

39319

SÔNIA VICENTINI

**EFEITO DE DOSES E INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE MAP NO CRESCIMENTO
DE MUDAS DE BANANEIRA CV. GRAND NAINÉ OBTIDAS "IN VITRO"**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Carlos Ramirez de Rezende e Silva

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1995

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

Vicentini, Sônia

Efeito de doses e intervalos de aplicação de MAP
no crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine
obtidas "in vitro" / Sônia Vicentini. -- Lavras:
UFLA, 1995.

99 p. : il.

Orientador: Carlos Ramirez de Rezende e Silva.
Dissertação (Mestrado) - UFLA
Bibliografia.

1. Banana cv. Grand Naine - Muda - Crescimento.
2. Adubação. 3. Fósforo. 4. Nitrogênio. 5. Vivei-
ro. 6. Banana. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD-634.772
-634.77235

SÔNIA VICENTINI

**EFEITO DE DOSES E INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE MAP NO CRESCIMENTO
DE MUDAS DE BANANEIRA CV. GRAND NAINÉ OBTIDAS "IN VITRO"**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 30 de agosto de 1995

Janice G. de Carvalho

Prof^a Dr^a Janice Guedes de Carvalho

João Luiz Palma Menegucci

Pesq. MSc. João Luiz Palma Menegucci

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

Aos meus pais, Abilio Vicentini e
Maria Neide Vicentini, pela confiança,
esforço, carinho e amor que sempre demonstraram.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus por iluminar e conduzir os meus passos.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.

De modo especial ao orientador, professor Carlos Ramirez de Rezende e Silva, aos professores Janice Guedes de Carvalho e Maurício de Souza e ao pesquisador João Luiz Palma Menegucci, pela orientação, ensinamentos e constante apoio e disponibilidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À Coordenadoria de Pós-Graduação do Departamento de Agricultura na pessoa do professor Messias José de Bastos Andrade pelo apoio aos pós-graduandos.

À FAPEMIG pelo apoio financeiro na aquisição do material utilizado no experimento.

Aos professores Augusto Ramalho de Moraes (DCE-UFLA), Geraldo Aparecido de Aquino Guedes (DCS-UFLA), Antonio Eduardo Furtini Neto (DCS-UFLA) e José Walter Pedrosa Carneiro (DAG-UEM) pela contribuição e sugestões.

Aos funcionários do Pomar-UFLA, pelo apoio na condução dos trabalhos ali desenvolvidos durante o curso.

Ao acadêmico Agnaldo Pinto Ribeiro pela colaboração na coleta do experimento.

Aos funcionários dos Departamentos de Agricultura, Solos, Floresta, Química e Biblioteca Central, que contribuíram para este trabalho.

Aos meus pais, Abilio e Maria Neide, aos irmãos Jovir, Umberto e Amarildo e à amiga Lú pelo apoio e incentivos.

Aos colegas Alexandre Morais do Amaral, Ana Cristina da Rocha Gomes Menezes, Aparecida do Rocio Freitas, Marcelo Vichiato, Maria Geralda Vilela Rodrigues, Maria Izabel Furst Gonçalves, Paulo Sérgio Nascimento Lopes e Roger Tadeu Morais Penido pelo companheirismo e agradável convivência.

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xv
SUMMARY	xvii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1 Substratos de propagação	05
2.2 Fósforo no solo	06
2.3 Nitrogênio no solo	09
2.4 Efeito do fósforo no crescimento e nutrição de plantas.	11
2.5 Efeito do nitrogênio no crescimento e nutrição de plantas	16
2.6 Hipótese	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Material	22
3.1.1 Mudanças	22
3.1.2 Recipientes	23
3.1.3 Substrato de cultivo	23
3.2 Métodos	25
3.2.1 Delineamento experimental	25
3.2.2 Preparo do substrato	27
3.2.3 Instalação e condução do experimento	27
3.2.4 Avaliações	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Características químicas dos substratos	32
4.1.1 pH e Alumínio nos substratos	36
4.1.2 Fósforo nos substratos	41
4.1.3 Potássio, Cálcio e Magnésio nos substratos	44
4.1.4 Enxofre nos substratos	53
4.2 Características de crescimento	55

4.2.1	Altura de mudas	60
4.2.2	Diâmetro do pseudocaule	66
4.2.3	Área foliar e número de folhas	72
4.2.4	Peso da matéria fresca e seca da parte aérea	79
4.2.5	Peso da matéria fresca de raízes, rizoma e diâmetro de rizoma	84
5	CONCLUSÕES	90
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Características físico-químicas do solo, da casca de arroz carbonizada e do substrato. UFLA, Lavras, 1995.....	24
2 Relação dos 16 tratamentos, considerando-se a combinação das cinco doses de MAP e três intervalos da aplicação, mais o tratamento adicional. UFLA, Lavras, 1995.....	26
3 Resumo das análises de variância para as características químicas de amostras de substratos, coletadas aos 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995...	33
4 Valores médios de características químicas de amostras de substratos coletadas aos 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995	34

Quadro

Página

- 5 Valores médios para doses e intervalos de aplicação de MAP, das características químicas de amostras de substratos coletadas aos 85 dias pós-transplântio de mudas de bananeira cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995 35
- 6 Resumo das análises de variância para as características de crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine avaliadas aos 25, 35, 45, 55, 65, 75 e 85 dias dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995.. 56
- 7 Resumo das análises de variância para características de crescimento: diâmetro de rizoma, peso da matéria fresca da parte aérea (PFPA), peso da matéria fresca de rizomas (PFRi), peso da matéria fresca de raiz (PFRa) e peso da matéria seca da parte aérea (PSPA) de mudas de bananeira cv. Grand Naine aos 85 dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995 57
- 8 Valores médios das características de crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine, avaliadas aos 85 dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995 .. 58

Quadro

Página

9	Valores médios para doses e intervalos de aplicação de MAP, das características de crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine, avaliadas aos 85 dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995	59
10	Valores de condutividade elétrica em amostras dos substratos para produção de mudas de bananeira cv. Grand Naine, 85 dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995	66

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Equações de regressão para valores médios de pH de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.....	37
2 Equações de regressão para teores médios de Al de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.....	40
3 Equações de regressão para teores médios de P de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.....	43

Figura	Página	
4	Equações de regressão para teores médios de K de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.....	45
5	Equações de regressão para teores médios de Ca de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.....	49
6	Equações de regressão para teores médios de Mg de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.....	52
7	Equações de regressão para teores médios de S de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.....	54

Figura	Página
8 Equações de regressão para altura média de mudas de bananeira cv. Grand Naine em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995..	64
9 Equações de regressão para altura média de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.....	65
10 Equações de regressão para diâmetro médio do colo de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.....	67
11 Equações de regressão para diâmetro médio do colo de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.....	68
12 Equações de regressão para diâmetro de roseta de mudas de bananeiras cv. Grand Naine, em função de doses de MAP e épocas de avaliação, UFLA, Lavras, 1995.....	70

Figura	Página
13 Equações de regressão para diâmetro de roseta de mudas de bananeiras cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.....	71
14 Equações de regressão para área foliar média da 3ª folha de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.....	74
15 Equações de regressão para área foliar média da 3ª folha de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação, UFLA, Lavras, 1995.....	75
16 Equações de regressão para número médio de folhas de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.....	77
17 Equações de regressão para número médio de folhas de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.....	78

Figura

Página

- 18 Equações de regressão para peso médio de matéria fresca da parte aérea (PFPA) de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas. UFLA, Lavras, 1995..... 80
- 19 Equações de regressão para peso médio de matéria seca da parte aérea (PSPA) de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas. UFLA, Lavras, 1995..... 81
- 20 Equações de regressão para peso médio de matéria fresca de raiz (PFRA) de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas. UFLA, Lavras, 1995..... 86

RESUMO

VICENTINI, S. Efeito de doses e intervalos de aplicação de MAP no crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine, obtidas "in vitro". Lavras: UFLA, 1995. 99p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

O trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de doses e intervalos de aplicação de MAP no crescimento de mudas de bananeira propagadas "in vitro" durante a fase de enviveiramento. Foi conduzido em casa de vegetação, no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados completos em esquema fatorial 5 x 3 com um tratamento adicional e quatro repetições. Avaliou-se o efeito de cinco doses de MAP (5,60; 11,10; 16,70; 22,20 e 27,80g MAP/planta/aplicação) e três intervalos de aplicação (a cada 8, 12 e 25 dias), realizando-se determinações aos 25, 35, 45, 55, 65, 75 e 85 dias após o transplântio das mudas. A unidade experimental constituiu-se de cinco sacolas, com uma muda cada. Aos 85 dias pós-transplântio, a dose de 5,60 g de MAP/planta/aplicação proporcionou crescimento médio superior das mudas em comparação à testemunha, representado por 35,21% em altura; 54,23% no diâmetro do pseudocaule no colo;

Orientador: Carlos Ramirez de Rezende e Silva. Membros da Banca: Janice Guedes de Carvalho e João Luiz Palma Menegucci.

48,32% no diâmetro do pseudocaule à altura da roseta foliar; 128,60% na área foliar; 10,44% no número de folhas; 52,61% no diâmetro do rizoma; 158,90% no peso de matéria fresca da parte aérea; 207,04% no peso da matéria fresca do rizoma; 132,86% no peso de matéria fresca de raiz e 164,89% no peso de matéria seca da parte aérea. A aplicação de 5,60g de MAP/planta/aplicação permitiu a obtenção de mudas com 30 cm de altura aos 67 dias pós-transplântio. Aplicações de MAP promoveram aumento nos teores de P e Al no substrato. Elevação nas doses de MAP, de modo geral, afetaram negativamente o crescimento das plantas.

SUMMARY

EFFECT OF DOSES AND APPLICATION INTERVALS OF MAP UPON GROWTH OF BANANA TREE CUTTINGS CV. GRAND NAINÉ, OBTAINED IN VITRO

The work had as an objective to evaluate the effects of doses and application intervals of MAP on growth of in vitro propagated banana tree cuttings during the nursering phase. It was conducted in greenhouse, at the Fruit Science Sector of the Universidade Federal de Lavras (UFLA). The randomized complete block experimental design in a 5 x 3 factorial scheme with a further treatment, in four replications, was utilized. The effect of five doses of MAP (5,60; 11,10; 16,70; 22,20 and 27,80 g MAP/plant/application) and three application intervals (at each 8, 12 and 25 days), assessments being undertaken at 25, 35, 45, 55, 65, 75 and 85 days after the cutting-transplanting. The experimental unit consisted of five bags with a cutting inside each. At 85 days post-transplanting, the dose of 5.60g of MAP/plant/application, afforded superior average growth of the cuttings as compared to the check, represented by 35.21% in height, 54,23% in the diameter of the pseudostem at the colum, 48.32% in the diameter of the pseudostem at the height of the leaf rosette, 128.60% in the leaf area, 10.44% in the number of

leaves; 52,61% in the rhizome diameter, 158.90% in the weight of the shoot fresh matter, 207,04% in the weight of the rhizome fresh matter, 132,86% in the weight of the root fresh matter and 164,89% in the weight of the shoot dry matter. Applying 5.60g of MAP/plant/application made it possible to obtain cuttings 30 cm in height at 67 days post-transplanting. The raising of the doses of MAP, in a general manner, affected negatively the growth of plants. Applications of MAP increased the contents of P and Al in the substrate.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de bananas, com uma produção de 5.650 mil toneladas no ano de 1991 (FAO, 1993), apresentando o Estado da Bahia como o maior produtor enquanto Minas Gerais ocupa a sexta posição com uma área colhida de 34.241ha e produtividade média de 1040 cachos/ha (IBGE, 1992).

A cultura da bananeira tem se expandido nos últimos anos, podendo-se destacar o surgimento de novos plantios nas regiões Noroeste do Estado de São Paulo (Plantar..., 1994), Sul e no Norte do Estado de Minas Gerais (Banana ..., 1993), entre outras, havendo então uma necessidade crescente de material propagativo.

A bananeira é propagada normalmente pela separação de brotos do rizoma-mãe, que se constituem no material propagativo para novos plantios, não raro, provenientes de bananais comerciais decadentes e com problemas fitossanitários. Dentre estes, destacam-se o Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*) Moko (*Pseudomonas solanacearum* Smith) e nematóides que podem ser disseminados através desta metodologia de propagação.

Para se minimizar a disseminação destes patógenos torna-se fundamental o desenvolvimento de novas tecnologias que possam promover a propagação rápida dessa frutífera com a finalidade de se obter material propagativo livre de

enfermidades, em grande quantidade e no menor espaço de tempo.

A produção de mudas via cultura de tecidos, também chamada propagação 'in vitro' seria uma destas formas, possibilitando a obtenção de material livre de patógenos sendo por isso, recomendável a sua utilização como plantas matrizes. Porém, geralmente essas mudas apresentam custo elevado e tamanho reduzido (5 - 15 cm de altura) e, se levadas diretamente a campo, podem apresentar elevados índices de perdas por estarem sujeitas a condições climáticas adversas, ataque de pragas, competição com plantas daninhas e aterramento em virtude da ocorrência de chuvas fortes. Assim, para viabilizar sua utilização seria necessário que essas mudas passassem por uma etapa intermediária entre a saída do laboratório e o plantio definitivo em campo, dita fase de enviveiramento. Esta, consistiria no transplante das mudas das bandejas nas quais são comercializadas, para sacolas plásticas sob condições que favoreçam o seu rápido crescimento vegetativo no menor espaço de tempo. Desta forma, quando do plantio, teríamos um baixo índice de perdas e rápido desenvolvimento inicial em campo.

Praticamente inexitem pesquisas que indiquem as condições ideais na fase de enviveiramento. Há necessidade de se responderem questões como: qual o tipo e tamanho de recipiente mais adequado nesta etapa? Que substratos devem ser utilizados? Quais os tratos culturais recomendados? Seria possível o uso de estruturas mais econômicas como aquelas coberturas com tela plástica ou semelhantes aos viveiros de mudas de cafeeiro?

Assim, o presente trabalho teve por objetivo testar o efeito de diferentes doses e intervalos de aplicação de fosfato monoamônico (MAP) aplicado em cobertura, no crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine obtidas pela propagação rápida 'in vitro'.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A literatura é pródiga em trabalhos a respeito da formação de mudas de espécies florestais, frutíferas, hortícolas e ornamentais. Apesar disso, praticamente inexistem estudos sobre substratos e nutrição de mudas de bananeira mantidas em vasos durante a fase de enviveiramento. Dessa forma, o embasamento teórico se fará através da citação de trabalhos realizados com diferentes espécies e, as comparações posteriores, procurarão seguir os princípios básicos da fertilidade do solo, fisiologia e nutrição mineral de plantas.

A bananeira é uma planta de rápido crescimento que requer para seu normal desenvolvimento uma boa quantidade de nutrientes no solo (Soto, 1992). É uma das culturas que imobilizam uma das mineralomassas mais elevadas por hectare de vegetação (Carvalho, Paula e Nogueira, 1986).

A ordem decrescente de exigências totais em macronutrientes seria: K, N, Ca, Mg, P e S (Galo et al., 1972; Lahav e Turner citados por Malavolta, 1984). Dentre estes, o nitrogênio e o fósforo provocam respostas positivas nas plantas frutíferas na fase de formação de mudas (Souza, 1983).

Durante a fase de enviveiramento, acredita-se que o suprimento de nutrientes via adubação em quantidades adequadas,

observando-se a relação e equilíbrio entre eles, seja um procedimento que permita a obtenção de mudas vigorosas, num curto espaço de tempo.

2.1 Substratos de propagação

O substrato ideal deve ter uma adequada estrutura, que permita uma correta aeração; deve reter umidade suficiente para o crescimento das plantas e ao mesmo tempo permitir que se drene o excesso de água; proporcionar um adequado abastecimento de nutrientes às plantas; estar livre de materiais tóxicos e organismos prejudiciais e deve ser um substrato leve (Hartmann e Kester, 1964).

Segundo Souza (1983) seus componentes são escolhidos em primeiro lugar em função da disponibilidade e das propriedades físicas e, quase sempre, possuem baixos teores de nutrientes exigindo assim otimização do seu estado nutricional via adubação.

Na composição de substratos para recipientes, é básica a mistura de solo com materiais como areia, casca de arroz carbonizada, esterco de curral e outros.

Campos et al. (1986) observaram que a areia empobrece-os. Para Hartmann e Kester (1964), o uso da areia visa melhorar a textura dos solos utilizados.

A casca de arroz carbonizada pode ser usada como um dos componentes do substrato por apresentar características que permite a aeração e drenagem e por ser livre de plantas daninhas, nematóides e patógenos (Souza, 1993).

2.2 Fósforo no solo

A concentração de fósforo em solução é extremamente baixa, normalmente entre 0,1 e 1,0 kg/ha, dado a elevada tendência de remoção do nutriente da solução, tanto por precipitação quanto por adsorção (Vale, Guilherme e Guedes, 1993).

Sua precipitação ocorre na solução do solo, pela reação com íons de ferro e alumínio em solos ácidos, e cálcio em solos alcalinos. A adsorção ocorre na superfície das partículas sólidas de argila, óxidos de ferro e alumínio, ou de carbonato de cálcio em solos calcários (Raij, 1991; Vale, Guilherme e Guedes, 1993).

A fixação, nome pelo qual são conhecidos os mecanismos de precipitação e adsorção, resulta na formação de compostos fosfatados de baixa solubilidade (Raij, 1991; Vale, Guilherme e Guedes, 1993) que restringem a disponibilidade para as plantas. Dessa forma, a fixação é considerada a principal responsável pela baixa eficiência da adubação fosfatada, onde apenas 5%-20% do fósforo aplicado é aproveitado pelas plantas (Malavolta, 1980).

A solubilidade dos fosfatos de ferro e alumínio aumenta com a elevação o pH, enquanto a solubilidade dos fosfatos de cálcio aumenta a medida que o pH se torna ácido. Dessa maneira, resulta uma maior solubilidade do fósforo em torno de pH 6,0 (Raij, 1991).

Este nutriente encontra-se na solução do solo como íons ortofosfato: H_2PO_4^- , $\text{HPO}_4^{=}$ e $\text{PO}_4^{=}$, sendo essas formas dependentes do pH do meio. Na faixa de pH indicado para o cultivo de muitas

plantas, que vai de 4 a 8, predomina o H_2PO_4^- , que seria a principal forma absorvida. Em solos ácidos predomina a forma H_2PO_4^- enquanto que a partir do pH 6,0 o íon HPO_4^{2-} começa a ocorrer em maiores proporções (Malavolta, 1980; Tisdale, Nelson e Beaton, 1985; Raij, 1991).

A adição de doses crescentes de adubos fosfatados em substratos de cultivo ou no campo, promoveu o aumento do pH (Silva, 1981 e Nicoli, 1982), não alterou (Peryea, 1990; Fortes, 1991 e Rezende, 1991) e diminuiu (Lira, 1990; McAndrew e Malhi, 1992). A não alteração deveu-se ao poder tamponante dos substratos (Coelho e Verlengia, 1973) e pelo superfosfato simples apresentar reação neutra (Mascarenhas, 1977). Para Peryea (1990) que trabalhou com MAP, a não variação de pH ocorreu em função da redução da atividade das bactérias nitrificadoras, provocado pela fumigação do solo com brometo de metila.

Aumento nos teores de fósforo disponível no substrato foi observado quando da realização de adubações fosfatadas (Silva, 1981; Nicoli, 1982; Bueno, 1984; Fonseca, 1991; Fortes, 1991 e Rezende, 1991). Segundo os autores o incremento ocorreu devido às aplicações de fertilizantes fosfatados com elevado teor de fósforo solúvel, à elevada acidez do solo, condição onde os fosfatos naturais têm maior eficiência, além da eficiência do extrator usado nas análises.

Redução nos teores de fósforo disponível foi observada com doses superiores a 2,33 kg de $\text{P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$, fato atribuído à maior absorção do nutriente pelas plantas e ao elevado teor de ferro e alumínio que tornaram o fósforo indisponível, não sendo detectado pelo extrator (Lira, 1990).

Doses crescentes de fósforo aumentaram o teor de potássio no substrato pela ocupação de cargas positivas pelo cálcio contido no superfosfato triplo, liberando o potássio do solo para a solução (Bueno, 1984); não alteraram (Fonseca, 1991) ou provocaram diminuição (Nicoli, 1982; Lira, 1990 e Rezende, 1991). Esta foi devida a maior extração do nutriente pelas plantas que mais cresceram e ao efeito do cálcio acelerando a absorção de potássio (Malavolta, 1980). A não resposta foi atribuída a ausência de potássio nos fertilizantes e ao alto teor inicial no substrato.

Vários autores observaram o aumento do teor de cálcio nos substratos atribuindo o fato a presença do nutriente nos fertilizantes fosfatados (Silva, 1981; Bueno, 1984 e Rezende, 1991). No entanto, segundo Adams citado por Vitti, Malavolta e Coutinho (1984) altas doses de fosfato induzem à precipitação do cálcio pelo fósforo, que fica então indisponível para a planta.

O teor de magnésio não se alterou quando das aplicações de fósforo, em função dos fertilizantes usados não conterem esse nutriente nas formulações (Lira, 1990; Fortes, 1991 e Rezende, 1991), ou devido a sua ocorrência nos substratos em baixas concentrações (Rezende, 1991) ou ao contrário, ocorrência em altas concentrações (Lira, 1990).

Quanto ao enxofre, os fosfatos ocupam preferencialmente as posições de troca que seriam ocupadas por sulfatos (Raij, 1991) o que favorece a lixiviação do nutriente.

Com relação ao alumínio, seu teor diminuiu no solo com aplicações de fertilizantes fosfatados (Silva, 1981; Bueno, 1984

e Lira, 1990). Segundo Bueno (1984), pode ocorrer precipitação do alumínio ligado ao fósforo.

2.3 Nitrogênio no solo

O nitrogênio praticamente não existe nas rochas que dão origem aos solos (Raij, 1991). Assim, quase todo o nitrogênio do solo é proveniente da atmosfera terrestre, a qual possui 78% do gás N_2 (Malavolta, 1980; Lopes, 1989).

Cerca de 98% deste nutriente presente no solo está na forma orgânica e não é diretamente disponível para as plantas (Vale, Guilherme e Guedes, 1993). Os outros 2%, que correspondem ao nitrogênio mineral do solo, são representados pelas formas iônicas amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-). Essas formas podem originar-se da matéria orgânica, que precisa sofrer mineralização, e dos fertilizantes minerais e orgânicos adicionados ao solo (Raij, 1991).

Suas formas mais importantes disponíveis no solo são os íons amônio e o nitrato (Mengel e Kirkby, 1983; Raij, 1991). O íon amônio, sendo um cátion, permanece no solo em forma trocável, adsorvido pelas cargas negativas. O nitrato, que tem carga negativa, é repelido pela superfície das partículas do solo, permanecendo na solução, sendo assim, muito móvel e susceptível à lixiviação (Raij, 1991).

Os íons amônio produzidos pela mineralização da matéria orgânica ou adicionados ao solo através de adubações, podem ser convertidos à forma nítrica, numa oxidação biológica denominada

nitrificação. Durante o processo, que é mediado por bactérias, há um aumento na concentração hidrogeniônica do meio devido a liberação de prótons (H^+), provocando então acidez no solo (Malavolta, 1980; Vale, Guilherme e Guedes 1993).

Ambas as formas, nítrica ou amoniacal, podem ser absorvidas pelas plantas, porém, nitrato, que predomina nas condições naturais é a principal. Quando fatores do meio restringem o processo de nitrificação, o amônio pode se tornar a forma predominante de nitrogênio para as plantas.

Diversos fatores ambientais afetam a nitrificação, como a acidez do solo (Sarathchandra, 1978; Vale, Guilherme e Guedes 1993) e o aumento do conteúdo de sais do solo que aumenta com a adição de amônio (Laura, citado por Haynes, 1986). Em geral, a taxa de nitrificação é muito baixa em solos ácidos com pH menor que 5,5 (Vale, Guilherme e Guedes, 1993).

Tanto o nitrato como o amônio são rapidamente absorvidos pelas raízes das plantas e provocam variação no pH do meio. Com a absorção do amônio há a extrusão de um próton (H^+) e, para o nitrato, há extrusão de OH^- ou HCO_3^- o que promove abaixamento ou elevação do pH, respectivamente (Faquin, 1994).

A adição de adubos nitrogenados amoniacais ao solo, tende a elevar a presença do íon amônio no ambiente.

Sua presença em diferentes proporções no solo ou em solução nutritiva, tem sido causa de constante preocupação e objeto de vários estudos que procuram avaliar o efeito dessas fontes na nutrição e crescimento das plantas.

Dentre os vários adubos nitrogenados amoniacais, temos o fosfato monoamônico (MAP) que possui na sua constituição fósforo e nitrogênio. Aplicações de MAP podem promover a salinização do solo como observou Peryea (1990). Outra desvantagem de adubos como sulfato de amônio e MAP, seria o efeito acidificante sobre o solo devido ao amônio que contém (Malavolta, 1981; Tisdale, Nelson e Beaton, 1985; Haynes, 1986).

Reduções no pH do solo com aplicações de doses crescentes de MAP foram verificadas por McAndrew e Malhi (1992). Estes relataram que aplicações de MAP também reduziram o teor de magnésio e cálcio extraível do solo.

Viégas e Haag (1985) trabalhando com porta-enxertos de seringueira verificaram que aplicações de nitrogênio na forma de sulfato de amônio, contribuíram para o aumento da acidez do solo e do alumínio trocável, ocorrendo diminuição do cálcio, magnésio e potássio trocáveis. Com o abaixamento do pH ocorreu uma diminuição na CTC dependente do pH e, conseqüentemente, uma lixiviação de Ca, Mg e K. De maneira semelhante, Kilmer e Webb (1968) citam um trabalho onde se observou que aplicações de sulfato de amônio diminuíram o pH de 5,6 para 4,2 e o total de bases trocáveis de 8,4 para 3,2 meq/100 g.

2.4 Efeito do fósforo no crescimento e nutrição de plantas

O fósforo exerce funções estruturais e de armazenamento e fornecimento de energia que é armazenada no composto trifosfato de adenosina, por exemplo, e é empregada em processos e reações

como a fotossíntese, biosíntese de amido, absorção iônica e respiração (Malavolta, 1980). O fósforo é componente de ácidos nucleicos, coenzimas, nucleotídeos, fosfoproteínas, fosfolipídeos e açúcares fosfatados (Tisdale, Nelson e Beaton, 1985).

Embora seja um dos macronutrientes requeridos, em menor proporção pela bananeira (Freiberg, 1966; Champion, 1974; Dantas et al., 1977; Medina, 1990; Moreira, 1987), desempenha papel importante relacionado ao crescimento e produção da planta (Dantas et al., 1977 e Moreira, 1987). Ainda, favorece a formação e o crescimento radicular (Kisselman, 1971 e Moreira, 1987) e influi nas funções dos órgãos florais (Simão et al., citados por Azeredo et al., 1986 e Moreira, 1987), além de afetar o vigor do pseudocaule (Champion, 1974).

Garcia, Gilbert e Benitez citados por Soto (1992) afirmam que em solos com 10 a 20 ppm de fósforo disponível, as bananeiras respondem às aplicações de fosfatos.

Simmonds (1973) observou que sua deficiência provocou reduzido desenvolvimento das raízes de bananeira, além de apodrecimento da base do rizoma. Marschner (1986) cita que aplicações de fósforo aumentam a densidade de raízes, com aumento do comprimento e peso de matéria seca. Seabra Filho (1994) trabalhando com mudas de bananeira durante a fase de enviveiramento, verificou aumento no peso fresco de raiz até a dose de 800 gramas de superfosfato simples (SS)/m³ de substrato, e queda a partir desta dose, enquanto Sousa (1994) em trabalho semelhante, não obteve resposta para fósforo. Por outro lado, altas concentrações em solução nutritiva diminuíram o comprimento

de pelos radiculares e a área superficial da raízes de tomate, espinafre e nabo (Fohese e Jungk, 1983) evidenciando os efeitos maléficos do fósforo quando em excesso.

O inadequado fornecimento deste nutriente para as plantas resulta na redução da síntese de proteínas e diminuição do crescimento vegetativo (Malavolta, 1980; Mengel e Kirkby, 1983). Dessa forma, sua deficiência reduz o número de folhas (Murray, citado por Medina, 1990) e o tamanho e conseqüentemente o porte da própria planta (Moreira, 1987).

Martin-Prevel e Charpentier (1964) observaram que bananeiras carentes em fósforo tinham tamanho de folhas e pseudocaule menores.

Aplicações de doses crescentes de fósforo e potássio conjuntamente, proporcionaram plantas mais altas (Lahav, 1973). Aplicações de fósforo apenas, não afetaram o crescimento das bananeiras segundo relatos de Kohli, Chacko e Randhawa (1976) e de Sousa (1994), que afirma também que o teor de P_2O_5 contido no substrato foi capaz de suprir as mudas com fósforo. Seabra Filho (1994) verificou que 800 g de SS/m³ de substrato proporcionou obtenção de mudas de bananeiras mais altas.

Diversos autores tais como Fontanezzi (1989), Lira (1990) e Rezende (1991), trabalhando com citros sob diferentes condições, obtiveram respostas lineares para altura e matéria seca total de mudas com aplicações de doses crescentes de fósforo.

A absorção de nutrientes pelas plantas é afetada por diversos fatores, entre os quais disponibilidade e presença de

outros elementos no solo. De acordo com Malavolta (1980), a absorção de um elemento pode ser influenciada pela presença de outro por antagonismo, inibição competitiva e inibição não competitiva.

Em porta-enxertos cítricos, Silva (1981) e Fontanezzi (1989) e em mudas de bananeira (Seabra Filho, 1994) observaram que aplicações de fósforo diminuíram o teor de nitrogênio da matéria seca das plantas. Uma possível inibição competitiva entre a forma nítrica e o íon fosfato pode ter provocado essa diminuição (Silva, 1981), ou o efeito de diluição (Fontanezzi, 1989 e Seabra Filho, 1994). Em outros trabalhos, o teor de nitrogênio não variou (Camargo, 1989; Lira, 1990 e Sousa, 1994), provavelmente devido às adubações de cobertura com adubos nitrogenados e uso de substratos ricos em matéria orgânica.

Diversos autores verificaram aumentos nos teores de fósforo na matéria seca em função das adubações fosfatadas, que proporcionaram maior disponibilidade deste no substrato (Silva, 1981; Lira, 1990; Fortes, 1991 e Seabra Filho 1994), porém Sousa (1994) obteve redução em seu teor atribuindo ao efeito de diluição.

Quanto ao potássio, observou-se que o seu teor na matéria seca diminuiu (Bueno, 1984; Fonseca, 1991 e Rezende, 1991) ou não variou (Lira, 1990; Seabra Filho, 1994 e Sousa, 1994) em função das adubações fosfatadas. A diminuição, segundo os autores, ocorreu devido ao efeito de diluição, dentre outros. O elevado teor de potássio nos substratos e adubações em cobertura com KNO_3 fizeram com que a concentração desse nutriente não se alterasse.

Aplicações de fósforo não alteraram o teor de magnésio na matéria seca devido ao seu elevado teor nos substratos (Sousa, 1994). De outro modo, houve redução em seus teores, atribuído ao efeito de diluição (Fontanezzi, 1989 e Lira, 1990).

De um modo geral, têm se verificado que aplicações de adubos fosfatados tendem a reduzir o teor de micronutrientes na matéria seca de plantas. Muitos estudos indicam que o fósforo pode interagir com micronutrientes como cobre, ferro e zinco, no solo e dentro da planta (Olsen, 1972). Geralmente essas interações ocorrem quando altos níveis de fósforo estão disponíveis no solo (Olsen, Browman e Watanabe, 1977).

Autores como Silva (1981) e Lira (1990) observaram em citros que o fósforo provocou redução nos teores de cobre na matéria seca das plantas. De acordo com Spencer citado por Lira (1990), quando se aplica superfosfato em doses crescentes, o fósforo precipita o cobre dentro da raiz, na sua superfície ou imobiliza-o no solo, diminuindo sua disponibilidade para a planta.

O teor de boro na matéria seca também foi reduzido por aplicações de fósforo, como constataram Silva (1981) e Nicoli (1982) que relatam existir inibição competitiva entre fósforo e boro.

Altos níveis de fósforo no substrato, podem insolubilizar o ferro no solo, precipitá-lo na superfície das raízes, nos espaços intercelulares e xilema, o que reduz seu teor na matéria seca (Malavolta, 1980), fato constatado por Camargo (1989) e Lira (1990).

Quanto ao zinco, observou-se que doses crescentes de fósforo reduziram seu teor na matéria seca de citros (Fontanezzi, 1989 e Rezende, 1991). Segundo Olsen, Browman e Watanabe (1977) a indução da deficiência de zinco pelo fósforo ocorreria devido a formação de compostos insolúveis no solo; a menor taxa de translocação do zinco das raízes para a parte aérea e ao efeito de diluição.

2.5 Efeito do nitrogênio no crescimento e nutrição de plantas

O crescimento vegetativo consiste principalmente no crescimento e formação de novas folhas, caules e raízes. Os tecidos meristemáticos têm um metabolismo protéico muito ativo, com intensa síntese de ácidos nucléicos e proteínas, que têm o nitrogênio como constituinte. Dessa maneira, a nutrição nitrogenada, controla de forma ampla, a taxa de crescimento vegetativo. Porém, a síntese de compostos nitrogenados depende de íons inorgânicos, como o fosfato (Mengel e Kirkby, 1983) o que demonstra a importância do nitrogênio e do fósforo para o crescimento das plantas.

Na planta, quase todo o nitrogênio se encontra em formas orgânicas representadas principalmente por aminoácidos e proteínas, além de ser componente de vitaminas, coenzimas e das bases purinas e pirimidinas (Malavolta, 1980). Por fazer parte de enzimas e da molécula da clorofila, está envolvido com a fotossíntese e reações enzimáticas (Lopes, 1989).

Seu adequado fornecimento está associado a um crescimento vigoroso e intensa coloração verde das folhas (Tisdale, Nelson e Beaton, 1985). Na bananeira promove um rápido crescimento e emissão da inflorescência (Geus, 1967); aumento da área foliar (Geus, 1967 e Moreira, 1987); maior desenvolvimento em volume e peso de rizoma (Marciani-Bendezú e Gomes, 1980 e Moreira, 1987), além de aumento significativo no peso do cacho e tamanho dos frutos (Geus, 1967).

Sua deficiência provoca diminuição na altura e diâmetro do pseudocaule, aumento no ciclo de produção; diminuição no período de vida, no número e tamanho das folhas, que quando mais velhas apresentam-se cloróticas (Geus, 1967 e Moreira, 1987).

Em pesquisa realizada, Martin-Prevel e Charpentier (1964) determinaram que o nitrogênio afeta o crescimento e o rendimento da bananeira. Em condições de carência, o pseudocaule era curto e a hélice foliar foi modificada, com emissões sucessivas de folhas num mesmo plano. O pseudocaule tornou-se pouco resistente e os pecíolos finos e longos. O sistema radicular apresentava adequado tamanho. No entanto, de acordo com Simmonds (1973) apesar de não haver redução no número e comprimento de raízes, estas apresentam-se mais delgadas.

Em outro trabalho, bananeiras que receberam nitrogênio em comparação com aquelas que não o receberam, apresentaram-se com pseudocaule de maior diâmetro e mais altos (Hernandez, 1985).

Kohli, Iyengar e Reddy (1984) observaram que aplicações de 150 g de N/planta de bananeira, resultou em considerável

aumento na produção de matéria seca, que diminuiu com doses acima de 300 g de N/planta.

O nitrato é frequentemente a forma preferencial para o crescimento dependendo, entretanto, da espécie e de fatores ambientais. Em solos ácidos, o amônio seria a principal forma disponível e existem espécies que preferem ou toleram o suprimento de nitrogênio predominantemente na forma amoniacal. Todavia, para a maioria das espécies, parece que uma mistura de nitrato com algum amônio produziria maior crescimento (Mengel e Kirkby, 1983 e Haynes, 1986).

Têm-se observado, que plantas expostas a doses crescentes de nitrogênio na forma de amônio ou nitrato, respondem de maneira diferenciada quanto a sua morfologia radicular e/ou aérea.

Segundo Marschner (1986) a densidade radicular aumenta nas zonas onde a concentração de nutrientes, especialmente nitrogênio, é alta. No entanto, o efeito dos íons amônio e nitrato sobre a morfogênese radicular difere marcadamente. Plantas nutridas com altos níveis de amônio apresentam uma grande redução na elongação radicular, com raízes curtas, grossas, quebradiças e pouco ramificadas (Neumann e Kafkafi, 1980; Bhat, 1983; Silveira e Sant'Anna, 1988) e estímulo na formação de minúsculos pêlos radiculares (Bhat, 1983) o que indica toxidez de amônio. Por outro lado, altas concentrações de nitrato inibem a formação de pêlos radiculares e as raízes são finas e longas (Bhat, 1983).

Além da redução do sistema radicular, a toxidez por amônio é caracterizada por redução no crescimento da parte aérea da planta, que pode apresentar necroses marginais e cloroses internervais nas folhas (Maynard e Barker, 1969). Também ocorrem modificações morfológicas dos cloroplastos e redução da clorofila (Puritch e Barker, 1967), redução da fotossíntese pelo desacoplamento da fotofosforilação (Krogmann et al., citados por Silveira e Sant'Anna, 1988; Puritch e Barker, 1967) e degradação de proteínas (Barker, Volk e Jackson, 1966).

Esta toxidez inibe o crescimento das plantas por meio de vários mecanismos como a redução do pH da rizosfera que associado ao amônio é tóxico para inúmeras espécies. O controle da acidez do meio promove a incorporação do amônio a compostos orgânicos nas raízes impedindo o transporte para a parte aérea onde é fitotóxico (Barker, Volk e Jackson 1966; Maynard e Barker, 1969). Dessa forma, o controle do pH do meio alivia os efeitos fitotóxicos do amônio. O íon amônio atua também alterando o metabolismo de carboidratos; provocando stress hídrico nas plantas e redução na absorção de cátions (Haynes, 1986).

A nutrição nitrogenada sob a forma amoniacal resulta na inibição da absorção de cátions como cálcio, magnésio e potássio e aumentos na absorção de fosfato e sulfato. O nitrato tem efeito oposto, estimulando a absorção de cátions e inibindo a absorção de ânions (Haynes e Goh, citados por Haynes, 1986).

Guazzelli (1988) trabalhando com plantas de feijoeiro cultivadas em solução nutritiva com diferentes proporções $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$, observou redução nos teores de cálcio, magnésio e

potássio, e elevação nos teores de fósforo e enxofre na matéria seca à medida que se elevava a proporção de amônio.

Gashaw e Mugwira (1981), cultivando triticales, trigo e centeio em meio artificial com diferentes proporções $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ determinaram que os teores de fósforo e ferro aumentaram na matéria seca enquanto que os teores de potássio, cálcio, magnésio e manganês diminuíram a medida que se elevava a relação $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$. As maiores concentrações de fósforo na matéria seca das plantas cultivadas com maior proporção de amônio são resultado do estímulo à absorção de ânions em resposta à absorção de cátion, no caso (NH_4^+). A menor absorção de cálcio e magnésio também foi atribuída ao balanço cátion: ânion.

Várias pesquisas demonstraram que adubos amoniacais como MAP e sulfato de amônio, podem provocar nas plantas respostas similares às aquelas obtidas em solução nutritiva com elevadas proporções de amônio.

Decarlos Neto et al. (1994) verificaram em porta-enxerto limoeiro 'cravo', que maiores frequências de aplicações de solução de arranque à base de monoamônio fosfato e nitrato de potássio reduziram o peso da matéria seca das raízes das plantas.

Locatelli (1984) observou que aplicações crescentes de sulfato de amônio (SA) no substrato para produção de mudas de eucalipto, promoveram incremento na matéria seca e altura da planta e aumento na concentração de nitrogênio e fósforo na matéria seca. A crescente absorção de fósforo, teria sido estimulada pela presença do enxofre. Houve redução nos teores de

potássio, atribuída ao efeito de diluição, fato também verificado para o cálcio e magnésio.

Segundo Pereira (1992) aplicações de 0,6 kg de N/m³ de substrato na forma de fosfato monoamônico não apresentaram resposta diferenciada com relação ao substrato básico para características de altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro. Apenas reduziu o peso de matéria seca de raiz, fato atribuído a uma redução do pH do solo com conseqüente elevação na concentração de manganês a níveis tóxicos e redução no teor de cálcio trocável no solo, como discutido por Malavolta (1981). Quanto aos teores de macro e micronutrientes na matéria seca, observou-se diferença significativa apenas para manganês, que apresentou-se em maiores concentrações nas mudas adubadas com MAP. Segundo Malavolta (1981) os fosfatos de amônio tendem a baixar o pH do solo, o que provoca elevação nos teores de manganês.

2.6 Hipótese

Diante do exposto, formula-se a seguinte hipótese:

- aplicações em cobertura de diferentes doses de fosfato monoamônico (MAP), sob três diferentes intervalos de aplicação, influenciarão positivamente o crescimento e nutrição de mudas de bananeira, que poderiam ser transplantadas para campo em menor tempo, com possibilidade de altos índices de pegamento e rápido crescimento inicial.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido na casa de vegetação do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. O município situa-se a $21^{\circ}14'06''$ de latitude Sul, a $45^{\circ}00'00''$ de longitude W. Gr. e altitude de 918 m, com clima de transição Cwb-Cwa segundo classificação de Köppen

3.1. Material

3.1.1. Mudas

Utilizou-se o cultivar Grand Naine, pertencente a espécie *Musa acuminata* Colla, genoma AAA. Possui alto potencial de produção apresentando plantas de porte semi-anão, vigorosas, pouco susceptíveis ao tombamento; o seu plantio tem aumentado significativamente nos últimos anos (SOTO, 1992).

As mudas foram obtidas pela propagação rápida 'in vitro', aclimatadas em bandejas de isopor de 128 células vazadas em forma piramidal, cujas arestas eram de 3,5 cm na parte superior e 1,0 cm na parte inferior. As células continham um substrato comercial constituído por vermiculita e casca de *Pinus*

compostada. As mudas apresentavam-se com uma altura média de 5,5 cm.

3.1.2 Recipientes

Utilizaram-se como recipientes, sacos de polietileno pretos, sanfonados e perfurados, com 14 cm de diâmetro por 32 cm de altura e capacidade para 5,5 litros de substrato.

3.1.3. Substrato de cultivo

Na constituição do substrato utilizou-se solo de subsuperfície pertencente a classe Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa; casca de arroz carbonizada e areia grossa lavada, adicionando-se ainda na composição básica cloreto de potássio. No quadro 1 são apresentados os resultados das análises físico e químicas do solo e da casca de arroz carbonizada isolados e do substrato.

Como fonte de nitrogênio e fósforo utilizou-se fosfato monoamônico (MAP), que possuía 11,14% de nitrogênio e 50,07% de P_2O_5 solúvel em CNA (citrato neutro de amônio) + H_2O . Outras adubações em cobertura foram realizadas com bórax, sulfato de cobre, sulfato de zinco e sulfato de magnésio.

QUADRO 1. Características físico-químicas do solo, da casca de arroz carbonizada e do substrato. UFLA, Lavras, 1995.

AMOSTRA CARACT.	SOLO(1)	CASCA DA ARROZ CARBONIZADA (2)	SUBSTRATO DE CULTIVO (1)
pH em H ₂ O	5,7 AcM	7,18 AlF	5,7 AcM
P (ppm)	4 B	-	18 M
K (ppm)	44 M	-	357 A
Ca (meq/100cc)	3,8 M	-	2,8 M
Mg (meq/100cc)	0,2 B	-	0,4 B
Al (meq/100cc)	0,1 B	-	0,1 B
H+Al (meq/100cc)	2,3 B	-	2,0 M
S (meq/100cc)	4,1 M	-	4,1 M
t (meq/100cc)	4,2 M	-	4,2 M
T (meq/100cc)	6,4 M	-	6,1 M
m %	2 B	-	2 B
V %	64 M	-	67 M
M. org (%)	-	31,21	-
Umid (65°C (%))	-	20,79	-
Carbono (%)	-	-	-
N total (%)	-	0,49	-
P ₂ O ₅ Sol.ác.Citr.(%)	-	0,039	-
K ₂ O total (%)	-	0,28	-
Enxofre (ppm)	-	-	28

1 - Análise realizada pelo Instituto de Química "John H. Wheelock", DCS/UFLA.

2 - Análise realizada pelo Laboratório João Carlos Pedreira de Freitas, COOXUPÉ/Guaxupé - MG.

S = soma de bases trocáveis.

m = saturação de Al da CTC efetiva.

AcM = Acidez média

AlF = Alcalinidade Fraca

V = saturação de bases da CTC a pH7

T = CTC a pH 7

B = Baixo

M = Médio

A = Alta

t - CTC efetiva

3.2 Métodos

3.2.1 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados completos em esquema fatorial 5 x 3 (cinco doses de MAP: 5,60; 11,10, 16,70; 22,20 e 27,80 g de MAP / planta / aplicação; e três intervalos de aplicação: a cada 8, 12 e 25 dias) com um tratamento adicional (testemunha) e quatro repetições. Cada parcela experimental era constituída por cinco recipientes, cada qual com uma planta, totalizando 320 mudas. A combinação entre as doses de MAP e os diferentes intervalos de aplicação resultou em 15 tratamentos, mais o adicional, que se constituiu na testemunha, relacionados no Quadro 2.

Como foram realizadas avaliações periódicas durante a condução do experimento, para fins de análise estatística adotou-se o esquema de parcela sub-dividida, onde a parcela foi constituída pelo fatorial 5 x 3 e a sub-parcela por sete épocas de avaliação (25, 35, 45, 55, 65, 75 e 85 dias pós-transplântio).

QUADRO 2. Relação dos 16 tratamentos, considerando-se a combinação das cinco doses de MAP e três intervalos da aplicação, mais o tratamento adicional. UFLA, Lavras, 1995.

TRAT	DENOMINAÇÃO	DOSE DE MAP/P1/Apl. (g)	INTERVALO DE APLICAÇÃO (dias)
1	(Test.)	-	-
2	(D1/25)	5,60	25
3	(D1/12)	5,60	12
4	(D1/08)	5,60	8
5	(D2/25)	11,10	25
6	(D2/12)	11,10	12
7	(D2/08)	11,10	8
8	(D3/25)	16,70	25
9	(D3/12)	16,70	12
10	(D3/08)	16,70	8
11	(D4/25)	22,20	25
12	(D4/12)	22,20	12
13	(D4/08)	22,20	8
14	(D5/25)	27,80	25
15	(D5/12)	27,80	12
16	(D5/08)	27,80	8

3.2.2 Preparo do substrato

O solo e a areia grossa lavada foram passados em peneira grossa para eliminar torrões e outras impurezas. A casca de arroz foi carbonizada de acordo com metodologia descrita por Souza (1993).

Em seguida, mediu-se em proporção volumétrica 50% de solo, 25% de areia grossa lavada e 25% de casca de arroz carbonizada. Para facilitar a homogenização, eram preparados 100 litros desta composição básica de cada vez, aos quais eram acrescentados 50g de cloreto de potássio. Cada saco de polietileno recebia 5,50 litros deste substrato.

3.2.3 Instalação e condução do experimento

Os sacos de polietileno, já com o substrato, foram levados para casa de vegetação e dipostos de maneira a formar quatro blocos. As parcelas eram dispostas duas a duas e eram constituídas por cinco sacos (plantas) enfileirados, obtendo-se então quatro linhas com quatro tratamentos cada, dispostos aleatoriamente através de sorteio.

Antes do transplântio as mudas foram selecionadas visualmente de forma a se obter lotes de plantas homogêneas quanto a altura e diâmetro do pseudocaule. Foram retiradas das bandejas com auxílio de espátula para evitar danos às mesmas e/ou destruição do torrão.

No momento do transplântio o substrato foi abundantemente irrigado, sendo aberto um orifício no centro com auxílio de um chuchu, de forma que pudesse receber a muda com o seu torrão. Comprimia-se com as mãos o mesmo junto ao torrão para evitar que ficassem bolsas de ar, irrigando-se posteriormente.

O MAP foi peneirado para eliminação dos torrões e impurezas e pesado em balança de precisão em dosagens suficientes para a adubação de cada parcela, ou seja, cinco mudas.

As dosagens referentes a cada parcela eram diluídas em água, agitando-se manualmente a solução de maneira a dissolver o adubo; em seguida aplicava-se, com o auxílio de um becker, 200 ml/planta. Eram distribuídas ao redor do seu colo, porém, sem entrar em contato direto com os tecidos para evitar injúrias. Em todos os tratamentos que receberam MAP, a primeira aplicação ocorreu aos 25 dias após o transplântio e posteriormente de acordo com os intervalos de aplicação. Antes de cada aplicação realizava-se a escarificação do substrato para facilitar a infiltração da solução.

Aos cinquenta dias pós-transplântio fez-se uma adubação de cobertura em todas as plantas com micronutrientes, enxofre e magnésio. Utilizou-se como fonte de nutrientes o bórax, sulfato de cobre, sulfato de zinco e sulfato de magnésio nas doses de 25 mg, 63,46 mg; 137,5 mg e 2115,38 mg/vaso respectivamente. Pesou-se quantidade de adubo suficiente para adubação de 100 plantas. As doses eram dissolvidas em 10 litros de água e após homogeneização aplicava-se 100 ml dessa solução em cada sacola. O sulfato de cobre, sulfato de magnésio e sulfato de zinco foram aplicados conjuntamente, enquanto o bórax em solução à parte.

3.2.4 Avaliações

Na primeira fase fizeram-se avaliações aos 25, 35, 45, 55, 65, 75 e 85 dias pós-transplântio das mudas, determinando-se as seguintes características:

- **Altura de planta:** com uma régua graduada, mediu-se a altura da planta desde o colo até o ponto de inserção do pecíolo das duas últimas folhas totalmente abertas.

- **Diâmetro do pseudocaule:** através de paquímetro avaliou-se o diâmetro da planta na região do colo, e a $\frac{2}{3}$ de altura do pseudocaule a partir do colo.

- **Largura e comprimento de folha:** utilizando-se uma régua graduada, mediu-se comprimento e a maior largura da 3ª folha aberta, contando-se a partir do ápice da planta.

- **Área foliar:** A partir das medidas de largura e comprimento do 3ª folha aberta, estimou-se a sua área foliar segundo a fórmula proposta por Moreira (1987): $A = L \times C \times 0,8$ onde: L, C e 0,8 correspondem a largura e comprimento da folha e fator de correção respectivamente.

- **Número de folhas:** obtido através de contagem do número de folhas totalmente abertas.

Na segunda fase, as avaliações foram realizadas ao final do período de enviveiramento onde as plantas foram identificadas de acordo com o tratamento e a repetição. Retiraram-se os sacos que envolviam o substrato, dos quais colheram-se amostras de seu perfil para análise. Após a lavagem do sistema radicular em caixa d'água para eliminação do torrão efetuaram-se as seguintes avaliações:

- **Peso da matéria fresca do sistema radicular:** as raízes lavadas e livres de substrato foram cortadas rente ao rizoma e pesadas em balança graduada.

- **Peso da matéria fresca de rizoma:** após o corte das raízes e da parte aérea da planta na região do colo pesou-se os rizomas em balança graduada.

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

- **Peso da matéria fresca da parte aérea:** retirados o rizoma e o sistema radicular, efetuou-se pesagem do material da parte aérea.

- **Peso da matéria seca da parte aérea:** o material da parte aérea das plantas foi picado, acondicionado em sacos de papel e levados para estufa com circulação forçada de ar à 65°C, e após atingir peso constante, foi pesado em balança eletrônica.

- **Análise química dos substratos:** ao final de 85 dias, coletaram-se amostras de substrato de cada saco. Estas eram retiradas com o auxílio de uma faca ao longo de todo o perfil do torrão, sendo que cada parcela formava uma amostra composta identificada de acordo com o tratamento e a repetição. Foram secas ao ar, peneiradas, acondicionadas em saquinhos plásticos identificados e enviadas ao Laboratório do Departamento de Ciências do Solo / UFLA, para análise química. O pH em água foi determinado pelo método potenciométrico; Ca + Mg trocáveis pelo método complexométrico com EDTA; Ca trocável pelo método complexométrico com EDTA; Al trocável pelo método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio; P disponível pelo método colorimétrico com emprego de ácido ascórbico; K disponível pelo método de fotometria de chama; S pelo método turbidimétrico com cloreto de bário e ácido acético, conforme metodologia descrita por Vettori (1969).

- **Salinidade:** o material para análise de salinidade foi obtido de maneira semelhante ao daquele para análise química porém, das quatro repetições fez-se uma amostra única. A salinidade foi determinada pelo método da condutividade elétrica no extrato de saturação segundo EMBRAPA (1979).

As análises estatísticas seguiram os procedimentos recomendados para os delineamentos, segundo Gomes (1985). Todos os dados foram submetidos às análises de variância e análise de regressão, através do uso dos programas estatísticos BMDP e SAS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características químicas dos substratos

O resumo das análises de variância para valores de pH, P, K, Ca, Mg, S e Al dos substratos referentes a cada tratamento, avaliados após a retirada das plantas, aos 85 dias pós-transplântio, encontra-se no Quadro 3. Os valores médios dessas características são apresentados nos Quadros 4 e 5.

Observaram-se diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade entre o tratamento adicional que será chamado de testemunha e os tratamentos que receberam fosfato monoamônico (MAP), de agora em diante ditos fatorial, para as características de pH, P, K, Mg, S e Al.

Para os tratamentos que receberam MAP, verificou-se efeito de doses, de intervalos de aplicação e da interação doses x intervalos de aplicação para valores de pH, Mg e S no substrato. Quanto ao P, K, Ca e Al observou-se apenas a influência de doses e intervalos de aplicação de MAP, pelo teste de F a 5% de probabilidade.

QUADRO 3. Resumo das análises de variância para as características químicas de amostras de substratos, coletadas aos 85 dias pós-transplante das mudas de bananeira cv. Grand Naine. UFLA, Lavras. 1995.

CV	GL	QM e significância						
		pH	P	K	Ca	Mg	S	Al
Dose	4	0,6348 **	648798,6250 **	8874,1250 **	1,2603 **	1,5594 **	4821,6868 **	0,0789 **
Int. Apl.	2	0,6812 **	205060,6500 **	2406,6677 **	1,8982 **	1,3222 **	3258,3485 **	0,0665 **
Dose x IA	8	0,5070 **	21995,0250 NS	173,1875 NS	0,2859 NS	0,2065 *	1142,9098 **	0,0194 NS
Fat. vs. Test.	1	6,0325 **	2627131,0000 **	15560,5967 **	0,2282 NS	4,1082 **	6125,0474 **	0,3046 **
Bloco	3	0,2410 *	25402,5400 NS	1010,8910 NS	1,0988 **	0,7217 **	1476,6850 **	0,0231 NS
Resíduo	45	0,0622	18134,3400	453,0580	0,1375	0,0882	214,7642	0,0094
CV (%)		5,24	16,86	22,62	15,99	17,93	15,24	26,41

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

NS - não significativo

QUADRO 4. Valores médios de características químicas de amostras de substratos coletadas aos 85 dias pós-transplântio das mudas de bananeira cv. Grand Naine. UFLA, Lavras 1995.

TRAT.	pH em água	P ----- ppm	K	Ca ----- meq/100 cc	Mg ----- meq/100 cc	S ---	Al ----- meq/100 cc	H + Al
(Test)	6,0	14	155	2,6	0,68	58,30	0,10	1,85
(D ₁ /25)	4,9	317	44	2,7	0,95	68,88	0,15	4,10
(D ₁ /12)	4,4	463	51	2,6	1,10	74,46	0,30	5,03
(D ₁ /08)	4,2	569	56	2,7	1,33	87,71	0,38	5,48
(D ₂ /25)	4,4	619	62	2,7	1,27	90,60	0,30	5,23
(D ₂ /12)	4,6	945	88	2,6	1,63	86,99	0,35	6,30
(D ₂ /08)	4,5	1013	76	2,3	2,05	81,67	0,38	7,05
(D ₃ /25)	4,3	849	83	2,7	1,55	89,81	0,45	6,15
(D ₃ /12)	4,6	981	105	2,3	2,18	88,18	0,33	6,88
(D ₃ /08)	5,1	1028	105	1,9	2,00	107,90	0,38	7,73
(D ₄ /25)	4,4	1016	99	2,4	1,90	91,51	0,40	7,10
(D ₄ /12)	4,6	1013	111	2,3	2,00	111,58	0,53	8,35
(D ₄ /08)	5,0	1063	128	1,9	2,17	114,00	0,53	8,13
(D ₅ /25)	4,5	898	100	2,6	1,45	105,60	0,35	6,30
(D ₅ /12)	5,1	979	114	1,7	2,40	106,80	0,50	8,20
(D ₅ /08)	5,6	1016	129	1,2	1,85	174,90	0,58	7,50

QUADRO 5. Valores médios para doses e intervalos de aplicação de MAP, das características químicas de amostras de substratos coletadas aos 85 dias pós-transplântio de mudas de bananeira cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.

Trat.	pH	P	K	Ca	Mg	S	Al
		ppm		meq /100cc		ppm	meq/100cc
Test.	6,0	14	155	2,60	0,68	58,30	0,10
D ₁	4,5	450	50	2,67	1,13	77,02	0,28
D ₂	4,5	859	75	2,53	1,65	86,42	0,34
D ₃	4,7	953	98	2,30	1,91	95,30	0,39
D ₄	4,7	1031	113	2,20	2,02	105,70	0,49
D ₅	5,1	964	114	1,83	1,90	129,10	0,48
Médias Doses	4,7	851	90	2,31	1,72	98,71	0,39
I (8)	4,9	938	99	2,00	1,88	113,24	0,45
I (12)	4,7	876	94	2,30	1,86	93,60	0,40
I (25)	4,5	740	78	2,62	1,42	89,28	0,33
Médias Intervalos	4,7	851	90	2,31	1,72	98,71	0,39

4.1.1 pH e Alumínio nos substratos

Aplicações de MAP promoveram redução do pH dos substratos correspondentes ao fatorial quando comparados à testemunha, com valores médios respectivamente de 4,70 e 6,00, (Quadro 5). Essa redução evidencia o poder acidificante deste adubo. Este efeito provocado por adubos amoniacais, como é o caso do MAP, de acordo com Malavolta (1980); Vale, Guilherme e Guedes (1993) acontece devido ao processo de nitrificação onde ocorre a liberação de dois prótons (H^+) para cada íon NH_4^+ e também em função da própria absorção do amônio pelas plantas que liberam para o meio H^+ (Malavolta, 1980 e Faquin, 1994) o que provoca um aumento da concentração hidrogeniônica, ou seja, redução do pH.

O aumento da acidez do solo devido a aplicações de MAP também foi observado por McAndrew e Malhi (1992), e em pesquisas correlatas conduzidas por Viégas e Haag (1985), Koller e Boeira (1986) e Silva (1994).

De maneira contrária, Peryea (1990) não constatou redução significativa de pH quando adicionou MAP em solos contidos em vasos, atribuindo a severa redução na capacidade de nitrificação pelas bactérias do solo, devido a fumigação com brometo de metila.

Quanto aos tratamentos em que se aplicou MAP, a Figura 1 representa as equações de regressão para pH do substrato, considerando-se a interação doses de MAP X intervalos de aplicação.

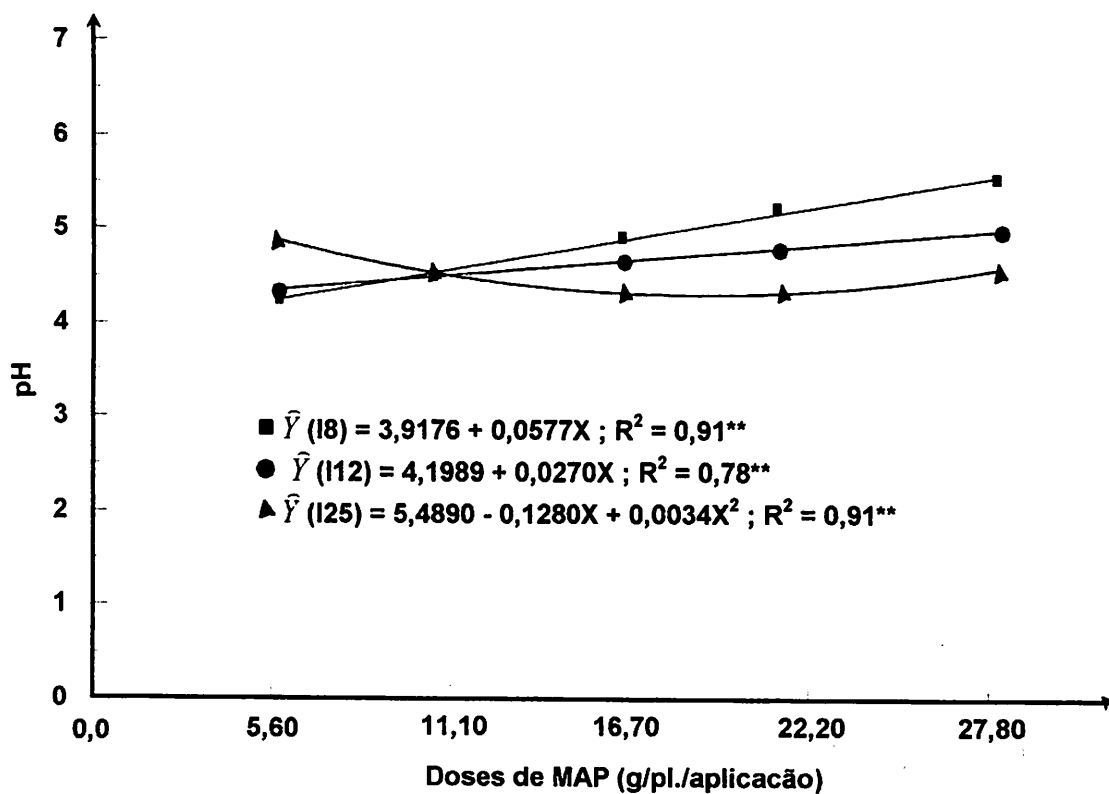


FIGURA 1. Equações de regressão para valores médios de pH de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.

Para o intervalo de 25 dias entre cada aplicação, a princípio houve uma redução do pH e a partir da dose 22,20 g de MAP, elevação. Nos intervalos de 12 e 8 dias verificou-se que a medida que as doses de MAP aumentaram, o pH elevou-se, com o intervalo de 8 dias apresentando pH superior aos demais. Apesar da diferença estatística dos valores de pH, deve-se ressaltar que do ponto de vista da fertilidade do solo, essa variação é pouco significativa.

Constatou-se que aplicações de MAP elevaram consideravelmente a Acidez Potencial que é representada pelos íons Al^{+3} e H^{+} adsorvidos aos colóides da fase sólida (Vale, Guilherme e Guedes, 1993). Ainda que não tenham sido analisados estatisticamente, observa-se pelo Quadro 4, que os tratamentos do fatorial apresentaram teores de $Al^{+3} + H^{+}$ (Acidez Potencial) consideravelmente superiores à testemunha. Esse aumento da Acidez Potencial demonstra que houve liberação para o meio de cultivo, no caso o substrato, de íons H^{+} provenientes dos processos de nitrificação e absorção do NH_4^{+} e que esses íons ficaram adsorvidos às cargas negativas do complexo de troca do solo.

Em relação ao grau de acidez ou alcalinidade do solo, a bananeira exibe grande tolerância, podendo desenvolver-se em solos com pH variando de 4,0 a 8,0 (Moreira, 1987 e Medina, 1990). Porém, em pH entre 6,0 e 6,5 têm-se observado as maiores produtividades (Moreira, 1987) e a absorção de nutrientes aproxima-se do ponto máximo (Marciani - Bendezú e Gomes, 1980; Medina, 1990).

Quanto ao Al, os tratamentos do fatorial com teor médio de 0,39 meq/100cc apresentaram-se superiores a testemunha cujo teor foi de 0,10 meq (Quadro 5).

Observou-se ainda, como mostra a Figura 2, elevações nos teores de Al, com doses crescentes de MAP e redução dos intervalos de aplicação, com comportamento linear, demonstrando que doses crescentes de MAP elevaram a Acidez Trocável ou Nociva representada pelo Al trocável.

A elevação nos teores de Al, pode estar associada a um provável efeito do P presente no MAP em ligar-se ao Al dos colóides do solo (húmus e óxidos de Al) em função da alta afinidade entre estes dois elementos, formando compostos P-Al que seriam detectados pelo extrator utilizado nas análises. É possível que o método usado para dosar o Al, tenha também extraído íons H^+ provenientes do processo de nitrificação do NH_4^+ , que no entanto, nas análises são quantificados como Al, o que teria contribuído para a elevação dos teores deste elemento.

Teores de Al trocável no solo acima de 0,5 meq/100cc são considerados tóxicos às bananeiras (Medina, 1990), sendo que no presente caso, para as maiores doses de MAP, estiveram próximos deste valor podendo talvez ter provocado fitotoxidez às plantas. Para Vale, Guilherme e Guedes (1993) ao contrário de utilizar-se o teor de Al trocável, um melhor indicador de seu potencial fitotóxico tem sido a sua percentagem de saturação, que neste trabalho apresentou um máximo 14,5% que é considerada baixa pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, (CFSEMG, 1989).

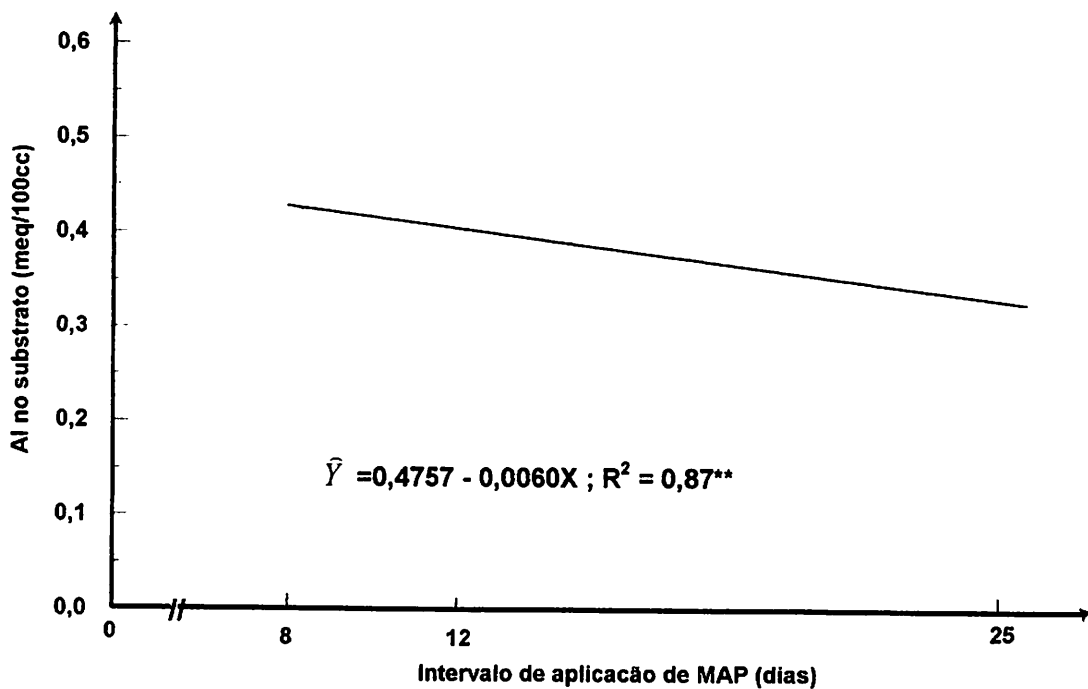
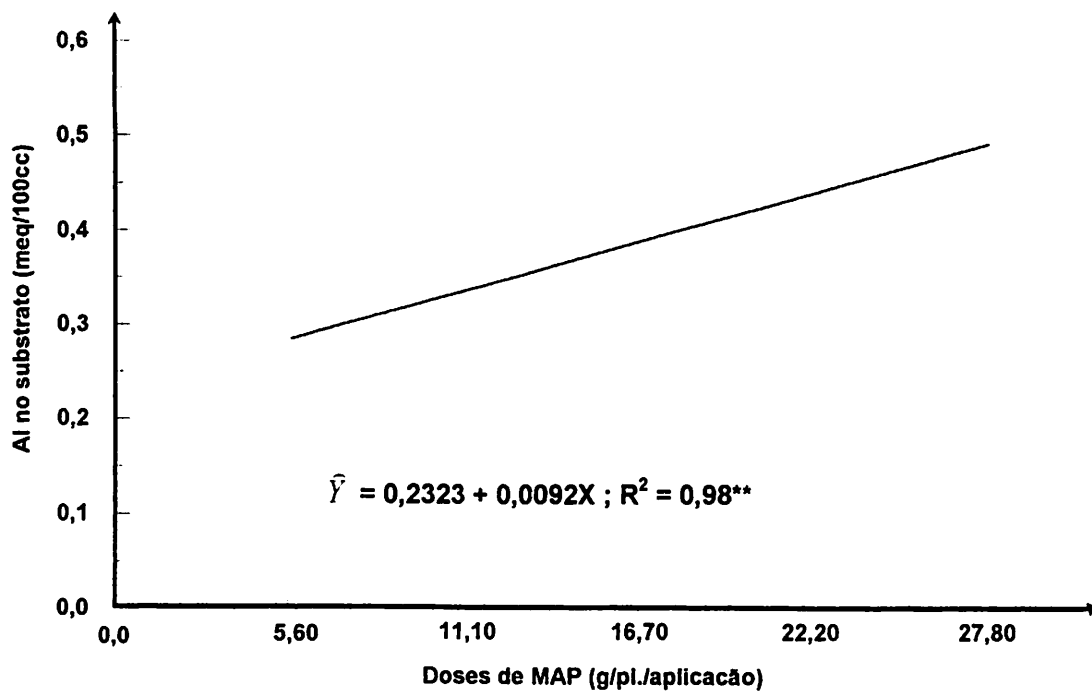


FIGURA 2. Equações de regressão para teores médios de Al de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.

Os primeiros sintomas de toxidez de Al aparecem nas raízes, as quais tornam-se curtas, engrossadas, quebradiças e adquirem coloração amarronzada. Estas são ainda desprovidas de ramificações finas, além de apresentar aparência coralóide. Na parte aérea, a toxidez é caracterizada por sintomas semelhantes aqueles de deficiência nutricional, notadamente P, Ca e K (Malavolta, 1980 e Faquin, 1994).

4.1.2. Fósforo nos substratos

Quanto ao teor de P disponível no substrato, o tratamento testemunha apresentou um teor médio de 14ppm de P, que é significativamente inferior aos que receberam MAP, que continham uma média de 851ppm do nutriente (Quadro 5).

No que concerne aos tratamentos que receberam adubações, na Figura 3 estão representadas as equações de regressão para teores médios de P no substrato, com relação a doses de MAP aplicadas e intervalos de aplicação.

Nota-se que os teores de P elevaram-se com doses crescentes de MAP, apresentando diminuição para a maior dose. A medida que se aumentaram os intervalos, os teores do nutriente no solo reduziram linearmente. O adubo MAP utilizado, apresentava na sua constituição 50,07% de P_2O_5 e, desta forma, a medida que se aumentaram as doses aplicadas e se reduziram os intervalos promoveu-se o acréscimo do teor de P no solo.

Vários trabalhos identificaram elevação nos teores de P disponível no substrato quando da realização de adubações fosfatadas (Silva, 1981; Nicoli, 1982; Viégas e Haag, 1985; Fonseca, 1991; Fortes, 1991 e Rezende, 1991). O incremento deveu-se às aplicações de fertilizantes com elevado teor de P solúvel.

O decréscimo no teor de P verificado para a maior dose de MAP, pode ser atribuído talvez a uma maior absorção do nutriente pelas plantas. Além disso, observou-se que a dose 27,80 g de MAP promoveu um ligeiro acréscimo na matéria seca das plantas quando comparada às doses de 16,70 e 22,20 g de MAP, o que teria promovido uma maior absorção de P do substrato, ocorrência também relatada por Bueno (1984) quando da aplicação da maior dose de superfosfato triplo.

De acordo com a CFSEMG (1989) o teor de 18ppm de P no substrato básico (Quadro 1) antes do cultivo das plantas é tido como médio, sendo que ao final do experimento, o teor na testemunha permaneceu nesta faixa, porém reduzido para 14ppm. Naqueles substratos adubados com MAP, os níveis de P passaram a ser altos. A bananeira responde à aplicação de P quando os solos apresentam de 10 a 20 ppm deste nutriente (Garcia, Gilbert e Benitez citados por Soto, 1992).

O P desempenha papel importante no crescimento e produção da planta (Dantas et al., 1977 e Moreira, 1987). Favorece a formação e o crescimento radicular (Kisselman, 1971 e Moreira, 1987), além de afetar o vigor do pseudocaule (Champion, 1974 e Moreira, 1987).

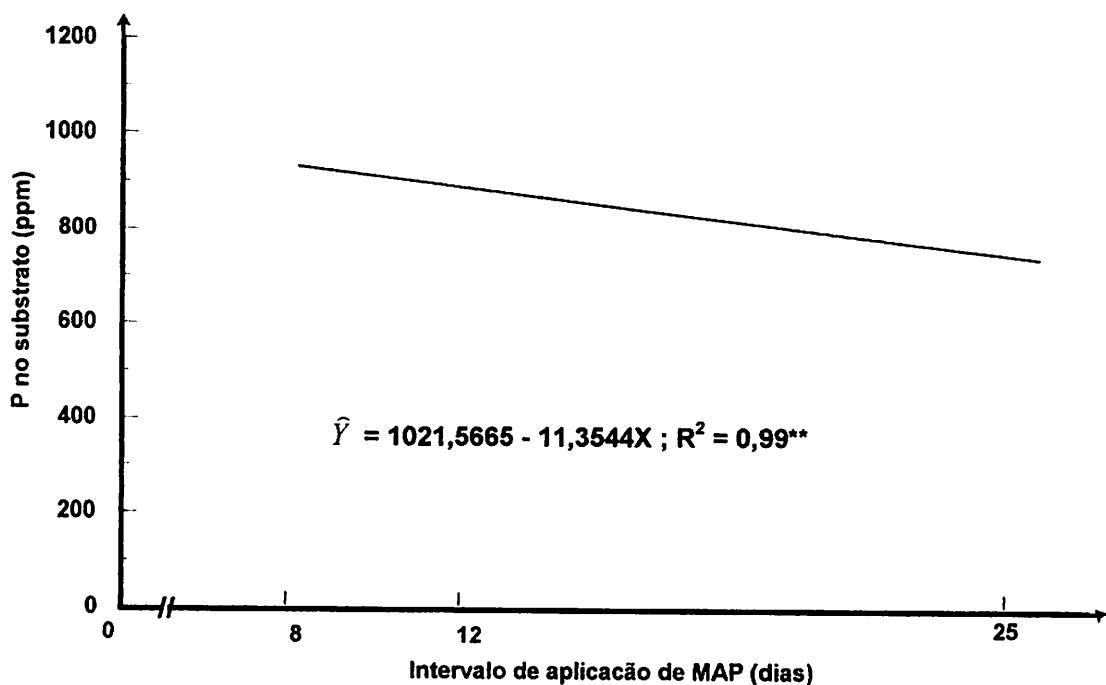
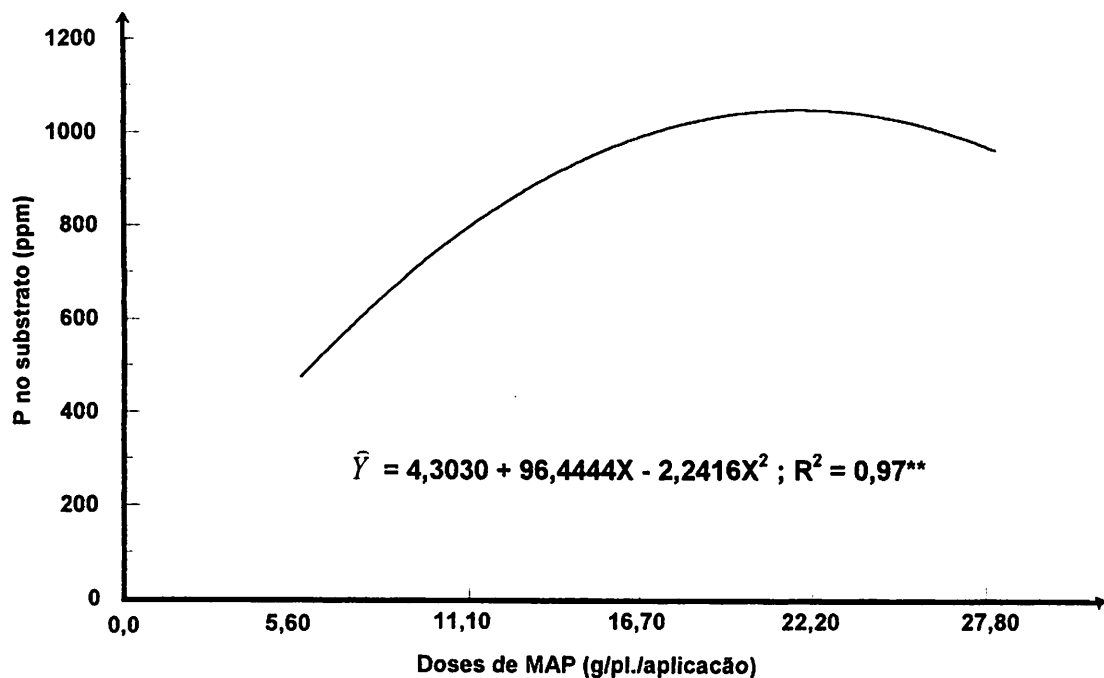


FIGURA 3. Equações de regressão para teores médios de P de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.

4.1.3 Potássio, Cálcio e Magnésio nos substratos

No que diz respeito ao teor de K, os tratamentos do fatorial, com um teor médio de 90ppm do nutriente apresentaram-se com valor significativamente inferior ao substrato do tratamento testemunha que continha 155ppm de K, como ilustra o Quadro 5. Quando se aplicou MAP verificou-se acréscimos nos teores à medida que se elevaram as doses e se reduziram os intervalos de aplicação, (Figura 4).

O teor mais elevado constatado na testemunha pode ser atribuído a uma menor absorção do nutriente pelas plantas que apresentaram-se com crescimento inferior às demais.

O K no solo é adsorvido nas cargas negativas dos colóides por atração eletrostática, sendo facilmente deslocado para a solução do solo por outros cátions como H^+ , Al^{+3} , Ca^{+2} , Mg^{+2} e NH_4^+ e estando em solução, suas chances de perda por lixiviação tendem a aumentar (Vale, Guilherme e Guedes, 1993). Esta será tanto maior quanto maior for a presença de ânions na solução, como o NO_3^- que acompanha os cátions como o K, no processo de lixiviação (Lopes, 1989; Vale, Guilherme e Guedes, 1993).

Dessa maneira é possível que os íons H^+ e o amônio aplicado via MAP tenham deslocado o K trocável para a solução do solo tornando-o mais susceptível à lixiviação. E admitindo-se que tenha ocorrido nitrificação do amônio contido no MAP, houve uma maior presença do ânion NO_3^- na solução, que teria atuado como íon acompanhante do K durante a lixiviação. Acredita-se então, que

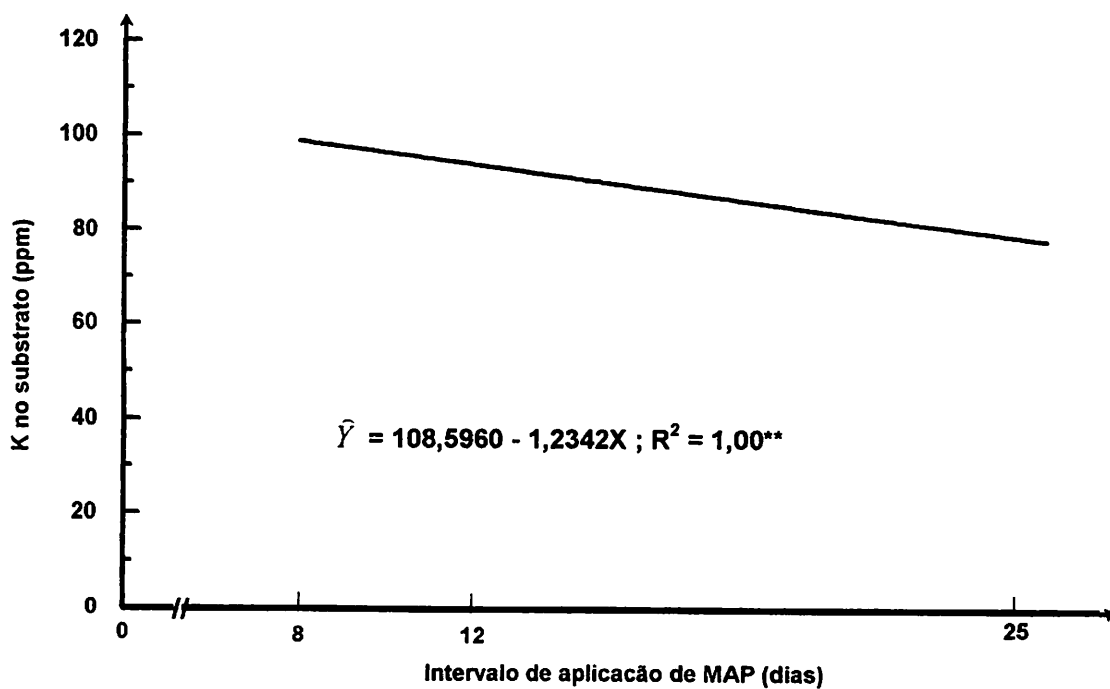
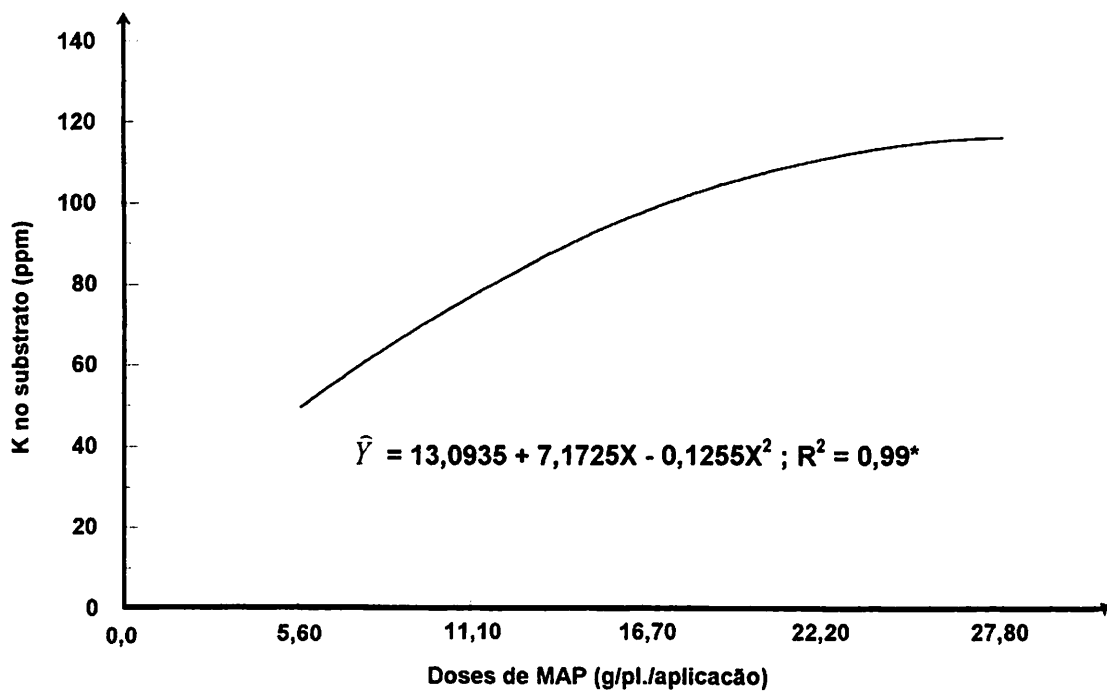


FIGURA 4. Equações de regressão para teores médios de K de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas de bananeira, cv. Grand. Naine. UFLA, Lavras, 1995.

nos tratamentos adubados com MAP, as perdas de K por lixiviação foram maiores que na testemunha.

Monteiro e Werner (1977) verificaram que doses de sulfato de amônio aplicadas no solo, reduziram o teor de K trocável, e que esta redução ocorreu devido a formação de nitratos com o K e conseqüente lixiviação de ambos.

A crescente concentração de K nos substratos que receberam MAP pode ser resultado de sua menor extração pelas plantas, uma vez que para as três maiores doses de MAP as mudas apresentaram um crescimento inferior. Além disso, o íon amônio pode inibir a absorção de cátions como o K (Haynes e Goh, citados por Haynes, 1986; Vale, Guilherme e Guedes, 1993), e como houve um suprimento crescente de N sob esta forma através das crescentes adubações com MAP, é possível que a absorção de K pelas plantas tenha sido inibida. Autores como Langenegger e Smith (1988) observaram que aplicações crescentes de N reduziram de forma significativa a absorção de K pelas bananeiras, devido ao efeito antagônico existente entre esses nutrientes, constatação também feita por Corrales Garriga et al. (1989). Em mudas de seringueira (Viégas e Haag, 1985) e de eucalipto (Locatelli 1984) obteve-se redução da concentração de K nas plantas adubadas com sulfato de amônio, cuja causa, seria o efeito de diluição. Em solução nutritiva, reduções na absorção de K foram identificadas quando elevou-se a relação $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ no meio, por Gashaw e Mugwira (1981) cultivando triticales, trigo e centeio e por Guazzelli (1988) que trabalhou com feijoeiro. De maneira contrária, plantas de feijoeiro cultivadas em vasos com

diferentes solos, não apresentaram redução na aquisição de K nos tratamentos com maior predominância de amônio nos substratos (Silva, 1994).

Aumentos de K no substrato foi encontrado por Bueno (1984) com aplicações de superfosfato triplo, e isto teria ocorrido devido a liberação pelo Ca do K do solo para a solução. McAndrew e Malhi (1992) avaliando o efeito do MAP sobre características do solo, verificaram que esse adubo não alterou o teor de K trocável no solo.

Crescentes aplicações de adubos fosfatados como o superfosfato simples diminuíram o teor de K no substrato, em função da maior extração do nutriente pelas plantas cítricas (Nicoli, 1982; Lira, 1990 e Rezende, 1991) e a presença do Ca que se faz necessária para que o K seja melhor absorvido, Malavolta (1980).

Na bananeira, o K é o cátion mais abundante e de maior mobilidade e sua translocação interna é dirigida fortemente para os pontos de crescimento ativo. É essencial nas funções osmóticas e metabólicas da planta (Scott e Clarkson, citados por Soto, 1992). Influencia a coloração e qualidades organolépticas das bananas, sendo o principal responsável pelo peso do cacho. A deficiência de K reduz a altura da planta, o rizoma é pequeno, alonga o período vegetativo e o cacho é pequeno e leve (Moreira, 1987).

O teor médio de Ca no substrato do tratamento testemunha não diferiu estatisticamente do teor obtido para os tratamentos do fatorial. Porém, observa-se pelo Quadro 5 que para

as quatro maiores doses de MAP, os teores são inferiores à testemunha.

Crescentes doses de MAP provocaram decréscimos nos teores de Ca no substrato, fato também observado quando da redução dos intervalos de aplicação, segundo Figura 5.

Considerando que a lixiviação de Ca não é intensa como citam Vale, Guilherme e Guedes (1993) é possível que essa não tenha sido a causa de sua redução. Supõe-se ainda que a absorção pelas plantas também não tenha provocado essa redução pois acredita-se que esta tenha ocorrido com maior intensidade quando das aplicações de menores doses de MAP e a intervalos maiores, uma vez que as mesmas apresentaram crescimento superior, aliando-se também o fato do íon amônio inibir a absorção de Ca (Malavolta, 1980; Haynes e Goh citados por Haynes, 1986; Vale, Guilherme e Guedes, 1993). Supõe-se então que naqueles substratos onde aplicaram-se maiores doses de MAP a extração de Ca pelas plantas tenha sido menor. Outro fator que poderá ter contribuído para a menor absorção de Ca por essas plantas seria o sistema radicular reduzido.

Para Tisdale, Nelson e Beaton (1985) e Guazzelli (1988) a absorção de Ca pelas raízes restringe-se ao topo delas ou às partes novas. Trabalhos em solução nutritiva, evidenciaram o efeito negativo do amônio sobre a absorção de Ca (Gashaw e Mugwira, 1981; Guazzelli, 1988). Aplicações de sulfato de amônio, de modo similiar, reduziram os teores de Ca na m.s. de plantas de eucalipto (Locatelli, 1984) e seringueira (Viégas e Haag, 1985).

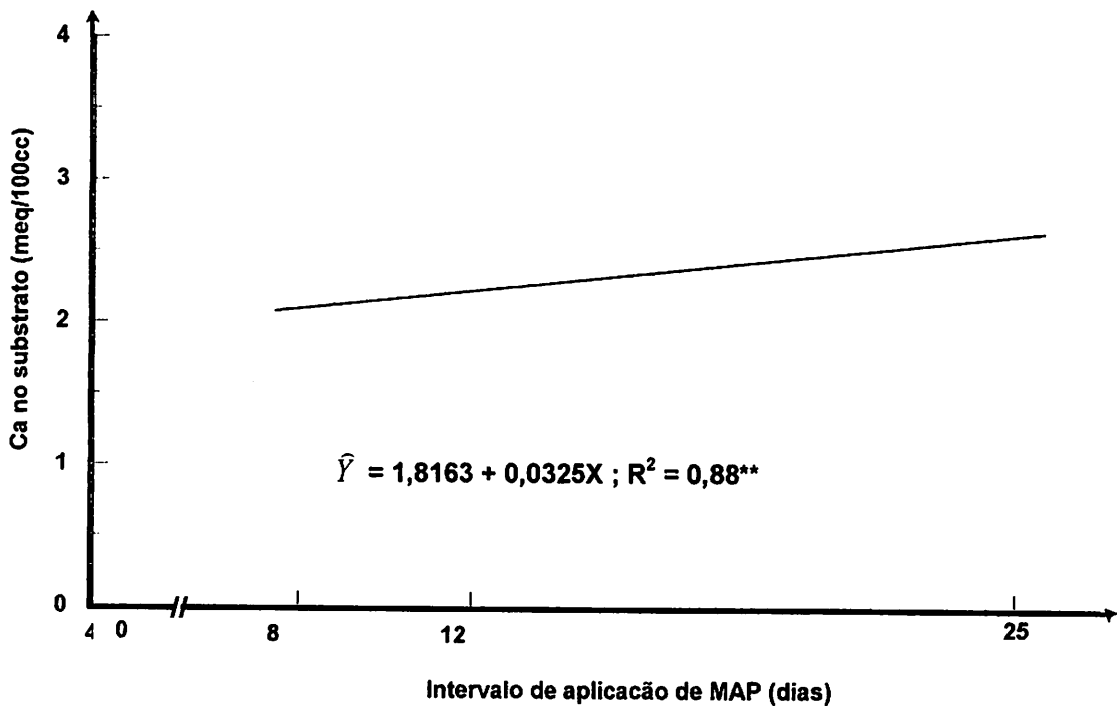
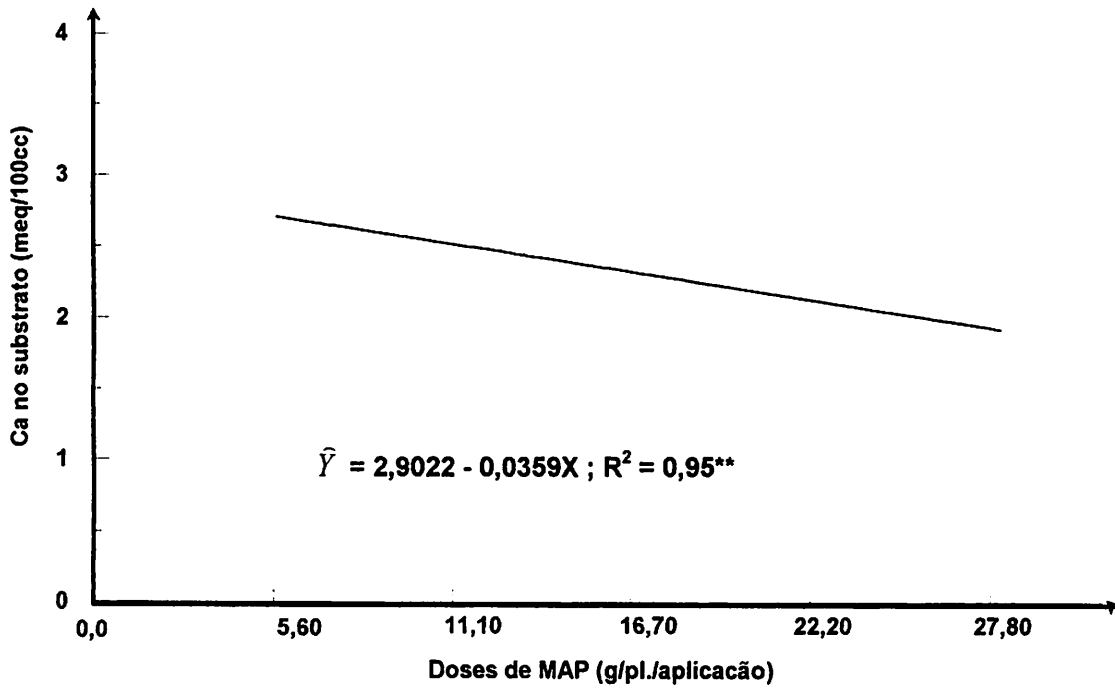


FIGURA 5. Equações de regressão para teores médios de Ca de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.

Altas doses de fosfatos solúveis induzem a precipitação do Ca pelo P (Adams citado por Vitti, Malavolta e Coutinho, 1984). Como o MAP apresenta elevados teores de P na sua constituição, a medida que se aumentaram as doses aplicadas os teores de fosfatos solúveis elevaram-se consideravelmente e podem ter reagido com o Ca, formando compostos não detectáveis pelo extrator utilizado o que explicaria a redução dos teores de Ca trocável. Resultados semelhantes foram obtidos por McAndrew e Malhi (1992), Monteiro e Werner (1977) e Viégas e Haag, (1985), ao aplicarem sulfato de amônio.

Os teores de Ca no substrato básico, de 2,8 meq/100cc (Quadro 1) é tido como médio pela CFSEMG (1989). Com relação a % de saturação de Ca, no substrato básico antes de cultivo esta era de 66%, estando na faixa considerada ideal por Vale, Guilherme e Guedes (1993) apesar desses valores terem sofrido alterações com a adubação de cobertura com sulfato de magnésio. Ainda, segundo Martin-Prevel (1984), considerando-se a proporção entre os cations K, Ca e Mg, a de Ca deve ser de 60%, valor próximo ao obtido no substrato básico que era de 68%. Diante disso, supõe-se que a princípio os teores de Ca no substrato encontravam-se numa faixa adequada.

A influência da Ca faz sentir-se na qualidade dos frutos e não afeta o rendimento total (Lacoeuilhe e Martins-Prevel citados por Azeredo et al., 1986). Sua carência manifesta-se por um raquitismo vegetativo (Soto, 1992) e redução no tamanho das folhas cuja emissão é mais demorada (Moreira, 1987).

Com relação ao Mg, o tratamento testemunha apresentou um teor de 0,68meq/100cc que é estatisticamente inferior aos tratamentos do fatorial, que acusaram um teor médio de 1,72 meq/100cc (Quadro 5).

Era de se esperar que os teores de Mg ao se aplicar MAP fossem inferiores à testemunha, haja visto que nestes tratamentos as plantas acumularam mais matéria seca, extraíndo possivelmente maior quantidade do nutriente. Dessa maneira, pode-se supor que o adubo MAP contivesse uma quantidade mínima de Mg na sua constituição, sendo a causa da elevação de seu teor.

Pela Figura 6, observa-se um aumento em seus teores no substrato para todas as doses de MAP, dentro do intervalo de aplicação a cada 12 dias. Para os dois outros intervalos, o comportamento das curvas é quadrático, elevando-se a princípio e reduzindo novamente a partir da dose de 22,20g.

Os menores teores de Mg para dose de 5,60 g de MAP podem ser atribuídos a uma maior absorção do nutriente pelas plantas, que também acumularam um peso superior de matéria seca. De maneira semelhante ao K e Ca, o Mg pode ter sua absorção pelas plantas inibida pelo íon amônio (Haynes e Goh, citados por Haynes, 1986; Vale, Guilherme e Guedes, 1993). Assim, com as crescentes aplicações de MAP, supõe-se que tenha havido menor absorção de Mg, o que fez com que seus teores no substrato se elevassem. Inibição na absorção de Mg provocada por amônio foi observada em diversas plantas por Gashaw e Mugwira (1981), Locatelli (1984) e Guazzelli (1988).

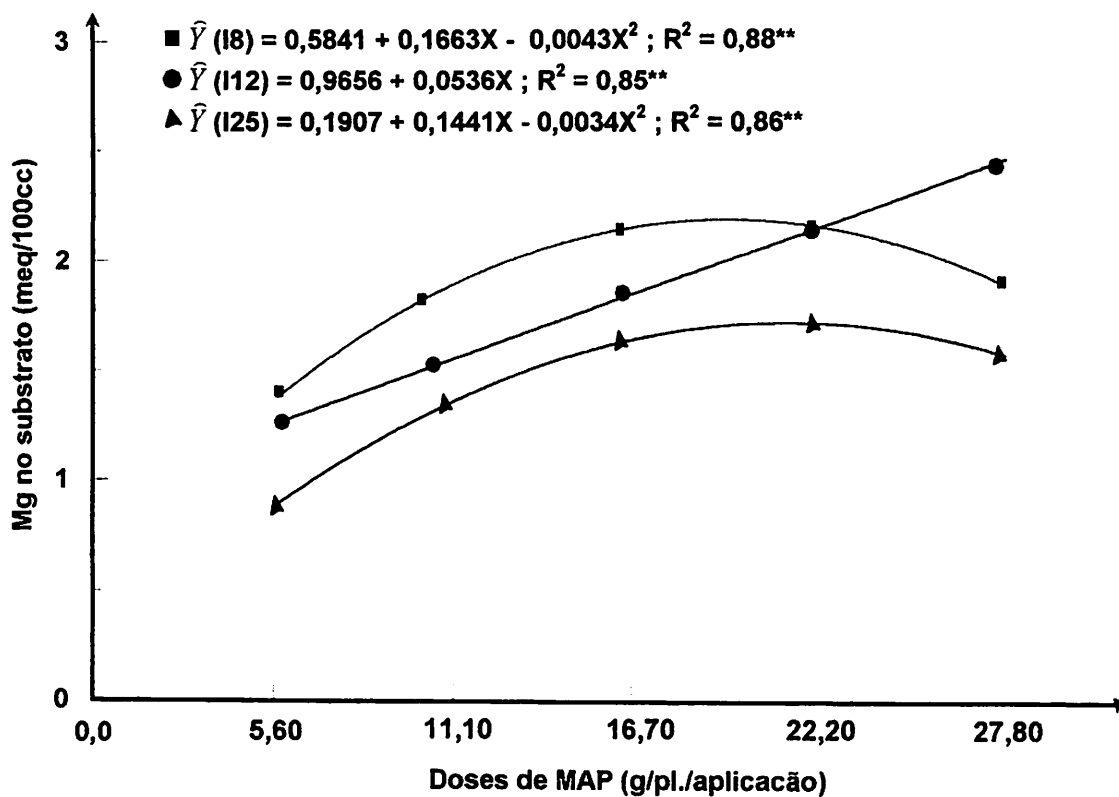


FIGURA 6. Equações de regressão para teores médios de Mg de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.

Resultados contrários aos obtidos nesse trabalho foram encontrados por McAndrew e Malhi (1992). Do mesmo modo, aplicações de sulfato de amônio reduziram o teor de Mg no solo, (Monteiro e Werner, 1977; Viégas e Haag, 1985).

Os teores de Mg no substrato básico inicialmente de 0,4 meq/100cc é considerado baixo pela CFSEMG (1989), porém, com a adubação de cobertura com sulfato de magnésio, certamente houve elevação nos mesmos permitindo maior disponibilidade para as plantas.

O Mg é de grande importância para a bananeira, pois além das funções catalíticas, entra na constituição química da clorofila, favorece a emissão de rebentos e o desenvolvimento radicular. Sua falta reduz as dimensões e a velocidade de emissão das folhas e a planta não chega a atingir a altura normal (Moreira, 1987).

4.1.4 Enxofre nos substratos

Os teores médios de S da testemunha foi de 58,30ppm, enquanto no fatorial, 98,71ppm (Quadro 5). Constata-se através da Figura 7, elevações nos teores de S quando do aumento das doses de adubo e redução nos intervalos de aplicação. Esses resultados podem ser atribuídos à crescente ocupação pelo fosfato aplicado, das posições de troca ocupadas pelo sulfato (Raij, 1991) liberando-o para a solução e assim, aumentando a eficiência do extrator utilizado, que gradativamente acusou maiores teores de S no substrato.

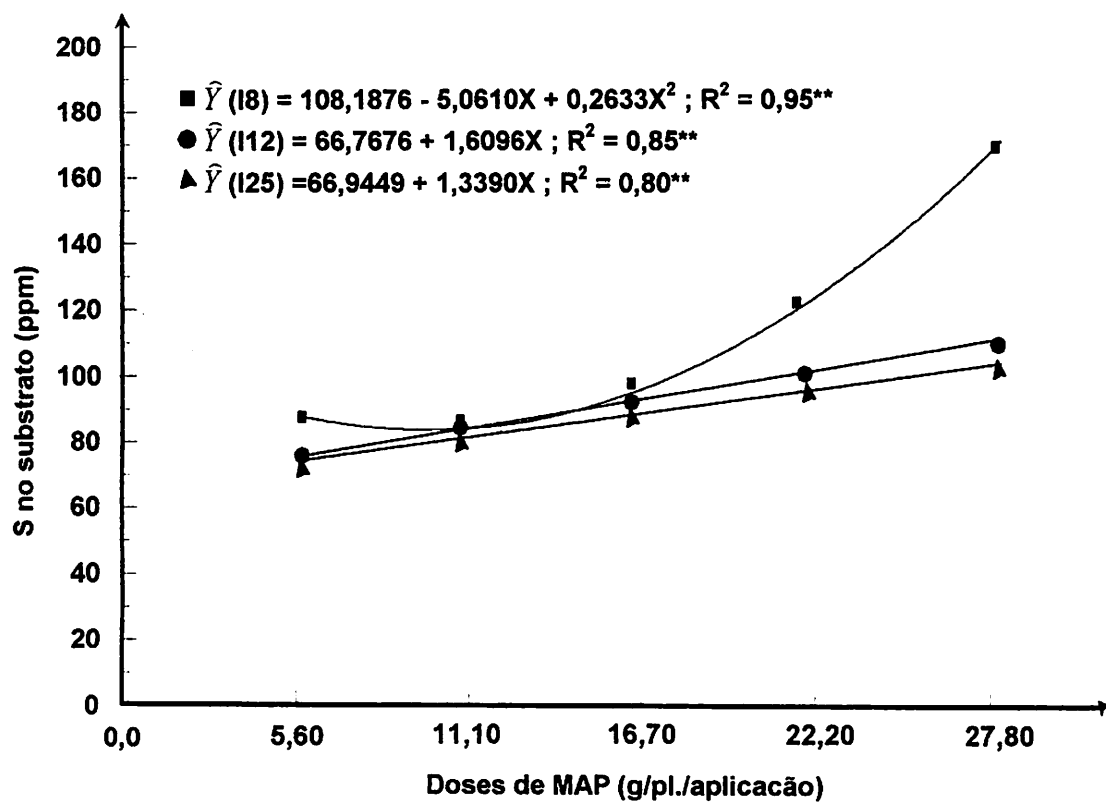


FIGURA 7. Equações de regressão para teores médios de S de amostras dos substratos, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas de bananeira, cv. Grand Naine. UFLA, Lavras, 1995.

A nutrição amoniacal tende a aumentar a absorção de ânions como o sulfato (Haynes e Goh citados por Haynes, 1986). Porém, no presente caso, mesmo que as plantas adubadas com doses crescentes de MAP tenham absorvido quantidades superiores de S, não resultou na redução dos teores no substrato.

O S tem uma ação benéfica sobre a vegetação das bananeiras, proporcionando crescimento mais rápido e maior precocidade (Melin citado por Soto, 1992).

De uma maneira geral, a aplicação de MAP durante o enviveiramento de mudas de bananeira apresentou como pontos favoráveis o aumento dos teores de P disponível no substrato e possivelmente de N, refletindo positivamente no crescimento das mudas. Como pontos desfavoráveis pode-se citar a redução do pH em relação a testemunha e, acréscimo nos teores de Al.

4.2 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. Grand Naine, adubadas com diferentes doses e intervalos de aplicação de MAP, avaliados aos 25, 35, 45, 55, 65, 75 e 85 dias após o transplântio encontra-se no Quadro 6. O Quadro 7 apresenta o resumo das análises de variância para peso de matéria fresca (PFPA) e seca (PSPA) da parte aérea; peso de matéria fresca de raízes (PFRa) e rizoma (PFRi) e diâmetro de rizoma. Os valores médios dessas características encontram-se nos Quadros 8 e 9.

QUADRO 6. Resumo das análises de variância para as características de crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine avaliadas aos 25, 35, 45, 55, 65, 75 e 85 dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995.

CV	GL	QM e Significância				
		Altura	Diâmetro Colo	Diâmetro roseta	Área foliar	Nº de folhas
Dose	4	82,7650 NS	0,5418 NS	0,1840 NS	31963,6030 NS	3,4283 **
Int. Apl.	2	25,8025 NS	0,0818 NS	0,0234 NS	7560,8450 NS	0,9806 NS
D x IA	8	71,1407 NS	0,7747 NS	0,2096 NS	17240,9180 NS	1,1577 NS
Fat. vs Test.	1	919,9828 **	11,7092 **	2,3030 **	238677,0100 **	7,7540 **
Bloco	3	22,3560 NS	0,2100 NS	0,0966 NS	21780,6900 NS	4,4651 **
Resíduo (a)	45	50,2232	0,5547	0,1529	13374,8580	0,7529
Época	6	9858,6427 **	74,2252 **	22,0183 **	1867084,8202 **	199,4875 **
Ép. x Dose	24	16,7637 **	0,0621 **	0,0163 **	9191,8833 **	0,7232 **
Ép. x IA	12	23,1857 **	0,0965 **	0,0170 **	3794,7517 *	1,1932 **
Ép. x Dose x IA	48	4,7765 NS	0,0413 NS	0,0078 NS	2157,4417 NS	0,2423 NS
Ép. x (Fat vs. Test.)	6	98,6005 **	1,1111 **	0,3309 **	37643,0650 **	2,6156 **
Resíduo (b)	288	3,6407	0,0303	0,0079	1933,4386	0,2704
CVa (%)		34,59	32,66	29,00	60,69	11,52
CVb (%)		9,31	7,63	6,59	23,07	6,90

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

NS = não significativo.

QUADRO 7. Resumo das análises de variância para características de crescimento: diâmetro de rizoma, peso da matéria fresca da parte aérea (PFPA), peso da matéria fresca de rizomas (PFRi), peso da matéria fresca de raiz (PFRa) e peso da matéria seca da parte aérea (PSPA) de mudas de bananeira cv. Grand Naine aos 85 dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995.

CV	GL	QM e significância				
		DIÂMETRO DE RIZOMA	PFPA	PFRi	PFRa	PSPA
Dose	4	0,4715 NS	19623,6083 *	423,3583 NS	11578,5583 **	69,2183 *
Int. Apl.	2	0,2408 NS	9202,7167 NS	71,8167 NS	5676,0667 **	67,9044 *
Dose x IA	8	0,4599 NS	7333,9458 NS	276,3583 NS	1325,5458 *	33,5107 NS
Fat. vs Test.	1	7,4307 **	92394,2667 **	3630,9207 **	2679,9967 *	442,3954 **
Bloco	3	0,4518 NS	16393,7700 NS	839,6823 *	1371,0420 NS	29,3170 NS
Resíduo	45	0,2745	6887,1010	231,5710	552,9731	19,7727
TOTAL	63	-				
CV (%)		11,97	30,05	32,43	30,32	23,89

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

NS - Não significativo

QUADRO 8. Valores médios das características de crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine, avaliadas aos 85 dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro de Pseudocaule		Área Foliar (cm ²)	Nº de folhas (nº)	Diâmetro de rizoma (cm)	PESO DA MATÉRIA FRESCA			Peso M.S. P. Aérea (g)
		COLO (cm)	ROSETA (cm)				P. Aérea (g)	Rizoma (g)	Raiz (g)	
(Test.)	31,67	2,60	1,49	264,60	8,24	3,06	129,75	17,75	52,50	8,43
(D ₁ /25)	43,34	3,98	2,20	617,31	9,21	4,69	344,25	53,75	117,25	22,54
(D ₁ /12)	42,83	4,03	2,24	592,89	9,45	4,70	334,75	58,00	125,75	22,62
(D ₁ /08)	42,29	4,02	2,19	604,42	8,64	4,62	328,75	51,75	123,75	21,83
(D ₂ /25)	41,34	3,86	2,10	496,39	9,15	4,39	282,00	41,75	107,00	20,66
(D ₂ /12)	42,00	4,28	2,33	536,12	8,96	4,89	340,00	59,25	112,25	23,79
(D ₂ /08)	40,64	3,88	2,17	543,41	9,00	4,50	299,00	49,25	82,75	19,35
(D ₃ /25)	40,79	3,80	2,09	484,64	8,75	4,46	297,50	46,75	98,50	19,61
(D ₃ /12)	39,54	3,79	2,11	477,21	8,30	4,42	287,25	48,75	65,25	18,61
(D ₃ /08)	32,00	3,17	1,80	349,35	7,80	3,73	172,25	31,50	39,00	12,90
(D ₄ /25)	37,98	3,67	2,01	440,12	8,81	4,17	247,75	37,25	68,00	17,94
(D ₄ /12)	33,54	3,45	1,96	392,81	8,10	4,14	200,75	40,25	34,50	15,10
(D ₄ /08)	36,68	4,01	2,13	439,75	7,55	4,64	264,00	51,50	46,50	18,47
(D ₅ /25)	43,72	4,35	2,35	608,30	8,66	5,06	353,75	63,25	97,25	24,71
(D ₅ /12)	35,46	3,82	2,07	431,63	8,10	4,36	287,75	48,25	40,25	16,81
(D ₅ /08)	32,58	3,44	1,98	392,92	7,55	4,24	249,75	51,75	30,50	14,50

QUADRO 9 Valores médios para doses e intervalos de aplicação de MAP, das características de crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naine, avaliadas aos 85 dias pós-transplântio. UFLA, Lavras, 1995.

Trat.	Altura (cm)	Diâmetro de <u>Pseudocaule</u> colo Roseta		Área foliar (cm ²)	Nº de Folhas (nº)	Diâmetro de Rizoma (cm)	Peso da Matéria Fresca			Peso M.S.P. Aérea (g)
		(cm)	(cm)				P. Aérea (g)	Rizoma (g)	Raiz (g)	
Test.	31,67	2,60	1,49	264,60	8,24	3,06	129,75	17,75	52,50	8,43
D ₁	42,82	4,01	2,21	604,87	9,10	4,67	335,92	54,50	122,25	22,33
D ₂	41,33	4,01	2,20	525,31	9,04	4,59	307,00	50,08	100,67	21,27
D ₃	37,44	3,59	2,00	437,07	8,28	4,20	252,33	42,33	67,58	17,04
D ₄	36,07	3,71	2,03	424,23	8,15	4,32	237,50	43,00	49,67	17,17
D ₅	37,25	3,87	2,13	477,62	8,10	4,55	297,08	54,42	56,00	18,67
Médias Doses	38,98	3,84	2,12	493,82	8,54	4,46	285,97	48,87	79,23	19,30
I (8)	36,84	3,70	2,05	465,97	8,11	4,35	262,75	47,15	64,50	17,41
I (12)	38,67	3,87	2,14	486,13	8,58	4,50	290,10	50,90	75,60	19,39
I (25)	41,43	3,93	2,15	529,35	8,92	4,55	305,05	48,55	97,60	21,09
Médias In- tervalos	38,98	3,84	2,12	493,82	8,54	4,46	285,97	48,87	79,23	19,30

Observou-se diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade entre a testemunha e os tratamentos do fatorial, para as cinco características avaliadas ao longo da condução do experimento.

Quanto as características avaliadas nas diferentes épocas, considerando-se os tratamentos apenas do fatorial, observou-se efeito de doses, apenas para número de folhas. Verificou-se ainda, efeito de épocas de avaliação e das interações época x doses de MAP e época x intervalos de aplicação para todas as características.

Para peso de matéria fresca de raízes (PFRa), constatou-se efeito de doses, intervalos de aplicação e da interação doses x intervalos de aplicação. Com relação a peso de matéria fresca da parte aérea (PFPA) obteve-se influência apenas de doses de MAP ao passo que para peso de matéria seca da parte aérea (PSPA) de doses e intervalos de aplicação. Quanto ao peso de matéria fresca e diâmetro de rizoma, não verificou-se influência.

Diferenças significativas pelo teste F a 5%, foram observadas entre a testemunha e o fatorial para as características de peso da matéria fresca e seca da parte aérea, peso de matéria fresca de raízes e rizoma e ainda, diâmetro de rizoma.

4.2.1 Altura de mudas

Aplicações de MAP afetaram positivamente a altura de

mudas, quando comparadas àquelas da testemunha, evidenciando o efeito de seus nutrientes no crescimento. A altura de 31,67 cm das mudas da testemunha são significativamente inferiores aos 38,98 cm obtidos em média, nas plantas do fatorial (Quadro 9 representando valor 23,08% superior.

Adubações com N têm estimulado o crescimento em altura de plantas de bananeira como observaram Kohli, Iyengar e Reddy (1984), Hernadez (1985) e Hedge e Srinivas (1989).

Com relação ao P, respostas positivas em termos de crescimento foram obtidas por Lahav (1973) ao aplicar P e K conjuntamente, obtendo-se plantas de porte superior. Seabra Filho (1994) observou que a adição de SS ao substrato permitiu uma altura superior de mudas de bananeira durante o enviveiramento. De outro modo, adubações fosfatadas no campo (Kohli, Chako e Randawa, 1976) e durante o enviveiramento (Sousa, 1994) não afetaram significativamente a altura de bananeiras, o que foi atribuído, pelo segundo autor, ao teor de P_2O_5 contido no substrato, que teria sido capaz de suprir as plantas com o nutriente.

Analisando-se o efeito das doses e dos intervalos de aplicação de MAP sobre a altura das mudas nas diferentes épocas de avaliação, de acordo com as Figuras 8 e 9 respectivamente, observa-se que a dose de 5,60 g MAP/planta/aplicação foi a que possibilitou altura superior, seguida pela dose de 11,10 g e apresentando as demais, resultados inferiores. Com relação aos intervalos de aplicação, a altura decresceu a medida que esses reduziram. De maneira geral, pode-se afirmar que a altura das

plantas numa mesma época de avaliação decresceu a medida que receberam maiores adubações com MAP.

Acredita-se que esse efeito negativo provocado pelo MAP seja resultante da toxidez do amônio absorvido pelas plantas que pode causar modificações morfológicas nos cloroplastos e redução da clorofila (Puritch e Barker, 1967), redução da fotossíntese pelo desacoplamento da fotofosforilação (Puritch e Barker 1967; Krogman et al., citados por Silveira e Sant'Ana, 1988); degradação de proteína (Barker, Volk e Jackson, 1966; Silveira e Sant'Ana, 1988); redução da síntese de proteínas (Barker, Volk e Jackson, 1966; Puritch e Barker, 1967) e aumento da respiração (Ikeda et al. citados por Haynes, 1986). Esses efeitos poderiam ser a causa da redução da altura observada no presente estudo. Há que se ressaltar que esses estudos foram realizados em solução nutritiva com diferentes relações $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ e com diferentes plantas.

De acordo com Haynes (1986) o íon amônio reduz a absorção de cátions, o que poderia provocar inibição do crescimento das plantas. Talvez as adubações crescentes com MAP tenham inibido a absorção pelas plantas de cátions como K, Ca e Mg, o que poderia ter contribuído para a menor altura das plantas adubadas com maiores quantidades.

Adubações com KNO_3 , promoveram o máximo crescimento de porta-enxertos cítricos, quando em concentrações de 0,45% aplicadas na frequência de 1 e 2 vezes por semana. Na aplicação em maior frequência (3 vezes) houve redução no crescimento das plantas (Carvalho, 1994). Em mudas de cafeeiro, Pereira (1992)

não verificou efeito significativo para altura de planta, quando comparou o tratamento com MAP e aquele do substrato básico que continha esterco de curral.

A redução na altura das mudas com crescentes aplicações de MAP poderia ainda ter sido causada por desordens fisiológicas induzidas pelos sais (Mengel e Kirkby, 1983) presentes no substrato. Observaram-se elevações na salinidade dos substratos a medida que se aumentaram as aplicações de MAP (Quadro 10). Apesar de não se terem observado sintomas de murcha, cuja causa seria a salinização, é possível que esta tenha atuado de maneira a reduzir o crescimento das plantas, pois segundo Mengel e Kirkby (1983), plantas jovens provenientes de sementes são muito sensíveis à salinidade, o que supõe-se ser aplicável para plantas jovens obtidas "in vitro" utilizadas na pesquisa.

De acordo com Daniells e Smith (1991) mudas de bananeiras obtidas "in vitro" devem ser plantadas no campo quando atingirem de 25 a 30 cm de altura. Acredita-se que o plantio das mudas com esse porte permitirá um maior índice de pegamento, uma vez que a planta terá maiores condições de suportar as adversidades do ambiente como veranicos, competição com plantas daninhas, ataque de pragas e aterramento quando da ocorrência de chuvas fortes. Considerando-se então 30 cm como altura ideal, observa-se pela Figura 8 que as plantas adubadas com 5,60 g de MAP estariam aptas para o plantio no campo aproximadamente 67 dias após o início do enviveiramento, com este período prolongando-se a medida que elevam-se as doses. Quanto aos intervalos de aplicação, seriam necessários 69 dias para as

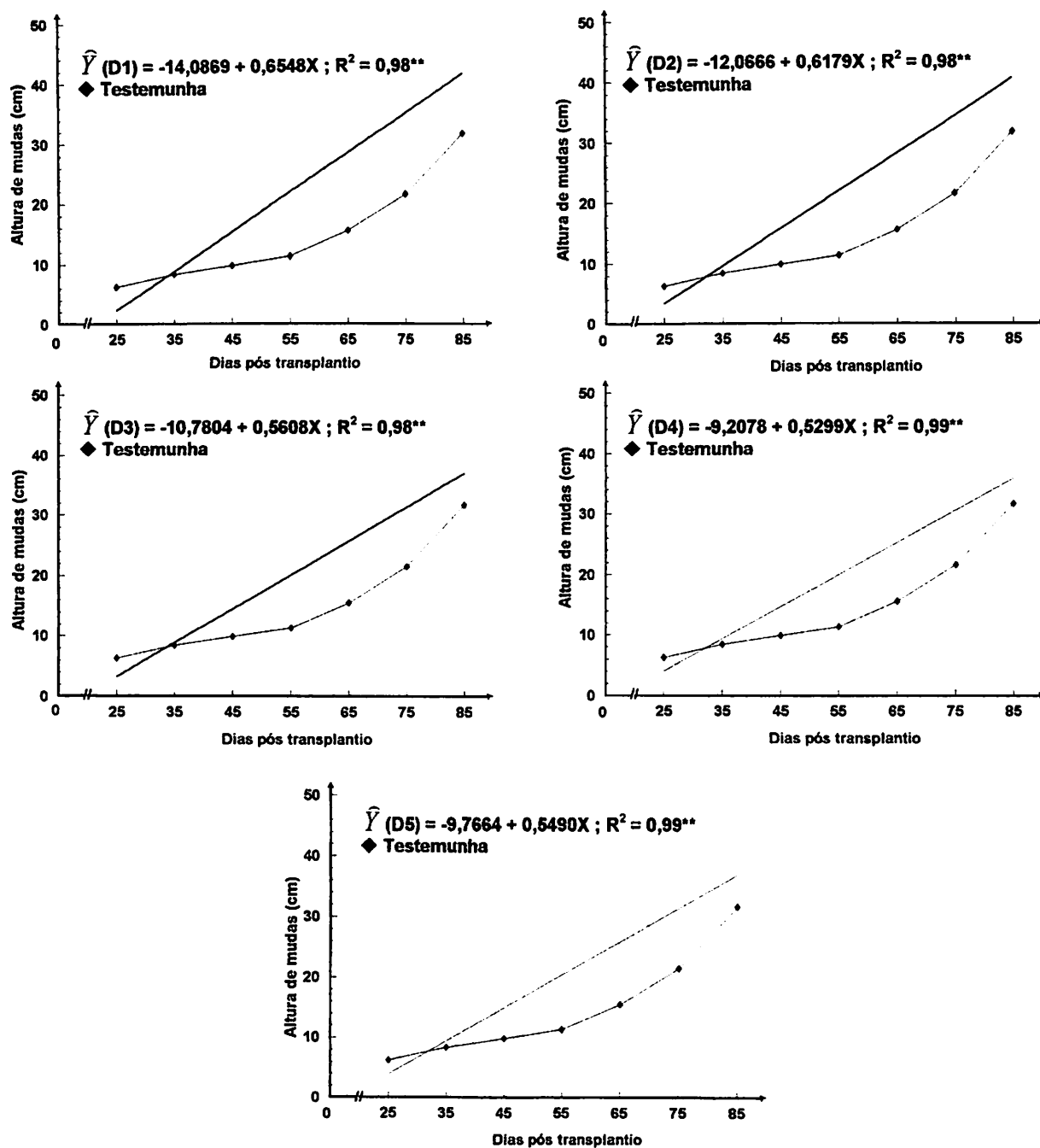


FIGURA 8. Equações de regressão para altura média de mudas de bananeira cv. Grand Naine em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

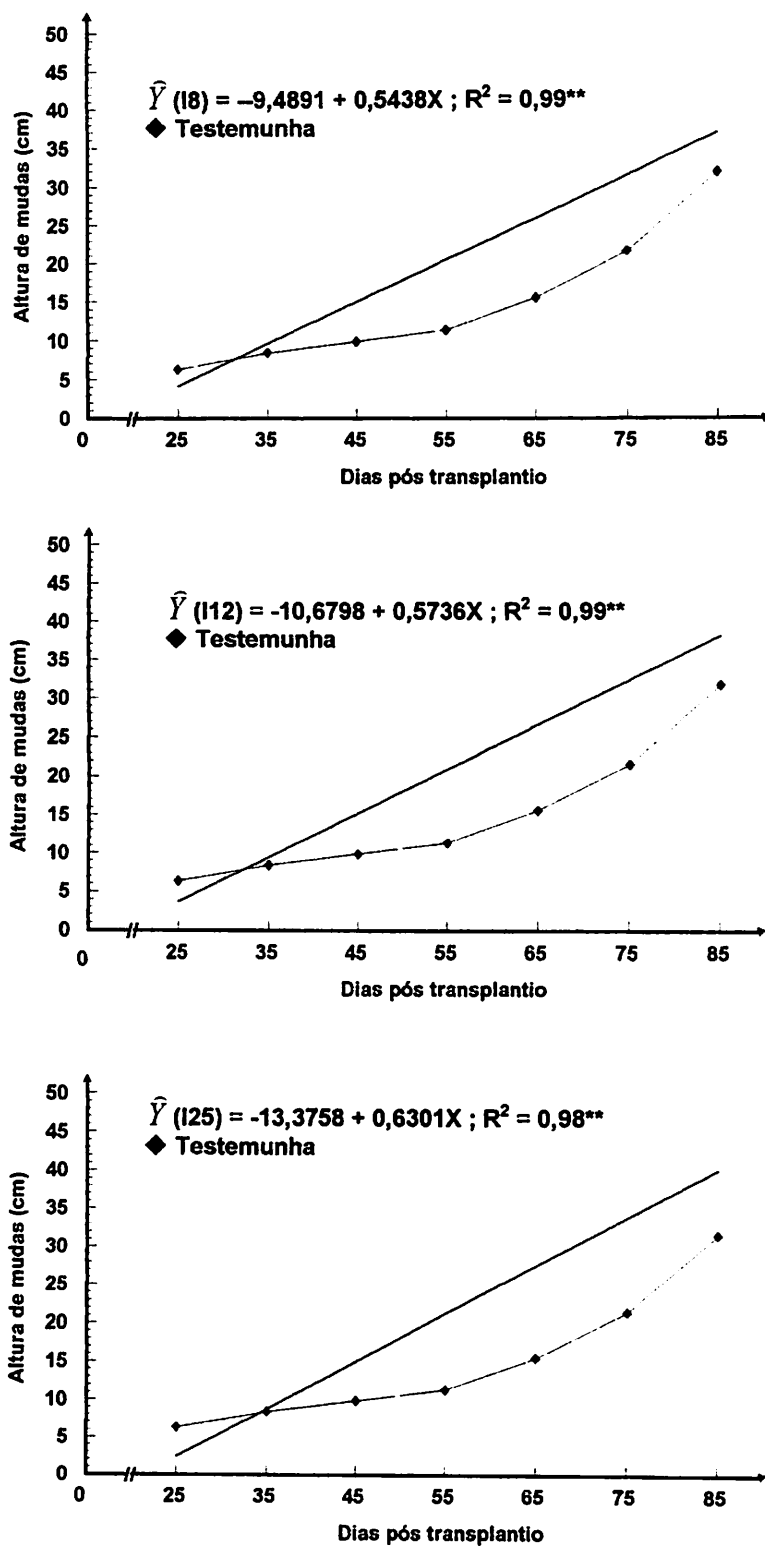


Figura 9. Equações de regressão para altura média de mudas de banana cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

QUADRO 10. Valores de condutividade elétrica em amostras dos substratos para produção de mudas de banana cv. Grand Naine, 85 dias pós-transplante. UFLA, Lavras 1995.

Treatamento	Cond. Elétrica (mmhos/cm)	Treatamento	Cond. Elétrica (mmhos/cm)
T1	0,24	T9 (D3-12)	1,68
T2 (D1-I25)	0,81	T10 (D3-I08)	2,23
T3 (D1-I12)	0,79	T11 (D4-I25)	1,75
T4 (D1-I08)	0,81	T12 (D4-I12)	2,40
T5 (D2-I25)	0,96	T13 (D4-I08)	2,93
T6 (D2-I12)	1,39	T14 (D5-I25)	1,65
T7 (D2-I08)	1,38	T15 (D5-I12)	2,30
T8 (D3-I25)	1,37	T16 (D5-I08)	3,40

plantas atingirem altura adequada, isso para o intervalo (I)25 cujas plantas apresentaram crescimento superior.

4.2.2 Diâmetro do pseudocaulo

As plantas dos tratamentos do fatorial apresentaram diâmetro médio do pseudocaulo no colo de 3,84 cm e na roseta de 2,12 cm, enquanto na testemunha foram de 2,60 e 1,49 cm, respectivamente (Quadro 9). Dessa forma, as plantas do fatorial apresentaram-se com diâmetro médio do pseudocaulo no colo 47,69% superior as testemunhas e para a roseta foliar, a superioridade foi de 42,28%. Essa superioridade deve-se a já mencionada altura superior das mudas adubadas com MAP.

Quanto aos tratamentos do fatorial, para diâmetro do pseudocaulo no colo observa-se pelas Figuras 10 e 11, que as doses de 5,60 e 11,10 g de MAP/planta proporcionaram resultados

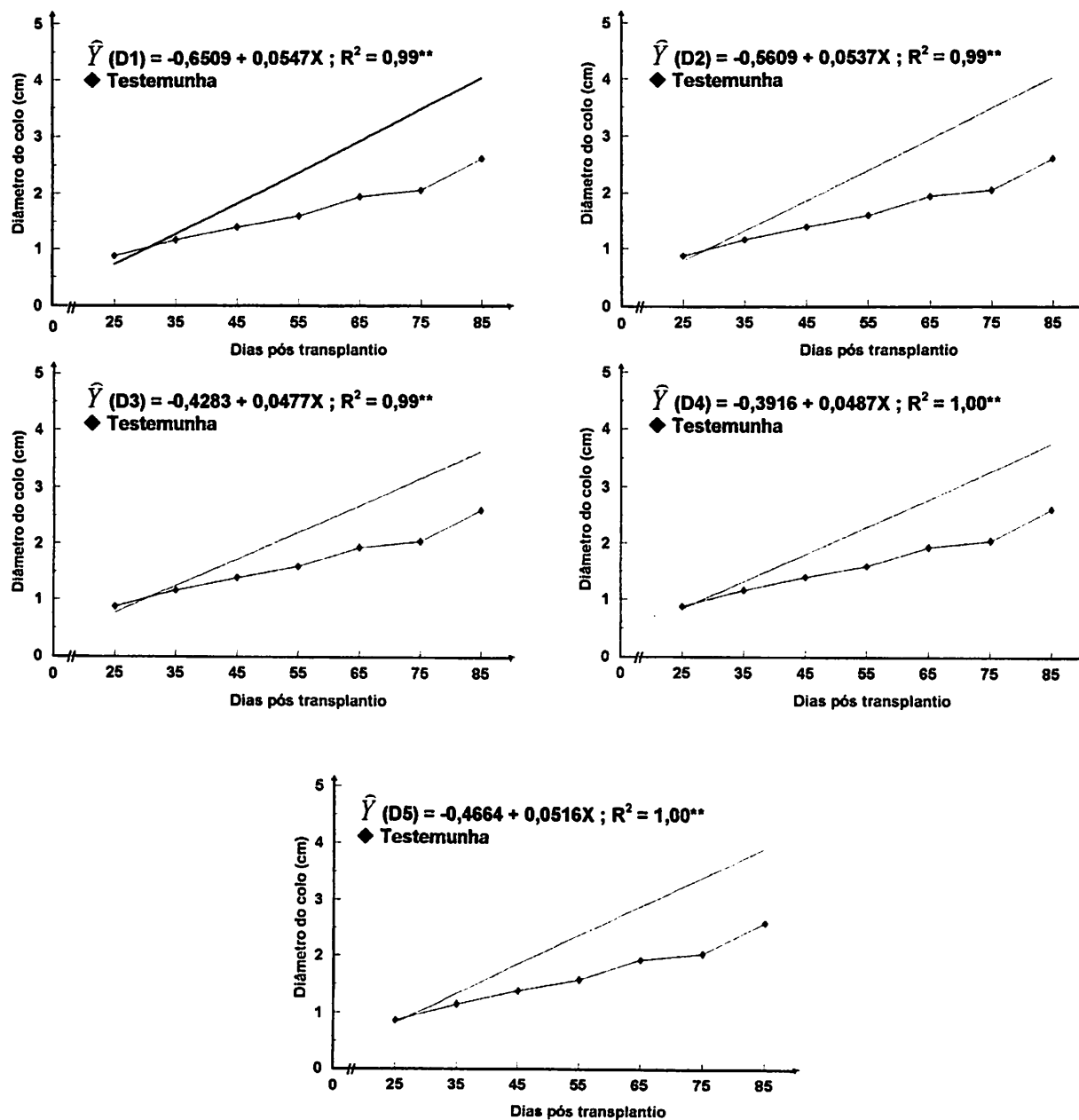


FIGURA 10. Equações de regressão para diâmetro médio do colo de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

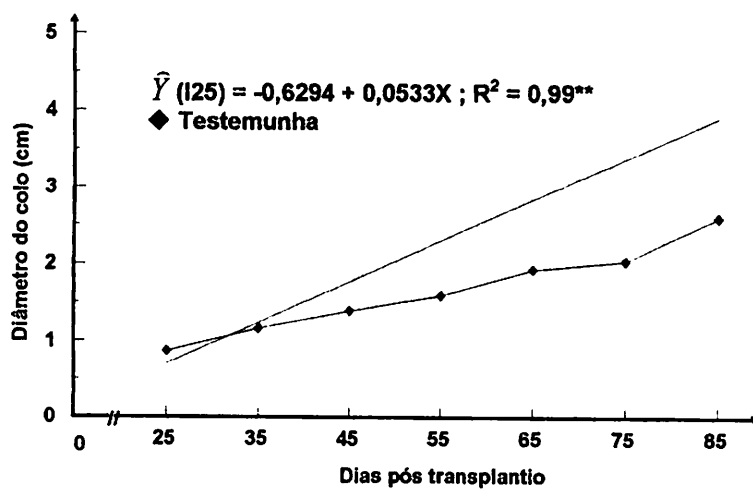
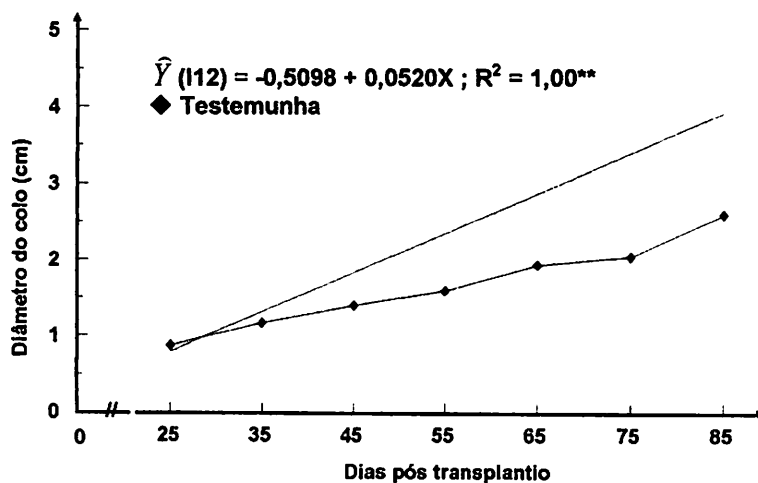
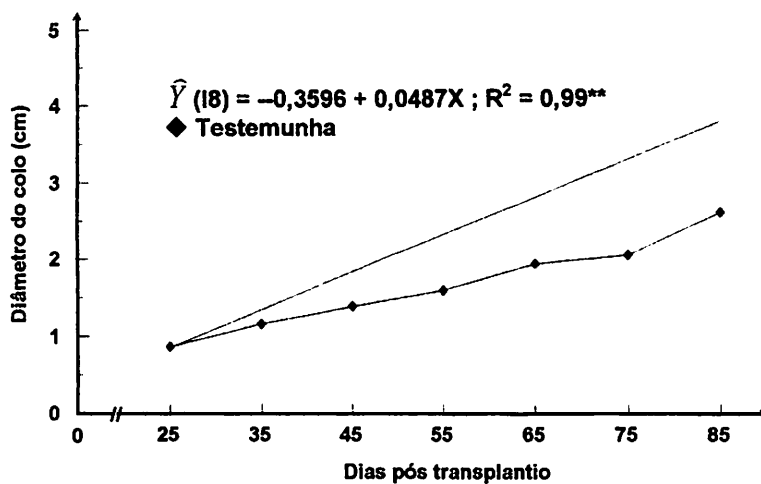


FIGURA 11. Equações de regressão para diâmetro médio do colo de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

semelhantes e superiores as demais. Para os intervalos de aplicação, os intervalos (I)25 e (I)12 também foram equivalentes e superiores ao (I)8. No que diz respeito ao diâmetro de roseta foliar, os resultados são semelhantes, onde as duas menores doses de MAP e os dois maiores intervalos de aplicação se equivaleram e foram superiores aos demais, como ilustram as Figuras 12 e 13.

Como as plantas que receberam as menores doses de MAP e a intervalos mais longos tiveram altura superior, é possível que as bainhas de suas folhas, que formam o pseudocaule, fossem também mais espessas, o que possibilitou diâmetros maiores. Pode ser ainda que essas plantas tenham emitido maior número de folhas, favorecendo o incremento do diâmetro.

Acredita-se que o crescente fornecimento de N através das adubações com MAP, tenha promovido crescente concentração de seus teores na m.s. das plantas e isto pode ter afetado negativamente o diâmetro do pseudocaule, uma vez que a concentração de N acima do nível crítico tende a diminuir a circunferência do pseudocaule das bananeiras (Fernández, Caldas e Garcia citados por Soto, 1992).

Aumento no diâmetro do pseudocaule de plantas de bananeira foram obtidos quando realizaram-se adubações nitrogenadas como observaram Kohli, Iyengar e Reddy, (1984), Hernandez (1985) e Hegde e Srinivas (1989).

Em mudas enviveiradas, Seabra Filho (1994) e Sousa (1994) não observaram efeito de doses de superfosfato simples sobre o diâmetro do pseudocaule de mudas de bananeira.

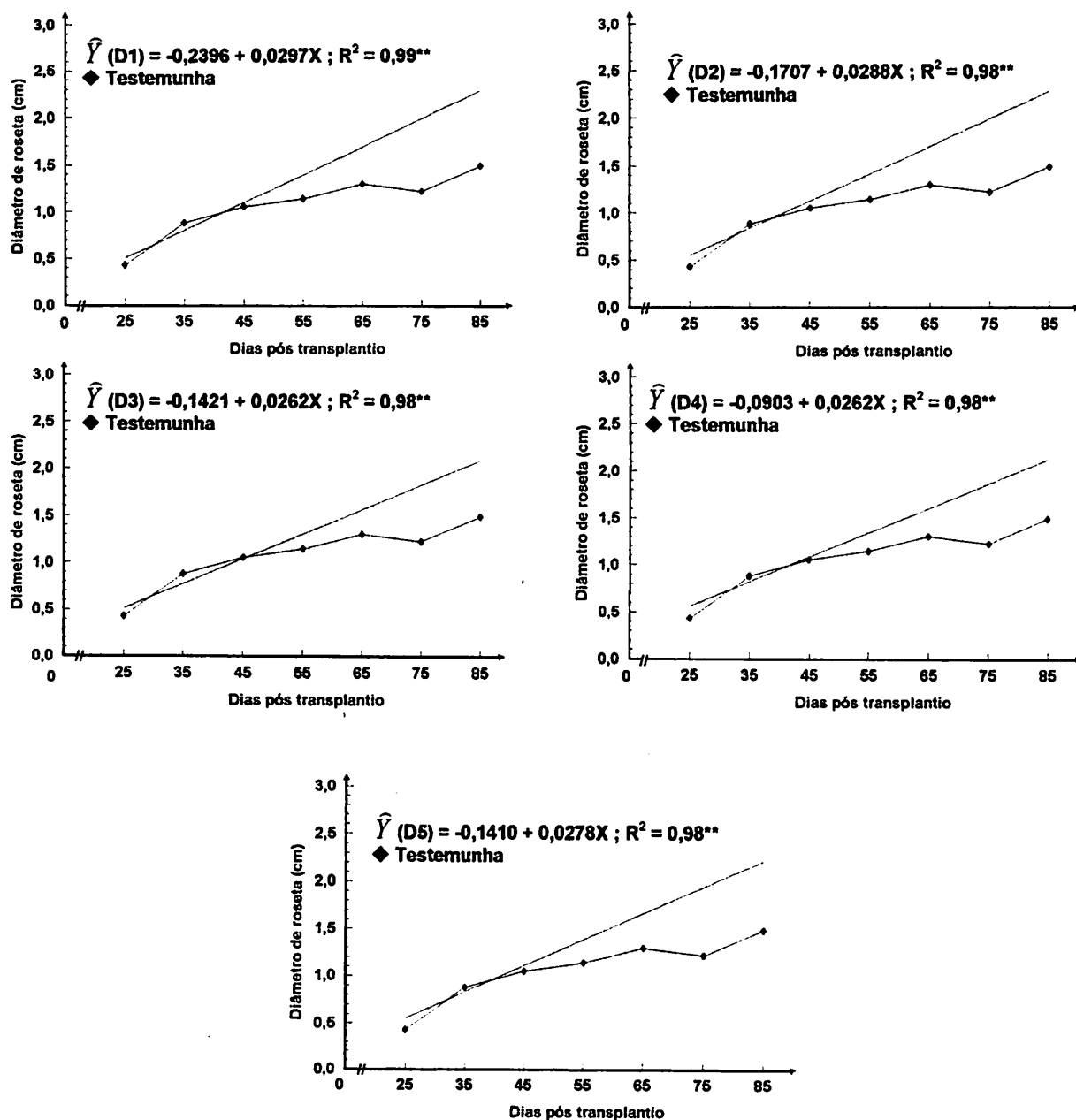


FIGURA 12. Equações de regressão para diâmetro de roseta de mudas de bananeiras cv. Grand Naine, em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

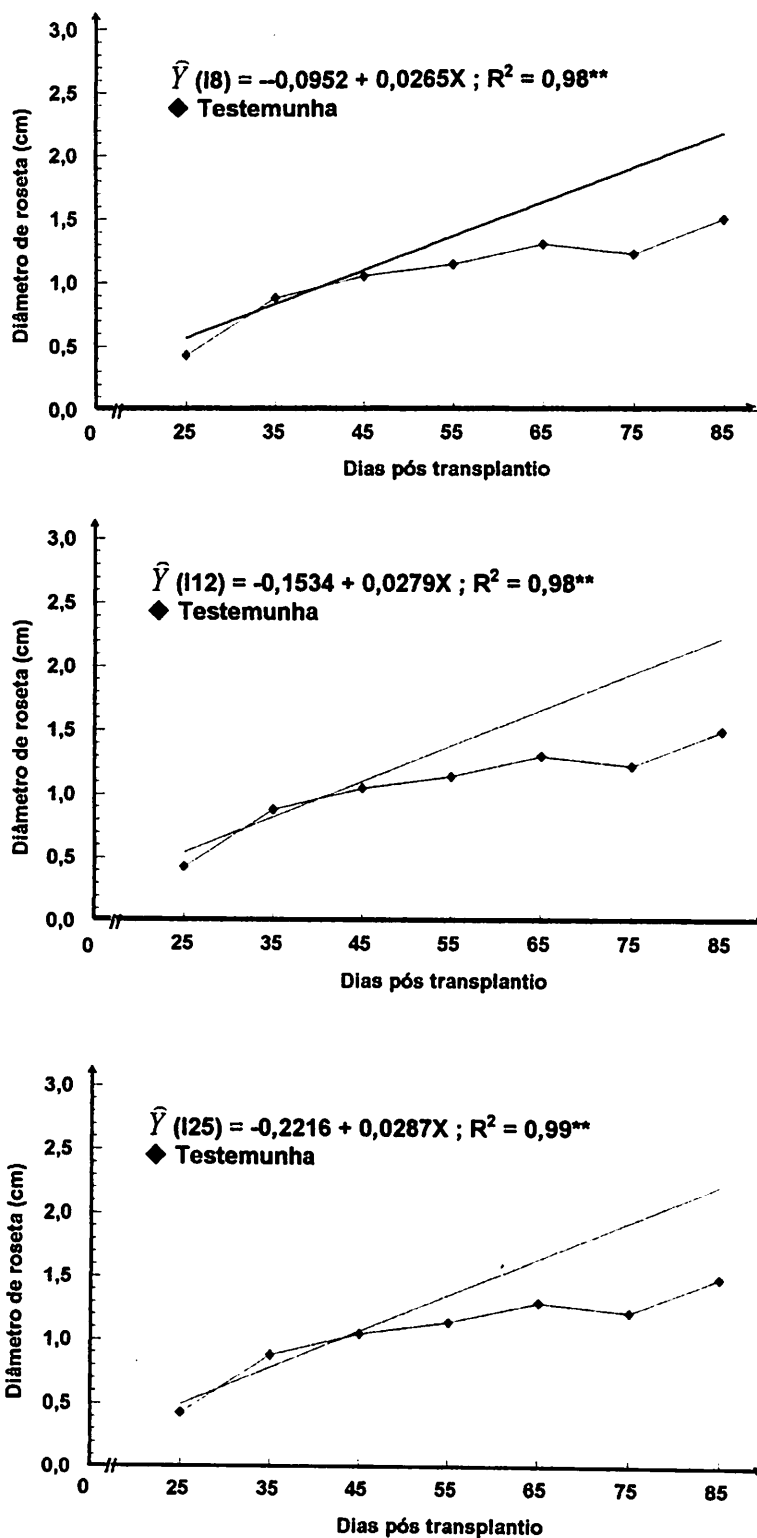


FIGURA 13. Equações de regressão para diâmetro de roseta de mudas de bananeiras cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

O diâmetro do pseudocaule é uma característica positivamente correlacionada com o peso do cacho (Warner e Fox, 1977; Moreira, 1987) e sua circunferência tem correlação positiva com o número total de raízes (Beugnon e Champion citados por Medina, 1990). Desse modo, pode-se admitir que mudas cujos diâmetros do pseudocaule são superiores, sejam mais resistentes ao transporte e manejo durante o plantio, podendo originar plantas com pseudocaule e sistema radicular vigorosos e produzir cachos mais pesados.

4.2.3 Área foliar e número de folhas

Com relações a área foliar estimada da 3ª folha das mudas, os tratamentos do fatorial apresentaram em média, valores significativamente superiores ao da testemunha, conforme Quadro 9. Com relação as doses de MAP e os intervalos de aplicação nas diferentes épocas de avaliação, as curvas obtidas foram de natureza quadrática, como ilustram as Figuras 14 e 15, respectivamente. Valores superiores de área foliar foram obtidos para a dose de 5,60 g MAP/planta/aplicação e para o intervalo de aplicação a cada 25 dias. Assim, esses resultados demonstram que as plantas apresentaram correlação positiva entre crescimento e área foliar.

A deficiência de N causa redução no tamanho das folhas (Medina, 1990) o que também verifica-se para o P (Moreira, 1987), indicando então o efeito positivo do adubo aplicado na expansão da área foliar.

A adição de superfosfato simples ao substrato permitiu maiores valores de área foliar em mudas de bananeira (Seabra Filho, 1994), enquanto Sousa (1994) não obteve resposta em pesquisa semelhante.

O aumento da salinidade do substrato (Quadro 10) pode ainda ter contribuído para a redução da área foliar, quando se aplicaram maiores quantidades de MAP, pois segundo Mengel e Kirkby (1983) esse fator contribui para a redução do tamanho das folhas.

Quanto ao número de folhas, as plantas do fatorial apresentaram-se em média com número superior quando comparadas às mudas da testemunha, pelo teste F a 5% (Quadro 9). A deficiência de P provoca redução do ritmo de produção de folhas (Simmonds, 1973) sendo que a falta de N reduz a longevidade das mesmas (Moreira, 1987). Como a testemunha não foi adubada com estes dois nutrientes, possivelmente a carência de um deles ou, de ambos, limitou o número de folhas presentes nessas plantas.

As análises indicaram o efeito da interação época de avaliação x doses de MAP e época de avaliação x intervalos de aplicação, sendo as curvas de natureza quadrática, como apresentado nas Figuras 16 e 17. Observa-se que as doses de 5,60 e 11,10 g MAP/planta/aplicação e o intervalo de aplicação de 25 dias resultaram em números superiores de folhas por planta que os demais. Acredita-se que as plantas que apresentaram crescimento superior, favorecido pelas adubações, tenham apresentado condições de emissão de um número maior de folhas que as demais, aliada a manutenção dessa folha por um período de tempo mais

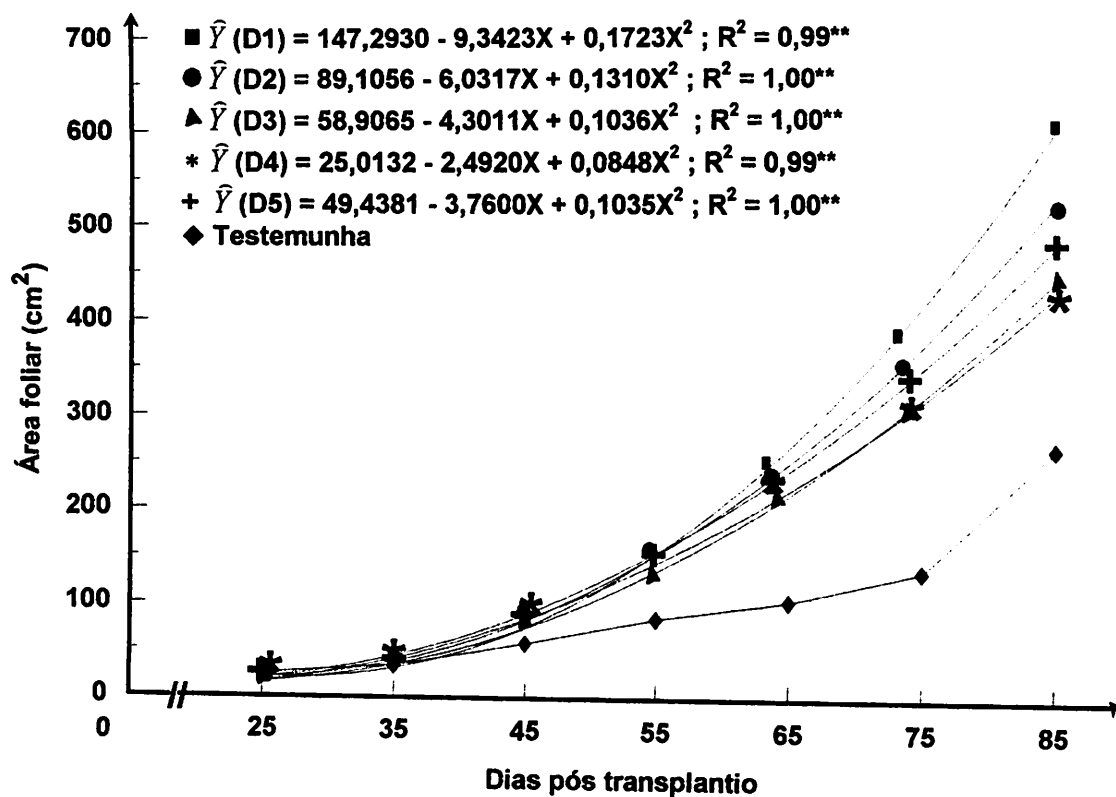


FIGURA 14. Equações de regressão para área foliar média da 3ª folha de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

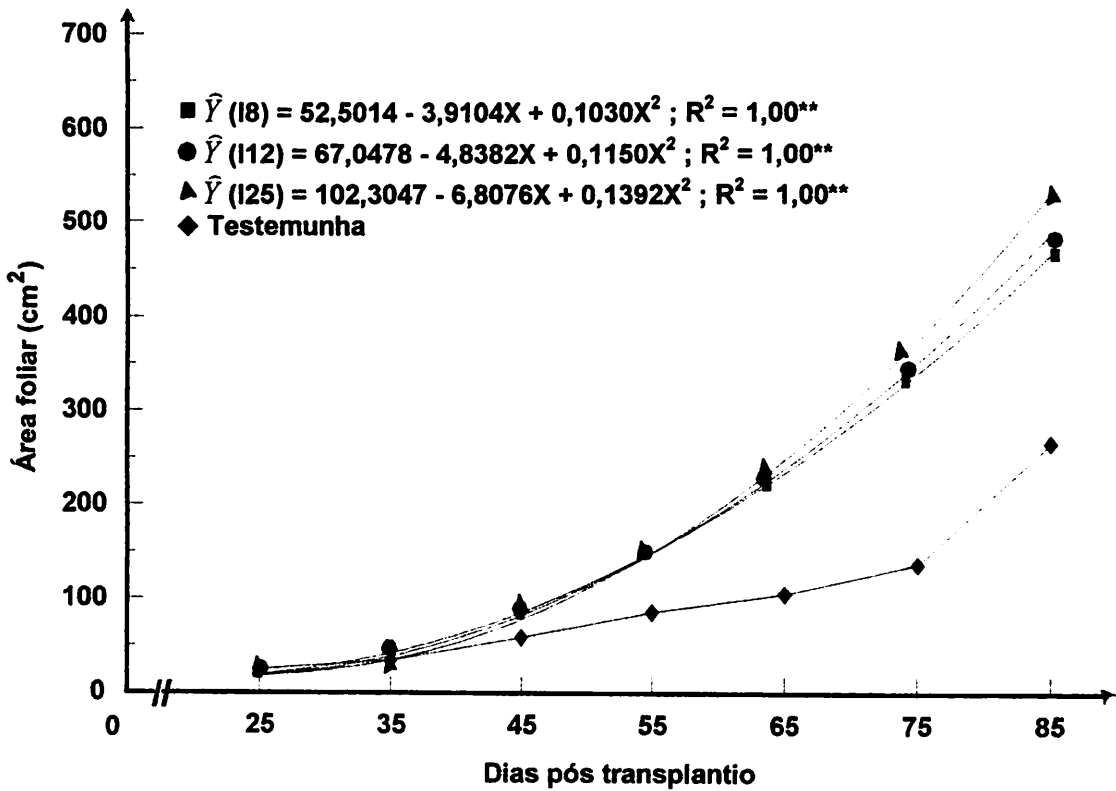


FIGURA 15. Equações de regressão para área foliar média da 3ª folha de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação, UFLA, Lavras, 1995.

prolongado até que entrasse em senescência. As citocininas, que são sintetizadas principalmente nos meristemas das raízes e transportadas para a parte aérea das plantas (Metivier, 1985; Marschner, 1986), retardam a senescência e o amarelecimento das folhas (Metivier, 1985). Dessa forma, como aquelas plantas adubadas com as maiores doses de MAP apresentaram um sistema radicular pouco ramificado, provavelmente tenham sintetizado quantidades inferiores de citocininas, o que teria contribuído para reduzir a longevidade de suas folhas.

O comportamento quadrático das curvas talvez seja resultado da senescência das folhas mais velhas, que já se encontravam nas plantas quando estas foram transplantadas para os sacos de polietileno.

As folhas são os órgãos responsáveis pela captação da energia solar e produção de matéria orgânica pela fotossíntese. Dessa forma, dentro de certos limites, mudas com superior área foliar e número de folhas poderão apresentar um crescimento acelerado, permitindo a obtenção de plantas mais vigorosas em menor tempo.

A área foliar da bananeira é responsável pelo peso do cacho, e o número de pencas está relacionado com o número de folhas emitido pela planta (Moreira, 1987).

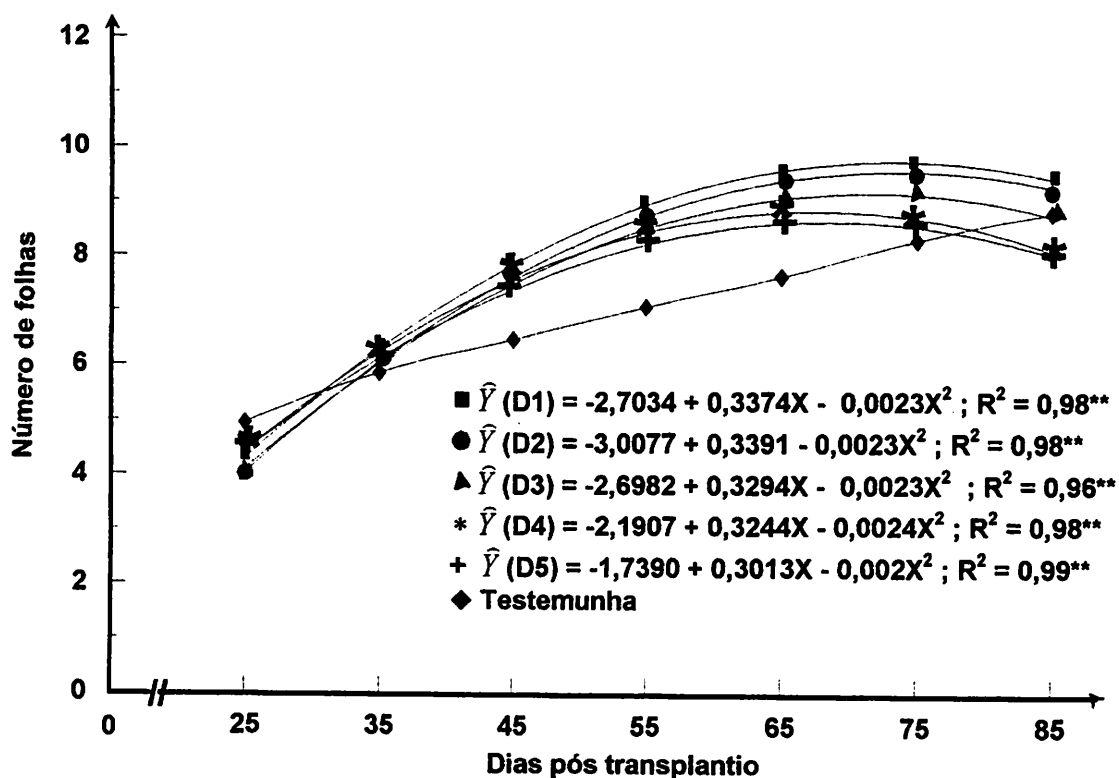


FIGURA 16. Equações de regressão para número médio de folhas de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

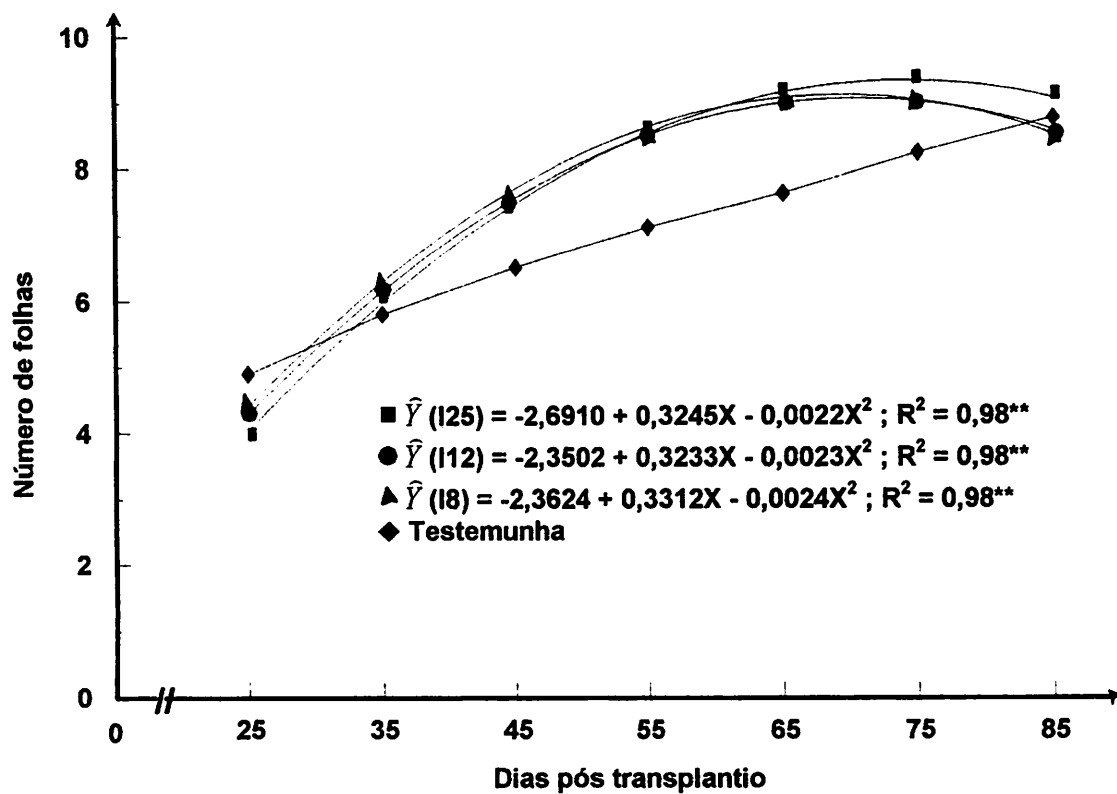


FIGURA 17. Equações de regressão para número médio de folhas de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de intervalos de aplicação de MAP e épocas de avaliação. UFLA, Lavras, 1995.

4.2.4 Peso da matéria fresca e seca da parte aérea

Quanto a essas características, as plantas do fatorial apresentaram em média, ganho de peso de matéria fresca e seca de 120,40% e 128,90% a mais que àquelas da testemunha, o que demonstra que a adubação com MAP exerceu de modo geral, efeito positivo no crescimento das plantas.

Analisando-se as plantas dos tratamentos do fatorial, observa-se pelas Figuras 18 e 19, que a matéria fresca e seca da parte aérea, respectivamente apresentaram uma tendência geral de diminuição com a elevação das doses e redução nos intervalos de aplicação de MAP. Deve-se mencionar que as plantas dos tratamentos 10 (D₃/08) e 14 (D₅/25) apresentaram um comportamento destoante dos demais, o que provocou elevação de peso de matéria fresca e seca demonstrada nas figuras para a dose de 27,80 g de MAP/planta/aplicação.

O N é responsável pelo crescimento da planta e a deficiência de P limita o seu tamanho (Moreira, 1987). Assim, é possível que esses nutrientes não estivessem em quantidades que pudessem suprir adequadamente as plantas testemunhas, o que limitou o seu crescimento. Acréscimos na produção de matéria seca de plantas de bananeira, em resposta a adubação nitrogenada foram observados por Kohli, Iyengar e Reddy (1984) e por Hedge e Srinivas (1989).

Solução de arranque composta por 10 g de MAP e 5 g de KNO₃, aplicada a diferentes frequências, permitiu a obtenção de limoeiros cravo com um ganho de peso médio total de matéria seca

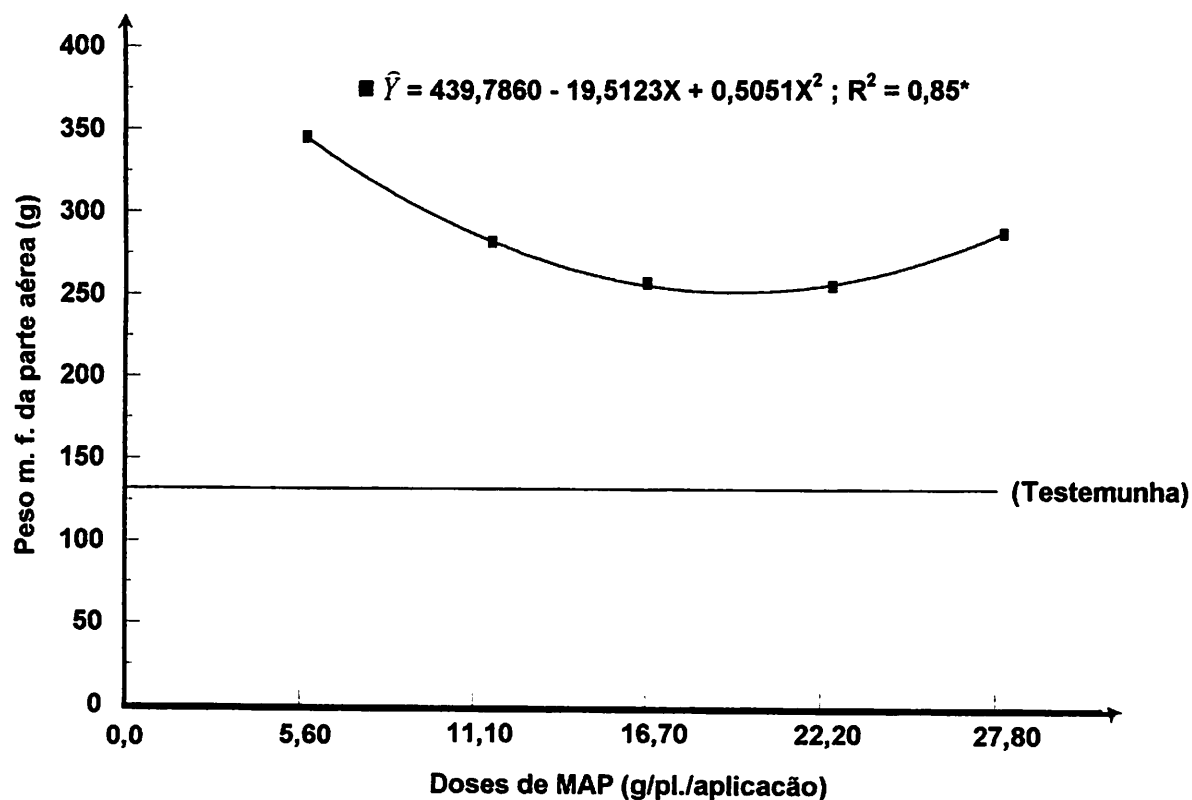
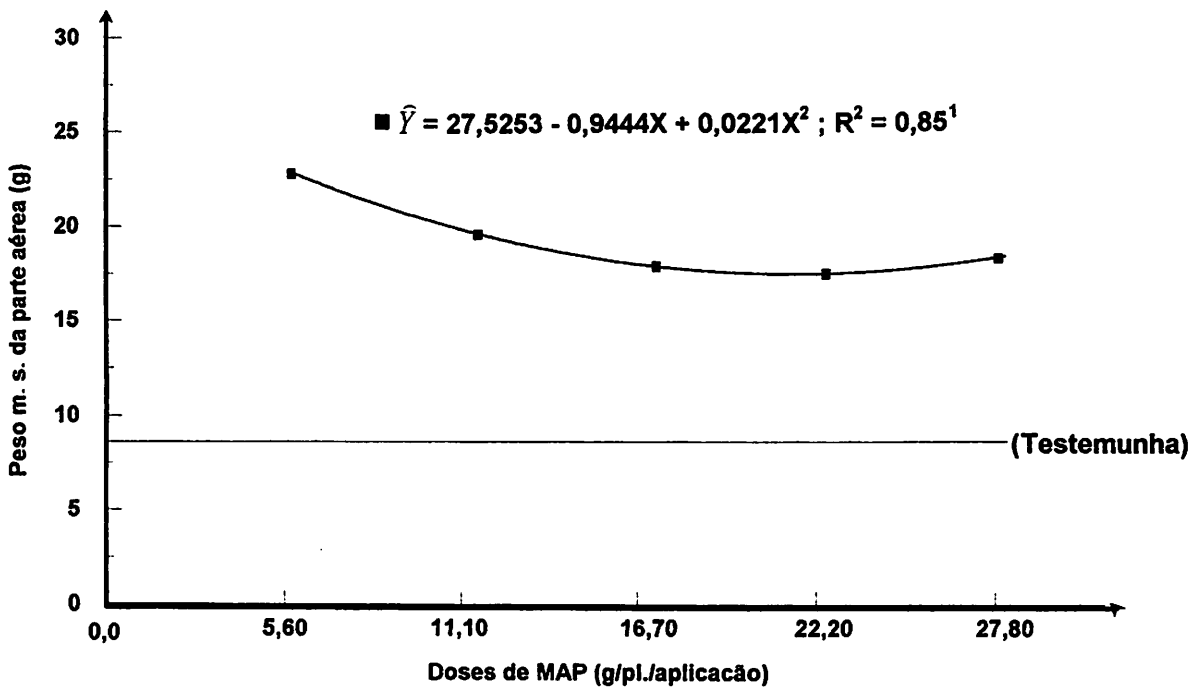


FIGURA 18. Equação de regressão para peso médio de matéria fresca da parte aérea (PFPA) de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses de MAP, 85 dias pós-transplântio das mudas. UFLA, Lavras, 1995.



¹ Equação significativa ao nível de 6,0% de probabilidade.

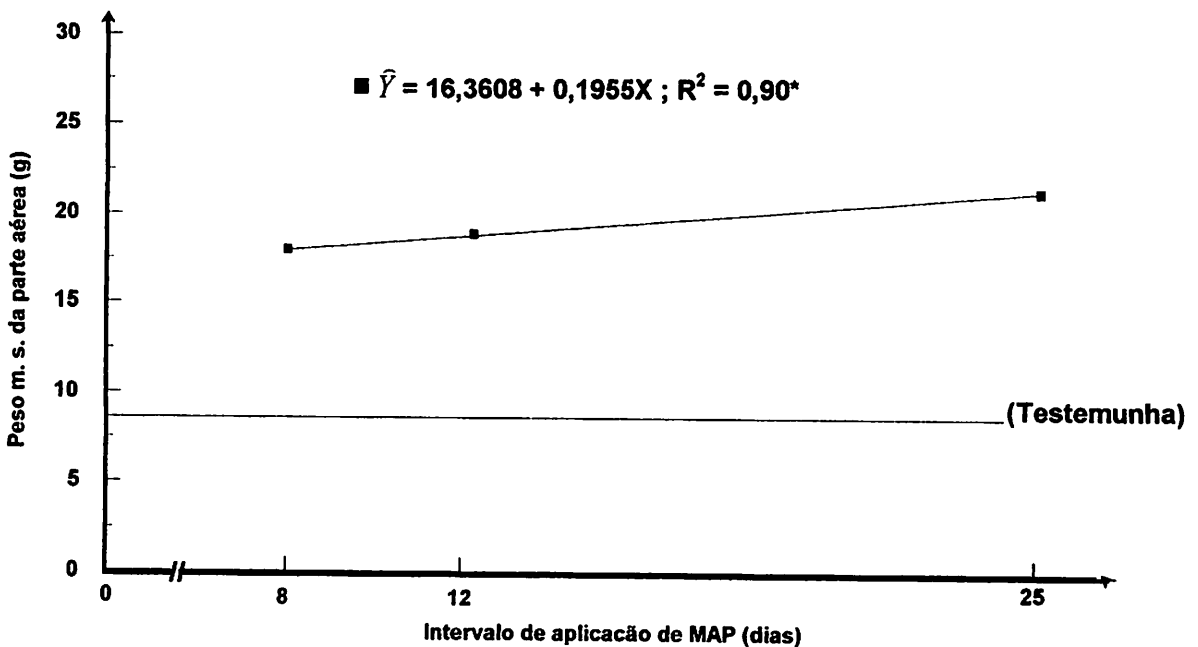


FIGURA 19. Equações de regressão para peso médio de matéria seca da parte aérea (PSPA) de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas. UFLA, Lavras, 1995.

de 50% a mais quando comparados aos limoeiros da testemunha (Decarlos et al., 1994).

No que diz respeito ao P, Sousa (1994) não obteve resposta com aplicações crescentes de superfosfato simples para peso de matéria fresca da parte aérea, possivelmente pelo pouco requerimento de P pela bananeira, Freiberg (1966). Por outro lado, Seabra (1994) observou respostas crescentes até a dosagem de 800 g de superfosfato simples/m³ de substrato.

Com relação ao fatorial a medida que se elevaram as doses e se reduziram os intervalos possivelmente ocorreu aumento da concentração de amônio nos substratos. Dessa forma, é provável que as plantas tenham absorvido de maneira crescente N na forma amoniacal o que pode ter provocado toxidez, resultando em menor crescimento vegetativo, demonstrado pelos menores peso de matéria fresca e seca da parte aérea. Como já relatado, o amônio pode ter efeito tóxico refletindo negativamente sobre vários aspectos da fisiologia das plantas (Barker, Volk e Jackson, 1966; Puritch e Barker, 1967; Maynard e Barker, 1969; Krogman et al. citados por Silveira e Sant'Ana, 1988; Silveira e Sant'Ana, 1988). De acordo com Goyal et al. citados por Haynes (1986), o principal efeito da acumulação de amônio nas folhas é a inibição da fotossíntese e portanto a produção de carboidratos. Desta forma, resultaria em menor crescimento das plantas, fato que poderá ter ocorrido no presente trabalho.

Trabalhos realizados, demonstraram o efeito inibitório do amônio quando fornecido em maior percentual ou como única fonte de N, sobre o crescimento das plantas. Em feijoeiro, milho

doce, pepino e ervilha, o crescimento, medido através do peso fresco, foi severamente afetado quando o amônio era a fonte de N (Maynard e Barker, 1969). Porém, esses autores verificaram que a manutenção do pH a níveis superiores a 6,0 através da aplicação de CaCO_3 , praticamente eliminava o efeito inibitório do NH_4^+ . Dentre os mecanismos pelos quais o NH_4^+ atua inibindo o crescimento das plantas está a redução do pH da rizosfera (Haynes, 1986). No presente trabalho, observou-se que nos substratos onde se cultivaram as mudas que apresentaram crescimento inferior o pH pouco diferiu ao daqueles cujas plantas acusaram maior acúmulo de matéria fresca e seca. Assim, admite-se que sua variação não tenha sido o fator responsável pela inibição do crescimento das plantas. Guazzelli (1988) cultivando feijoeiro em solução nutritiva, verificou que o suprimento de ambas as formas de N (NH_4^+ e NO_3^-), em igual proporção, resultou em máxima produção de biomassa da parte aérea, no entanto, houve sensível decréscimo de pH da solução. Deste modo, salienta que a acidificação induzida pelo amônio não constitui a única causa do efeito prejudicial do suprimento de apenas esta forma de N. O crescimento de trigo, centeio e triticale foi inibido quando havia predomínio de amônio no meio, que teria sido tóxico (Gashaw e Mugwira, 1981). Ainda em solução nutritiva, o N-amoniacoal, quando comparado ao nítrico, reduziu sensivelmente a produção de *Stylosanthes guianensis*, o que teria como causa, as elevadas concentrações de amônio na parte aérea, causando vários distúrbios (Cordeiro, 1981).

Além do efeito tóxico, o amônio pode reduzir o crescimento das plantas pela inibição na absorção de cátions (Haynes, 1986). No caso presente, provavelmente houve inibição na absorção de K, Ca e Mg, seja pela inibição causada pelo NH_4^+ , seja pela redução do sistema radicular das mudas, o que teria restringido a absorção dos mesmos contribuindo para o menor crescimento das plantas.

Outro fator ainda, que acredita-se tenha atuado na restrição do crescimento das plantas adubadas com as doses mais pesadas de MAP, seria a salinização do substrato. Segundo Mengel e Kirkby (1983) o crescimento da parte aérea é reduzido por stress de sal, e considerando-se que plantas jovens são mais sensíveis à salinidade, esse fator pode ter influenciado negativamente no ganho de peso das mudas.

O peso de matéria seca da parte aérea das plantas, representa a quantidade de reservas que essas possuem. Dessa maneira, pode-se supor que mudas com peso seco superior, possam no campo apresentar crescimento rápido e vigoroso, originando plantas robustas e produtivas.

4.2.5 Peso de matéria fresca de raízes, rizoma e diâmetro de rizoma

O peso de matéria fresca de raízes das plantas adubadas com MAP foi, na média, significativamente superior ao das plantas testemunhas, como observa-se no Quadro 9. Aquelas adubadas com 5,60 g MAP/aplicação apresentaram um ganho médio de 132,86% a

mais em peso fresco de raízes em comparação à testemunha. Esta ocorrência demonstra que o N e P contidos no MAP favoreceram o crescimento radicular. O P atua neste sentido (Moreira, 1987 e Seabra Filho 1994) e sua deficiência provocou reduzido desenvolvimento das raízes de bananeira (Simmonds, 1973). Em caso de carência de N este último autor informa que não ocorre redução no número e comprimento de raízes, porém estas apresentam-se mais delgadas, o que leva a uma redução no seu peso. A aplicação conjunta de N e P, promove um aumento da densidade do sistema radicular (Bohm citado por Marschner, 1986), contrário ao observado por Sousa (1994), que não constatou efeito com adição de P ao substrato.

Considerando-se apenas os tratamentos do fatorial observou-se efeito da interação doses de MAP e intervalos de aplicação, onde o peso das raízes diminuiu com a elevação das doses e redução dos intervalos, Figura 20.

Inúmeros trabalhos com diferentes espécies apresentaram tal resposta quando existia predomínio de N-amoniaco no meio (Maynard e Barker, 1969; Neuman e Kafkafi, 1980; Cordeiro, 1981; Gashaw e Mugwira, 1981; Bhat, 1983; Silveira e Sant'Ana, 1988). A redução constatada ocorreu possivelmente devido ao efeito tóxico do amônio, onde as raízes das mudas mostraram-se curtas, grossas e pouco ramificadas. Em capim-colonião cultivado em solução nutritiva, Silveira e Sant'Ana (1988) observaram que a partir do nível de 50% de amônio, as raízes mostraram-se curtas, grossas, quebradiças e pouco ramificadas. Relatam que a ação negativa do amônio resultou provavelmente da gradativa acidificação do meio

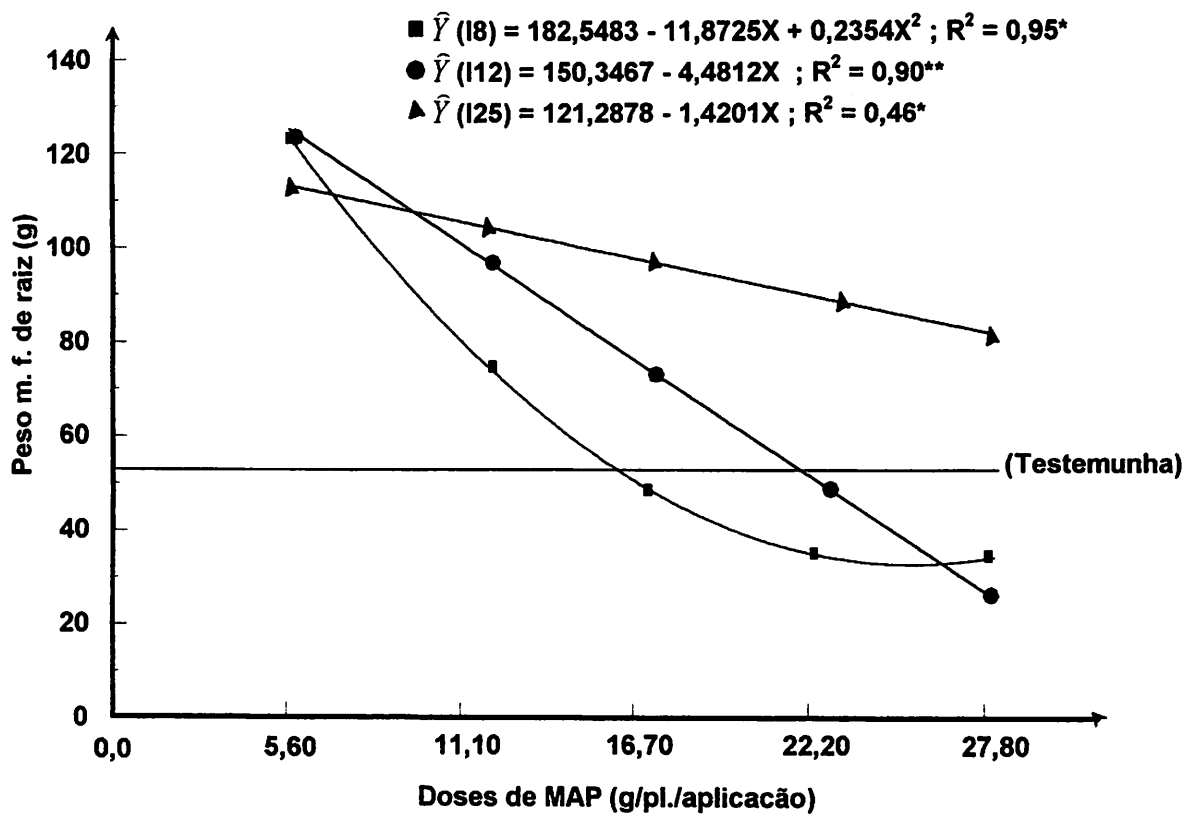


FIGURA 20. Equações de regressão para peso médio de matéria fresca de raiz (PFRA) de mudas de bananeira cv. Grand Naine, em função de doses e intervalos de aplicação de MAP, 85 dias pós-transplante das mudas. UFLA, Lavras, 1995.

de cultivo. Para Cordeiro (1981) a inibição do sistema radicular sugere a existência de distúrbios na partição de assimilados entre parte aérea e raiz. A manutenção do pH da solução nutritiva a valores superiores a 6,0 através de aplicações de CaCO_3 , promoveu aumentos significativos no peso de raízes de plantas de feijoeiro, milho, pepino e ervilha nutridas exclusivamente com amônio quando comparadas àquelas nutridas com essa mesma fonte de N, porém sem controle de pH que no caso encontrava-se em média abaixo de 4,0 (Maynard e Barker, 1969). Entretanto, no presente trabalho, houve pouca variação de pH o que sugere que a redução do sistema radicular ocorreu preferencialmente devido ao efeito tóxico do amônio em si.

Além da ação prejudicial do amônio sobre o crescimento das raízes, os altos níveis de P nos substratos e talvez na matéria seca das plantas adubadas com MAP provavelmente contribuíram para inibir a formação de pelos radiculares, como acontece em outras espécies (Foehse e Jungk, 1983). Estes autores observaram ainda que o comprimento dos pelos radiculares reduzia drasticamente a medida que aumentava a concentração de P na matéria seca das plantas.

Decarlos Neto et al. (1994) verificaram que intensas aplicações de solução de arranque com MAP e KNO_3 reduziram o peso seco de raiz de limoeiro cravo.

O aumento da presença de sais nos substratos (Quadro 10) talvez tenha contribuído para a redução do sistema radicular, pois Moreira (1987) afirma que onde há problemas de salinização as raízes ficam "aparadas".

A presença crescente de Al no substrato, com as elevações das doses de MAP pode ter contribuído também para a redução do peso do sistema radicular, pois a fitotoxidez deste elemento manifesta-se primeiramente nas raízes as quais tornam-se curtas, engrossadas e quebradiças (Malavolta, 1980; Vale, Guilherme e Guedes, 1993; Faquin, 1994), sintomas esses que foram observados neste trabalho.

A presença de um sistema radicular denso em mudas de bananeira é desejável, como forma de garantir melhores índices de pegamento no campo e promoverem um ritmo acelerado de crescimento das plantas, por possibilitar melhores condições de absorção de água e nutrientes. Destaca-se também a possibilidade de fixação mais acentuada da planta ao solo pois sabe-se que em determinadas regiões produtoras chega-se a perdas de 25% de plantas/ano devido ao tombamento.

Quanto ao peso e diâmetro de rizoma, observou-se diferenças significativas apenas entre as plantas do fatorial e a testemunha. As mudas adubadas apresentaram ganho médio em diâmetro e peso de rizoma superiores, da ordem de 45,75% e 175,32% respectivamente quando comparadas a testemunha. O N promove um maior desenvolvimento em volume e peso de rizoma (Marciani- Bendezú e Gomes, 1980; Moreira, 1987). Seabra Filho (1994) obteve valores máximos quando aplicou 800 g de superfosfato simples/m³ de substrato.

O rizoma ou caule subterrâneo é importante pelas reservas que contém (Champion, 1974). Dessa forma, mudas cujos rizomas sejam mais pesados poderão apresentar maiores taxas de

pegamento e crescimento.

De acordo com a Secretaria de Agricultura de Minas Gerais através da Portaria nº 095/94 de Janeiro de 1994, que estabelece as normas e padrões para a produção de mudas certificadas e fiscalizadas de bananeiras no Estado de Minas Gerais, mudas tipo chifre devem apresentar um peso variando de 1.000 a 3.000 gramas, enquanto mudas tipo pedaço de rizoma devem pesar de 1.000 a 2.000 gramas (Borges, 1994), o que demonstra a importância do peso da muda e conseqüentemente as reservas que as mesmas possuem.

5 CONCLUSÕES

Considerando-se as condições em que foi conduzido o experimento, pode-se concluir:

- Doses crescentes de MAP, influenciaram as características químicas dos substratos, onde se observaram elevações nos teores médios de P, K, Mg, S e Al e redução nos teores de Ca.

- O substrato composto por 50% de solo, 25% de areia grossa lavada e 25% de casca de arroz carbonizada, sem adubações em cobertura com MAP, limitou o crescimento das mudas de bananeira.

- Aos 85 dias pós-transplântio das mudas, observou-se que a dose de 5,60 g de MAP/planta/aplicação proporcionou crescimento médio superior de 35,21% em altura; 54,23% no diâmetro do pseudocaule no colo; 207,04% no peso da matéria fresca do rizoma e 164,89% no peso de matéria seca da parte aérea em relação as plantas testemunhas não adubadas com MAP.

- De maneira geral, o aumento das doses de MAP, provocou efeito negativo nas mudas de bananeira para as características de altura, diâmetro do pseudocaule, área foliar, número de folhas, peso de matéria fresca seca da parte aérea e peso de matéria fresca de raiz.

- A dose de 5,60 g de MAP/planta/aplicação permitiu a obtenção de mudas com altura média de 30cm, aos 67 dias após o transplante, sendo este período superior para as demais doses e para a testemunha.

- A fase de enviveiramento, intermediária entre o laboratório e o plantio em campo, nas condições estudadas, permitiu através da dose de 5,60 g de MAP/planta/aplicação a obtenção de mudas vigorosas com torrão, e com sistema radicular denso, o que facilitará seu transporte, plantio e pegamento em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEREDO, J.A de; GENÚ, P.J. de C.; AQUINO, A.R.L. de; CAMPELO Jr., J.H.; RODRIGUEZ, A.P.M. Nutrição mineral e adubação da bananeira. In: HAAG, H.P. (Coord.) **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.59-102.
- BANANA é o novo eldorado do norte de Minas. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 24 fev. 1993. **Agropecuário**, p.6-7.
- BARKER, A.V.; VOLK, R.J.; JACKSON, W.A. Root environment acidity as a regulatory factor in ammonium assimilation by the bean plant. **Plant Physiology**, Bethesda, v.41, n.7, p.1193-1199, Set. 1966.
- BHAT, K.K. Nutrient inflows into apple roots. **Plant and Soil**, The Hague, v.71, n.1/3, p.371-380, 1983.
- 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.
- BUENO, D.M. Efeito do superfosfato triplo no crescimento inicial de porta-enxertos de citros, em diferentes tipos de solos. Lavras: ESAL, 1984. 176p. (Dissertação - 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. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CAMPOS, L.A. de A.; SÁ, J.C.A. de; DEMATTÊ, M.E.S.P.; VELHO, L.M.L.S.; VICENTE, M.E.A. Influência de profundidade de sementeira e substratos no desenvolvimento de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth). **Científica**, São Paulo, V.14, n.1/2, p.101-113, 1986.
- 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, S.A. de. Manejo da adubação nitrogenada na produção de porta-enxertos cítricos em bandejas. Lavras: ESAL, 1994. 74p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- CHAMPION, J. El platano. Barcelona: Editorial Blume, 1974. 247p.
- COELHO, F.S.; VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª aproximação. Lavras, 1989. 179p.
- CORDEIRO, A.T. Efeito de níveis de nitrato, amônio e alumínio sobre o crescimento e sobre a absorção de fósforo e de nitrogênio em *Stylosanthes guianensis* e *Stylosanthes macrocephala*. Viçosa: UFV, 1981. 57p. (Tese - Mestrado em Fisiologia Vegetal).
- CORRALES GARRIGA, I.; GUERRA GOMES, A.; MONTES DE OCA, S. F.; BARROSO GRASA, R.; HERNANDEZ, T. Influencia de la fertilizacion nitrogenada sobre el rendimiento y sus principales componentes en el cultivo del platano (*Musa sp*) clon Cemsa 3/4. Ciencia y Tecnica en la Agricultura: viandas tropicales, Havana, v.12, n.1, p.37-46, 1989.
- DANIELS, J.; SMITH, M. Post-flask management of tissue cultured bananas. Camberra: ACIAR, 1991. 8p. (ACIAR Technical Reports, 18).
- DANTAS, A.P.; FERRAZ, L.; SILVA, A.A.Q. da; SOUZA, M.M. de; REIS, O.V. dos. Estudos de adubação fosfatada em bananeira cv. Prata (*Musa sp.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4, Salvador, 1977. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1977. p.59-63.
- DECARLOS NETO, A.; GRANDI, A.J. de; VICHATO, M.; AMARAL, A.M. do.; SOUZA, M. de. Viabilização do uso de tubetes para obter o porta-enxerto de citros limoeiro cravo com "solução de arranque". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, Salvador, 1994. Resumos... Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. v.3, p.400-401.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.
- FOEHSE, D.; JUNGK, A. Influence of phosphate and nitrate supply on root hair formation of rape, spinach and tomato plants. *Plant and Soil*, The Hague, V. 74, n.3, p.359-368, 1983.

- 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. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- 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. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO Yearbook Production. Roma, 1993. 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. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- FREIBERG, S.R. Banana nutrition. In: CHILDERS, N.F. (Ed.) Nutrition of fruit crops: tropical, sub-tropical, temperate tree and small fruits. Somerville: Somerset Press, 1966. cap.3, p.77-100.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1992. V.52, p.553-554.
- GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B.; MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds, cultivar nanicão). Ciência e Cultura, São Paulo, v.24, n.1, p.70-79, 1972.
- GASHAW, L.; MUGWIRA, L.M. Ammonium-N and nitrate-N effects on the growth and mineral compositions of triticale, wheat, and rye. Agronomy Journal, Madison, v.73, n.1, p.47-51, Jan/Feb. 1981.
- GEUS, J.G. de. Fertilizer guide for tropical and subtropical farming. Zurich: Centre d'Etude de l'Azote, 1967. 727p.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, 1985. 466p.
- GUAZZELLI, E.M.F.M. Efeito de nitrato amônio no crescimento, assimilação e eficiência de utilização do nitrogênio por cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na fase inicial de crescimento. Lavras: ESAL, 1988. 112p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. Propagacion de plantas: principios y praticas. México: Compañia Editorial Continental, 1964. 693p.
- HAYNES, R.J. Mineral nitrogen in the plant-soil system. Orlando: Academic Press, 1986. 483p.

- HEGDE, D.M.; SRINIVAS, K. Effect of soil matric potential and nitrogen on growth, yield, nutrient uptake and water use of banana. *Agricultural Water Manegement*, Amsterdam, v.16, p.109-117, 1989.
- HERNANDEZ, T. Influencia de los niveles de nitrogeno en el cultivo del platano vianda *Musa* sp. variedade 'Hembra 3/4'. *Ciencia e Tecnica en la Agricultura: suelos e agroquímica*, Havana, v.8, n.1, p.7-17, Feb. 1985.
- KILMER, V.J.; WEBB, J. Agronomic effectiveness of different fertilizers. In: DINAUER, R.C. (ed.). *Changing patterns in fertilizer use*. Madison: Soil Science Society of america, 1968. Cap. 2, p.33-66.
- KISSELMAN, E. *Know how: to produce more bananas*. Stuttgart: offizin chr. Scheufele, 1971. 64p.
- KOHLI, R.R.; CHACKO, E.K.; RANDHAWA, G.S. Effect of spacing and nutrition on growth and fruit yield of 'Robusta' banana. *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, v.46, n.8, p.382-386, Aug. 1976.
- KOHLI, R.R.; IYENGAR, B.R.V.; REDDY, Y.T.N. Growth, dry matter production and yield in Robusta banana as influenced by different levels of nitrogen. *Indian Journal of Horticulture*, Bangalore, v.41, n.3/4, p.194-198, 1984.
- KOLLER, O.C.; BOEIRA, R.C. Adubação orgânica e inorgânica em sementeira de citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.21, n.6, p.645-654, Jun. 1986.
- LAHAV, E. Phosphorus and potassium penetrability in the soil and their influence in a mature banana plantation. *Tropical Agriculture*, Guildford, v.50, n.4, p.297-301, Oct. 1973.
- LANGENEGGER, W.; SMITH, B.L. Nitrogen requirements of bananas in South Africa. *Fruits*, Paris, v.43, n.11, p.639-643, Nov. 1988.
- LIRA, L.M. Efeito de substrato e do superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo) até a repicagem. Lavras: ESAL, 1990. 86p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- LOCATELLI, M. Efeito de formas, fontes e dose de nitrogênio sobre o crescimento e composição mineral de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Viçosa: UFV, 1984. 64p. (Tese - Mestrado em Ciências Florestais).
- LOPES, A.S. *Manual de fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

- McANDREW, D.W.; MALHI, S.S. Long-term N fertilization of solonchic soil: effects on chemical and biological properties. *Soil Biology Biochemistry*, Oxford, v.24, n.7, p.619-623, 1992.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1981. 596p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. Desordens nutricionais e adubação de bananeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1, Jaboticabal, 1984. Anais... Jaboticabal: UNESP, 1984. p.135-158.
- MARCIANI-BENDEZÚ, J.; GOMES, W. da R. Solos, calagem e adubação. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, V.6, n.63, p.18-20, mar. 1980.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press Inc., 1986. 674p.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Exigências nutricionais da bananicultura, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1, Jaboticabal, 1984. Anais... Jaboticabal: UNESP, 1984. p.118-134, 159-164.
- MARTIN-PRÉVEL, P.; CHARPENTIER, J.M. Sintomas de carência em seis elementos minerais na bananeira. *Fertilité*, Paris, n.22, p.15-50, Juin./Juil. 1964.
- MASCARENHAS, H.A.A. Cálcio, enxofre e ferro no solo e na planta. Campinas: Fundação Cargill, 1977. 95p.
- MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V. Studies on the tolerance of plants to ammonium nutrition. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.94, n.3, p.235-239, 1969.
- MEDINA, J.C. Banana: In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. *Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos*. Campinas, 1990. p.1-131. (Série Frutas Tropicais, 3).
- MENGEL, H.; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 2.ed. Bern: International Potash Institute, 1983. 593p.
- METIVIER, J.R. Citocininas. In: FERRI, M.G. (coord.) *Fisiologia Vegetal*. 2 ed. rev. e atual. São Paulo: E.P.U., 1985. v.2, cap.4, p.93-127.
- MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim-colonião, na formação e em pasto estabelecido. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v.34, n.1, p.91-101, Jan./Jun. 1977.

MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.

NEUMANN, R.G.; KAFKAFI, U. Root temperature and percentage $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ effect on tomato plant development. I. Morfology and growth. *Agronomy Journal*, Madison, v.72, n.5, p.758-761, Sep./Oct. 1980.

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. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

OLSEN, S.R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (eds). **Micronutrients in agriculture.** Madison: Soil Science Society of America, 1972. Cap.11, p.243-64.

OLSEN, R.S.; BROWMAN, R.A.; WATANABE, 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.

PEREIRA, S.L. **Efeitos da adição de fertilizantes nitrogenados ao substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** Lavras: ESAL, 1992. 75p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

PERYEA, F.J. Phosphate-fertilizer-induced salt toxicity of newly planted apple trees. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.54, n.6, p.1778-1783, Nov./Dec. 1990.

PLANTAR bananeira dá dinheiro em Novo Horizonte. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 13 Jul. 1994. *Agrícola*, p.10-11.

PURITCH, G.S.; BARKER, A.V. Structure and function of tomato leaf chloroplasts during ammonium toxicity. *Plant Physiology*, Bethesda, v.42, n.9, p.1229-1238, Sept. 1967.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343p. ✓

REZENDE, L. de P. **Efeito do volume de substrato e do superfosfato simples na formação de porta-enxertos de citros.** Lavras: ESAL, 1991. 97p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

SARATHCHANDRA, S.U. Nitrification activities and the changes in the populations of nitrifying bacteria in soil perfused at two different H-ion concentrations. *Plant and Soil*, The Hague, v.50, n.1, p.99-111, Aug. 1978.

- SEABRA FILHO, M. Efeito de composições e superfosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira cv. Nanicação obtidas por propagação rápida "in vivo". Lavras: ESAL, 1994. 103p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SILVA, C.A. Efeito da correção de acidez e de fontes de nitrogênio na nitrificação do solo e no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris* L.). Lavras: ESAL, 1994. 104p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SILVA, J.U.B. Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes principais no crescimento do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) em vasos, até a repicagem. Lavras: ESAL, 1981. 100p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SILVEIRA, J.S.M. ; SANT'ANA, R. Efeitos de nitrato e do amônio no crescimento e fracionamento de N em capim - colônia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.23, n.2, p.135-143, Fev. 1988.
- SIMMONDS, N.W. Los platanos. Barcelona: Editorial Blume, 1973. 539p.
- SOTO, M.B. Bananos: cultivo e comercialización. 2. ed. San José: Litografia e Imprenta LIL, 1992. 649p.
- SOUSA, H.U.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).
- SOUZA, A.F.X. de. Casca de arroz carbonizada: o substrato para a propagação de plantas. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v.46, n.406, P.11, Jan./Fev. 1993.
- SOUZA, M. Nutrição e adubação para produzir mudas de frutíferas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.9, n.102, p.40-43, Jun. 1983.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. Soil fertility and fertilizers. 4.ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1985. 754p.
- 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.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Equipe de Pedologia e Fertilidade dos Solos, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).

- VIÉGAS, I. de J.M.; HAAG, H.P. Doses de NPK em viveiro de *Hevea* spp na obtenção de plantas aptas para enxertia em latossolo amarelo textura média, na Ilha do Mosqueiro - PA. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, V.42, n.2, p.489-538, 1985.
- VITTI, G.C. ; MALAVOLTA, E. ; COUTINHO, E. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados e portadores de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. *Anais...* Brasília: EMBRAPA - DEP, 1984. p. 205-253.
- WARNER, R.M. ; FOX, R.L. Nitrogen and potassium nutrition of Giant Cavendish banana in Hawaii. *Journal of the American Society Horticultural Science*, Alexandria, v.102, n.6, p.739-743, 1977.