias após a repicagem, a composição constituída por 25% de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico + 15% de areia grossa lavada + 45% de esterco de galinha + 15% de casca de arroz carbonizada, proporcionou crescimento médio das mudas, superior às demais, representado por 88,67% em altura; 93,61% no diâmetro do pseudocaule no colo da muda; 87,64% no diâmetro do pseudocaule à altura da roseta foliar; 164,03% na área foliar; 8,26% no número de folhas; 81,67% no diâmetro do rizoma; 278,91% no peso fresco da parte aérea; 326,42% no peso fresco do rizoma e 76,12% no peso fresco das raízes, em relação a composição formada por 60% de casca de arroz carbonizada + 25% de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico + 15% de areia lavada, que proporcionou menores valores médios de crescimento. Verificou-se interação do superfosfato simples com as composições para os teores de fósforo; cálcio; boro e manganês na matéria seca da parte aérea. A aplicação de doses crescentes de superfosfato simples não influenciou o crescimento das mudas ao longo do período de avaliação.

## SUMMARY

EFFECT OF COMPOSITIONS AND RATES OF SIMPLE SUPERPHOSPHATE ON GROWTH AND NUTRITION OF BANANA TREE CUTTINGS (*Musa* sp.) CV. MYSORE OBTAINED BY MERISTEM CULTURE.

In this work was evaluated the effect of different compositions and rates of simple superphosphate utilized as a substrate in the intermediate stage in the process of banana tree cutting establishment proceeding from tissue cultures. Five basic compositions consisting of washed sand, humic yellow red latosol, hen manure and carbonized rice husk in several ratios and four rates of simple superphosphate containing 18% water soluble  $P_2O_5$ , were used. The experiment was settled and conducted at a greenhouse in the Fruit Science Sector of the Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL). The experimental design used was the randomized block with the treatments arranged in a split-plot scheme, being the plot made up of the 5 x 4 factorial scheme (five compositions and four rates of  $P_2O_5$ ) and the subplot consisting of three grading times, with four replicates. The experimental unit was composed of four pots, with a plant each one. Cultivar Mysore was utilized, where the growth traits, cutting height, corm diameter, leaf area, leaf cockspur diameter and number of leaves, were evaluated at 30, 45 and 60 days after transplanting. At 60 days after transplanting, the growth traits



were evaluated: root length, rhizome diameter, weight of the fresh matter of the aeriap part, root and rhizome and nutrient content in the dry matter of aerial part. The composition consisting of humic yellow red latosol + river gross sand + hen manure + carbonized rice husk, at the 25%, 15%, 45% and 15% ratios, respectively, gave average growth on all the growth traits evaluated, superior to the others, except for the trait root length, where the composition made up of carbonized rice husk + humic yellow red latosol + river sand at the 60, 25 and 15% ratios, respectively, gave average length superior to all other compositions. There was interaction of simple superphosphate with the substrates for the contents of phosphorus, calcium, boron and manganese in the shoot dry matter. The application of growing rates of simple superphosphate did not influence the growth of the cuttings throughout the grading period of the experiment.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo maior produtor mundial de bananas, com 5.650 mil toneladas no ano de 1992 (FAO, 1992), a região Nordeste ocupa o 1º lugar com 42% da produção nacional destacando-se o estado da Bahia como maior produtor. A região Sudeste ocupa o 2º lugar, com 25,5% da produção nacional (Carraro e Cunha, 1994), sendo São Paulo o principal pólo produtor, inclusive para a exportação.

Em Minas Gerais, a bananicultura apresenta-se em estágio de crescente expansão, ocupando uma área de 35,50 mil hectares, onde as regiões Mata-Vertentes e Sul de Minas possuem 9,85 e 8,06 mil hectares cultivadas, respectivamente (Cresce..., 1992). No sul de Minas Gerais, a exploração surge como forte alternativa para diversificação, em função da crise prolongada que enfrenta a cafeicultura, principal atividade da região.

Em todas as regiões do país onde a bananicultura têm-se expandido significativamente, há a ameaça de problemas fitossanitários, entre os quais o mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum* sp. f. *Cubense*), doença fúngica que têm alcançado rápida disseminação e nematóides, que têm na muda o principal veículo disseminador.

A metodologia convencional de campo, aliada a quase inexistência de viveiristas e de programas que orientem e



fiscalizem a produção de mudas desta frutífera está levando os novos produtores à riscos elevados na exploração.

Torna-se portanto necessário o desenvolvimento de técnicas de propagação e aprimoramento daquelas já existentes. A propagação "in vitro" se destaca entre essas, fornecendo mudas saudáveis, porém, comercializadas quando apresentam porte em torno de 10 a 15 cm de altura. Se levadas diretamente ao campo, tornam-se predispostas a um elevado índice de perdas por motivos variáveis como condições climáticas adversas, ataque de pragas, aterramento da muda quando da ocorrência de chuvas fortes, competição inicial com plantas daninhas e verificações de possíveis mutações o que resultaria em seu descarte. Ressalta-se também o elevado custo da muda, em torno de cinquenta centavos de dólar.

Desta maneira, constata-se a necessidade da realização de uma etapa intermediária entre a produção da muda pelo laboratório e o seu plantio definitivo em campo. Esta, consistiria basicamente na repicagem das mudas das bandejas nas quais são comercializadas para recipientes plásticos que acondicionariam substratos adequados ao seu rápido desenvolvimento.

Em função do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes composições associadas a doses de superfosfato simples, no crescimento e nutrição de mudas de bananeira (*Musa sp.*) cv. Mysore, obtidas por cultura de meristemas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Composição de substratos

Tanto na literatura brasileira, quanto na internacional, praticamente inexistem trabalhos sobre estudos de substratos utilizados para formação de mudas de bananeira. Desta forma as referências e comparações serão feitas considerando-se estudos realizados na formação de mudas de outras plantas e frutíferas, associados aos conhecimentos básicos de fisiologia, solos e nutrição de plantas.

A bananeira é uma planta que se apresenta com crescimento rápido e contínuo ao longo do tempo, tornando-se necessário a utilização de substratos, quando da formação de suas mudas, que proporcionem rápido crescimento através do fornecimento de forma constante e em níveis adequados os nutrientes essenciais. Assim teríamos o desenvolvimento simultâneo e equilibrado, tanto do sistema radicular quanto da parte aérea, com a possibilidade de se alcançar índices superiores de pegamento da muda em campo, bem como seu rápido crescimento inicial, como mencionado por Peixoto (1986).

O substrato exerce influência significativa na arquitetura do sistema radicular, no estado nutricional das

plantas (Spurr e Barnes, 1973), bem como no movimento da água no sistema solo-planta-atmosfera (Orlander e Due, 1986).

O ideal, segundo Coutinho e Carvalho, citados por Mello (1989), deve ser de baixa densidade, rico em nutrientes, ter composição química e física uniforme, elevada CTC, boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem, boa coesão entre partículas ou aderência junto às raízes e ser preferencialmente um meio estéril.

Alguns autores (Spomer, 1974; Grass e Agius, [198-]) preconizam métodos para calcular as proporções dos componentes, afim de se obter um substrato adequado ao crescimento das plantas. No entanto, é muito difícil propor um método seguro, principalmente em função de não se empregar a mesma metodologia para análises dos materiais orgânicos, que inclusive podem sofrer alterações durante a estocagem (Rac, 1985).

Neves, Gomes e Novais (1990) relatam que os substratos orgânicos apresentam composição química variável, chegando a apresentar excessos, carências e desequilíbrio de nutrientes e que o enriquecimento desses substratos com base em fertilizantes, pode acarretar problemas nutricionais às mudas.

Para Souza (1983), os materiais são escolhidos em função da disponibilidade e de suas propriedades físicas e, muitas vezes, substratos com baixos teores de nutrientes são usados, sendo necessário a adição de fertilizantes.

Segundo Hartmann e Kester (1975) e Blanc (1981), materiais de diferentes origens e suas mistura, são utilizados para germinação de sementes e enraizamento de estacas. Resultados superiores dependerão de suas características de

firmeza, volume razoavelmente constante quando seca ou úmida, capacidade de retenção de umidade, porosidade para facilitar a drenagem e permitir a aeração, boa sanidade, baixo nível de salinidade e disponibilidade de nutrientes.

A casca de arroz carbonizadas é considerada um bom material que poderá participar da constituição do substrato, por apresentar características que permitem a penetração e a troca de ar na base das raízes; é firme e densa; tem coloração escura; é leve e porosa, permitindo boa aeração e drenagem; tem volume constante seja seca ou úmida; é livre de plantas daninhas, nematóides e patógenos, além de não necessitar de tratamento químico para esterilização, em função da carbonização (Souza, 1993).

Os conhecimentos básicos existentes sobre o comportamento desta frutífera, sua estrutura morfológica e sua constituição podem dar um direcionamento sobre a constituição físico-química do substrato para a sua propagação.

A bananeira é uma planta de crescimento vigoroso, rápido e contínuo; possui em sua constituição cerca de 90% de água e grande área foliar. Estas características fazem com que a planta perca quantidades elevadas de água em pequeno espaço de tempo, principalmente por transpiração. Possui sistema radicular distribuído nas camadas mais superficiais do solo, onde suas raízes são formadas continuamente até a diferenciação floral (Moreira, 1987).

Através das características mencionadas pode-se se traçar o perfil de um substrato para esta frutífera, que deverá apresentar as seguintes características: apresentar volume



constante quando seco ou úmido; apresentar retenção de umidade, porém, sem causar encharcamento; ser rico em nutrientes e apresentar pH em torno de 6,5; deve ser leve e poroso, para propiciar o desenvolvimento das raízes; deve proporcionar boa agregação junto as raízes, o que possibilita o seu manuseio no campo, sem danificá-la; deve ser isento de patógenos, nematóides e sementes de plantas daninhas.

Os resultados de pesquisas desenvolvidas em silvicultura, floricultura, cafeicultura e citricultura, poderão auxiliar a caracterização do substrato ideal para mudas de bananeira.

Alguns têm demonstrado que, o substrato mais apropriado para cafeeiro é constituído de terra comum, esterco e adubo químico, Godoy Júnior (1959) e Godoy e Godoy Júnior (1965).

Para cada tonelada de terra usada como substrato, deve-se usar 100 kg de esterco de curral ou 25 kg de esterco de galinha ou ainda 5 kg de torta de oleaginosa, todos com processo de fermentação já completado, e ainda usar 2,5 kg de sulfato de amônio, 2,5 kg de superfosfato simples, 1,0 kg de cloreto de potássio e 10 a 20 g de sulfato de zinco e, caso o solo mostre pH abaixo de 6,5, aplicar 1,0 a 2,0 kg de calcário dolomítico antes de adicionar fertilizantes, Malavolta et al. (1974).

Carvalho, Duarte e Ramalho (1976) e Carvalho, Duarte e Ramalho (1978) verificaram que as mudas de cafeeiro desenvolveram-se melhor quando usou-se 60 litros de esterco de galinha e 1,0 kg de  $P_2O_5$  para cada  $m^3$  de solo comum; também os resultados foram superiores com o emprego de 300 litros de esterco de curral e 1,0 kg de  $P_2O_5$  por  $m^3$  da mistura.



Em trabalhos realizados pela estação experimental de Machado, em Machado - MG, constatou-se que o uso de solo de pastagens em mistura com esterco de bovino e de galinha, preferencialmente o último, proporcionou melhores resultados, dando às mudas de cafeeiro, condições ideais para o plantio aos oito meses de idade (Substratos..., 1972).

Considerando-se a produção de mudas de frutíferas, Muller, Reis e Muller (1979), observaram que a adição de esterco curtido de gado ao substrato proporcionou maior crescimento das mudas de mamoeiro, quando comparados ao tratamento sem adubo orgânico. De acordo com Medina (1980), para a produção de mudas de mamoeiro, devemos utilizar uma mistura de terra arenosa e esterco de curral bem curtido, incorporando 2,5 kg de superfosfato simples e 1,0 kg de cloreto de potássio por m<sup>3</sup> da mistura.

Também Peixoto (1986) obteve resultados superiores e lineares quando da obtenção de mudas de maracujazeiro, ao acrescentar doses de 100; 200 e 300 litros de esterco por m<sup>3</sup> de solo.

Manica (1982) relata que no Hawaii utiliza-se para o mamoeiro uma mistura, previamente esterilizada, em volumes iguais de solo, matéria orgânica, vermiculita mais aparas de madeira. Neste mesmo estado, segundo Ruggiero (1980), a vermiculita é bastante empregada na composição do substrato, pois, mantém a umidade, proporciona uma boa aeração e facilita a remoção das mudas sem causar danos às raízes do mamoeiro.

Vários tipos de solo têm sido usados na constituição de substratos, naturalmente considerando-se a disponibilidade dos mesmos no local como um fator que supera as vezes as suas carac-

terísticas. O grupo dos latossolos, com suas variações roxo; vermelho escuro e vermelho húmico, apresentaram resultados satisfatórios nas pesquisas desenvolvidas por Bueno (1984) e Lira (1990).

Toledo (1992) verificou que o substrato composto por 30% de solo + 40% de areia + 30% de húmus de minhoca, proporcionou crescimento médio em altura e diâmetro do caule do limoeiro 'Cravo' superior aos demais substratos, justificando esse resultado pela presença do húmus de minhoca na constituição, o qual apresenta a capacidade de facilitar a assimilação dos nutrientes pelas raízes e ser neutro, conforme Longo (1987).

Outros materiais orgânicos utilizados e que apresentaram efeitos significativos na formação de mudas seriam a vermiculita, esfagno, compostos orgânicos e moinha de carvão (Mello, Simões e Junqueira, 1969; Mattei e Stohn, 1980 e Fonseca, 1988), destacando-se também a casca de arroz carbonizada.

Caproni (1992) utilizando substratos com 50; 30 e 20% de palha de arroz carbonizada, vermiculita e terra de subsolo, respectivamente, na presença e ausência de adubação química, não verificou influência dos substratos para altura das mudas de eucalipto, número de pares de folhas e diâmetro do colo aos 90 dias após a semeadura, atribuindo esses resultados a ineficiência da adubação química quando aplicada na semeadura.

De outro modo, Souza (1991) observou que plantas de crisântemo cultivadas no substrato solo + areia + casca de arroz carbonizada, apresentaram produção de matéria seca, tanto total quanto de parte aérea e raízes, superiores aos das plantas cultivada nos demais substratos.

Souza (1993) menciona que a casca de arroz carbonizada é um componente de substrato usado com sucesso na propagação vegetativa da pimenta-do-reino no estado do Pará e, podem ser usadas para formação de mudas de diversas espécies de plantas florestais; frutíferas; hortícolas e ornamentais, seja pura ou em mistura com outros materiais.

## 2.2 Efeito do fósforo no crescimento e nutrição da bananeira

A bananeira, como todos os vegetais superiores, acumula matéria orgânica a partir do dióxido de carbono do ar, da água e de elementos minerais retirados do solo.

O fósforo é um componente essencial dos vegetais, onde encontra-se formando complexos com lipídios, protídeos e glucídeos tais como a lecitina, as nucleoproteínas e a fitina. Intervém ativamente em todas as reações energéticas da planta tais como respiração e fotossíntese (PPI, 1988).

Está envolvido em funções estruturais, de armazenamento e fornecimento de energia para processos endergônicos e exergônicos, respectivamente. É absorvido pelas raízes, principalmente sob as formas de íons  $H_2PO_4^-$ , provenientes da dissociação do ácido ortofosfórico,  $H_3PO_4$ , na faixa de pH de 4 a 8 (Malavolta, 1980).

No aspecto da nutrição mineral a bananeira é considerada uma planta que imobiliza uma das mineralomassas mais elevadas por hectare de vegetação. A grande quantidade de nutrientes que é retirada do solo pela cultura deve ser repostas

na forma de adubo orgânico ou mineral, afim de manter a fertilidade do solo e permitir altas produções (Carvalho, Paula e Nogueira, 1986).

Deve-se ressaltar as relações entre os nutrientes considerando-se que sua fertilização deva estar balanceada, principalmente quanto ao potássio e nitrogênio (Medeiros e Holanda, 1990).

Na bananeira, o fósforo ajuda o desenvolvimento do sistema radicular e influi decisivamente nas funções dos órgãos florais. A deficiência de fósforo provoca pequena diminuição do tamanho das folhas e da própria planta, além de haver uma redução na frequência da emissão de folhas, o cacho é pequeno e com reduzido número de frutos (Moreira, 1977).

Solis e López (1992) mencionam que esta frutífera não requer grandes quantidades deste nutriente devido a sua grande mobilidade dentro da planta, onde o mesmo é reutilizado. No entanto, Walmsley et al. (1971) citados por Lahav e Turner (1989) encontraram respostas quando o adicionaram.

Os fertilizantes fosfatados promovem efetivamente o crescimento de plantas quando aplicados a solos com baixa disponibilidade deste nutriente (Olsen, Browman e Wataneba, 1977). Diversos pesquisadores realizaram trabalhos para avaliar o efeito da aplicação do fósforo na formação de porta enxertos de citros bem como da própria muda (Silva, 1981; Nicoli, 1982; Antunes, 1987; Carvalho, 1987; Camargo, 1989; Fontanezzi, 1989; Lira, 1990; Fonseca, 1991 e Rezende, 1991); em sua grande maioria encontraram efeitos significativos sobre o crescimento das plantas

expressos através de características como altura, diâmetro do caule e matéria seca da parte aérea e da raiz. Cumpre ressaltar que há grande diversidade nas condições em que foram realizadas as pesquisas, diferentes composições de substrato, e doses de  $P_2O_5$ . De acordo com citações de Haag (1986) as recomendações de adubações de plantio adicionando  $P_2O_5$ , variam de 20 a 200 g/cova para o mamoeiro; de 20 a 1385 g/cova para a bananeira; de 20 a 60 g/cova para o maracujazeiro e de 500 g/cova para o abacateiro, em função do estado produtor.

De acordo com Lira (1990) a produção superior de matéria seca tanto da parte aérea quanto das raízes foram acompanhados por correlação positiva com acúmulo de fósforo e outros nutrientes, indicando a importante participação deste elemento na síntese de compostos que são expressos pelos acúmulos mencionados e segundo Black (1967) é maior na fase inicial de crescimento.

A adição de um fertilizante como componente do substrato não só altera os teores no mesmo, como também fornece outros nutrientes de acordo com a fonte utilizada. Deste modo, torna-se fundamental ressaltar a relação do fósforo com os demais nutrientes, que poderá ser de antagonismo, sinergismo e inibição.

Destacando-se inicialmente a relação fósforo/nitrogênio, tem-se observado diminuição do teor foliar de nitrogênio com a aplicação de doses crescentes de fósforo (Silva, 1981; Nicoli, 1982; Fontanezzi, 1989) justificada por uma possível inibição competitiva entre a forma nítrica aplicada e o íon fosfato (Silva, 1981), ou efeito de diluição (Nicoli, 1982;

Fontanezzi, 1989 e Fonseca, 1991). Entretanto, alguns autores não verificaram efeitos significativos (Camargo, 1989; Lira, 1990; Souza, 1990; Paula, 1991; Rezende, 1991; Rocha, 1992 e Souto, 1993), relatando como possíveis causas a adubação em cobertura com  $\text{KNO}_3$  e o alto teor de matéria orgânica do material formador do substrato, suprimindo assim o nitrogênio necessário, além de adubação em cobertura com nitrocálcio e foliar com Nutrimins.

A relação fósforo/cálcio é relatada por diversos autores que detectaram aumentos nos teores de fósforo e cálcio na matéria seca total das plantas cítricas cultivadas em substratos onde se adicionou fertilizantes fosfatados (Carvalho, 1987; Fontanezzi, 1989; Lira, 1990; Fonseca, 1991; Fortes, 1991; Rezende, 1991 e Rocha, 1992). Todos explicaram esses aumentos pela maior disponibilidade dos nutrientes no substrato resultante da adição de fontes que os continham. No entanto, Paula (1991) e Souto (1993) não verificaram tal efeito, resultado que estaria em função da dose de fósforo já ser suficiente para suprir a planta.

Foram observadas reduções nos teores de potássio na matéria seca total de porta-enxertos cítricos em pesquisas conduzidas por (Bueno, 1984; Carvalho, 1987; Fortes, 1991 e Rezende, 1991). Estas, se devem a vários fatores tais como antagonismo entre cálcio e potássio (Smith, 1966 e Malavolta, 1980); ou pelas maiores taxas de crescimento das plantas, causando o efeito diluição (Fonseca, 1991). Nenhum efeito foi observado provavelmente devido a um alto teor inicial deste nutriente no substrato (Silva, 1981; Camargo, 1989; Lira, 1990 e Paula, 1991).

Muitos pesquisadores abordaram em seus relatos variações no teor de magnésio na matéria seca correlacionadas com a elevação dos níveis de fósforo aplicados. Em alguns casos houve diminuição nesse teor (Bueno, 1984; Fontanezzi, 1989 e Lira, 1990), em outros houve aumentos (Silva, 1981 e Nicoli, 1982) ou nenhum efeito (Carvalho, 1987; Camargo, 1989; Souza, 1990; Fortes, 1991 e Rezende, 1991). As reduções foram atribuídas ao efeito antagônico existente entre o magnésio e o cálcio presentes nas fontes fosfatadas; os aumentos, pelo efeito sinérgico entre o fósforo e o magnésio (Malavolta, 1980).

Aumentos nos teores de enxofre na matéria seca foram relatados por (Silva, 1981; Carvalho, 1987; Lira, 1990; Fortes, 1991 e Rezende, 1991), resultantes segundo os mesmos, da presença de 12% de enxofre na composição do superfosfato simples, aumentando sua disponibilidade no substrato. Camargo (1989) não observou efeito significativo e explica este resultado, pelo alto teor de matéria orgânica no substrato, suprimindo o enxofre requisitado pela planta de maneira gradual.

Muitas pesquisas demonstraram a diminuição do teor de boro na matéria seca causada pela elevação dos níveis de fósforo (Silva, 1981; Carvalho, 1987; Fontanezzi, 1989; Lira, 1990 e Souza, 1990). Todos concordam em explicar essa redução através da inibição competitiva que ocorre entre o fósforo, cálcio e enxofre presentes nos fertilizantes e o boro do solo, ou, à diluição deste nutriente nos tecidos das plantas. No entanto, Camargo (1989), Fortes (1991) e Rezende (1991), não constataram efeito do superfosfato simples nos teores de boro, devido ao alto teor de



matéria orgânica presente no substrato. Segundo Malavolta (1980) a matéria orgânica é a fonte mais importante deste nutriente para as plantas.

Menores teores de zinco na matéria seca são relatados por Fontanezzi (1989), Souza (1990), Lira (1990) e Rezende (1991). Segundo Olsen, Browman e Watanabe (1977) o fato se deve a interação fósforo-zinco no solo formando  $Zn_3(PO_4)_2$  insolúvel, ou à diluição do zinco na planta em função do maior crescimento devido ao fósforo. O aumento no teor de zinco determinado na matéria seca das plantas após a aplicação de doses crescentes de apatita de Araxá, estaria em função da possível presença do nutriente na composição do fertilizante (Nicoli, 1982 e Camargo, 1989). A pequena variação deste nutriente foi decorrente do adequado suprimento de zinco através do substrato e da matéria orgânica (Carvalho, 1987 e Fortes, 1991).

Diminuições nos teores de cobre são relatadas por Bingham, Martin e Chastain (1958), Silva (1981), Nicoli (1982) e Lira (1990). O fósforo pode estimular o crescimento das plantas, até o suprimento de cobre no solo tornar-se limitante, caracterizando o efeito diluição (Nicoli, 1982); também poderá precipitar o cobre no solo e raízes, diminuindo sua disponibilidade para a planta (Spencer, 1960). Entretanto, Carvalho (1987), Camargo (1989), Fontanezzi (1989), Souza (1990) e Rezende (1991) não constataram efeito da aplicação de superfosfato simples nos teores de cobre.

São relatados diferentes resultados quanto ao teor de manganês na matéria seca de porta-enxertos cítricos, como

resposta das plantas adubadas com fósforo. Aumentos nos teores foliares foram relatados por Lira (1990) que atribuiu esse resultado ao baixo pH dos substratos, favorecendo a formação de fosfatos de manganês mais solúveis, tornando-o mais disponível para as plantas (Malavolta, 1980). Sua diminuição é justificada através do efeito diluição causado pelo maior crescimento das plantas (Silva, 1981; Nicoli, 1982 e Rezende, 1991). Porém, outros autores, não detectaram nenhum efeito (Fontanezzi, 1989; Souza, 1990 e Fortes, 1991).

### 2.3 O fósforo no solo

Sua concentração no solo é relativamente baixa, entre 0,2 a 0,5% e, varia de acordo com o grau de intemperismo e da composição do material de origem e, desta forma, pequena fração estaria disponível para as plantas (Barber, 1984; Stenvenson, 1986 e McGill e Cole, 1981, todos citados por Kucey, Jansen e Leggett, 1989). Além desta pequena disponibilidade, suas reações com constituintes do solo originam compostos menos disponíveis. Este processo denominado "fixação do fósforo", é o grande entrave para o melhor aproveitamento pois, apenas de 5 a 20% do fósforo aplicado é aproveitado pelas plantas (Olsen, Browman e Wataneba, 1977 e Malavolta, 1980).

A adição de doses crescentes de fósforo nos substratos de cultivo aumentou o teor deste nutriente, sob forma disponível. Isto ocorreu devido ao maior teor total de  $P_2O_5$  presente nas fontes utilizadas, baixos valores do pH, do teor inicial de



fósforo e da eficiência do extrator na sua determinação (Silva, 1981; Nicoli, 1982; Carvalho, 1987; Carmargo, 1989; Fortes, 1991 e Rezende, 1991).

O solo utilizado como base para a constituição do substrato, dependendo de sua constituição, poderá ter uma significativa influência sobre a maior ou menor disponibilidade do fósforo adicionado. Quando Lira (1990) ultrapassou a dose 2.330 g de  $P_2O_5/m^3$  aplicados ao substrato, detectou redução na disponibilidade do fósforo, provavelmente devido aos elevados teores de ferro e alumínio presentes no Latossolo Vermelho Amarelo utilizado como base do substrato, tornando o fósforo indisponível e não detectável pelo extrator.

Os íons fosfatos movem-se no solo através dos processos de fluxo de massa e difusão, sendo este último, o responsável pela grande maioria do movimento do fósforo, que ocorre em resposta a um gradiente de concentração da solução ao nível da raiz e o fósforo na solução do solo (Olsen, Browman e Wataneba, 1977).

No solo ocorre nas formas orgânicas, como ácidos nucleicos e fosfolipídeos, e inorgânica, associado à minerais de cálcio, ferro e alumínio. Ambas as formas têm problemas de disponibilidade (Brady, 1983).

Doses crescentes de fertilizante fosfatado promoveram diferentes resultados quanto aos teores de potássio do substrato. Alguns autores observaram reduções (Silva, 1981; Nicoli, 1982; Lira, 1990 e Rezende, 1991), aumentos (Bueno, 1984) ou nenhum efeito (Carvalho, 1987 e Camargo, 1989).

As reduções foram explicadas pela competição entre o cálcio existente no adubo e o potássio do solo, ou pelo teor de cálcio presente no fertilizante, que acelera a absorção de potássio, diminuindo seu teor no substrato (Malavolta, 1980). Bueno (1984), explica que o aumento no teor de potássio do substrato se deve à substituição do potássio adsorvido, pelo cálcio do superfosfato triplo, com conseqüente liberação do potássio para a solução do solo.

Quanto ao cálcio são descritas elevações em seus teores devido estar presente em forma solúvel nas fontes utilizadas, aumentando assim sua presença no solo (Carvalho, 1987; Lira, 1990; Fortes, 1991 e Rezende, 1991).

De outro modo, o teor de magnésio disponível no substrato não foi alterado quando da aplicação de doses crescentes de fósforo, devido ao seu alto teor inicial no substrato e à sua ausência nas fontes utilizadas (Carvalho, 1987; Camargo, 1989; Lira, 1990; Rezende, 1991 e Fortes, 1991).

Doses crescentes de adubo fosfatado têm promovido acréscimos (Silva, 1981 e Nicoli, 1982) ou, alterações não significativas (Camargo, 1989 e Fortes, 1991) nos valores do pH do substrato. Os aumentos são explicados em função das concentrações e solubilidade do cálcio contido nas fontes (Silva, 1981 e Nicoli, 1982). As pequenas variações nos valores de pH podem ser atribuídas aos altos teores de matéria orgânica e argila dos substratos, atuando como agentes tamponantes do substrato (Coelho e Verlengia, 1973).



### 3 HIPÓTESES

- O enviveiramento de mudas de bananeira produzidas "in vitro", realizando a repicagem das bandejas para recipientes plásticos contendo substratos adequados contribuirá para a obtenção de mudas com maior crescimento e em decorrência possibilitará alto índice de pegamento e rápido crescimento inicial em campo.
- A utilização de materiais como esterco de galinha, casca de arroz carbonizada e areia grossa lavada, associados ao solo, possibilitará a constituição de substratos que promoverá o crescimento e nutrição superior e assim, mudas mais vigorosas em menor intervalo de tempo.
- A adição de superfosfato simples às composições básicas, constituindo assim substratos, contribuirá para o crescimento e nutrição de mudas de bananeira.



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido na casa de vegetação do Setor de Fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL). O município de Lavras, Minas Gerais, situa-se a 21°14'06" de latitude sul e a 45°00'00" de longitude W.Gr. e altitude de 918 m, com clima de transição Cwb-Cwa segundo classificação de Köppen.

### 4.1 Material

#### 4.1.1 Cultivar e mudas

Utilizou-se a cultivar Mysore, que é um híbrido triplóide entre *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla, pertencente ao genoma AAB. Esta cultivar de origem indiana, apresenta-se como importante alternativa de exploração em função de sua tolerância ao mal-do-panamá. As mudas foram obtidas a partir da propagação rápida "in vitro" pelo Laboratório de Cultura de Tecidos da ESAL de acordo com a metodologia descrita por Lameira (1987), aclimatadas em bandejas de isopor de 72 células, empregando-se o substrato comercial constituído por Vermiculita e casca de *Pinus* compostada.

#### 4.1.2 Recipientes

Como recipientes usou-se sacos de polietileno preto, sanfonado e perfurado, medindo aproximadamente 15 cm de diâmetro x 32 cm de altura, com capacidade para cinco litros de substrato.

#### 4.1.3 Componentes dos substratos

As composições básicas foram constituídas a partir de diferentes proporções de esterco de galinha de gaiola, casca de arroz carbonizada, solo da classe Latossolo Vermelho Amarelo Húmico (LVAh) e areia grossa lavada. Como fonte de fósforo utilizou-se o superfosfato simples contendo 18% de  $P_2O_5$  solúvel em água. No Quadro 1 são apresentados os resultados das análises químicas dos componentes isolados.

QUADRO 1. Características físico-químicas dos componentes das composições básicas. Lavras, ESAL, 1994.

Amostra	Solo (1)	Esterco de galinha de gaiola (2)	Casca de arroz carbonizado (2)
pH em água	4,6 AcE	8,33 AlE	7,18 AlF
P (ppm)	8 B	-	-
K (ppm)	16 B	-	-
Ca (meq/100 cc)	0,3 B	-	-
Mg (meq/100 cc)	0,1 B	-	-
Al (meq/100 cc)	0,3 B	-	-
H+Al (meq/100cc)	6,3 A	-	-
S (meq/100 cc)	0,4 B	-	-
t (meq/100 cc)	0,7 B	-	-
T (meq/100 cc)	6,7 M	-	-
m %	40 A	-	-
V%	7 MB	-	-
M.Org (%)	2,1 M	13,79	31,21
Umid. 65°C (%)	-	34,74	20,79
Carbono (%)	1,2 M	-	-
N total (%)	-	1,10	0,49
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Sol.ác.cítr. (%)	-	0,99	0,039
K <sub>2</sub> O total (5) (%)	-	1,64	0,28

1 Análise realizada pelo Instituto de Química "John H. Wheelock"/DCS/ESAL.

2 Análise realizada pelo Laboratório João Carlos Pedreira de Freitas/COOXUPÊ.

S = soma de bases trocáveis;

AcE = acidez elevada;

B = baixo;

V = saturação de bases da CTC a pH 7;

T = CTC a pH 7;

M = médio

AlF = Alcalinidade fraca

A = alto;

t = CTC efetiva;

AlE = alcalinidade elevada;

m = saturação de alumínio da CTC efetiva.

MB = muito baixo.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados completos, com os tratamentos arranjados em esquema de parcela sub-dividida, onde a parcela foi constituída do fatorial 5 x 4 (cinco composições e quatro doses de  $P_2O_5$ : 0, 200, 800 e 3200 g de  $P_2O_5/m^3$  de composição), e a sub-parcela por três épocas de avaliação (30; 45 e 60 dias pós-repicagem), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por quatro recipientes com uma muda em cada.

Os tratamentos foram constituídos através de composições básicas resultante da mistura dos materiais em diferentes proporções, Quadro 2, nas quais adicionou-se as doses de  $P_2O_5$  estudadas, configurando desta forma 20 substratos relacionados no Quadro 3.

QUADRO 2. Proporção dos materiais na constituição das composições básicas. Lavras, ESAL, 1994.

Composição básica	MATERIAIS (%)			
	Esterco de galinha de gaiola	Casca de arroz carbonizada	Solo (LVAh)	Areia grossa
A	60	0	25	15
B	45	15	25	15
C	30	30	25	15
D	15	45	25	15
E	0	60	25	15



Faint, mirrored text from the reverse side of the page, appearing as bleed-through. The text is mostly illegible due to low contrast and bleed-through.

ANALYSIS (1)

Element	Symbol	Value	Unit
Carbon	C	10.0	%
Hydrogen	H	1.0	%
Oxygen	O	1.0	%
Nitrogen	N	1.0	%
Sulfur	S	1.0	%
Chlorine	Cl	1.0	%
Fluorine	F	1.0	%
Phosphorus	P	1.0	%
Iron	Fe	1.0	%
Aluminum	Al	1.0	%
Silicon	Si	1.0	%
Calcium	Ca	1.0	%
Magnesium	Mg	1.0	%
Sodium	Na	1.0	%
Potassium	K	1.0	%



QUADRO 3. Composição dos substratos e respectivas denominações, considerando-se as diferentes composições básicas e doses de  $P_2O_5$ . Lavras, ESAL, 1994.

Tratamento	Composição básica	g de $P_2O_5/m^3$ da composição	Denominação do substrato
T1	A	0	AP <sub>0</sub>
T2	A	200	AP <sub>1</sub>
T3	A	800	AP <sub>2</sub>
T4	A	3200	AP <sub>3</sub>
T5	B	0	BP <sub>0</sub>
T6	B	200	BP <sub>1</sub>
T7	B	800	BP <sub>2</sub>
T8	B	3200	BP <sub>3</sub>
T9	C	0	CP <sub>0</sub>
T10	C	200	CP <sub>1</sub>
T11	C	800	CP <sub>2</sub>
T12	C	3200	CP <sub>3</sub>
T13	D	0	DP <sub>0</sub>
T14	D	200	DP <sub>1</sub>
T15	D	800	DP <sub>2</sub>
T16	D	3200	DP <sub>3</sub>
T17	E	0	EP <sub>0</sub>
T18	E	200	EP <sub>1</sub>
T19	E	800	EP <sub>2</sub>
T20	E	3200	EP <sub>3</sub>

Para operacionalizar o preparo de cada composição utilizou-se um volume total de 320 litros de cada uma, de acordo com os materiais e suas respectivas porcentagens de participação, perfazendo 1600 litros, como mostra o Quadro 4.

QUADRO 4. Volume em litros, de cada material utilizado na constituição do total de cada composição. Lavras, ESAL, 1994.

Composição	Volume dos componentes (litros)				Total
	Esterco de galinha de gaiola	Casca de arroz carbonizada	Solo LVh	Areia grossa	
A	192	0	80	48	320
B	144	48	80	48	320
C	96	96	80	48	320
D	48	144	80	48	320
E	0	192	80	48	320
Total	480	480	400	240	1600

#### 4.2.2 Preparo do substrato

A casca de arroz foi carbonizada de acordo com a metodologia descrita por Souza (1993). Em seguida, peneirou-se cada material e mediu-se o volume de cada um de acordo com as composições. Em seguida, com o uso da enxada, procedeu-se a homogeneização da mistura.

A quantidade de superfosfato simples adicionada individualmente em cada cinco litros de composição que era a capacidade do recipiente, foi em função da dose de  $P_2O_5$ . Foi pesada em balança eletrônica, correspondendo a 0; 5,6; 22,2 e 88,9 gramas de superfosfato simples considerando-se a utilização de 0; 200; 800 e 3.200 gramas de  $P_2O_5/m^3$  de composição.

Utilizando-se um saco plástico com capacidade para 20 litros procedeu-se a homogeneização do superfosfato simples com a composição.

#### 4.2.3 Instalação e condução

Os recipientes contendo os substratos foram dispostos ao acaso dentro de cada bloco, de acordo com a casualização prévia dos tratamentos, sendo a unidade experimental composta por quatro mudas enfileiradas, totalizando quatro linhas e cinco tratamentos cada. Em seguida, procedeu-se a irrigação para eliminar possíveis bolsas de ar no interior dos recipientes.

As mudas foram repicadas das bandejas ao atingirem uma altura média de 15 cm, sendo retiradas com auxílio de uma espátula para não danificar o sistema radicular. Com o emprego da espátula, fez-se a abertura no substrato e fez-se o plantio, com o torrão rente ao nível do substrato. Logo após o plantio, fez-se a irrigação visando propiciar maior contato e aderência entre o substrato e o torrão da muda.

Além das irrigações periódicas, realizou-se adubação com solução de arranque contendo  $\text{KNO}_3$  à 0,25%, aplicando 100 ml da solução/recipiente ao redor da muda, aos 7 e 14 dias após a repicagem e eventualmente controle da cochonilha escama farinha com o emprego de Malation à 0,1% + óleo mineral à 0,025%. Antes da aplicação do fertilizante, realizou-se a escarificação em torno da muda, proporcionando a infiltração da solução. O defensivo foi aplicado direcionando o jato do pulverizador para a bainha das folhas basais e colo da muda.

#### 4.2.4 Avaliações e análises estatísticas

As características avaliadas foram determinadas em duas etapas, pois usou-se o método não destrutivo, tomando-se como valor a média das quatro mudas de cada parcela.

Na primeira etapa de avaliação, determinou-se parâmetros de crescimento, aos 30; 45 e 60 dias após a repicagem, relacionados a seguir:

**Altura:** efetuada no pseudocaule através de régua milimetrada, medindo-se desde a região do colo da planta até o ponto de inserção da 2ª folha totalmente expandida, no sentido do ápice para a base da planta.

**Diâmetro do pseudocaule:** efetuada através de paquímetro, no colo e na roseta foliar da muda, medindo-se no ponto de inserção da segunda folha totalmente expandida, a partir do ápice.

**Comprimento e largura do limbo foliar:** mediu-se na terceira folha, no sentido de ápice para a base, em função da mesma ser a mais eficiente fotossinteticamente, segundo trabalho realizado por Cayón e Louzada (1992), através de régua milimetrada.

**Área foliar:** com os valores de largura e comprimento do limbo, estimou-se a área foliar da terceira folha, de acordo com Magalhães (1985).

**Número de folhas:** através da contagem do número de folhas totalmente expandidas.



A segunda etapa constou de avaliação das plantas após sua retirada do substrato, feito através da imersão das mesmas em caixa de cimento amianto com capacidade para 1.000 litros de água durante 30 minutos. Antes da imersão da planta retirou-se uma amostra do substrato por tratamento para análise química.

Nesta segunda etapa avaliou-se:

**Comprimento de raízes:** obtido através da medição das três maiores raízes, com emprego de régua milimetrada.

**Diâmetro do rizoma:** obtido através do uso de paquímetro, no seu ponto de maior circunferência.

**Peso da matéria fresca da parte aérea; do rizoma e de raízes:** inicialmente separou-se a parte aérea, cortando o pseudocaule rente ao rizoma. Em seguida, as raízes foram separadas do rizoma através do seu corte com tesoura, rente ao rizoma. Em seguida, as partes foram lavadas em água corrente e posteriormente pesadas em balança graduada de cinco em cinco gramas.

**Nutrientes na matéria seca da parte aérea:** após a lavagem do material, separou-se as folhas do pseudocaule e em seguida as partes foram picadas. Tomou-se uma amostra de 400 g de matéria fresca, sendo 200 g de folhas e 200 g de pseudocaule, com posterior acondicionamento em sacos de papel e secagem em estufa com circulação forçada de ar à 65°C até atingir peso constante. Posteriormente, o material foi triturado em moinho e tomou-se nova amostra para análises no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/DCS/ESAL. O nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl; boro e fósforo por colorimetria com molibdato e vanadato de amônio; potássio por fotometria de chama; enxofre por

turbidimetria; cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica, através da digestão das amostras com ácido nítrico-perclórico, conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1989).

As análises estatísticas seguiram os procedimentos normais recomendados para o delineamento, conforme Campos (1984). Os dados foram analisados sem nenhuma transformação.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Características de crescimento

O resumo das análises de variância para as características de crescimento como altura, diâmetro do pseudocaule; área foliar e número de folhas de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, avaliadas aos 30; 45 e 60 dias após a repicagem encontra-se no Quadro 1A em Apêndice. Para comprimento de raízes, diâmetro do rizoma, peso da matéria fresca da parte aérea (PFPA), do rizoma (PFRi) e das raízes (PFRa), no Quadro 2A do Apêndice. Os valores médios das mesmas são apresentados no Quadro 5.

Não se observou influência da aplicação de doses crescentes de superfosfato simples, nem de sua interação tanto com as composições, quanto com as épocas de avaliação. No entanto, verificou-se efeito da composição, de épocas de avaliação e da interação composição x época para as características altura, diâmetro do pseudocaule e área foliar. Quanto ao número de folhas observou-se influência apenas de composições e épocas.

QUADRO 5. Valores médios das características de crescimento, altura, diâmetro do pseudocaule, área foliar, número de folhas, comprimento de raízes, diâmetro do rizoma, peso da matéria fresca da parte aérea, do rizoma e das raízes de mudas de bananeira aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

Substrato	Altura (cm)	Diâmetro do pseudocaule		Área foliar (cm <sup>2</sup> )	NQ folhas	Comp. Raiz (cm)	Diâmetro do Rizoma (cm)	Peso da matéria fresca		
		Colo (cm)	Roseta (cm)					P. Aérea (g)	Rizoma (g)	Raízes (g)
AP <sub>0</sub>	35,85	3,54	1,15	451,55	6,19	23,91	3,84	206,25	32,81	100,31
AP <sub>1</sub>	38,40	3,67	1,19	517,47	6,69	26,04	4,14	253,75	39,69	108,75
AP <sub>2</sub>	34,72	3,08	1,14	369,09	5,81	23,17	3,66	215,31	33,44	80,94
AP <sub>3</sub>	38,19	3,65	1,23	547,60	6,38	26,46	4,06	271,25	41,88	103,13
BP <sub>0</sub>	51,10	4,23	1,53	875,11	7,13	43,82	4,82	439,69	57,50	178,75
BP <sub>1</sub>	46,94	3,94	1,45	740,95	7,00	43,33	4,54	371,38	48,75	171,56
BP <sub>2</sub>	48,14	4,10	1,43	837,83	7,06	36,18	4,52	391,56	53,44	185,31
BP <sub>3</sub>	46,35	3,86	1,34	770,69	6,75	38,42	4,38	354,38	46,88	149,06
CP <sub>0</sub>	41,33	3,85	1,38	634,30	6,56	40,70	4,36	312,81	42,50	138,13
CP <sub>1</sub>	43,45	3,70	1,30	645,17	6,88	44,37	4,30	313,75	42,81	170,31
CP <sub>2</sub>	47,14	3,78	1,41	748,13	6,75	44,28	4,70	417,19	57,19	193,75
CP <sub>3</sub>	39,50	3,46	1,22	567,36	6,63	39,92	3,98	253,13	35,00	145,94
DP <sub>0</sub>	38,57	3,09	1,14	550,24	6,81	46,15	3,53	236,88	27,81	160,00
DP <sub>1</sub>	37,77	3,16	1,20	526,30	6,25	41,90	3,73	245,63	30,94	145,94
DP <sub>2</sub>	40,88	3,20	1,22	608,34	6,63	46,39	3,72	255,63	32,81	164,38
DP <sub>3</sub>	36,70	3,09	1,14	511,15	6,19	40,12	3,42	213,13	25,31	143,75
EP <sub>0</sub>	23,70	2,05	0,84	250,84	5,94	50,23	2,42	94,31	12,81	91,88
EP <sub>1</sub>	25,31	2,30	0,92	317,80	6,44	49,85	2,61	109,69	13,75	99,06
EP <sub>2</sub>	27,35	2,07	0,86	310,82	6,25	49,96	2,44	102,50	10,31	92,50
EP <sub>3</sub>	27,99	2,18	0,89	338,87	6,50	50,68	2,59	103,44	11,56	105,31

Para comprimento de raízes, diâmetro do rizoma, peso da matéria fresca da parte aérea (PFPA), do rizoma (PFRi) e das raízes (PFRa) verificou-se influência apenas das composições básicas substratos, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando-se estes resultados, especialmente em relação a ausência de efeitos quando se adicionou  $P_2O_5$  sob a forma de superfosfato simples, denominou-se as composições básicas A, B, C, D e E, como substratos A, B, C, D e E respectivamente, independente das doses estudadas. Desta forma torna-se mais fácil a análise dos resultados obtidos, evitando-se alguma dúvida entre os termos composições básicas e substratos.

#### 5.1.1 Altura de mudas

Como ressaltado inicialmente, a adição de doses crescentes de superfosfato simples às composições básicas não promoveu efeito significativo em nenhuma das características de crescimento determinadas, incluindo a altura de mudas.

A Figura 1, representa as equações de regressão desta característica, considerando-se o efeito de substratos e épocas de avaliação. O substrato B (45% de esterco de galinha; 15% de casca de arroz carbonizada; 25% de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e 15% de areia), proporcionou valores médios superiores de altura e da maioria das características de crescimento, com exceção do comprimento de raízes.

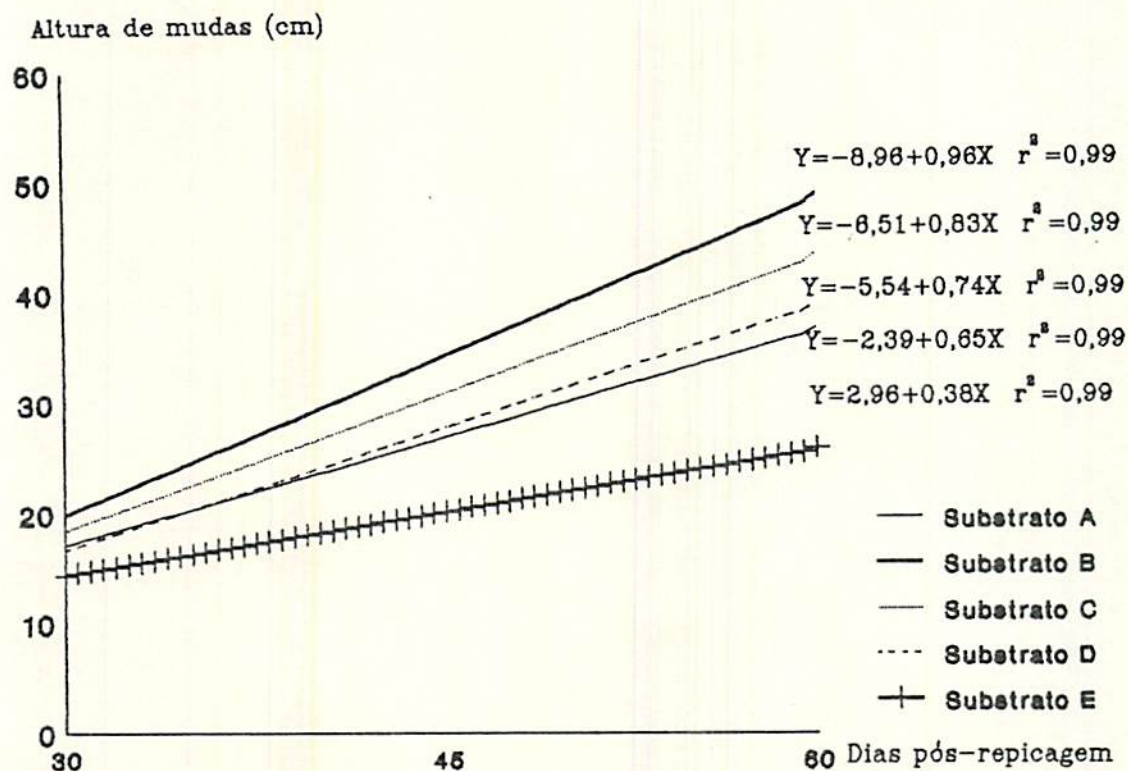


FIGURA 1. Equações de regressão para altura média de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos até 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

Com relação a utilização de  $P_2O_5$  como componente do substrato; os resultados observados concordam com os obtidos por Dantas (1992), Rocha (1992) e Souto (1993) que também não verificaram influência na formação de mudas de eucalipto e limoeiro 'Cravo', respectivamente. O primeiro autor atribuiu o fato pela limitação do nitrogênio devido a baixa mineralização da matéria orgânica (Novais et al., 1979) e limitação na absorção de outros nutrientes por competição do cálcio do fertilizante com o potássio e magnésio ou mesmo a redução na disponibilidade do zinco pela precipitação deste pelo fósforo (Gomes et al., 1981).

Os demais justificaram pelo elevado nível de fósforo no substrato comercial formado à base de vermiculita e casca de Pinus suprir às plantas.

De outro modo, muitas pesquisas demonstraram um efeito marcante e significativo da utilização de fósforo tais como os relatados por Cambraia (1979), Antunes (1987), Carvalho (1987), Camargo (1989), Fontanezzi (1989), Lira (1990), Fonseca (1991), Paula (1991) e Rezende (1991), todos trabalhando com porta-enxertos cítricos.

Considerando-se a formação de mudas de outras frutíferas, Rocha (1987) obteve incrementos em altura de mudas de mamoeiro com a aplicação de superfosfato simples e matéria orgânica, relatando que a mineralização da matéria orgânica fornece o fósforo e outros nutrientes essenciais ao mamoeiro, bem como ao efeito do nutriente do fertilizante. Porém, na ausência deste, constatou-se incrementos gradativos em altura das mudas com a elevação dos níveis de matéria orgânica na mistura.

Peixoto (1986), estudando a formação de mudas de maracujazeiro também constatou resultados semelhantes, afirmando que os efeitos se deveram ao suprimento de nutrientes pela matéria orgânica e aos nutrientes contidos no superfosfato simples (fósforo, enxofre e cálcio).

Neste trabalho, atribui-se ao teor de  $P_2O_5$  contido tanto no esterco de galinha quanto na casca de arroz carbonizada (Quadro 1) como capaz de suprir as mudas com fósforo e, em decorrência, a não observação de resposta. Soliz e López (1992) constataram resultados semelhantes aos desta pesquisa, onde a



aplicação de doses crescentes de fontes fosfatadas também não influenciou as características de crescimento da bananeira nos primeiros seis meses de estudo.

Analisando-se especificamente as composições básicas, constatou-se que a B proporcionou valor médio em altura superior as demais em todas as épocas de avaliação. Daniells e Smith (1992) relatam que mudas provenientes de cultura de tecidos, encontram-se prontas para plantio no campo quando apresentam altura em torno de 30 cm. Tomando-se esta como ideal, constatou-se que nesta composição foi atingida em torno dos 40 dias após a repicagem, enquanto nas demais, em torno dos 44, 48 e 49 dias respectivamente, para as composições C, D e A. Desta forma as mudas cultivadas nesta composição estariam aptas para plantio definitivo em campo mais precocemente e com possibilidades de alto índice de pegamento e crescimento inicial superior. Entretanto, na composição E seriam necessários aproximadamente 70 dias para que a muda atingir-se esta altura. Estes dados mostraram que a composição B gastou menos 10; 20; 22,5 e 75% em tempo em relação as demais. A eficiência desta composição pode ser atribuída ao teor de esterco de galinha de 45% contido na mesma, rico em nutrientes aliado à casca de arroz carbonizada, suficiente para promover um nível adequado de drenagem e boa aeração no sistema radicular. A medida que reduziu-se o teor de esterco de galinha e aumentou-se a proporção de casca de arroz carbonizada, constatou-se redução no crescimento das mudas, especificamente na altura das mesmas. Este material possui, no geral, menor disponibilidade de nutrientes, bem como uma baixa

capacidade de retenção de umidade, o que provavelmente favoreceu a lixiviação dos nutrientes, limitando a sua disponibilidade às plantas. Considerando-se que na bananeira sua estrutura vegetativa é composta por aproximadamente 90% de água, a presença de materiais no substrato que o tornem com baixa retenção de umidade poderá influir negativamente sobre o seu crescimento.

Estes resultados concordam com os obtidos por Mattos, Donadio e Banzatto (1988), onde substratos contendo esterco de galinha proporcionaram incrementos na altura de porta-enxertos de citros superiores aos demais. Entre as composições contendo esterco de galinha, a A mesmo apresentando 60%, teor máximo estudado, foi a que proporcionou alturas médias inferiores, provavelmente em função de sua excessiva retenção de umidade uma vez que a textura muito fina do esterco favoreceu a volatilização do  $H_2S$  proveniente da mineralização do enxofre orgânico (Vale, Guilherme e Guedes, 1993). Como consequência poderia ter reduzido a absorção do mesmo, limitando o crescimento em altura das mudas. Este nutriente faz parte dos aminoácidos essenciais cistina e metionina, e sua deficiência pode interromper a síntese de proteínas (Raij, 1991). Isto fica evidenciado pela relação nitrogênio/enxofre encontrado na matéria seca em torno de 21, enquanto que a relação considerada ideal baseada nos níveis adequados destes nutrientes ficaria em torno de 13.

Conhece-se também que o sistema radicular da bananeira não suporta encharcamento, e o excesso de umidade poderá levá-lo até mesmo a morte (Medina, 1985).



Pesquisas desenvolvidas por Paula (1991) demonstraram que a adição de doses crescentes de esterco de galinha proporcionou incrementos em altura de porta-enxerto cítrico até o emprego da dose 1,50 kg de esterco/metro linear de sulco, estimando-se redução a partir de 2,25 kg/m.l.. Justificou este comportamento pelo elevado teor de  $P_2O_5$  no esterco de galinha, que segundo Smith (1966) e Malavolta e Violante Neto (1989) doses elevadas de  $P_2O_5$  podem provocar toxidez, diminuindo o volume de raízes ativas e conseqüentemente diminuindo o crescimento. Loerhr (1974) sugere um desbalanço químico e toxidez de nitrato causado pelo excesso de esterco no substrato.

### 5.1.2 Diâmetro do pseudocaule

As Figuras 2 e 3 representam as curvas de respostas das mudas em relação aos diâmetros do seu pseudocaule no colo e na roseta foliar respectivamente, em função das composições e épocas de avaliação.

A composição básica B foi também a que proporcionou a obtenção de mudas com maior diâmetro do pseudocaule, em comparação com as demais. É possível que mudas com maior diâmetro de pseudocaule estejam correlacionada com maior turgescência de suas células que provavelmente levará a maior resistência a condições adversas em campo, como déficit hídrico, e deste modo índices superiores de pegamento, sendo um indicativo de mudas mais vigorosas.

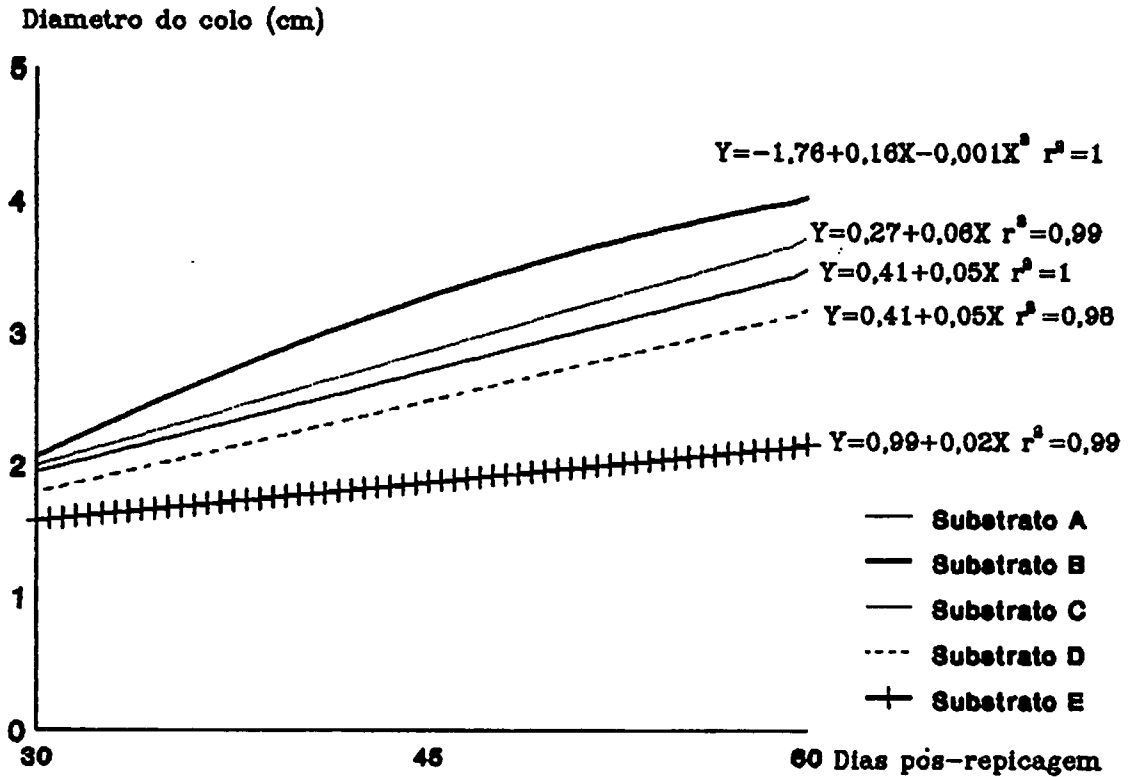


FIGURA 2. Equações de regressão para diâmetro médio do pseudocaule no colo das mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos até 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

As características químicas e físicas da composição B, já mencionadas anteriormente justificariam este resultado. Na bananeira adulta, o diâmetro do pseudocaule é o parâmetro que mais se correlaciona positivamente com o peso do cacho (Moreira, 1987).

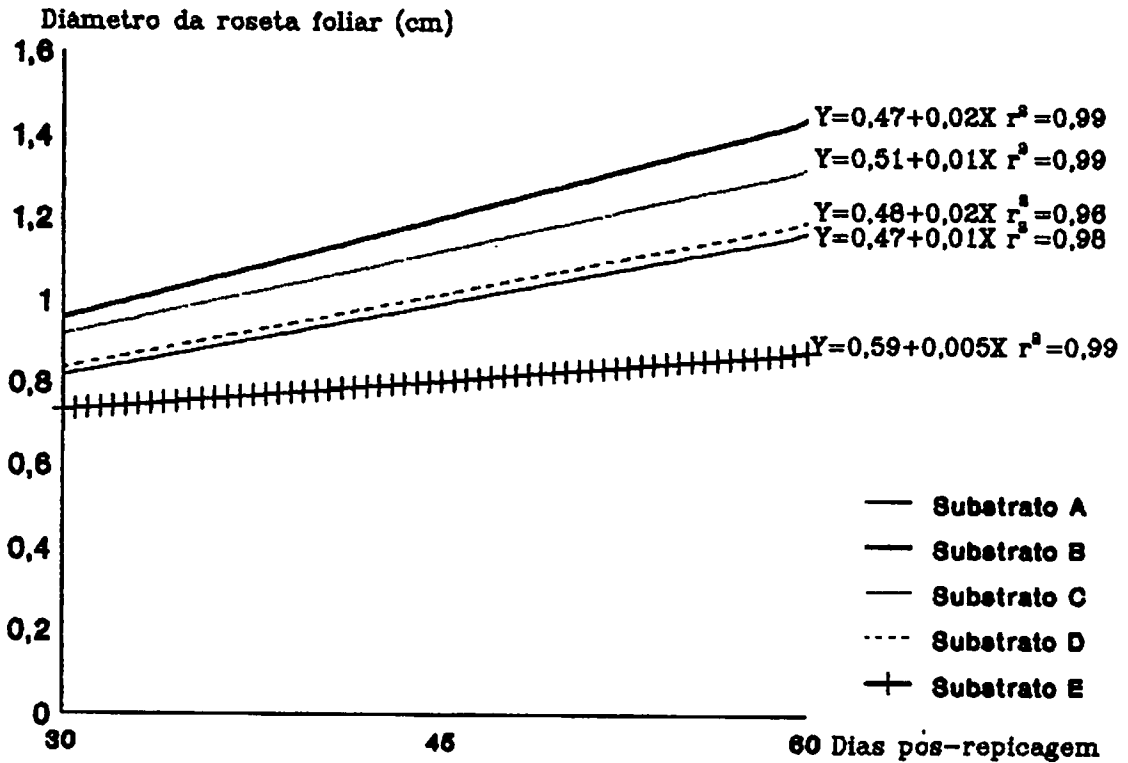


FIGURA 3. Equações de regressão para diâmetro médio do pseudocaule na roseta foliar das mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos até 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

### 5.1.3 Número de folhas e área foliar

Após a análise dos dados referentes ao número de folhas, determinou-se equações de regressão, cujas curvas, estão dispostas nas Figuras 4 e 5, respectivamente, para diferentes composições e dias pós-repicagem. A Figura 4 mostra através de histograma, a performance das mudas que a composição B proporcionou, atingindo valor médio de 6,62 folhas/muda, superior as demais.



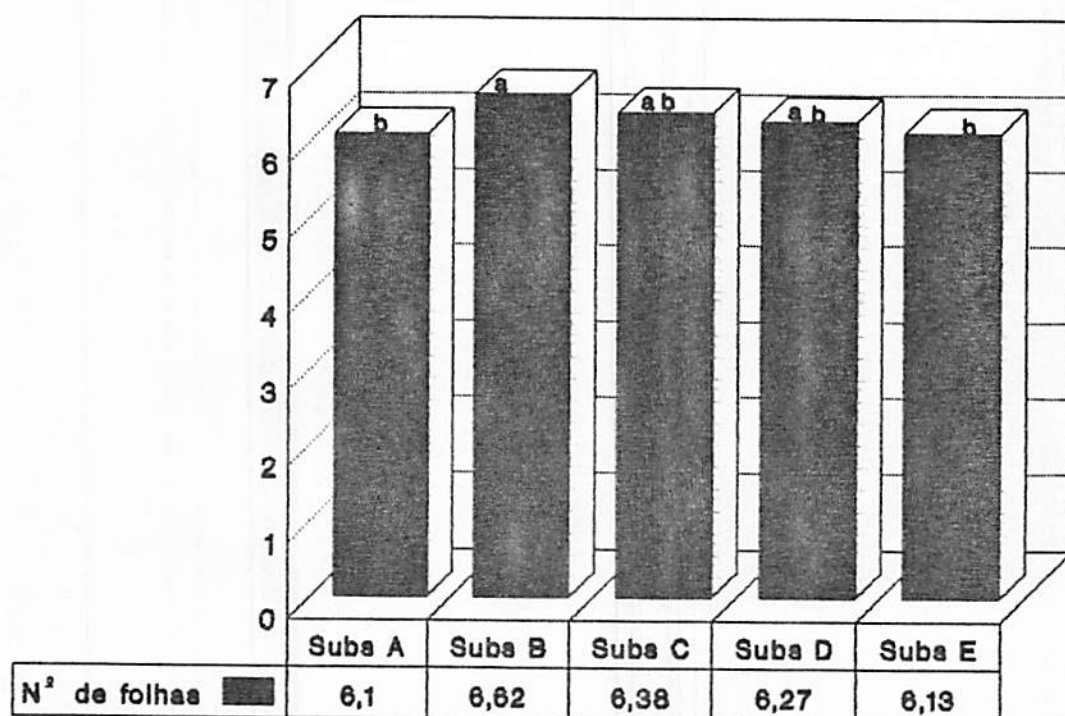


FIGURA 4. Número médio de folhas de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

Resultado semelhante também foi constatado para a área foliar, como se verifica através da Figura 6.

Do ponto de vista da fisiologia vegetal, estas características são de fundamental importância porque as folhas são as principais responsáveis pela captação da energia solar e pela produção de matéria orgânica através da fotossíntese. Desta forma, é possível que mudas com maior número de folhas e área foliar superior possibilitem índices superiores de pegamento e rápido crescimento inicial em campo. Na bananeira, o número de folhas está diretamente relacionado com a nutrição das plantas,

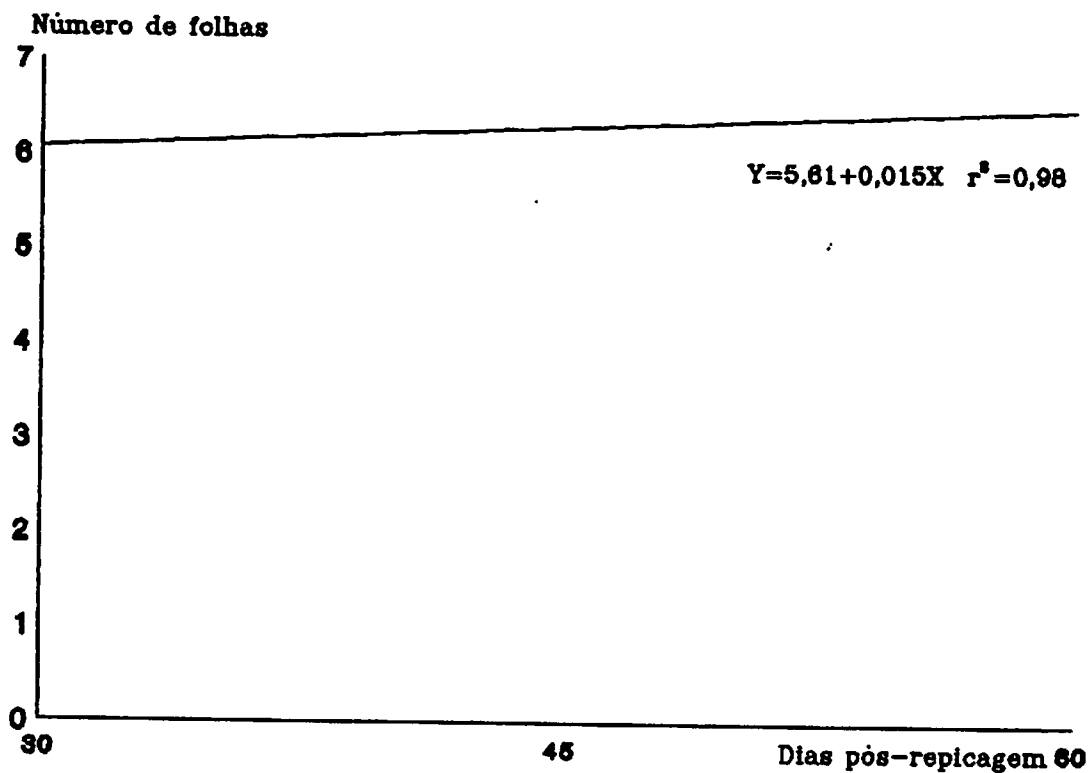


FIGURA 5. Equação de regressão para número médio de folhas de mudas de bananeira cv. Mysore em função do número de dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

principalmente em fósforo que, quando em deficiência, acarreta um atraso e irregularidade na frequência de emissão das mesmas.

Moreira (1977) encontrou uma correlação positiva entre a área foliar e o peso do cacho e entre número de pencas e número de folhas emitidas pela bananeira.

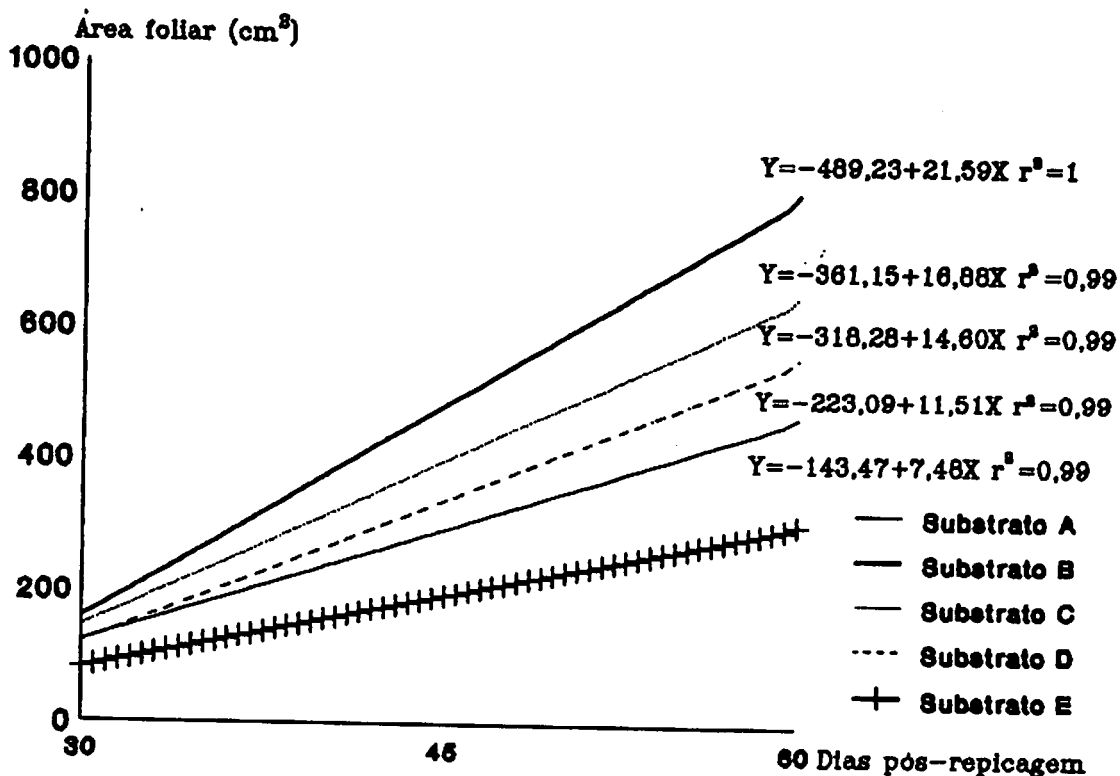


FIGURA 6. Equações de regressão para área foliar média de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos até 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

#### 5.1.4 Diâmetro do rizoma e comprimento de raiz

Constatou-se que o diâmetro do rizoma, como pode ser verificado pelo histograma apresentado na Figura 7 que a composição B resultou em valores médios superiores as demais, porém, quanto ao comprimento de raízes, estes foram superiores quando se utilizou a composição E.

Na bananeira, o rizoma que é o caule propriamente dito, serve de apoio direta ou indiretamente para todos os órgãos da planta, além de ser o órgão de reserva. É constituído por duas

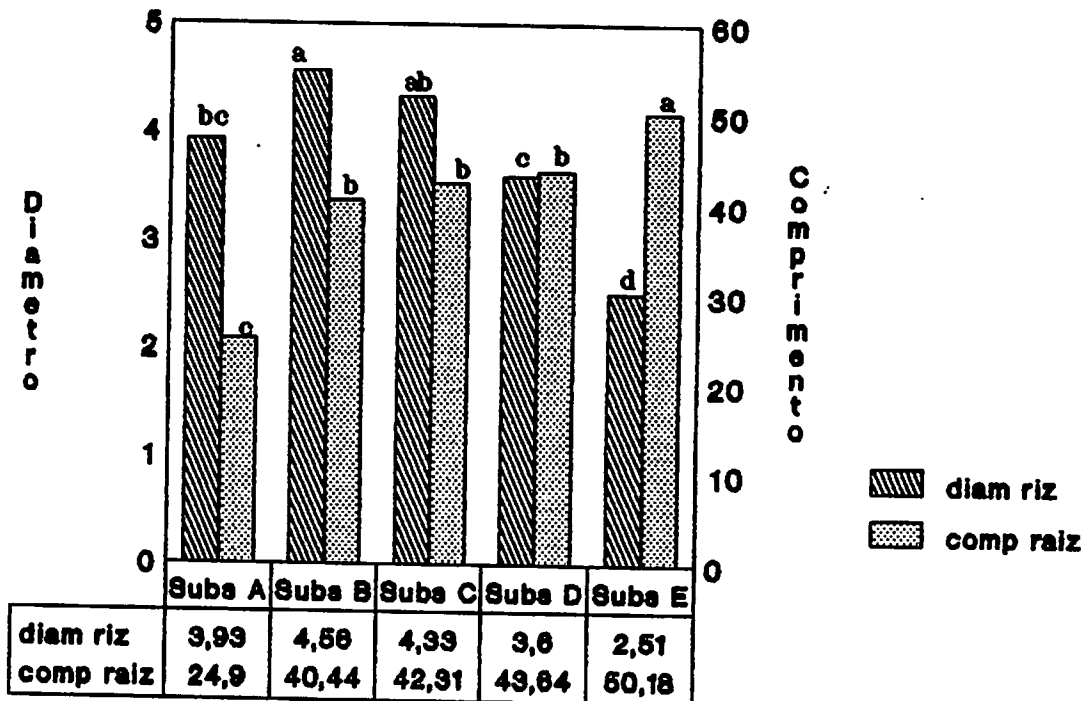


FIGURA 7. Diâmetro médio de rizoma e comprimento médio de raízes das mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

por duas partes. A externa, que apresenta-se carnosa e bastante aquosa, é denominada córtex. A interna, que é fibrosa, o cilindro central. É desta parte viva que origina-se o sistema aéreo, o sistema radicular e os filhotes, também denominados brotos, rebentos ou perfilhos (Moreira, 1987)

Desta forma, é provável que mudas com maior diâmetro de rizoma apresentem desenvolvimento vegetativo superior no campo, em função das reservas nutricionais presentes neste órgão.

As raízes da bananeira desenvolvem-se a partir do cilindro central do rizoma, distribuindo-se em toda sua parte

inferior. São fasciculadas e encontram-se dispostas em maior proporção nas camadas horizontais mais superficiais do solo, podendo chegar a quatro metros de comprimento (Moreira, 1977).

Considerando-se o comprimento de raízes, levanta-se a hipótese de que mudas com raízes mais compridas possibilitariam desenvolvimento superior no campo devido a maior exploração do solo em relação a absorção de água e nutrientes. Também poderiam fixar a bananeira mais eficientemente no solo, pois sabe-se que esta frutífera têm sérios problemas com tombamento.

A composição E propiciou comprimento médio das raízes superior as demais, provavelmente em função da presença de 60% de casca de arroz carbonizada, teor máximo estudado, que permitiu condições superiores de aeração favorecendo o crescimento. A Figura 7 evidencia este fato, pois ao se reduzir a proporção deste material nas composições ocorreu menor crescimento das raízes.

Resultados semelhantes foram constatados na pesquisa de Souza (1991), onde o emprego de substrato à base de solo-areia-casca de arroz carbonizada resultou em maior crescimento radicular quando comparado com os demais.

#### 5.1.5 Peso fresco da parte aérea, rizoma e raízes

Em relação ao peso das mudas, as normas e padrões para produção de mudas certificadas e fiscalizadas de bananeira no estado de Minas Gerais, Portaria nº 095/94 de 07 de janeiro de 1994, estabelecem que para serem comercializadas, estas devem apresentar um peso variando de 1.000 a 3.000 gramas para a muda



tipo chifre e de 1.000 a 2.000 gramas para o tipo pedaços de rizoma (Borges, 1994).

Em relação ao peso fresco da parte aérea, observou-se no histograma apresentado na Figura 8, que a composição B proporcionou a obtenção de mudas com peso fresco superior as demais, com incrementos de 279% em relação ao menor peso, constatado nas cultivadas na E. Este resultado pode dar indicação de maior suprimento de água e nutrientes à planta. A água é o principal fator determinante no controle de abertura e fechamento dos estômatos. Mudanças com um maior potencial da água na folha, possivelmente apresentarão maior acúmulo de fotoassimilados em função da manutenção de seus estômatos abertos, o que é primordial para que ocorra a fotossíntese.

Comportamento semelhante foi observado para a característica peso fresco de rizoma, onde a composição B proporcionou incremento de 326% em relação ao menor peso, também verificado na composição E. Como o rizoma é o principal órgão de reserva da bananeira, é provável que mudas com peso de rizoma superior propicie pegamento e crescimento superiores.

Para a característica peso fresco de raiz, constata-se através da Figura 8 que as composições básicas B, C e D não diferiram entre si, porém, apresentaram peso fresco superiores as composições A e E, que também se equivaleram. É possível que estes resultados estejam relacionados com as causas mencionadas anteriormente, como a excessiva retenção de umidade da composição A e baixa disponibilidade de água e nutrientes na E, quando comparadas com as demais.



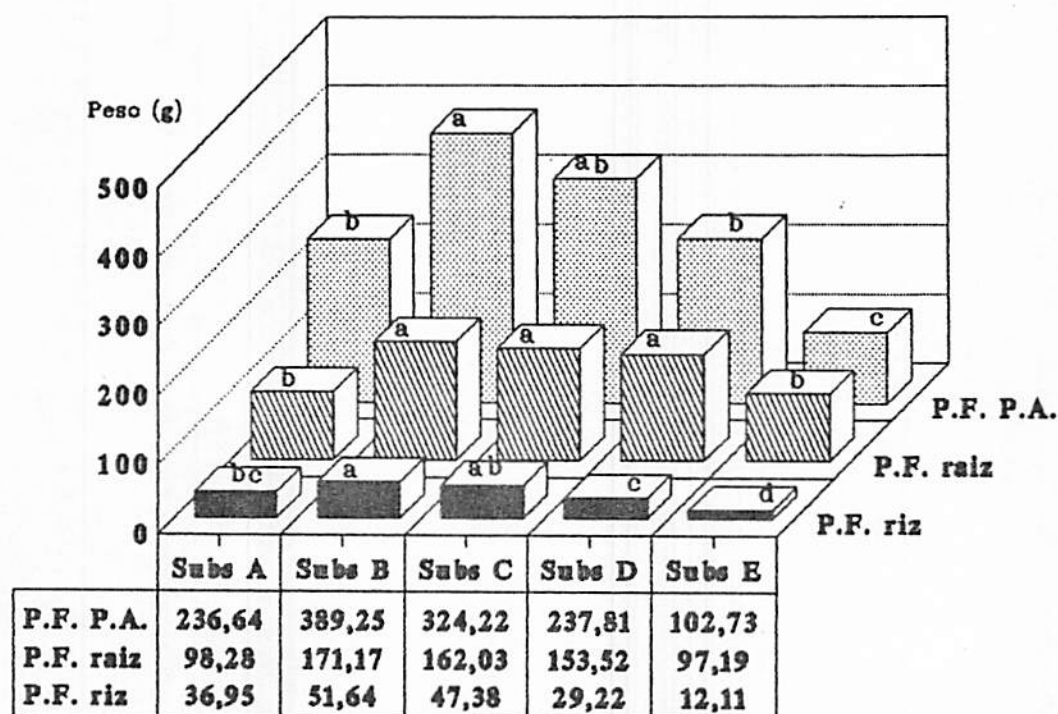


FIGURA 8. Peso médio da matéria fresca da parte aérea, das raízes e do rizoma de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

## 5.2 Nutrição de mudas

### 5.2.1 Macronutrientes na matéria seca da parte aérea

O resumo da análise de variância encontra-se no Quadro 3A, em Apêndice. Os valores médios encontram-se apresentados no Quadro 6.

Não se verificou efeito da aplicação de doses crescentes de superfosfato simples no teor de nitrogênio na matéria seca da parte aérea das mudas, nem da sua interação com

QUADRO 6. Teores médios de macronutrientes em % na matéria seca da parte aérea das mudas de bananeira cv. Mysore, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

Substrato	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
AP <sub>0</sub>	3,84	0,42	2,82	0,45	0,51	0,17
AP <sub>1</sub>	3,90	0,43	2,99	0,39	0,56	0,18
AP <sub>2</sub>	3,60	0,45	2,93	0,44	0,51	0,20
AP <sub>3</sub>	3,73	0,46	2,87	0,59	0,52	0,18
BP <sub>0</sub>	3,53	0,51	2,98	0,43	0,53	0,22
BP <sub>1</sub>	3,59	0,51	3,03	0,51	0,54	0,22
BP <sub>2</sub>	3,22	0,54	2,94	0,52	0,53	0,27
BP <sub>3</sub>	3,29	0,45	2,77	0,73	0,61	0,22
CP <sub>0</sub>	3,38	0,35	2,54	0,49	0,49	0,24
CP <sub>1</sub>	3,14	0,38	2,70	0,48	0,48	0,22
CP <sub>2</sub>	3,17	0,36	2,83	0,50	0,48	0,23
CP <sub>3</sub>	3,00	0,40	2,64	0,58	0,44	0,24
DP <sub>0</sub>	2,93	0,42	2,88	0,56	0,47	0,20
DP <sub>1</sub>	2,03	0,41	2,89	0,52	0,46	0,20
DP <sub>2</sub>	2,91	0,39	3,02	0,61	0,53	0,20
DP <sub>3</sub>	2,87	0,42	2,97	0,76	0,45	0,21
EP <sub>0</sub>	1,64	0,21	2,97	0,43	0,24	0,12
EP <sub>1</sub>	1,62	0,27	2,78	0,48	0,24	0,14
EP <sub>2</sub>	0,61	0,43	3,07	0,75	0,30	0,16
EP <sub>3</sub>	2,01	0,57	3,13	0,87	0,28	0,23

as composições básicas. No entanto, observou-se influência destas sobre o seu teor, como mostra a Figura 9.

Alguns autores também verificaram resultados semelhantes (Camargo, 1989; Lira, 1990; Souza, 1990; Fortes, 1991 e Rezende, 1991). Justificaram através de adubação em cobertura com  $KNO_3$  e do alto teor de matéria orgânica do material formador do substrato, que teriam suprido o nitrogênio necessário as plantas; pela adubação em cobertura com nitrocálcio, a matéria orgânica e a aplicação de Nutrimins, os quais foram suficiente para suprir as plantas (Paula, 1991); em função da aplicação foliar com Nutrimins (Rocha, 1992) e fornecimento do nitrogênio através de adubações com nitrocálcio e adubações foliares suficientes para suprir às plantas (Souto, 1993).

No presente trabalho, atribui-se este resultado aos teores de nitrogênio e matéria orgânica determinados nas composições básicas e a aplicação de  $KNO_3$  em cobertura nos primeiros 30 dias, atingindo assim níveis suficientes para suprir as mudas, concordando com Camargo (1989), Lira (1990), Souza (1990), Fortes (1991), Paula (1991), Rezende (1991), Rocha (1992) e Souto (1993). Entretanto, pela Figura 9, constata-se que houve diferenças entre as composições em relação ao teor deste nutriente, destacando-se os substratos à base da composição A que proporcionou teores médios superiores às demais, justamente pelo maior percentual de esterco de galinha em sua constituição, além de proporcionar retenção de umidade também superior, e naquelas em que se aumentava a proporção de casca de arroz carbonizada, sua textura grossa predisponha o substrato a condições de



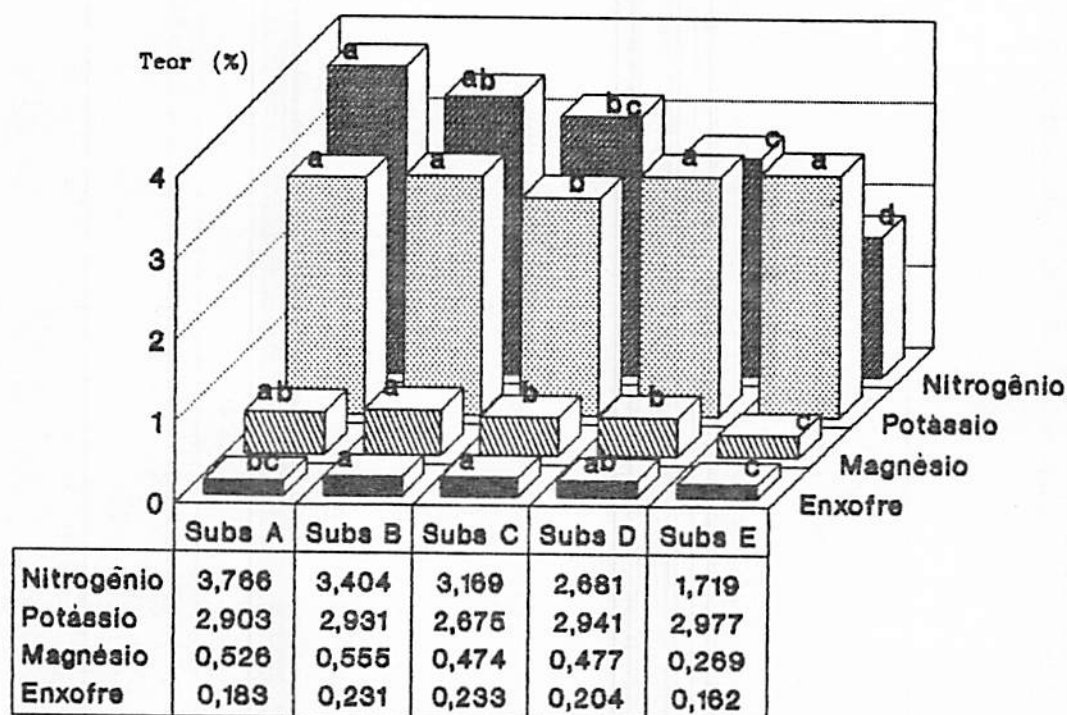


FIGURA 9. Teores médios de N, K, Mg e S na matéria seca da parte aérea das mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

drenagem mais acentuada. Este fato poderá ter levado à lixiviação do nitrogênio, principalmente na forma de  $\text{NO}_3^-$ , reduzindo assim sua disponibilidade e conseqüentemente a sua absorção pelas raízes das plantas (Malavolta, 1980). Verificou-se pela Figura 9 que apenas no substrato à base da composição básica E o teor de nitrogênio na matéria seca encontra-se inferior 2,6%; nível considerado adequado por Azeredo et al. (1986).

Na bananeira o nitrogênio é de fundamental importância para o seu crescimento vegetativo, além de estimular a brotação,

crescimento de filhotes e a produção de flores e frutos além de ser indispensável na fotossíntese, (Simão et al., 1966 citado por Azeredo et al., 1986). Sua deficiência reduz o crescimento e prolonga o ciclo da cultura (Martin-Prevel e Charpentier, 1964 citado por Azeredo et al., 1986). Em excesso, induz a deficiência de potássio no solo, estimula uma maior brotação; reduz a resistência do cacho ao transporte (Simão et al., 1966 citado por Azeredo et al., 1986), além de causar rápido crescimento em altura do pseudocaule, porém, este perde a resistência (Medina, 1985).

Diferentemente do observado, diversos pesquisadores relatam influência significativa da aplicação de  $P_2O_5$  sobre a diminuição do teor de nitrogênio, entre os quais (Souza, 1976; Cambraia, 1979; Silva, 1981; Nicoli, 1982; Peixoto, 1986; Fontanezzi, 1989 e Fonseca, 1991) afirmam que o fato poderia ser devido à inibição competitiva entre o nitrogênio nítrico aplicado e o íon fosfato, efeito de diluição; e antagonismo entre o fósforo do superfosfato simples e o nitrogênio em sua forma nítrica resultante da mineralização da matéria orgânica.

Com relação ao fósforo, constatou-se efeito de sua aplicação, das composições básicas e da interação entre os mesmos em seu teor na matéria seca. O desdobramento desta interação mostrou efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade apenas para o fósforo dentro das composições básicas B e E. As equações de regressão são de natureza linear decrescente para a composição B e de natureza quadrática para a composição E, como mostra a Figura 10.

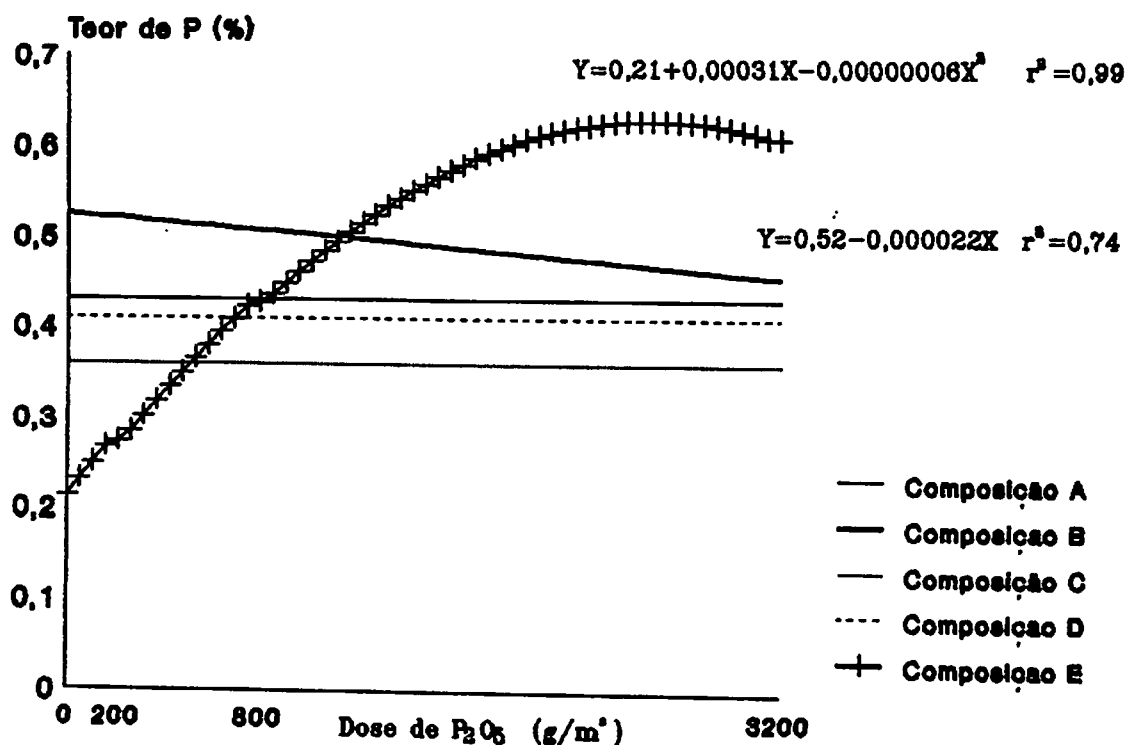


FIGURA 10. Equações de regressão para teor médio de P na matéria seca da parte aérea das mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições e doses de  $P_2O_5$ , aos 60 dias pós-repicação. Lavras, ESAL, 1994.

Considerando a diminuição de forma linear pode-se levantar a hipótese de efeito de diluição, quando o acúmulo de fósforo na matéria seca, não acompanhou o incremento em altura da muda, conforme Rocha (1992). Na presente pesquisa, além da altura média superior das mudas cultivadas nos substratos à base da composição B, onde verificou-se incrementos de 88,67% em relação as mudas cultivadas naqueles à base da composição E, bem como um incremento na ordem de 278,91% no peso médio da matéria fresca da parte aérea.

A ocorrência de valores médios superiores porém, de natureza quadrática, observados dentro do substrato à base da composição E pode ser considerada semelhante aos detectados por Gallo et al. (1960), Souza (1976), Silva (1981), Nicoli (1982), Bueno (1984), Oliveira (1986), Carvalho (1987), Camargo (1989), Fontanezzi (1989), Lira (1990), Fonseca (1991), Fortes (1991) e Rezende (1991). Todos atribuíram-na a maior disponibilidade do fósforo no substrato em função das doses de superfosfato simples, proporcionando maior contato entre este e as raízes, resultando em sua maior absorção.

Houve acúmulo máximo de fósforo na matéria seca na dose 3200 g de  $P_2O_5/m^3$  de composição básica, uma tendência de estabilização e, posterior decréscimo a partir desta dose. O baixo teor de fósforo da casca de arroz carbonizada em relação ao esterco de galinha das demais composições associado a e sua baixa capacidade de retenção de umidade poderiam estar correlacionado com o transporte do fósforo até a superfície das raízes. Este procede-se quase que exclusivamente por difusão, onde a umidade no substrato desempenha papel fundamental para a sua absorção. Desta maneira, aplicações de doses crescentes de superfosfato simples contribuem para aumentar a concentração do nutriente na solução do substrato e conseqüentemente sua maior absorção, conforme Vale, Guilherme e Guedes (1993). É provável também que o pequeno crescimento das plantas neste substrato, tenha acarretado seu acúmulo na matéria seca caracterizando o efeito de concentração (Primavesi, 1986).

Na bananeira, o fósforo contribui para formação de raízes e favorece o crescimento vegetativo (Hoelz, 1970 e Simão et al., 1966 citados por Azeredo et al., 1986). Em deficiência, limita a absorção de cátions, principalmente o potássio, além de reduzir o crescimento dos rebentos jovens. Seu excesso induz a produção de frutos encurvados, causando imbricação das pencas e dificultando sua separação do engaço (Medina, 1985).

Entretanto, Paula (1991) e Souto (1993) não verificaram influência da aplicação do superfosfato simples no teor de fósforo na matéria seca de porta-enxertos de citros, considerando que as doses aplicadas foram suficientes para suprir as plantas. O mesmo pode ser atribuído quando utilizou-se as composições A, D e C, que também forneceram o suficiente para as mudas de bananeira se desenvolverem.

Em todos os tratamentos o teor de fósforo na matéria seca da parte aérea encontra-se superior a 0,19%, considerado ideal por Azeredo et al. (1986).

Analisando-se os resultados observados em relação ao potássio, constatou-se resultados significativos apenas para as composições básicas, Figura 9. O substrato constituído à base da composição C foi aquele que proporcionou menores teores médios do nutriente, comparativamente aos demais que se equivaleram. Esta resposta poderá estar associada ao efeito diluição em função do crescimento superior das mudas neste substrato em relação as composições básicas D, A e E, tanto em altura quanto em peso médio da matéria fresca, aliado também a proporção de esterco de galinha nesta composição ser inferior a das composições A e B.



Paula (1991) relata aumentos no teor de potássio na matéria seca com a adição de esterco de galinha, justificando-os pelo  $K_2O$  encontrado no mesmo e pela capacidade da matéria orgânica de reduzir as perdas de cátions por lixiviação, principalmente o potássio (Malavolta, 1979).

Atribui-se também ao elevado teor de potássio nos materiais principais das composições associado a aplicação de  $KNO_3$  como capazes de suprir as plantas com este nutriente. Em decorrência, o potássio destas fontes ganhou a inibição competitiva do cálcio presente no superfosfato simples, como verificado também por Smith (1966) citado por Malavolta e Violante Neto (1989).

O potássio é o nutriente exigido em maior quantidade pela bananeira. É importante em todas as trocas metabólicas, no transporte de assimilados, na turgescência das células, na qualidade dos frutos e aumenta a resistência ao mal-de-sigatoka (Simão et al., 1966 citado por Azeredo et al., 1986). Em deficiência reduz o seu crescimento, o cacho é raquítico, as bananas não engordam e ficam recurvadas. Em excesso, principalmente em relação ao nitrogênio, causa o amarelecimento da polpa, retarda o ciclo de produção e os cachos se apresentam com engaço mais alongados. Em relação ao magnésio, seu excesso induz o aparecimento da anomalia "azul da bananeira" (Medina, 1985).

Em alguns trabalhos, diferentemente do observado no presente, constatou-se redução nos teores de potássio na matéria seca de porta-enxertos cítricos quando da utilização de fertilizantes fosfatados (Bueno, 1984; Carvalho, 1987; Fortes, 1991; Rezende, 1991 e Rocha, 1992). Atribuíram-na ao antagonismo

existente entre o cálcio e potássio (Smith, 1966 e Malavolta, 1980); ou ao efeito diluição (Fonseca, 1991). Outros, porém, não verificaram nenhum efeito (Silva, 1981; Camargo, 1989; Lira, 1990; Paula, 1991 e Souto, 1993), justificando pelo alto teor inicial deste nutriente no substrato.

Peixoto (1986) constatou ocorrência de interação entre matéria orgânica, superfosfato simples e cloreto de potássio para o teor de potássio na matéria seca, sendo explicado pelo possível desbalanceamento nutricional em função de antagonismo e/ou inibição entre o potássio do cloreto de potássio e os nutrientes presentes na matéria orgânica e no superfosfato simples (fósforo, cálcio e enxofre). Resultado semelhante foi constatado na pesquisa de Menegucci e Silva (1992), porém trabalhando com esterco de bovinos e cloreto de potássio sobre o crescimento de mudas de bananeira.

Apenas no substrato à base da composição C constatou-se teor de potássio na matéria seca inferior a 2,75, valor considerado adequado por Azeredo et al. (1986).

O cálcio foi um dos macronutrientes presentes na matéria seca cujo teor foi alterado, de maneira significativa, quando da utilização de superfosfato simples, diferentes composições básicas e da interação entre as mesmas. A Figura 11 representa curvas do efeito da aplicação de doses de  $P_2O_5$  sobre o teor de cálcio na matéria seca, lineares para as composições A, B e D e quadrática para a E. Dentro da composição básica C não se obteve significância.

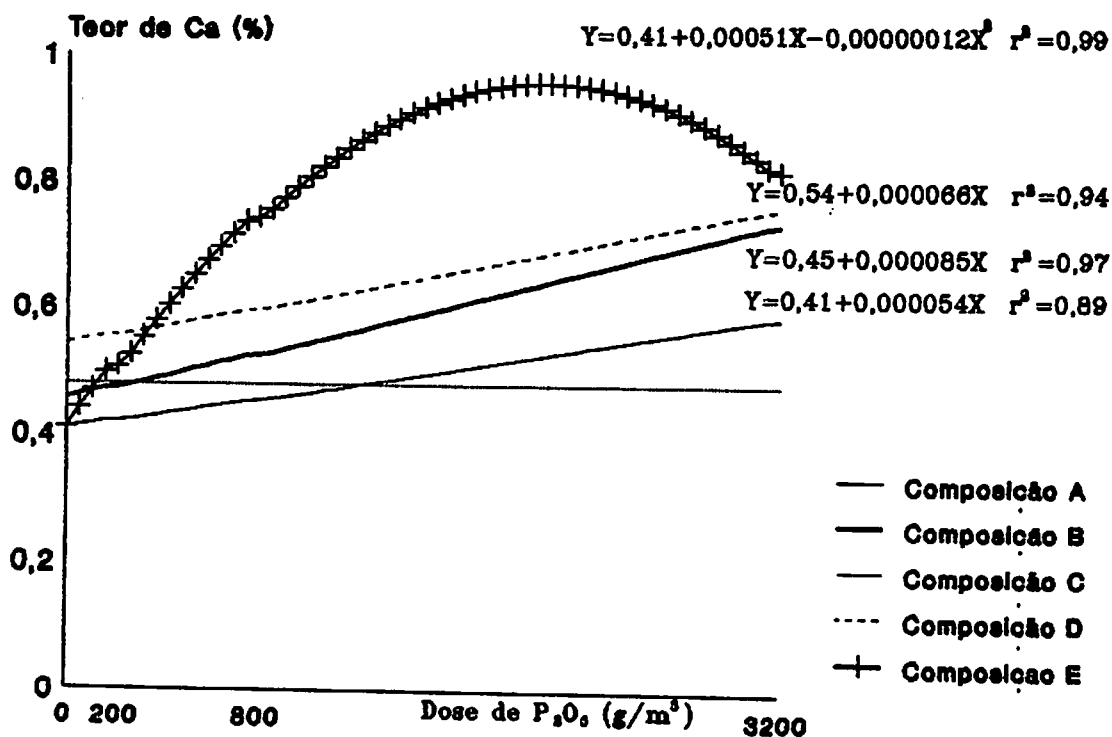


FIGURA 11. Equações de regressão para teor médio de Ca na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições e doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aos 60 dias pós-repicação. Lavras, ESAL, 1994.

Considerando-se a resposta quadrática dentro da composição E, onde o acúmulo máximo foi observado com o emprego da dose 3.200 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> de composição, pode-se afirmar que este comportamento estaria em função da presença do cálcio no superfosfato simples e, possivelmente, ao reduzido crescimento das mudas, caracterizando o efeito de concentração. Em relação as respostas lineares se considerou que as doses não foram suficientes para suprir adequadamente as mudas na composição A. Destaca-se que a dose máxima não foi suficiente para que o teor de cálcio na

folha atingir-se o valor 0,6% na matéria seca, considerado crítico, conforme adaptação de Bataglia e Dechen (1986) citado por Raij (1991). Provavelmente haveria inibição competitiva do cálcio contido no superfosfato simples, tanto com o magnésio quanto com o potássio da composição, decorrente do desequilíbrio entre as percentagens de saturação de cálcio, magnésio e potássio, correspondentes à 20, 92; 44,39 e 34,64%. Vale, Guilherme e Guedes (1993) preconizam uma percentagem na ordem de 60-80, 10-20 e 5-10% para o ideal suprimento das bases. Nas composições B e D o valor crítico de cálcio na matéria seca foi superado com a aplicação da dose máxima.

O cálcio influencia principalmente a qualidade dos frutos da bananeira. Sua deficiência reflete na formação das folhas, enquanto o excesso pode provocar o amarelecimento da polpa (Lacoeuilhe e Martin-Prevel, 1971; Charpentier e Martin-Prevel, 1965 e Melin, 1970 citados por Azeredo et al., 1986).

Aumentos significativos nos teores de cálcio, devidos a adição de superfosfato simples também foram conseguidos em pesquisas de Souza (1976), Silva (1981), Nicoli (1982), Bueno (1984), Carvalho (1987), Fontanezzi (1989), Lira (1990), Souza (1990), Fonseca (1991), Fortes (1991), Rezende (1991) e Rocha (1992) que justificaram também em função da concentração e solubilidade do cálcio presente na fonte do fertilizante fosfatado. Outras pesquisas não constataram nenhum efeito (Paula, 1991 e Souto, 1993). Justificou-se pela ocorrência de inibição competitiva entre o potássio da matéria orgânica e o cálcio do superfosfato simples. O mesmo pode ter ocorrido quando empregou-

se a composição C, pois a relação cálcio/potássio e cálcio/magnésio encontra-se na ordem de 3,93 e 1,96 respectivamente, enquanto a relação ideal preconizada por Vale, Guilherme e Guedes (1993) encontra-se na ordem de 9,33 e 4,67, respectivamente.

Analisando-se a ausência de efeitos quando se utilizou o superfosfato simples sobre o teor de magnésio, pode-se supor que o elevado teor do mesmo nos substratos, Quadro 1 em anexo, possibilitou a este nutriente superar o antagonismo do cálcio do superfosfato simples, proporcionando sua absorção. Resultados semelhantes foram obtidos por Nicoli (1982), Carvalho (1987), Camargo (1989), Souza (1990), Fonseca (1991), Fortes (1991), Paula (1991), Rezende (1991) e Souto (1993), porém, trabalhando com porta enxertos cítricos. Entretanto, valores médios superiores foram determinados por Souza (1976) e Silva (1981), segundo os autores devido ao efeito sinérgico entre o fósforo e o magnésio (Malavolta, 1980). Outros verificaram reduções, atribuídas ao antagonismo existente entre o magnésio e o cálcio do superfosfato simples e mesmo efeito de diluição (Bueno, 1984; Peixoto, 1986; Fontanezzi, 1989 e Lira, 1990).

Quanto as diferentes composições, ressalta-se a composição B que proporcionou teores médios superiores as demais, possivelmente em função da relação magnésio/potássio igual a 2,97 encontrar-se superior a 2,0 considerada ideal por Vale, Guilherme e Guedes (1993), enquanto nas demais esta relação encontra-se abaixo deste índice, caracterizando a inibição competitiva do potássio com o magnésio (Malavolta, 1980). Correlacionado com este fato, pode-se verificar, como mostra a Figura 9, que o



substrato à base da composição E resultou nos menores teores, atribuídos a ausência de esterco de galinha nesta composição. Observou-se que a medida que reduziu-se a proporção deste material ocorreu a diminuição do teor magnésio no substrato. Possivelmente também poderá ter ocorrido sua lixiviação acompanhando os íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  provenientes da mineralização da matéria orgânica (Vale, Guilherme e Guedes, 1993) em função da baixa capacidade de retenção de umidade desta composição.

O magnésio além de fazer parte da molécula de clorofila, também é ativador de grande número de sistemas enzimáticos no metabolismo vegetal, o que exige seu fornecimento contínuo. Sua deficiência resulta na redução do crescimento e da produção (Turner e Barkus, 1970 citados por Azeredo et al., 1986). Em excesso, pode influenciar na absorção tanto do cálcio quanto do potássio devido ao antagonismo existente.

Nesta pesquisa, apenas o substrato constituído à base da composição E apresentou teor na folha inferior a 0,36%, considerado adequado por Azeredo et al. (1986) para a bananeira, enquanto nos demais variaram de 0,47 a 0,56%.

O teor de enxofre foi significativamente diferente em função da aplicação de superfosfato simples, e das diferentes composições básicas, porém, não houve interação entre estes fatores.

Configurou-se elevação linear nos seus teores quando da adição de superfosfato simples, como apresentado na Figura 12, naturalmente devido a presença de 12% deste nutriente na composição do fertilizante (Malavolta, 1980). Esta resposta pode ser confirmada através dos relatos de Silva (1981), Carvalho (1987),

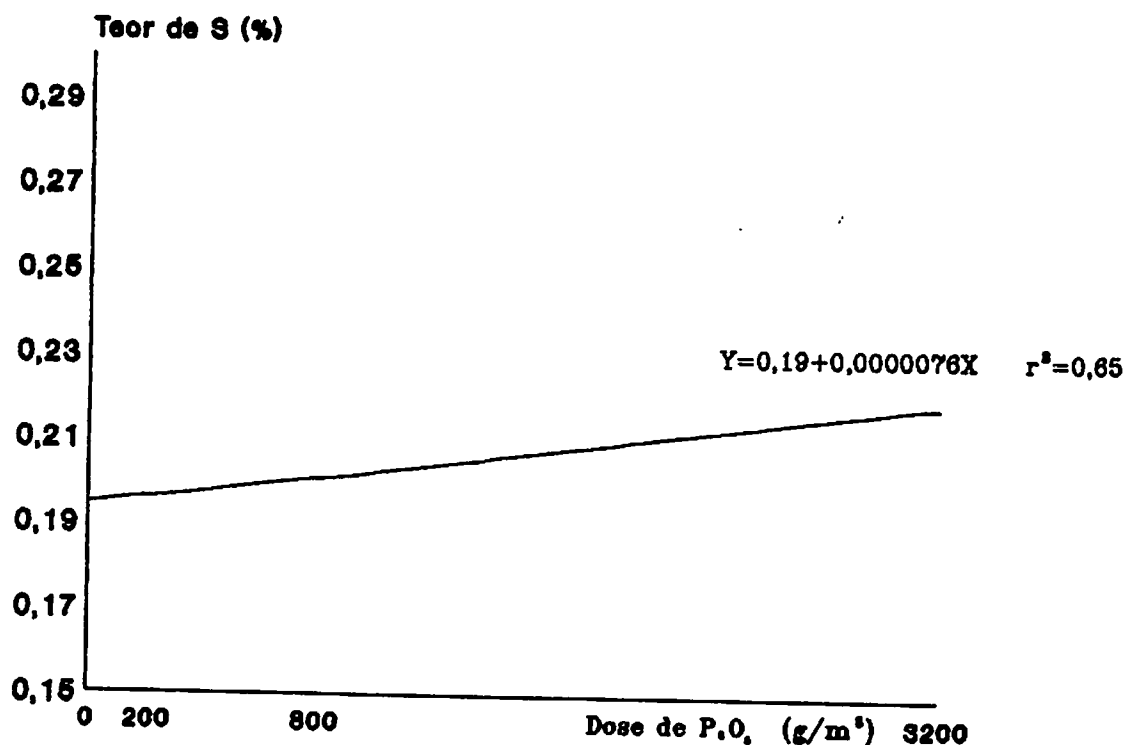


FIGURA 12. Equação de regressão para teor médio de S na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições e doses de  $P_2O_5$ , aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

Lira (1990), Fortes (1991), Rezende (1991) e Rocha (1992) que justificaram pela sua presença na composição do superfosfato simples, resultando na sua maior disponibilidade. Entretanto, o elevado teor de matéria orgânica em um substrato poderia suprir as plantas com este nutriente, de forma gradual, em função da sua mineralização. Desta forma não se obteria respostas da aplicação de fosfatos, como o ocorrido nas pesquisas de Camargo (1989), Fonseca (1991), Paula (1991) e Souto (1993). Na presente pesquisa mesmo utilizando substratos constituídos com base em 60% de

componentes orgânicos, provavelmente este suprimento não deve ter ocorrido.

A carência de enxofre pode provocar a morte da bananeira, em função do aborto do meristema apical (Martin-Prevel, 1964 citado por Azevedo et al., 1986).

Os substratos constituídos à base das composições C e B, proporcionaram teores médios de enxofre superiores aos demais, provavelmente devido a maior taxa de mineralização da matéria orgânica, pois a mesma é considerada a principal fonte de enxofre no solo (Malavolta, 1980). Nos demais, os teores inferiores, seriam provavelmente devido a maior retenção de umidade no caso do substrato à base da composição A. Como consequência haveria condições de anaerobiose que, segundo Vale, Guilherme e Guedes (1993) concorreria para a formação de  $H_2S$  como produto final do processo da mineralização do enxofre orgânico, na maioria perdido por volatilização, reduzindo assim sua disponibilidade às plantas. Para as composições D e E, atribuiu-se a baixa capacidade de retenção de umidade dos mesmos, induzindo a lixiviação acentuada do enxofre em forma de  $SO_4^{-2}$ , acompanhando a água de percolação. Aliando-se a isto, sua volatilização em função da carbonização da casca de arroz (Malavolta, 1980), principal componente das mesmas.

Nos substratos à base das composições A e E, teores de enxofre na matéria seca das plantas encontravam-se inferiores ao nível considerado crítico por Bataglia e Dechen (1986) citados por Raij (1991) para a cultura da bananeira de 0,20%, enquanto nos demais estes variavam de 0,20 a 0,23%.

### 5.1.2 Micronutrientes na Matéria Seca da Parte Aérea

O resumo das análises de variância encontra-se no Quadro 4A, em apêndice, e os valores médios no Quadro 7.

Constatou-se efeitos significativos da adição de superfosfato simples, das composições básicas e da interação nos teores de Boro na matéria seca. Porém, o desdobramento demonstrou influência do superfosfato simples apenas quando aplicado nas composições A e E, Figura 13.

A adição de superfosfato simples provocou reduções no teor de boro na matéria seca das mudas do substrato à base da composição A, até a dose correspondente a 800 g de  $P_2O_5/m^3$  de composição e posterior tendência de aumentos à partir desta dose. Provavelmente este comportamento esteja em função do pH, pois pelo Quadro 1 em anexo constata-se valores superiores a 7,0 no substrato à base desta composição ao adicionar-se as doses 0, 200 e 800 g de  $P_2O_5/m^3$  e igual a 7,0 na presença da dose 3200 g de  $P_2O_5/m^3$ . Segundo RAIJ (1991), em valores de pH superior a 7,0 pode haver dissociação do  $H_3BO_3$  na forma  $H_2BO_3^-$  e possível ligação ao cálcio contido no fertilizante reduzindo sua disponibilidade. Resultados semelhantes foram obtidos nas pesquisas realizadas por Silva (1981), Nicoli (1982), Carvalho (1987), Fontanezzi (1989), Lira (1990) e Souza (1990), justificando-os pela inibição competitiva existente entre o fósforo, cálcio e enxofre do superfosfato simples e o boro do solo e mesmo ao efeito diluição. No entanto, outras pesquisas não constataram nenhum efeito (Camargo, 1989; Fortes, 1991; Paula,

QUADRO 7. Teores médios de micronutrientes em ppm na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore; aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

Substratos	B (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)
AP <sub>0</sub>	50,59	40,20	11,66	280,40	288,93
AP <sub>1</sub>	44,04	46,99	12,20	201,62	277,47
AP <sub>2</sub>	34,43	42,44	13,32	229,96	296,71
AP <sub>3</sub>	40,59	39,01	16,15	368,39	298,57
BP <sub>0</sub>	36,30	35,05	15,99	211,03	236,18
BP <sub>1</sub>	39,72	36,27	15,08	254,16	277,63
BP <sub>2</sub>	29,74	33,85	13,96	243,35	269,38
BP <sub>3</sub>	34,70	34,57	12,30	238,19	225,90
CP <sub>0</sub>	33,08	38,21	12,38	144,39	295,35
CP <sub>1</sub>	28,07	38,66	13,51	143,90	245,51
CP <sub>2</sub>	36,25	32,41	14,15	198,04	292,90
CP <sub>3</sub>	30,37	28,12	9,66	246,94	225,60
DP <sub>0</sub>	29,27	29,04	8,22	99,53	260,05
DP <sub>1</sub>	29,04	29,70	9,40	99,05	283,10
DP <sub>2</sub>	27,83	29,49	9,24	93,70	294,18
DP <sub>3</sub>	35,41	29,06	8,86	127,80	245,78
EP <sub>0</sub>	30,84	21,58	7,42	321,16	378,04
EP <sub>1</sub>	25,91	22,79	6,89	348,15	524,41
EP <sub>2</sub>	28,61	23,43	7,05	224,00	401,05
EP <sub>3</sub>	36,01	25,06	8,06	600,49	344,02



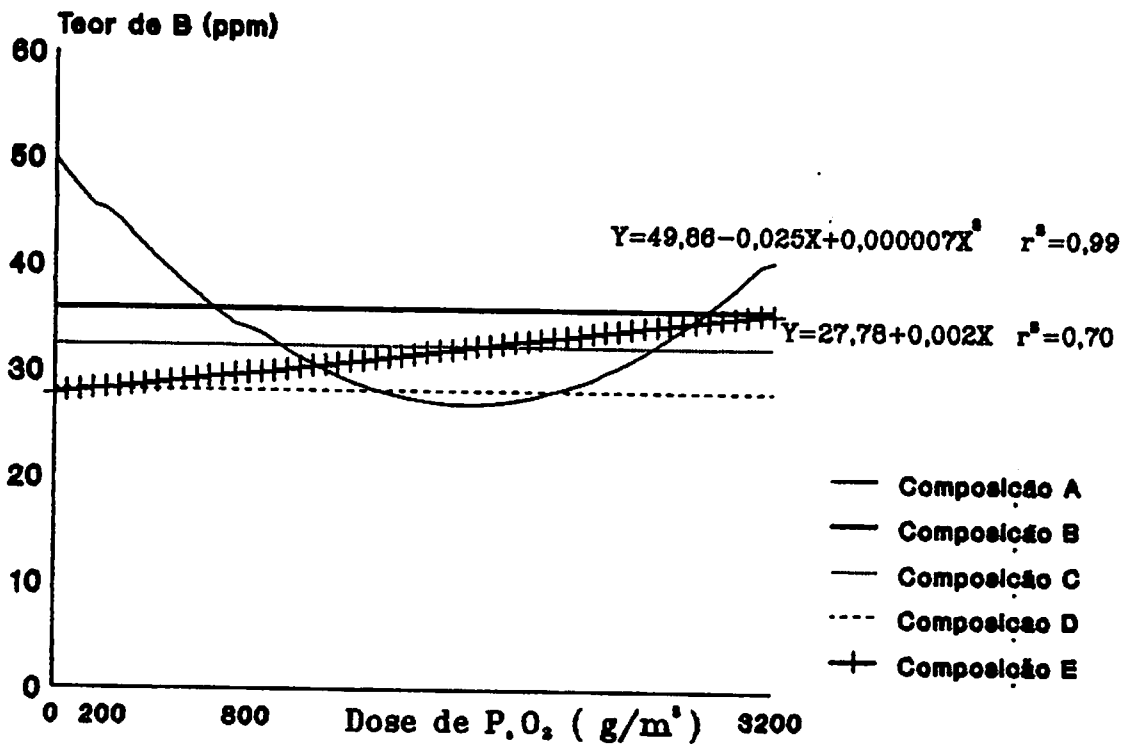


FIGURA 13. Equações de regressão para teor médio de B na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições e doses de  $P_2O_5$ , aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

1991; Rezende, 1991; Rocha, 1992 e Souto, 1993). Atribuíram esse resultado ao alto teor de matéria orgânica dos substratos. Em relação aos substratos constituídos à base das composições B, C e D é provável que este resultado também esteja correlacionado a esse fato. Entretanto, nos substratos à base da composição básica E, os incrementos com comportamento linear possivelmente se deveram ao pH inferior a 7,0, Quadro 1 em anexo, e pela não dissociação do  $H_3BO_3$  que segundo Raij (1991), é a forma mais disponível na solução do solo.

Na bananeira a carência de boro é refletida na brotação de mudas, com a ocorrência de deformações morfológicas nas folhas novas, principalmente o estreitamento do limbo e ondulações em suas bordas (Charpentier e Martin-Prevel, 1965 citados por Azeredo et al., 1986). Em excesso, a toxidez se manifesta na forma de clorose e necroses nas folhas, porém, estas só aparecem em concentrações entre 1000 e 1500 ppm e acima de 1500 ppm na folha, respectivamente (Juste, 1970 citado por Azeredo et al., 1986).

Em todos os substratos independente da dose de fósforo, o teor na folha variou de 28 a 50 ppm, enquanto Azeredo et al. (1986) preconizam o teor adequado variando de 10 a 15 ppm.

Considerando-se a adição de superfosfato simples, não constatou-se nenhum efeito sobre o teor de zinco na matéria seca nem de sua interação com as diferentes composições básicas. Provavelmente devido ao alto teor de matéria orgânica nas composições, onde os compostos orgânicos complexaram este micronutriente formando quelados com os radicais orgânicos (Vale, Guilherme e Vale, 1993) impedindo a formação do precipitado  $Zn_3(PO_4)_2$  considerado insolúvel por Olsen, Browman e Wataneba (1977), suprindo as plantas com zinco.

Resultados semelhantes a este, foram constatados nas pesquisas realizadas por Carvalho (1987), Fortes (1991), Paula (1991) e Souto (1993). Justificaram-nos pelo adequado suprimento do zinco pelo substrato e pela matéria orgânica, considerada a principal fonte secundária de micronutrientes (Malavolta, 1980). Diferentemente do observado, pesquisas demonstraram incrementos

no teor deste nutriente com adição de apatita de Araxá (Nicoli, 1982 e Camargo, 1989), atribuindo a possível presença do nutriente na composição do fertilizante. De outra maneira, pesquisadores relatam reduções com a adição de superfosfato simples (Silva, 1981; Bueno, 1984; Fontanezzi, 1989; Lira, 1990; Souza, 1990; Fonseca, 1991; Rezende, 1991 e Rocha, 1992). Entre as razões destacam o antagonismo do zinco com o fósforo (Olsen, Browman e Wataneba, 1977 e Malavolta, 1980) e ao efeito de diluição devido ao maior crescimento das plantas.

Em relação as diferentes composições básicas, constatou-se diferenças entre os teores de zinco. O substrato composto a partir da composição básica A foi aquele que apresentou teores médios superiores, provavelmente em função da maior proporção de esterco de galinha na sua constituição. Pela Figura 14 constata-se redução de seu teor paralelamente à redução da proporção de esterco de galinha na composição. Esta fonte de matéria orgânica apresenta um teor médio de 372 ppm de zinco na sua composição (Kiehl, 1985). Porém, Paula (1991) não detectou nenhum efeito da adição de esterco de galinha sobre o teor deste nutriente na matéria seca.

Na bananeira, a deficiência de zinco caracteriza-se pela ocorrência de faixas cloróticas paralelas as nervuras secundárias. Em estágio de carência aguda a clorose se manifesta em todo o limbo das folhas novas, que apresentam-se em tamanho reduzido, alongados e estreitos (Charpentier e Martin-Prevel, 1965 citados por Azeredo et al., 1986).

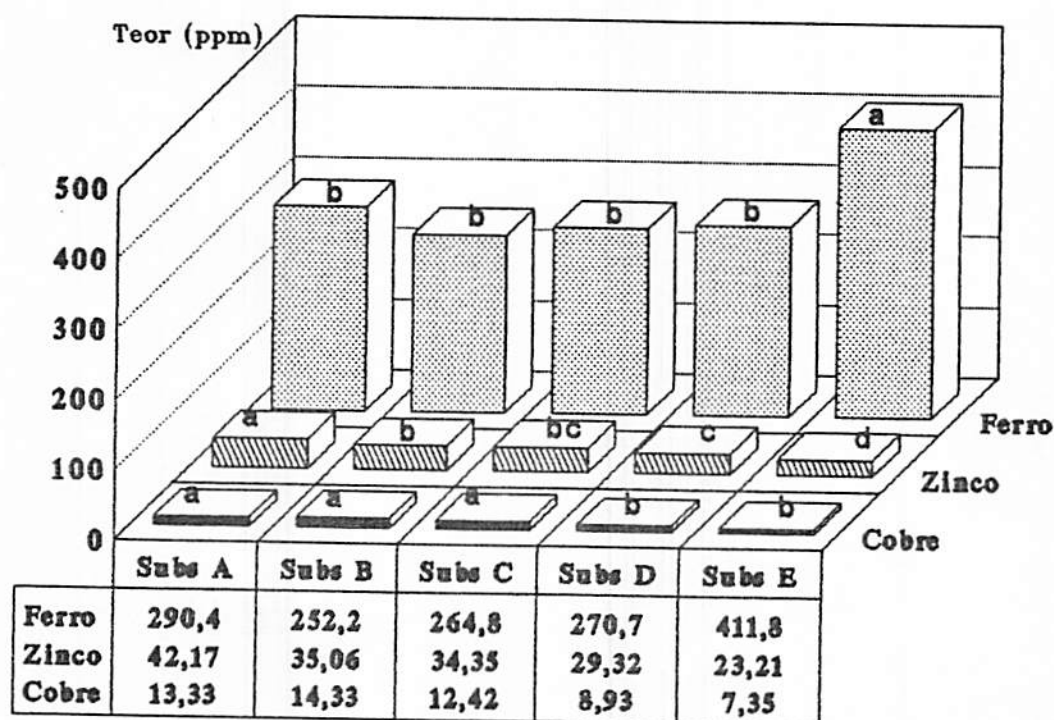


FIGURA 14. Teores médios de Cu, Fe e Zn na matéria seca da parte aérea das mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes substratos, aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

Marchal e Martin-Prevel (1971) citados por Azeredo et al. (1986) consideram a faixa de 18 a 36 ppm de zinco nas folhas como teor adequado para bananeira. Nesta pesquisa os mesmos variaram de 23,21 a 42,17.

Em relação ao cobre não detectou-se efeito algum do superfosfato simples nem de sua interação com as composições básicas. Vale, Guilherme e Guedes (1993) relatam que a matéria orgânica aumenta a capacidade de adsorção de cátions através dos radicais orgânicos, onde o cobre é o micronutriente mais fortemente retido, impedindo sua precipitação pelo fósforo. Provavel-



Este gráfico muestra la producción en toneladas por caja. El eje vertical representa el peso en toneladas, con una escala de 0 a 500. El eje horizontal muestra cinco categorías de cajas, etiquetadas como Caja A, Caja B, Caja C, Caja D y Caja E. Las barras indican que la producción aumenta progresivamente de la Caja A a la Caja E.

En relación con el texto adjunto, se menciona un estudio de la producción de azúcar en Cuba durante el período 1950-1954. El texto describe cómo la producción de azúcar en Cuba ha crecido significativamente, pasando de unos pocos millones de toneladas en 1950 a más de 10 millones en 1954. Este crecimiento se atribuye a la aplicación de técnicas modernas de cultivo y procesamiento, así como a la inversión en maquinaria y tecnología.

El texto también menciona la importancia del azúcar para la economía cubana y el mundo. Se destaca que Cuba es uno de los principales productores de azúcar del mundo, y que el azúcar es un producto esencial para la alimentación y la industria.



mente, esse fato deva estar correlacionado na presente pesquisa, cujas composições básicas apresentam 60% de componentes orgânicos. Pesquisas desenvolvidas por Carvalho (1987), Camargo (1989), Fontanezzi (1989), Souza (1990), Paula (1991), Rezende (1991), Rocha (1991) e Souto (1993) também não detectaram efeito algum da adição deste fertilizante. Segundo os autores, em função do solo utilizado apresentar elevado teor de cobre. Resultados diferentes foram constatados nas pesquisas de Bingham, Martin e Chastain (1958), Silva (1981), Nicoli (1982), Lira (1990) e Fonseca (1991), que detectaram reduções, devido a provável inibição não competitiva do fósforo com o cobre (Malavolta, 1980), e/ou ao efeito diluição e ainda a precipitação do cobre no solo e raízes (Spencer, 1960) resultando na sua menor disponibilidade.

Considerando-se apenas as composições básicas, estas influenciaram significativamente o teor sobressaindo-se. As composições básicas B, A e C que proporcionaram teores médios superiores as demais, como ilustrado na Figura 14. Possivelmente, a percentagem de saturação de cálcio superior nos substratos à base das composições D e E, Quadro 1 em anexo, diminuiu sua absorção pelo antagonismo entre cálcio e cobre (Malavolta, 1980). Na bananeira sua carência provoca o enfraquecimento geral da planta, principalmente na segunda geração. Encurtamento acentuado da nervura e das pontas de suas folhas em direção ao pseudocaule, conferindo-lhe a forma de guarda-chuva (Charpentier e Martin-Prevel, 1965 citados por Azeredo et al., 1986). Em excesso, provoca redução no crescimento vegetativo, principalmente no sistema radicular (Juste, 1970 citado por Azeredo et al., 1986).

O teor 7,35 ppm na matéria seca das mudas cultivadas no substrato à base da composição E encontra-se inferior a faixa considerada adequada para a bananeira por Marchal e Martin-Prevel (1971) citados por Azeredo et al. (1986) que varia de 8 a 16 ppm. Nos demais, estes variaram de 8,93 a 14,33 ppm.

Em relação ao teor de manganês, constatou-se influência significativa da adição de superfosfato simples, das composições básicas e respectiva interação. Porém, seu desdobramento mostrou efeito linear quando adicionado na composição A e quadrático na composição E, Figura 15.

O efeito linear é atribuído à possível formação de fosfato de manganês mais solúvel aumentando sua disponibilidade e absorção pelas plantas, concordando com Lira (1990). Outros pesquisadores constataram redução (Silva, 1981; Nicoli, 1982 e Rezende, 1991), justificando-a pelo efeito de diluição. Outros não detectaram nenhum efeito (Fontanezzi, 1989; Souza, 1990; Fonseca, 1991; Fortes, 1991; Paula, 1991; Rocha, 1992 e Souto, 1993). Atribuíram-no ao teor de matéria orgânica no solo e substrato empregado. Provavelmente esse fato esteja correlacionado com o resultado constado nas composições B, C e D.

Considerando-se o efeito quadrático, constatou-se redução quando adicionou-se as doses 200 e 800 g de  $P_2O_5/m^3$  da composição e posterior aumento a partir desta. É possível que este fato esteja correlacionado com a inibição competitiva do cálcio do fertilizante sobre o manganês. Fica evidenciado ao analisar-se as Figuras 11 e 15, que a redução no acúmulo de manganês foi acompanhada pelo aumento no teor de cálcio, com

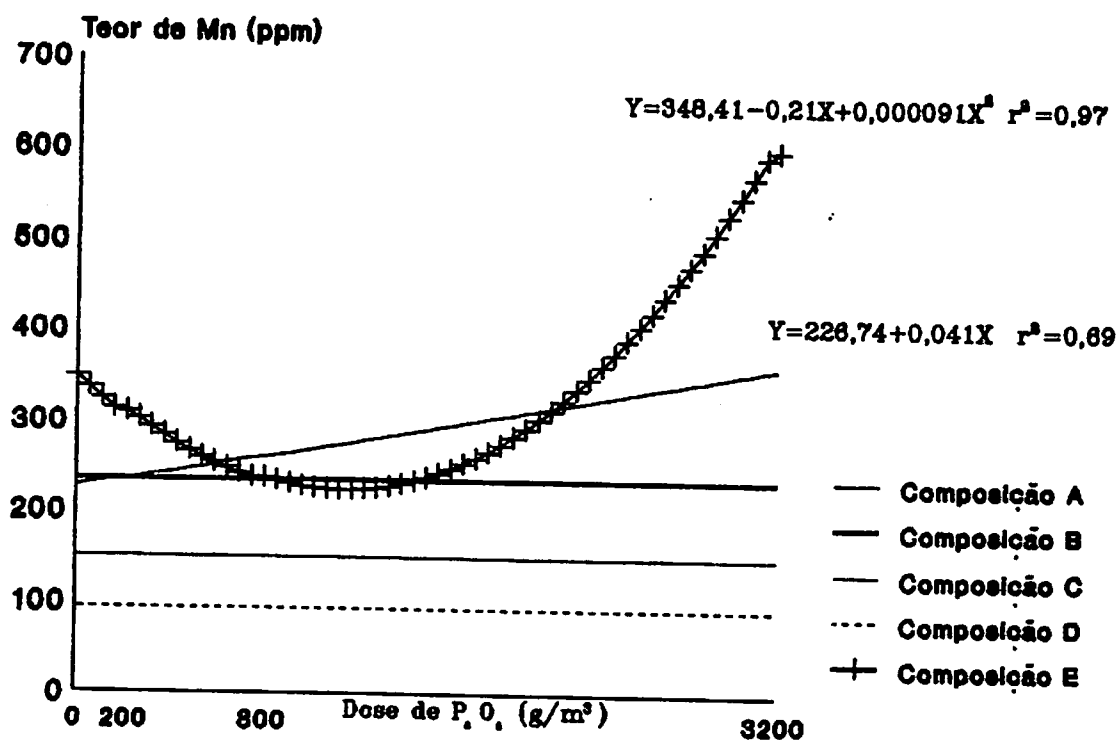


FIGURA 15. Equações de regressão para teor médio de Mn na matéria seca da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore cultivadas em diferentes composições e doses de  $P_2O_5$ , aos 60 dias pós-repicagem. Lavras, ESAL, 1994.

posterior inversão nesta ordem. Em excesso, sua toxidez está relacionada com uma clorose marginal do limbo recém desenrolado (Martin-Prevel, 1980 citado por Azeredo et al., 1980).

Marchal e Martin-Prevel (1971) citados por Azeredo et al. (1986) consideram o teor de 88 ppm nas folhas como adequado para bananeira. Na presente pesquisa estes variaram de 100 a 597 ppm.

Não constatou-se influência significativa da adição de superfosfato simples nem da sua interação com as composições no



teor de ferro, provavelmente em função do elevado teor de componentes orgânicos das mesmas que, segundo Vale, Guilherme e Guedes (1993), cujos radicais orgânicos complexam o ferro formando quelados, impedindo assim sua precipitação pelo fósforo. Resultado semelhante foi constatado por Paula (1991).

A composição básica E proporcionou teores médios superiores as demais, que se equivaleram. Provavelmente este resultado se deveu a presença do esterco de galinha, evidenciado na Figura 14, onde a redução na proporção deste material foi acompanhada pelo aumento no teor de ferro, como também relata Paula (1991). Vale, Guilherme e Guedes (1993) mencionam que a solubilidade do ferro torna-se mínima a partir do valor de pH 7,0, como os substratos que continham esterco neste trabalho.

Na bananeira deficiente em ferro, pode haver folhas cloróticas, encarquilhadas e lanceoladas e possível queda das mesmas (Charpentier e Martin-Prevel, 1965 citados por Azeredo et al., 1986). Em excesso, sua toxidez é caracterizada por um halo marginal clorótico estreito na folha, bastante regular e seguido de necrose rápida (Martin-Prevel, 1980 citado por Azeredo et al., 1986). Nesta pesquisa os teores variaram de 252,2 a 411,8 ppm, enquanto Marchal e Martin-Prevel (1971) citados por Azeredo et al. (1986) consideram a faixa de 18 a 36 ppm como adequada para bananeira.

Os latossolos têm valores altos de ferro. Este fato pode ser responsável pelos teores altos deste nutriente na matéria seca.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, nas condições de realização deste trabalho, conclui-se:

1) A composição constituída por 45% de esterco de galinha, 25% de latossolo e 15% de areia, independente das doses de superfosfato simples proporcionou crescimento médio superior de 88,67% em altura; 93,61% no diâmetro do pseudocaule no colo da muda; 87,64% no diâmetro do pseudocaule à altura da roseta foliar; 164,03% na área foliar; 8,26% no número de folhas; 81,67% no diâmetro do rizoma; 278,91% no peso fresco da parte aérea; 326,42% no peso fresco do rizoma e 76,12% no peso fresco das raízes em relação a composição constituída por 60% de casca de arroz carbonizada, 25% de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e 15% de areia lavada.

2) Independente da adição de superfosfato simples, a composição constituída por 45% de esterco de galinha, 15% de casca de arroz carbonizada, 25% de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e 15% de areia lavada possibilitou a obtenção de mudas com altura média de 30 cm, consideradas aptas para plantio em campo aos 40 dias após a repicagem, enquanto que este período foi de aproximadamente 70 dias para a composta por 60% de casca de arroz carbonizada, 25%

de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e 15% de areia lavada, o que representaria 75% a mais no período destinado a esta etapa de produção da muda.

3) A adição de superfosfato simples, mesmo na dose máxima de 17,78 kg/m<sup>3</sup> de composição não exerceu nenhuma influência sobre as características de crescimento das mudas.

4) A aplicação de doses crescentes de superfosfato simples influenciou os teores de fósforo, cálcio, enxofre, boro e manganês na matéria seca da parte aérea, interagindo com as composições, exceto para o teor de enxofre.

5) A adição de superfosfato simples à composição constituída por 45% de esterco de galinha, 15% de casca de arroz carbonizada, 25% de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e 15% de areia lavada promoveu redução linear no teor de fósforo na matéria seca, enquanto que na composta por 60% de casca de arroz carbonizada, 25% de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e 15% de areia lavada ocorreu incremento quadrático, com acúmulo máximo através da aplicação de 3.200 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> da composição.

6) A utilização dos materiais esterco de galinha e casca de arroz carbonizada deverá ser no máximo de 45% e 15%, respectivamente, pois além destes valores poderão contribuir para o crescimento interior das mudas.



7) A composição formada com base em 45% de esterco de galinha, 15% de casca de arroz carbonizada, 20% de Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e 15% de areia lavada possibilitou a obtenção de mudas com teor médio de 3,41% de N; 0,50% de P; 2,93% de K; 0,55% de Ca; 0,55% de Mg; 0,23% de S; 35,12 ppm de B; 34,94 ppm de Zn; 14,33 ppm de Cu; 236,68 ppm de Mn e 252,27 de Fe na matéria seca da parte aérea.

8) A introdução da etapa intermediária entre o laboratório e o plantio em campo neste processo de propagação da bananeira, associada as composições estudadas, permitiu a obtenção de mudas vigorosas, sem o esboroamento do torão, o que facilitará o seu transporte e plantio em campo com possibilidades de altos índices de pegamento e crescimento inicial superior em campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, V. Crescimento do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) sob influência da inoculação com fungo micorrízico vesículo-arbuscular e da aplicação de fósforo. Piracicaba: ESALQ, 1987. 99p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- AZEREDO, J.A. de; GENÚ, P.J. de C.; AQUINO, A.R. de; CAMPELO Jr., J.H.; RODRIGUEZ, A.P.M. Nutrição mineral e adubação da banana. In: Haag, H.P. (Coord.) Nutrição Mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 342p.
- BINGHAM, F.T.; MARTIN, J.P.; CHASTAIN, J.A. Effects of phosphorus fertilization of California soil on minor element nutrition of citrus. *Soil Science*, Baltimore, V.86, n.1, p.24-36, July 1958.
- BLACK, C.A. Soil-plant relationships. 2.ed. New York: J.Wiley, 1967. 792p.
- BLANC, D. An outlook on substrates in France (Fertilizers, mineral nutrientes). *Acta Horticulturae*, The Hague, V.126, p.19-23, May 1981.
- BORGES, A.C.M. Anexo único da Portaria nº 095/94, de 7 de janeiro de 1994. Normas e padrões para a produção de mudas certificadas e fiscalizadas de bananeiras. *Diário Oficial do Estado de Minas Gerais*, Belo Horizonte, v.102, n.6, p.09, Jan. 1994.
- BRADY, N.C. Natureza e propriedade dos solos. 6.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983. 647p.
- BUENO, D.M. Efeito do superfosfato triplo no crescimento inicial de porta-enxertos de citros em diferentes tipos de solos. Lavras: ESAL, 1984. 176. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- CAMARGO, I.P. de. Efeitos de doses, fontes de fósforo e de fungos micorrízicos sobre o limoeiro 'Cravo' até a repicagem. Lavras: ESAL, 1989. 176p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- CAMBRAIA, J.F. Influência de substratos e do superfosfato triplo no crescimento e nutrição do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia*, Osbeck) até a repicagem. Lavras: ESAL, 1979. 131p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

- CAMPOS, H. de. Estatística aplicada a experimentação com cana-de-açúcar. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.
- CAPRONI, A.L. Efeitos de tamanho, potenciais hídricos e substratos na germinação de sementes e produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden e *Eucalyptus citriodora* Hook. Lavras: ESAL, 1992. 82p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- CARRARO, A.F.; CUNHA, M.M. da. Manual de exportação de frutas. Brasília: MAARA-SDR-FRUPLEX/IICA, 1994. 254p.
- CARVALHO, J.G. de; PAULA, M.B. de; NOGUEIRA, F.D. Nutrição e adubação da bananeira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, V.12, n.133, p.20-32, jan. 1986.
- CARVALHO, M.M. de; DUARTE, G. de S.; RAMALHO, M.A.P. Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro: IBC, 1976. p.240-241.
- CARVALHO, M.M. de; DUARTE, G. de S.; RAMALHO, M.A.P. Efeito da composição do substrato, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Ciência e Prática, Lavras, V.2, n.1, p.20-34, jan./jun. 1978.
- CARVALHO, S.A. de. Métodos de aplicação do superfosfato simples e do calcário dolomítico no limoeiro 'Cravo' em sementeira. Lavras: ESAL, 1987. 124p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- CAYÓN, S.D.G.; LOUZADA, Z.J.E. Estudios comparativos sobre la actividad fotosintética de clones de platano (*Musa AAB* Simmonds). Boletín Bibliográfico Internacional sobre Bananas y Plátanos, Panamá, V.5, n.2, p.9, dic. 1992. (Resumen, 1969).
- COELHO, F.S.; VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.
- CRESCE A produção de banana no Norte de Minas. Hoje em Dia, Belo Horizonte, 22 jul. 1992. Economia, p.25.
- DANIELLS, J.; SMITH, M. Post-flask management of tissue-cultured bananas. Boletín Bibliográfico Internacional Sobre Bananas y Plátanos, Panamá, V.5, n.2, p.10, dic. 1992. (Resumen, 1977).
- DANTAS, C.E. de S. Crescimento e composição mineral de mudas de eucaliptos produzidos em composto orgânico em função da aplicação de fertilizantes minerais. Viçosa: UFV, 1992. 61p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).
- FONSECA, E.B.A. Efeitos de doses de superfosfato simples e de fungo micorrízico na formação de mudas de citros envasadas. Lavras: ESAL, 1991. 100p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

- FONSECA, E.P. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden em Wind Strip. Viçosa: UFV, 1988. 81p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).
- FONTANEZZI, G.B.S. Efeitos de fósforo e de micorriza vesicular-arbuscular sobre o crescimento e nutrição de três porta-enxertos de citros. Lavras: ESAL, 1989. 96p. (Tese - Mestrado em fitossanidade).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO Yearbook Production. Roma, 1992. V.46, p.181-182.
- FORTES, L. de A. Processos de produção do porta-enxerto limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo) em vasos. Lavras: ESAL, 1991. 96p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- GALLO, J.R.; MOEREIRA, S.; RODRIGUES, O.; FRAGA JR., C.G. Composição inorgânica das folhas de laranjeira 'Baianinha', com referência a época de amostragem e adubação química. *Bragantia*, Campinas, V.19, n.16, p.229-246, mar. 1960.
- GODOY, O.P.; GODOY JUNIOR, C. Influência da adubação no desenvolvimento de mudas de café. *Revista da Agricultura*, Piracicaba, V.40, n.3, p.125-129, set. 1965.
- GODOY JUNIOR, C. Forçamento de mudas de café. Absorção foliar. *Revista da Agricultura*, Piracicaba, V.34, n.2, p.101-108, jun. 1959.
- GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F.; SOUZA, A.L.; MACIEL, L.A.F. Métodos de aplicação de nutrientes na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Viçosa: SIF, 1981. 22p. (Boletim Técnico, 1).
- GRAS, R.; AGIUS, I. Quelques proprietes physiques des substrates horticoles. [s.l.:s.n.], [198-]. 16p.
- HAAG, H.P. (Coord.). Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 342p.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. Plant propagation: principles and practices. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1975. 661p.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KUCEY, R.M.N.; JANSEN, H.H.; LEGGETT, M.E. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. *Advances in Agronomy*, San Diego, V.42, p.109-228, 1989.
- LAHAV, E.; TURNER, D.W. Fertilización del banano para rendimientos altos. 2.ed. Quito: Instituto de la Potassa y el Fosforo, 1989. 65p.

- LAMEIRA, O.A. Propagação "in vitro" da bananeira *Musa sp.* através da cultura de ápice caulinar. Lavras: ESAL, 1987. 39p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- LIRA, L.M. Efeito de substrato e do superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo) até a recpicagem. Lavras: ESAL, 1990. 86p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- LOERHR, R.C. Land disposal of wastes. In: \_\_\_\_\_. Agricultural waste management problems, process and approaches. New York: Academic Press, 1974. Cap.10, p.353-390.
- LONGO, A.D. Minhoca de fertilizadora do solo a fonte alimentar. São Paulo: Ed. Ícone, 1987. 79p.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: Ferri, M.G. (Coord.). Fisiologia Vegetal. 2.ed. rev. e atu. São Paulo: EPU, 1985. v.1, cap.8, p.333-350.
- MALAVOLTA, E. ABC da adubação. 5.ed. São Paulo, Ceres, 1979. 292p.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELO, F.A.A.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo: Pioneira, 1974. 727p.
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETO, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 153p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A.de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MANICA, I. Fruticultural tropical: 3. Mamão. São Paulo: Ceres, 1982. 255p.
- MATTEI, V.; STOHR, G.W.D. Mudanças em moldes de isopor - uma técnica racional de mudas de pinus. Brasil Madeira, Curitiba, V.4, n.46, p.6-16, 1980.
- MATTOS, P.P. de; DONADIO, L.C.; BANZATTO, D.A. Efeito do uso de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de três portaenxertos de citros em recipientes. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE FRUTICULTURA, 9, Campinas, 1987. Anais... Campinas: SBF, 1988. V.1, p.351-354.
- MEDEIROS, A.A. de; HOLANDA, J.S. de. Nutrição mineral e adubação da bananeira. Natal: EMPARN, 1990. 18p. (Circular Técnica, 5).

- MEDINA, J.C. Cultura. In: MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; MARTIN, Z.J. de et al. Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2.ed. Rev. e Ampl. Campinas: ITAL, 1985. Cap.1, p.1-131. (Série Frutos Tropicais, 3).
- MEDINA, J.C. Mamão; da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: ITAL, 1980. 244p. (Frutas Tropicais, 7).
- MELLO, A.C.G. de. Efeito de recipientes e substratos no comportamento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e do *Eucalyptus urophylla* s.t. Blake. Piracicaba: ESALQ, 1989. 80p. (Tese-Mestrado em Ciências Florestais).
- MELLO, H.A.; SIMÕES, J.W.; JUNQUEIRA, R.A. Efeito do substrato e da proteção da sementeira sobre a formação de mudas de pinos. O Solo, Piracicaba, V.61, n.2, p.47-51, nov. 1969.
- MENEGUCCI, J.L.P.; SILVA, C.R.R.e. Efeito da matéria orgânica e cloreto de potássio adicionados no substrato para produção de mudas de bananeira 'Prata'. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.14, n.3, p.47-51, 1992.
- MOREIRA, R.S. Banana: Teoria e prática de cultivo. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- MOREIRA, R.S. Curso de especialização em fruticultura - cultura da bananeira. Recife: SUDENE/UFRPE, 1977. V.1, 133p.
- MULLER, C.H.; REIS, G.G. dos; MULLER, A.A. Influência do esterco no crescimento e no acúmulo de nutrientes em mudas de mamão Havá (Carica papaya). Belém: CPATU, 1979. 14p. (Comunicado Técnico, 30).
- NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Relação solo-eucalipto. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. 330p.
- NICOLI, A.M. Influência de fontes e níveis de fósforo no crescimento e nutrição mineral do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) em vasos, até a repicagem. Lavras: ESAL, 1982. 103p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- NOVAIS, R.F.; GOMES, J.M.; ROCHA, D.; BORGES, E.E.L. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden). I. Efeito da calagem e dos nutrientes N, P e K. Revista Árvore, Viçosa, V.3, n.2, p.121-134, 1979.
- OLIVEIRA, P.R.A. de. Efeito do superfosfato simples e do calcário dolomítico na formação de mudas do mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. Solo). Lavras: ESAL, 1986. 110p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).



- OLSEN, S.R.; BROWMAN, R.A.; WATANEBA, F.S. Behavior of phosphorus in the soil and interaction with other nutrients. *Phosphorus in Agriculture*, Paris, V.31, n.70, p.31-46, June 1977.
- ORLANDER, G.; DUE, K. Location of hydraulic resistance in the soil-plant pathway in seedling of *Pinus silvestris* L. grown in peat. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, V.16, n.1, p.115-123, 1986.
- PAULA, C.M.P. de. Efeito do superfosfato simples e do esterco de galinha na obtenção de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' para indexação de matrizes. Lavras: ESAL, 1991. 54p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- PEIXOTO, J.R. Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deneger). Lavras: ESAL, 1986. 101p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- PHOSPHATE AND POTASH INSTITUTE. Manual de fertilidad de suelos. 1ª impressão en espanhol. Georgia: Atlanta, 1988. p.36-43.
- PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 549p.
- RAC, D.P. Disponibilit e en eau des substrates horticoles. *Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticultural*, V.17, n.3, p.117-118, May/June 1985.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e aduba o. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- REZENDE, L. de P. Efeito do volume de substrato e do superfosfato simples na forma o de porta-enxertos de citros. Lavras: ESAL, 1991. 97p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- ROCHA, A.C.do. Efeito da mat ria org nica e do superfosfato simples na forma o de mudas do mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. Solo). Lavras: ESAL, 1987. 52p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- ROCHA, M.N. da. Crescimento e nutri o da tangerineira 'Cle patra' fertilizada com doses de superfosfato simples e inoculada com fungos micorr zicos at  a repicagem. Lavras: ESAL, 1992. 87p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- RUGGIERO, C. Propaga o do mamoeiro. In: SIMP SIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1, Jaboticabal, 1980. *Cultura do mamoeiro*. Piracicaba: Livrocere, 1980. p.79-87.
- SILVA, J.U.B. Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes principais no crescimento do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) em vasos at  a repicagem. Lavras: ESAL, 1981. 100p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).



- SMITH, P.F. Citrus nutricion. In: CHILDERS, N.F. Nutrition of fruits crops: tropical, subtropical, temperate tree and small fruits. 3.ed. Someville: Somerset Press, 1966. Cap.7, p.174-207.
- SOLIS, B.P.; LÓPEZ, A. Fertilización del cultivo de banano com dosis crecientes de dos fuentes fosfatados. Boletin Bibliográfico Internacional sobre Bananas y Plátanos, Panamá, V.5, n.2, p.15, dic. 1992. (Resumen, 2001).
- SOUTO, R.F. Métodos de aplicação e doses do superfosfato simples no limoeiro (Citrus limonia Osbeck cv. Cravo) em viveiro. Lavras: ESAL, 1993. 75p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- SOUZA, E.F.O. Efeito de fungos MVA, fontes e doses de fósforo no crescimento do limoeiro 'Cravo' pós-repicagem. Lavras: ESAL, 1990. 158p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- SOUZA, F.X. de. Casca de arroz carbonizada: um substrato para propagação de plantas. Porto Alegre: Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, V.46, n.406, p.11, jan./fev. 1993.
- SOUZA, M.M. de. Efeito de substratos em diferentes proporções, no cultivo em vasos de Chrysanthemum momifolium Ramat, "White Polaris". Viçosa: UFV, 1991. 69p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- SOUZA, M. de. Efeito do P, K e Ca no crescimento da parte aérea da laranjeira 'Pera Rio' (Citrus sinensis L. Osbeck) em Latosolo Vermelho Escuro fase cerrado. Piracicaba: ESALQ, 1976. 132p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SOUZA, M. de. Nutrição e adubação para produzir mudas de frutíferas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, V.9, n.102, p.40-43, jun. 1983.
- SPENCER, W.F. Effects of heavy application of phosphate and lime on nutrient uptake, growth, freeze injury and root distribution of grapefruit tree. Soil Science, Baltimore, V.89, p.311-318, 1960.
- SPOMER, L.A. Optimizing container soil amendment: the thre sold proportion and prediction os porosity. HortScience, Alexandria, V.9, n.6, p.532-533, Dec. 1974.
- SPURR, S.H.; BARNES, B.Y. Forest ecology. New York: The Ronald Press, 1973. 571p.
- SUBSTRATOS e adubação na formação de mudas de café. Informativo IBC/GERCA, Rio de Janeiro, V.2, n.4, p.3, abr. 1972.
- TOLEDO, A.R.M. de. Efeito de substratos na formação de mudas de laranjeira (Citrus sinensis (L.) Osbeck cv. Pera Rio) em vaso. Lavras: ESAL, 1992. 88p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

VALE, F.R. do; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. de A. Fertilidade do solo; dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 171p.

ANEXO

QUADRO 1. Valores dos componentes químicos e físico-químicos dos substratos utilizados para produção de mudas de bananeira 'Mysore' aos 60 dias. Lavras: ESAL, 1994.

Tratamento	pH em água	P ppm	K ppm	Ca meq/100 cc	Mg meq/100 cc	S meq/100 cc	t meq/100 cc	T meq/100 cc	V %	M.O. %
1	7,3 ALF	1128 A	2100 A	2,2 M	7,0 A	14,6 A	14,6 A	15,9 A	92 MA	3,7 A
2	7,3 ALF	1152 A	2520 A	2,6 M	7,4 A	16,4 A	16,4 A	17,9 A	92 MA	4,3 A
3	7,3 ALF	1152 A	2520 A	2,1 M	6,5 A	15,0 A	15,1 A	16,5 A	91 MA	4,1 A
4	7,0 N	1200 A	1900 A	7,1 A	8,8 A	20,8 A	20,8 A	22,3 A	93 MA	4,6 A
5	7,1 ALF	1152 A	356 A	4,8 A	4,5 A	10,2 A	10,2 A	11,4 A	89 A	2,6 M
6	7,1 ALF	1128 A	400 A	4,8 A	4,5 A	10,3 A	10,3 A	11,5 A	90 A	2,7 M
7	7,0 N	1128 A	1120 A	4,4 A	5,5 A	12,8 A	12,8 A	14,0 A	91 A	3,3 A
8	6,7 AcF	1080 A	500 A	8,5 A	3,6 A	13,4 A	13,4 A	14,7 A	91 MA	3,4 A
9	7,1 ALF	1080 A	1160 A	4,8 A	4,1 A	11,9 A	11,9 A	13,1 A	91 MA	2,9 M
10	7,1 ALF	1080 A	436 A	5,3 A	2,7 A	9,1 A	9,1 A	10,2 A	89 A	2,9 M
11	7,0 N	1120 A	436 A	5,8 A	3,6 A	10,5 A	10,5 A	11,7 A	90 A	2,6 M
12	6,8 AcF	1120 A	536 A	9,9 A	2,8 A	14,1 A	14,1 A	15,3 A	92 MA	2,7 M
13	7,2 ALF	1040 A	194 A	5,1 A	1,7 A	7,3 A	7,3 A	8,4 M	87 A	0,8 B
14	7,0 N	1040 A	544 A	5,2 A	2,3 A	8,9 A	8,9 A	10,0 M	89 A	1,1 B
15	7,0 N	1000 A	230 A	5,3 A	1,3 A	7,2 A	7,2 A	8,3 M	87 A	0,9 B
16	6,1 ALF	1080 A	312 A	10,8 A	1,0 M	12,6 A	12,6 A	13,9 A	91 MA	0,8 B
17	6,5 AcF	24 A	180 A	1,7 M	0,6 M	2,8 M	2,9 M	4,1 B	68 M	0,4 B
18	5,2 AcM	44 A	67 A	2,1 M	0,3 B	2,6 M	2,7 M	4,3 B	60 M	0,6 B
19	5,9 AcM	138 A	75 A	2,8 M	0,2 B	3,2 M	3,3 M	4,9 M	65 M	0,5 B
20	5,7 AcM	672 A	100 A	8,5 A	0,1 B	8,9 A	9,0 A	10,8 A	82 A	0,5 B

S = soma de bases trocáveis;

ALF = alcalinidade fraca;

B = baixo;

V = saturação de bases da CTC a pH 7;

T = CTC a pH 7;

AcM = acidez média;

M = médio;

A = alto;

t = CTC efetiva;

AcF = acidez fraca;

N = neutro

MA = muito alto.

**APÉNDICES**



LISTA DE APÊNDICE

Apêndice		Página
1A	Resumo das análises de variância para as características altura, diâmetro na base, área foliar, diâmetro da roseta e número de folhas de mudas de bananeira 'Mysore' avaliados aos 30, 45 e 60 dias após a repicagem. Lavras: ESAL, 1994 .....	86
2A	Resumo das análises de variância para as características de crescimento comprimento de raiz, diâmetro de rizoma, peso da matéria fresca da parte aérea (PFPA), peso de matéria fresca de rizoma (PFRi) e peso da matéria fresca de raiz (PFRa) de mudas de bananeira cv. Mysore aos 60 dias após a repicagem. Lavras: ESAL, 1994 .....	87
3A	Resumo das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na m.s. da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore aos 60 dias após a repicagem. Lavras: ESAL, 1994 .....	88
4A	Resumo das análises de variância para os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na m.s. da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore aos 60 dias após a repicagem. Lavras: ESAL, 1994 .....	88

QUADRO 1A. Resumo das análise de variância para as características altura, diâmetro na base, área foliar, diâmetro da roseta e número de folhas de mudas de bananeira 'Mysore' avaliados aos 30, 45 e 60 dias após a repicagem. Lavras: ESAL, 1994.

FV	GL	QM e significância				
		Altura	Diâmetro base	Area foliar	Diâmetro roseta	Número de folhas
Bloco	3	1027,99499**	2,24787**	497391,40268**	0,87717**	5,46623**
Composição	4	1287,10035**	10,79522**	566504,98320**	1,06804**	2,11497**
P	3	20,91038	0,08273	7469,27068	0,03843	0,19401
Comp. x P	12	24,73548	0,17730	14572,73363	0,02685	0,37000
Resíduo (a)	57	62,71453	0,41306	28839,85389	0,04878	0,41780
Parcela	79	-	-	-	-	-
Época	2	9244,49591**	41,71455**	3739758,44609**	2,42673**	4,20729**
Ep x Comp.	8	173,19740**	1,15877**	103294,20116**	0,071556**	0,18645
Ep x P	6	6,37896	0,07166	1652,67783	0,01521	0,16770
Ep x Comp. x P	24	7,98945	0,06245	5328,93459	0,01543	0,10737
Ep x Bloco	6	111,14420**	0,13392	60185,57946**	0,03863*	0,88576**
Resíduo (b)	114	17,21584	0,08589	7975,06761	0,01432	0,15010
Total	239	-	-	-	-	-
Cva (%)		28,177	24,609	49,721	21,548	10,262
Cvb (%)		14,763	11,222	26,146	11,675	6,151

\* e \*\* Significância aos níveis de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 2A. Resumo das análises de variância para as características de crescimento comprimento de raiz, diâmetro de rizoma, peso da matéria fresca da parte aérea (PFPA), peso de matéria fresca de rizoma (PFRi) e peso da matéria fresca de raiz (PFRa) de mudas de bananeira cv. Mysore aos 60 dias após a repicagem. Lavras: ESAL, 1994.

FV	GL	QM e significância				
		Comprimento raiz	Diâmetro do rizoma	PFPA	PFRi	PFRa
Bloco	3	5,2616	1,8647**	64444,3468**	1134,3424**	15732,0312**
Composição	4	1399,9165**	10,3369**	186330,2863**	3703,6816**	20598,5644*
P	3	17,3891	0,1107	4661,5864	95,0716	741,6145
Comp. x P	12	27,6096	0,1705	6162,5858	118,7858	988,6035
Resíduo	57	31,0461	0,3340	8684,1933	175,3238	1859,8135
Total	79	-	-	-	-	-
CV (%)		13,828	15,261	36,101	37,984	31,608

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

QUADRO 3A. Resumo das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na m.s. da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore aos 60 dias após a repicagem. Lavras: ESAL, 1994.

FV	GL	QM e significância					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	0,881*	0,0026	0,0148	0,0050	0,0194**	0,0090**
Composição	4	10,028**	0,048 **	0,2316**	0,0747**	0,2017**	0,0148**
P	3	0,165	0,022 **	0,0508	0,2366**	0,0010	0,0038*
Comp. x P	12	0,261	0,022 **	0,0438	0,0212*	0,0041	0,0021
Resíduo	57	0,283	0,0019	0,0494	0,0089	0,0039	0,0011
Total	79	-	-	-	-	-	-
CV (%)		18,063	10,447	7,708	17,018	13,666	16,653

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

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

QUADRO 4A. Resumo das análises de variância para os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na m.s. da parte aérea de mudas de bananeira cv. Mysore aos 60 dias após a repicagem. Lavras: ESAL, 1994.

FV	GL	QM s significância				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	3	104,720*	15,180	56644,349**	56076,155**	105,809**
Composição	4	410,735**	143,197**	67829,684**	159824,138**	797,558**
P	3	89,255	1,204	11095,382	61444,471**	48,330
Comp. x P	12	82,839*	10,708	5815,747	18767,185*	28,913
Resíduo	57	37,2540	6,762	9116,233	9082,107	28,247
Total	79	-	-	-	-	-
CV (%)		17,931	23,065	32,036	40,776	16,192

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

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