

**NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE MUDAS DE  
MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE  
FÓSFORO E MAGNÉSIO**

**MARCELO VICHATO**

**2005**

**MARCELO VICHATO**

**NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE MUDAS DE  
MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE FÓSFORO E MAGNÉSIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Carlos Ramirez de Rezende e Silva

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

2005

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos  
da Biblioteca Central da UFLA**

Vichiato, Marcelo

Nutrição mineral e crescimento de mudas de mamoeiro em função de fósforo e magnésio / Marcelo Vichiato. -- Lavras : UFLA, 2005.

90 p. : il.

Orientador: Carlos Ramirez de Rezende e Silva.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Fruticultura. 2. Nutrição mineral. 3. Variedade. 4. Muda. 5. Antagonismo.  
6. Interação planta-nutriente. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.65191

**MARCELO VICHATO**

**NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE MUDAS DE  
MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE FÓSFORO E MAGNÉSIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia, área de concentração  
Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2005

Pesq. Dr. Ângelo Alberico Alvarenga	EPAMIG
Prof. Dr. Francisco Rodrigues da Cunha Neto	UNIFENAS
Prof. Dr <sup>a</sup> . Janice Guedes de Carvalho	UFLA
Pesq. Dr <sup>a</sup> . Miralda Bueno de Paula	EPAMIG

Prof. Dr. Carlos Ramirez de Rezende e Silva (UFLA)  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso de Pós-Graduação.

Aos Prof. Dr. Carlos Ramirez de Rezende e Silva e a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janice Guedes de Carvalho, pela confiança e orientação na realização deste trabalho.

Ao Profs. Dr. Samuel Pereira de Carvalho e Moacir Pasqual, coordenadores da Pós-Graduação em Fitotecnia, pelo apoio na realização do curso.

Aos Prof. da área de Fitotecnia, em especial da fruticultura, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do pomar da UFLA, por sua colaboração na fase experimental.

Às secretárias do Departamento de Agricultura Nelzy, Adriana, Raquel e Cida, pela sua colaboração e paciência.

Aos amigos e colegas da pós-graduação Adelson Nascimento Oliveira, Julio César Garcia, Vandeir Gregório Alves, Fernando L. Corrêa, Vander Mendonça, Paulo Márcio Norberto, Sebastião Elviro, Hermínio S. Rocha, Fabíola Villa, e Murilo Covezzi pelo companheirismo e agradável convívio durante o curso.

Agradecimento especial à minha esposa Mívia, companheira de todos os momentos.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	i
ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 Fósforo no solo.....	3
2.2 Aquisição de fósforo pelas plantas.....	5
2.3 Efeitos metabólicos da deficiência de fósforo.....	6
2.4 Formas e dinâmica do magnésio no solo .....	8
2.5 Interações fósforo-magnésio .....	9
2.6 Equilíbrio catiônico.....	12
2.7 Nutrição mineral e desenvolvimento do mamoeiro .....	13
2.7.1 Fungos micorrízicos arbusculares em mamoeiro .....	14
2.8 Caracterização das cultivares .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1 Recipientes e substrato.....	17
3.2 Cultivares .....	17
3.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	18
3.4 Instalação e condução .....	18
3.5 Avaliações e análises estatísticas .....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1 Desenvolvimento das mudas.....	23
4.1.1 Altura.....	23
4.1.2 Diâmetro do colo.....	27
4.1.3 Biomassa seca total (BST) .....	29
4.1.4 Biomassa seca da parte aérea (BSPA).....	31

4.1.5 Biomassa seca das raízes (BSR).....	31
4.2 Índice de Desenvolvimento Geral (IDG) .....	34
4.3 Teores de nutrientes na BSPA.....	37
4.3.1 Nitrogênio .....	37
4.3.2 Fósforo .....	38
4.3.3 Potássio .....	39
4.3.4 Cálcio .....	42
4.3.5 Magnésio .....	44
4.3.6 Enxofre.....	46
4.3.7 Boro.....	48
4.3.8 Cobre.....	50
4.3.9 Ferro .....	52
4.3.10 Manganês .....	53
4.3.11 Zinco .....	56
4.4 Acúmulos de nutrientes na BSPA .....	58
5. CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
ANEXOS .....	79

## RESUMO

VICHIATO, Marcelo. Nutrição mineral e crescimento de mudas de mamoeiro em função de fósforo e magnésio. 2005. 90p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)<sup>1</sup>. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Avaliou-se a influência do fósforo e do magnésio e sua possível interação sobre o crescimento, teores e acúmulos de nutrientes em mudas de mamoeiro. Os experimentos foram realizados no setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em viveiro dotado de cobertura plástica, conduzidos em delineamento de blocos casualizados, com cinco doses de fósforo (20, 150, 300, 450 e 600 mg.dm<sup>-3</sup>) e quatro doses de magnésio (0, 15, 30 e 60 mg.dm<sup>-3</sup>), em esquema fatorial, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por cinco plantas, cultivadas individualmente em sacolas plásticas de 7,0 x 18,5 cm e preenchidas com 635 cm<sup>3</sup> de substrato. Na cv ISS 72/12, as doses de P e Mg incrementaram todas as características de crescimento, observando-se interações entre P e Mg sobre a altura das plantas. Os teores de N na biomassa seca da parte aérea (BSPA), diminuíram sendo os demais nutrientes influenciados por interações P-Mg. Observou-se acúmulos crescentes de todos os nutrientes em resposta às doses de P e Mg. Na cv. Tainung n<sup>o</sup>1 as doses de P proporcionaram incrementos em todas as características de crescimento, reduziram os teores de N, K, Ca, Mg e S e aumentaram os de Mn, sendo os teores de P, B, Cu e Zn foram influenciados por interações entre P e Mg. As doses de Mg afetaram somente a biomassa seca das raízes, elevaram os teores de K e Mn e diminuíram os de Ca, não influenciando os de N, Mg, S e Fe. Observou-se acúmulos crescentes de todos os nutrientes na BSPA em resposta às doses de P, sendo que as doses de Mg elevaram os conteúdos de K e diminuíram os de N e Ca. Os acúmulos de P, B, Cu e Fe foram influenciados por interações P-Mg. Aos 120 dias após semeadura, o maior desenvolvimento das plantas da cv. ISS 72/12 foi obtido na dose 600 mg.dm<sup>-3</sup> de P associada a 30 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, apresentando altura média de 18,9 cm e diâmetro do colo de 8,9 mm; sendo na cv. Tainung n<sup>o</sup>1 a dose 600 mg.dm<sup>-3</sup> de P associada a 60 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg com altura média de 17,7 cm e diâmetro de 11,1 mm, estando as mudas aptas ao plantio no campo. A cv. ISS 72/12 foi mais responsiva às doses de P e de Mg, apresentando ganhos superiores em crescimento em relação a cv. Tainung n<sup>o</sup>1.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Prof. Dr. Carlos Ramirez de Rezende e Silva- UFLA (Orientador), Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Janice Guedes de Carvalho – UFLA (Co-orientadora).



## ABSTRACT

VICHIATO, Marcelo. Mineral Nutrition and growth of papaya seedlings as related with phosphorus and magnesium, 2005. 90p. Thesis (Doctorate in Crop Science)<sup>2</sup>. Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The effect of both phosphorus and magnesium and their possible interaction upon the growth, contents and accumulation of nutrients in papaya seedlings were evaluated. The experiments were carried out at the horticulture sector of the Lavras Federal University (UFLA), in a nursery fitted with a plastic cover. The experimental design conducted was the randomized block with five doses of phosphorus (20, 150, 300, 450 and 600 mg.dm<sup>-3</sup>) and four doses of magnesium (0, 15, 30 and 60 mg.dm<sup>-3</sup>); in a factorial scheme with four replicates. The plots were made up of five plants, grown singly in plastic bags of 7,0 x 18,5 cm and filled with 635 cm<sup>3</sup> of substrate. In cultivar ISS 72/12, the doses of P and Mg increased all the growth characteristics, interactions between P and Mg on the plant height being found. The contents of N in the shoot dry biomass (SDBM) decreased, the other nutrients being influenced by P-Mg interactions. Growing accumulations of all nutrients in response to the doses of P and Mg were observed. In cultivar Tainung n° 1, the doses of P provided increases in all the growth characteristics, reduced the contents of K, Ca, Mg and S and increased those of Mn, the contents of P, B, Cu and Zn being influenced by interactions between P and Mg. The doses of Mg affected only the root dry biomass, raised the contents of K and Mn and decreased those of Ca, not influencing those of N, Mg, S and Fe. Increasing accumulations of all the nutrients in the SDBM in response to the doses of P, the doses of Mg raised the contents of K and decreased the ones of N and Ca. The accumulations of P, B, Cu and Fe were influenced by P-Mg interactions. At 120 days after sowing, the greatest development of the ISS 72/12 plants was obtained at the dose of 600 mg.dm<sup>-3</sup> of P associated with 30 mg.dm<sup>-3</sup> of Mg, presenting a medium height of 18,9 cm and colo diameter of 8,9 mm, its being in cultivar Tainung n° 1, the dose of 600 mg.dm<sup>-3</sup> of P associated with 60 mg.dm<sup>-3</sup> of Mg with a medium height of 17,7 cm and diameter of 11,1 mm, the seedlings being apt to field planting. The cultivar ISS 72/12 was the most responsive to the doses of P and Mg, showing superior gains in growth relative to Tainung n° 1.

---

<sup>2</sup> Guidance Committee: Carlos Ramirez de Rezende e Silva - UFLA (Major Professor), Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Janice Guedes de Carvalho – UFLA (Adviser).

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Carica papaya* L. tem como centro de diversidade o centro Mexicano do Sul e Centro-americano, região que abrange o noroeste da América do Sul. A distribuição das espécies do gênero *Carica* mostra que a maioria delas se concentra na vertente oriental dos Andes, mais precisamente na Bacia amazônica Superior. Por conseguinte, o mamoeiro vegeta e produz mais satisfatoriamente em áreas tipicamente tropicais, encontrando condições climáticas satisfatórias em grande parte do território brasileiro (Medina, 1989).

A cultura do mamoeiro, dentre as de clima tropical, foi a que apresentou crescimento mundial mais significativo na década de 90. Neste período, o volume produzido passou de 3,5 milhões de toneladas, em 1990, para 5 milhões, em 1999, representando um incremento de 41%, segundo dados da FAO de 2000 (Brasil, 2000).

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão, com uma produção de 1,44 milhões de toneladas em 2001, representando 26,8% do total produzido no mundo (Agrianual, 2003). A produção concentra-se atualmente nas regiões do extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, representando juntas 87% da produção nacional (Brasil, 2000).

No estado de Minas Gerais, o cultivo do mamão ocupou área de 1020 ha, com produção de 15 mil toneladas em 1998, correspondendo a 2,6% da área nacional e 0,8% do volume total produzido no país, conferindo-lhe a sexta posição no 'ranking' dos produtores nacionais. O volume comercializado na CEASA/MG, em suas cinco unidades, foi de 53,2 mil toneladas em 1999. Destas, a unidade de Belo Horizonte foi responsável por cerca de 81% do total mercantilizado, dos quais 25,4 mil toneladas do grupo Havaí e 17,6 mil toneladas do grupo Formosa, procedentes principalmente dos estados da Bahia,

Espírito Santo e também de regiões produtoras de Minas Gerais (Brasil, 2000), destacando-se os municípios de Jaíba, Nanuque, Matias Cardoso e Pirapora (Agridata, 2005).

A produção de mudas de mamoeiro tem apresentado demanda crescente nas principais regiões produtoras, devido principalmente ao crescimento nas exportações de frutos, que atingiu 200% no período de 1995 a 1999 (Brasil, 2000). Tradicionalmente o mamoeiro é propagado por sementeira em saquinhos de polietileno, tendo aumentado atualmente, o uso de tubetes para fornecimento de mudas ao plantio mecanizado adotado por grandes produtores. Aliado a isso, surgiram viveiristas especializados, constituindo a terceirização na produção de mudas, à semelhança de outros países produtores como a Austrália (Yamanishi, 2004). Alterações nas relações nutricionais nas mudas em resposta a qualidade do substrato utilizado e do manejo das adubações na fase de produção destas têm ocorrido com frequência. Dessa forma, a compreensão do balanço de nutrientes para o ótimo crescimento é primordial, principalmente na fase inicial, relacionada diretamente com a precocidade e produção de frutos (Fernandes et al., 2002). Alguns trabalhos têm demonstrado que a eficiência da adubação fosfatada é aumentada pela presença de Mg no adubo (Malavolta, 1986), e desde 1901/1905 já existe na literatura o conhecimento da interação bioquímica entre o magnésio e o fósforo dentro da planta (Neptune, 1986). O efeito benéfico de adubações fosfatadas na produção de mudas de plantas frutíferas já está bem estabelecido, contudo, inexistem estudos envolvendo interações entre fósforo e magnésio adicionados ao substrato e especificidades de cada material genético sob o ponto de vista nutricional. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e a nutrição mineral de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) das cultivares Improved Sunrise Solo e Tainung n°1, em função de adubações com fósforo e magnésio.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Fósforo no solo

Os solos podem apresentar de 100 a 2500 kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo total, na camada arável. Todavia, qualquer que seja a natureza do solo, a concentração de fósforo em solução é extremamente baixa, normalmente entre 0,1 e 1,0 kg.ha<sup>-1</sup>, dada a elevada tendência de remoção do fósforo da solução, tanto por precipitação quanto por adsorção. Este fato faz com que a adubação com fósforo seja aplicada em quantidades várias vezes superior a exigida pelas plantas, necessitando inicialmente saturar os componentes consumidores de fósforo no solo (Furtini Neto et al., 2001).

O fósforo (P) ocorre nos solos quase que exclusivamente na forma de íon ortofosfato e em concentrações variando de 500 a 800 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo, em “reservatórios” de acessibilidade variável às plantas, constituindo o P em solução, e nas frações lábil e não-lábil. Na fração lábil, o P se encontra na forma precipitada e ou adsorvida ao solo, e em equilíbrio com o P da solução do solo. A remoção do P da solução por absorção pelas raízes altera esse equilíbrio levando a liberação de P para a solução do solo. Na fração não-lábil, mais de 90% do P está presente como formas fixadas e insolúveis, como minerais primários de P, húmus, fosfatos insolúveis de Ca, Fe e Al, e P fixado por hidróxidos e minerais silicatados (Marschner, 1995). Suas formas na solução do solo dependem diretamente da acidez da mesma, sendo que em valores de pH abaixo de 7,2 (que ocorrem na maioria dos solos) a forma H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> (íon ortofosfato) predomina. A concentração requerida na solução do solo dependerá da espécie vegetal, do estágio de crescimento da planta e das condições de difusão de fósforo no solo (Furtini Neto, 2001).

O contato entre o P da solução do solo e a raiz se faz quase exclusivamente por difusão, processo segundo o qual o elemento caminha a curtas distâncias numa fase aquosa estacionária, a favor do gradiente de concentração. A análise do suco celular, entretanto, mostra concentrações mil vezes maiores, o que indica absorção contra o gradiente de concentração, o que indica existência de um processo ativo, metabólico, porém seu(s) mecanismo(s) não está(ão) totalmente esclarecido(s) (Malavolta, 2004).

Existe no solo uma grande variedade de compostos de P com Fe, Al, e Ca e outros elementos, muitos de caráter transitório, principalmente em solos adubados. Em solos ácidos predominam aqueles ligados ao Fe (strengita, caulinita) e Al (variscita), e em condições de alcalinidade ligado com Ca (fosfato dicálcico, fosfato tricálcico, fosfato octocálcico, hidroxiapatita e fluorapatita). Os teores de P na solução do solo são determinados pela solubilidade desses compostos; com aumento do pH do solo aumenta a concentração de P na solução do solo advindo da solubilização dos fosfatos de Al e Fe e com diminuição do pH, diminui o P na solução quando o determinante do equilíbrio é o fosfato de Ca. Assim, a maior disponibilidade de P no solo está na faixa de pH 5,5 a 6,8; que trata-se das condições que permitem a combinação das maiores solubilidades, ao mesmo tempo, de fosfatos de Al, Fe e de Ca (Van Raij, 2004).

Em solos fertilizados com fosfatos solúveis em água, no início, os compostos formados estão ainda em fase meta-estável, em que a solubilidade é mais elevada e, com o passar do tempo, a solubilidade vai diminuindo, formando compostos mais estáveis (Camargo et al., 1974). Todavia, grande parte do P retido é aproveitada pelas plantas. A magnitude dessa recuperação, que depende principalmente da espécie cultivada, é afetada pela textura, tipos de minerais de argila e acidez do solo. Além disso, dose, fonte, granulometria e

forma de aplicação do fertilizante fosfatado, rotação de culturas e sistema de preparo do solo também influem nesse processo (Martinhão et al., 2004).

## **2.2 Aquisição de fósforo pelas plantas**

O íon fosfato é um dos substratos-chave no metabolismo de energia e biossíntese de ácidos nucléicos e membranas. Também desempenha importante papel na fotossíntese, respiração e regulação de várias enzimas. Dentre os nutrientes inorgânicos mais requisitados pelas plantas, o P é o elemento mais importante que interfere no crescimento e metabolismo vegetal (Raghothama, 1999).

Níveis baixos de fósforo disponível na solução do solo levam a numerosas adaptações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e moleculares pelas plantas na natureza. A relação raiz-parte aérea das plantas aumenta sob condições de deficiência de fosfato inorgânico e o diâmetro da raiz diminui, enquanto que a área superficial absorptiva relativa ao volume de raízes aumenta. O maior crescimento de raízes sob privação de fosfato inorgânico resulta em aumento da área superficial disponível para sua aquisição, ocorrendo também a produção e alongação de pelos radiculares, que desempenham importante papel na sua absorção sob condições de deficiência. Um sistema radicular crescendo ativamente e altamente ramificado de alguns genótipos de feijoeiro está positivamente correlacionado com eficiência na aquisição de fósforo (Lynch & Beebe, 1995).

A aquisição de fósforo se dá via transportadores, que são proteínas associadas às membranas. A absorção é geralmente descrita por um mecanismo de dois componentes, envolvendo um transportador de alta afinidade operando a baixas concentrações ( $\mu\text{M}$ ) e um transportador de baixa afinidade funcionando em altas concentrações ( $\text{mM}$ ) de fósforo inorgânico. Em baixas concentrações

de Pi disponível na solução do solo, o transportador de alta afinidade é considerado como o mecanismo primário de absorção pelas plantas sob condições naturais. Um processo co-transportador mediado por energia, dirigido por prótons gerado por H<sup>+</sup>ATPase de membrana tem sido proposto para a absorção de Pi em plantas. Este processo pode estar associado com o movimento de 2 a 4 H<sup>+</sup> através da membrana (Schaffert et al., 2001).

A maioria do P absorvido pelas raízes é transportado no xilema para as folhas mais novas. Sob deficiência, o suprimento restrito para a parte aérea a partir das raízes pelo xilema é suplementado pelo incremento na mobilização do fosfato armazenado nas folhas mais velhas e retranslocado para as folhas mais novas e brotos. Acredita-se que sua retranslocação entre as folhas ocorre pelo floema, entretanto, pouco é conhecido sobre os mecanismos que controlam sua redistribuição sob condições de deficiência. A homeostase foliar pode representar uma estratégia adaptativa para sequestrar preferencialmente o P das folhas mais velhas para manter níveis que permitam taxas ótimas de fotossíntese. Incrementos na taxa de P translocado para os cloroplastídeos com aumento nas concentrações de CO<sub>2</sub> são consistentes com a idéia de que a assimilação de carbono é dependente do suprimento de P. Esse aumento é mais expressivo sob condições de deficiência (Plaxton & Carswell , 1999).

### **2.3 Efeitos metabólicos da deficiência de fósforo**

A maior e mais rápida manifestação da privação de P é o seu decréscimo na concentração intracelular. As células vegetais distribuem seletivamente o P absorvido entre os reservatórios vacuolar e citoplasmático. O vacúolo contém de 85-95% do P celular total. Esse reservatório é não metabólico e funciona tamponando quaisquer flutuações no P citoplasmático, resultante de flutuações nos níveis do ambiente de crescimento. Durante limitações nutricionais, o P

vacuolar é liberado no citoplasma de uma maneira correlacionada com a severidade da deficiência. Isto evita perturbações no metabolismo que surgem de alterações no estado de P e dispensa a célula de gasto energético para induzir respostas adaptativas. Somente quando o nível vacuolar está completamente exaurido é que começam a declinar os níveis citoplasmáticos. Estima-se que a concentração suficiente de P às células varie de 5 a 17 mM (Plaxton & Carswell , 1999).

A adaptação do crescimento e morfologia do vegetal durante a deficiência de P consiste em preservar o conteúdo foliar pela diminuição do crescimento da parte aérea e facilitar a absorção pelo aumento do crescimento radicular. Plantas sob deficiência induzem um sistema de transporte de alta afinidade (baixo Km) e ou aumentam a taxa máxima de absorção -Vmax (Plaxton & Carswell , 1999).

A fotossíntese é limitada pela deficiência de P devido: 1) efeitos diretos nos sistemas de transdução de energia nos tilacóides, 2) inibição de várias enzimas chave no ciclo de Calvin e, 3) inibição da realimentação por gradiente de pH nas membranas dos tilacóides ou pelo potencial redox dos elétrons carreadores. Os efeitos da sua deficiência em enzimas envolvidas na fotossíntese, tais como, a ribulose 1,5-bifosfato carboxilase (RuBisCo) e PEPcase, em processos relacionados, tais como, síntese de amido e açúcares, são os maiores determinantes da inibição do crescimento e desenvolvimento associados à deficiência de P (Plaxton & Carswell , 1999).

A deficiência influencia também na absorção de N e outros nutrientes. A nutrição de P está intimamente relacionada com a absorção de nitrato e fixação simbiótica de N em plantas. O transporte do N assimilado da raiz para a parte aérea também é marcadamente reduzido. Isto pode ser devido ao acúmulo de aminoácidos na parte aérea, em função do aumento na degradação de proteínas,



que é maior que a inibição da síntese de proteínas sob estas condições (Plaxton & Carswell , 1999).

Segundo Clarkson (1985), quando alguns nutrientes limitam o crescimento das plantas, principalmente N e P, as raízes tornam-se drenos relativamente mais fortes para carboidratos em relação à parte aérea, ocorrendo com isso, redução no crescimento desta, antes que as raízes sejam afetadas. As taxas de crescimento da parte aérea também pode ser limitada pelo suprimento de assimilados das folhas fontes ou pela limitada capacidade de dreno destas.

O P requerido para o ótimo crescimento das plantas varia, dependendo da espécie e do órgão analisado, é de 0,1 a 0,5% na biomassa seca. De maneira geral, sua exigência pelas plantas é menor que do N, K, Ca e Mg, igualando-se à do S (Faquin, 1994).

#### **2.4 Formas e dinâmica do magnésio no solo**

A concentração de magnésio na maioria dos solos varia de  $0,5 \text{ g.kg}^{-1}$  para solos arenosos a  $5 \text{ g.kg}^{-1}$  para solos argilosos. Maiores níveis são encontrados nos solos argilosos, porque este elemento está presente em minerais ferromagnesianos facilmente intemperizados, tais como biotita, serpentina, hornblenda e olivina (Marschner, 1995).

O magnésio ocorre no solo apenas na forma catiônica de  $\text{Mg}^{+2}$  e apresenta uma dinâmica muito simples, apresentando-se nas frações trocável, não trocável e solúvel, sendo esta última a fonte imediata para as plantas. Exceto em solos ácidos altamente intemperizados ou em certos solos arenosos, a concentração de  $\text{Mg}^{+2}$  na solução do solo é relativamente elevada. Assim, em função da baixa demanda das plantas por este nutriente, o transporte por fluxo de massa quase sempre é suficiente para atender a necessidade das plantas, mas a disponibilidade para absorção pelas plantas é muito afetada pela presença de

outros cátions na solução, tais como Ca, K,  $\text{NH}_4$ , Al em solos ácidos e Na em solos salinos (Marschner, 1995).

O magnésio trocável é representado pelos íons  $\text{Mg}^{+2}$  adsorvidos nas cargas negativas dos colóides do solo por atração eletrostática, facilmente deslocados ou trocados por outros cátions da solução (Furtini Neto et al., 2001), normalmente correspondendo a 5% do Mg total (Marschner, 1995). O magnésio não-trocável ou mineral é aquele presente em minerais primários, que pode ser importante quantitativamente em solos pouco intemperizados, embora a taxa de liberação seja lenta em comparação com a demanda das plantas, mas na grande maioria dos solos brasileiros a contribuição dessa forma de magnésio é negligível (Faquin, 1994).

## **2.5 Interações fósforo-magnésio**

As interações do P com outros elementos podem ocorrer no solo ou na planta. No primeiro caso, o efeito pode ter modificação na disponibilidade ou na própria absorção. As interações na planta podem ocorrer no processo de absorção, no de transporte radial ou a longa distância e no metabolismo do P (Malavolta, 2004).

Desde 1901/1905 já existe na literatura a expressão “o magnésio é o carregador do fósforo”, devido principalmente aos pesquisadores constatarem sempre uma relação positiva entre o P e o Mg (Cooper, et al., 1947; Zimmerman, 1947; Malavolta, 1986). Atualmente, prefere-se justificar a inter-relação entre fósforo e magnésio como consequência da necessidade de magnésio para as reações de transferência de energia na célula (Bergmann, 1992). Interações positivas são esperadas já que o Mg é o ativador de enzimas Kinases e ativa a maioria das reações envolvendo transferência de fosfato (Fageria, 2001).

Diversas pesquisas tem indicado que o estado nutricional de P da planta pode afetar a absorção de outros nutrientes, e conseqüentemente, influenciar a nutrição e produção das culturas, tendo influência principalmente nos níveis de vários transportadores na membrana e proteínas enzimáticas (Plaxton & Carswell , 1999).

Em dois experimentos com plântulas de trigo, o acréscimo nas doses de P variando de 50 a 150  $\mu\text{M}$  e de 50 a 400  $\mu\text{M}$  nas soluções nutritivas, proporcionou aumentos de 59 e 81%, respectivamente, nos teores foliares de Mg (Reinbott & Blevins, 1991).

Níveis considerados satisfatórios de Mg no solo podem não ser suficientes para a nutrição vegetal se o P disponível estiver baixo. Videiras cultivadas em solo com baixa disponibilidade de P exibiram sintomas de deficiência de Mg, apesar dos níveis de Mg no solo serem considerados suficientes, apresentando também baixas concentrações de P. Com aplicações posteriores de P no solo foram eliminados os sintomas de deficiência de Mg e as concentrações foliares de P e Mg aumentaram acima do nível crítico (Skinner & Matthews, 1990). Estes autores observaram ainda que a concentração de Mg no xilema de plantas tratadas com P era duas vezes maior que as plantas não tratadas. Relatos do aumento do Mg foliar com acréscimo na fertilização com P em várias espécies, demonstram que o P também desempenha função importante na absorção e transporte do Mg. O efluxo de Mg de raízes intactas de plântulas de trigo cultivadas em solução nutritiva na ausência de P foi relatado por Minotti et al. (1969). Em condições de campo, o fornecimento de P às parcelas promoveu aumento na concentração de Mg nas folhas de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*) (Reneau et al., 1983). Efeito semelhante foi também observado por Hallmark & Barber (1984), que constataram aumentos nos teores foliares de P em plantas de soja com aumento no suprimento de P ao solo.

A fertilização fosfatada no solo aumentou a absorção de P, Mg e Ca pela *Festuca arundinaceae* (uma gramínea forrageira) acima dos níveis críticos (Reinbott & Blevins, 1991; Reinbott & Blevins, 1994).

Em diferentes variedades de plantas de arroz, apesar do nível de P disponível no solo ter pequeno efeito no teor de Mg na palhada, observou-se que o aumento dos níveis de P disponível de 2,8 a 16,4 mg.Kg<sup>-1</sup> propiciam aumentos lineares nos teores de Mg nos grãos, ocorrendo estreitos coeficientes de correlação entre P e Mg, sugerindo que a nutrição inadequada em P pode induzir a deficiência de Mg nas plantas. Os teores de Mg no menor nível de P no solo (2,8 a 4,0 mg.Kg<sup>-1</sup>) variaram entre 0,16 e 0,19% e no maior nível (9,8 a 16,4 mg.Kg<sup>-1</sup>) entre 0,27 e 0,29% (Saleque et al., 2001).

A adição de Mg diminuiu significativamente a absorção de K e Ca em plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva. Entretanto, a absorção de P não foi influenciada pelo aumento na concentração de Mg (Fageria, 2001).

Awada & Suehisa (1985) observaram relação inversa entre o Mg aplicado na solução nutritiva e os teores de P na biomassa seca foliar; os teores de P diminuiram 61% nas raízes, 96% no caule e 80% nas folhas em mudas de mamoeiros cv. Waimanalo, na presença de Mg em solução variando de 0,25 meq.L<sup>-1</sup> a 4,0 meq.L<sup>-1</sup>.

Hipp & Gerard (1969) pesquisaram a interação P-Mg em tomateiros em solução nutritiva, variando níveis de Mg de 0,96 a 96 mg.L<sup>-1</sup> e com doses de P de 5 e 31 mg.L<sup>-1</sup>. Com níveis de Mg até 19 mg.L<sup>-1</sup>, melhor crescimento dos tomateiros foi obtido na dose 5 mg.L<sup>-1</sup> de P. Em concentrações acima de 19 mg.L<sup>-1</sup> de Mg, o crescimento das plantas foi superior com a dose 31 mg.L<sup>-1</sup> de P. Quanto aos teores de P e Mg na biomassa seca foliar, observaram alta correlação negativa entre o P aplicado ao solo e os teores de Mg nas folhas; a concentração de Mg nas folhas foi reduzida de 1,2 % a 0,65 % com aumento das

dose de P de 5 a 100 mg.L<sup>-1</sup>. Alta correlação negativa entre P e Mg nas folhas também foi observada.

## **2.6 Equilíbrio catiônico**

A absorção de cátions é influenciada de forma marcante pela espécie vegetal, de tal modo que se uma determinada espécie é mais eficiente que outra na absorção de cátions monovalentes, por exemplo, provavelmente será menos eficiente na absorção de cátions divalentes e vice-versa. Assim sendo, torna-se necessário observar a interdependência existente entre o cátion monovalente K e os divalentes Ca e Mg (Bull, 1986).

Observou-se que aumentos na absorção de K em função da elevação nas relações  $K / (Ca + Mg)$  nos solos, promoveram decréscimos proporcionais na absorção de  $(Ca + Mg)$ . Dados registrados pela vasta literatura sobre o assunto demonstram a importância de um adequado equilíbrio entre os três principais cátions trocáveis no solo (K, Ca, Mg) na absorção dos mesmos pelas plantas e na produção de biomassa. A influência de cálcio e magnésio na absorção de potássio ou a recíproca, na produção da maioria das culturas, é fato sobejamente conhecido (Bull, 1986).

Segundo Soares (1975) citado por Bull (1986), o efeito antagônico entre os cátions Ca, Mg, e K parece ainda não estar bem nítido, pois de modo geral, tanto o cálcio e magnésio podem diminuir a absorção de K, como este também pode diminuir a absorção dos outros dois e, sob certas condições, o Ca e o Mg podem ainda estimular a absorção do K.

Segundo Rosolem et al. (1984), um solo para estar em suas melhores condições de equilíbrio, deveria ter uma saturação de seu complexo de troca com 65% a 85% de Ca, 4% a 12% de Mg e 2% a 5 % de K, indicando que a resposta a um destes cátions depende não só de seu teor absoluto no solo mas

também da sua relação com os demais. No entanto, diferentes relações K, Ca, e Mg na solução nutritiva não afetaram as características de crescimento e a produção de biomassa seca de mudas de dendezeiro, mas influenciaram nos teores de nutrientes na biomassa seca da raiz e da parte aérea (Assis, 1995)

## **2.7 Nutrição mineral e desenvolvimento do mamoeiro**

A maioria dos trabalhos envolvendo nutrição de mamoeiros foram realizados em plantas adultas, sendo poucos aqueles relacionados a mudas, apesar de ser uma espécie de exigência elevada de nutrientes, devido ao seu desenvolvimento rápido e constante (Geus, 1964; Morin, 1967; Xabregas & Santos, 1967); necessitando estudos para fertilização equilibrada desde sua fase inicial de crescimento. Em mamoeiros da cv. Waimanalo cultivadas por 166 dias em solução nutritiva com 0,25 a 1,0 meq.L<sup>-1</sup> de Mg, observou-se ganhos de 89 % na biomassa seca do caule, 54 % na folha, 103 % nas raízes e 80 % na planta toda, sendo a taxa de crescimento da circunferência do caule também beneficiada pelo Mg aplicado. O aumento nas concentrações de Mg na solução nutritiva promoveu acréscimos nos teores de Mg em todos os tecidos das plantas, porém diminuiu os de Na, K, Ca, N e P. A concentração de Mg no pecíolo associada com o peso máximo da planta foi de 0,22% (Awada & Suehisa, 1985). A importância das adubações fosfatadas na fase de mudas para a cultura do mamoeiro foi demonstrada por Oliveira (1986), Cruz (1994) e Oliveira (2000). A aplicação de doses crescentes de calcário dolomítico e de superfosfato simples na cv. Improved Sunrise Solo resultou em maiores pesos da biomassa seca total das plantas, atribuídos ao fósforo e ao cálcio fornecidos pelo fertilizante e pelo corretivo (Oliveira, 1986).

O desenvolvimento inicial do mamoeiro cv. Improved Sunrise Solo influenciado por doses de P de 0 a 400 µg.cm<sup>-3</sup> foi avaliado em três tipos de solo

- latossolo roxo, latossolo vermelho escuro e neossolo quartzarênico. Os resultados evidenciaram que a aplicação de fósforo incrementou o desenvolvimento vegetativo inicial, com maiores efeitos da maior dose. O latossolo roxo foi o que propiciou o melhor desenvolvimento do mamoeiro, atribuídos as características intrínsecas a esse solo e a uma possível interação do fósforo com o magnésio e ao cálcio, oriundos dos maiores níveis de calcário dolomítico utilizados nesse solo. O nível crítico de fósforo disponível no solo foi de aproximadamente  $32 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  de P (Cruz, 1994).

Cunha (1979) verificou que a absorção de fósforo pelas folhas foi maior que a do caule até 270 dias de idade, e que a biomassa seca produzida pelas folhas é maior do que a acumulada pelo caule de mamoeiros com menos de sete meses de idade, ocorrendo o inverso com plantas de maior idade.

Em estudo de omissão de nutrientes sobre a produção de biomassa seca da cv. Improved Sunrise Solo, Cibes & Gaztambide (1978) constataram que os nutrientes influenciaram o crescimento do mamoeiro na seguinte ordem decrescente:  $\text{N} > \text{P} > \text{K} = \text{Ca} = \text{B} > \text{Mn} = \text{Mg} > \text{S} = \text{Fe}$ .

Faixas de concentração de fósforo proporcionando melhor desenvolvimento vegetativo de mamoeiros citadas na literatura são variáveis conforme autores, idade da planta e tecido analisado: 0,25% até 1,12 % em pecíolos; 0,20% até 0,64% em limbos foliares (Cruz, 1994); 0,16% a 0,25% em pecíolos e 0,45 a 0,50% em limbos foliares (Marinho, 1999). Para o magnésio, as faixas de teores de nutrientes variam de 0,53% a 1,5% no pecíolo e de 0,92% a 1,24% nas folhas (Marinho, 1999).

### **2.7.1 Fungos micorrízicos arbusculares em mamoeiro**

Os fungos micorrízicos arbusculares ocorrem em mais de 90% das plantas terrestres, tendo como característica marcante a ubiquidade nos agroecossistemas (Janos, 1988).

Uma das estratégias de utilização dos benefícios dos fungos micorrízicos para o crescimento das plantas é a inoculação destas na fase de muda. Isto porque é possível a produção de inóculo em quantidade suficiente, além do que, as mudas são produzidas em substrato isento de fungos MA. As plantas frutíferas de modo geral apresentam esse potencial, principalmente aquelas que possuem sistema radicular pouco ramificado e elevada taxa de crescimento, como o mamoeiro (Trindade, 1998).

O mamoeiro apresenta, em condições controladas, elevada capacidade de formar micorrizas arbusculares (MA) e de responder à presença do fungo (Auler, 1995), e diversos trabalhos demonstraram grande resposta da planta à colonização, que pode atingir valores da ordem de 90% (Silva & Siqueira, 1991; Azevedo & Silveira, 1994; Jaizme-Veja & Azcon, 1995).

Trindade (1998) avaliou a responsividade das cultivares comerciais de mamoeiro à micorrizas em diferentes doses de fósforo no solo e o grau de dependência micorrízica destas. Constatou que a máxima eficiência micorrízica atingiu valores de 90% com doses de P na faixa de 23 a 30 mg.dm<sup>-3</sup> e que os mamoeiros colonizados tiveram seu requerimento externo e interno e déficit de fósforo reduzido, apresentando maior eficiência de utilização de fósforo que aquelas sem inoculação. Os resultados obtidos permitiram classificar as cultivares Baixinho de Santa Amália e Tainung nº 1 como de alta dependência micorrízica, e as cultivares Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo Line 72/12 como de baixa dependência micorrízica, sendo o grau de dependência relacionado com a capacidade da cultivar em produzir raízes.

## **2.8 Caracterização das cultivares**

As cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) Improved Sunrise Solo cv. 72/12 (ISS 72/12) do grupo Solo (linhagens puras) e Tainung nº1, do grupo



Formosa (híbrido F<sub>1</sub>) são as mais exploradas em cultivos comerciais no Brasil (Dantas et al., 2002). O grupo “Formosa” reúne diferentes híbridos, em geral de alta produtividade. As principais cultivares do grupo “Solo”, que apresentam no Brasil área significativa de plantio, são a Improved Sunrise-Solo Line 72/12 e a Sunrise-Solo (Marinho, 1999).

A linhagem ISS 72/12 da variedade Sunrise foi introduzida no Brasil em 1982 e melhorada pelo Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER). Produz em média 40 toneladas.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, com início da produção a partir do oitavo mês, frutos pesando em média 405 g, polpa vermelho-alaranjada, de boa qualidade e bastante consistente, casca lisa e firme, sendo a cultivar mais recomendada para exportação.

O híbrido Tainung nº1 foi obtido pela Fenghan Tropical Horticultural Experiment Station de Formosa (Taiwan) e é resultante do cruzamento de uma linhagem do Sunrise Solo com a cv. Costa Rica, de polpa vermelha (Luna, 1986). Este híbrido é altamente produtivo, apresenta grande aceitação no mercado interno brasileiro, sendo também exportado para a Europa (Dantas et al., 2002). Os frutos apresentam peso médio de 1200 g, a coloração da casca verde claro, e a da polpa laranja-avermelhada. O seu maior potencial de uso é pela indústria. A produtividade média desse híbrido é de 60 ton.ha<sup>-1</sup> no primeiro ano de cultivo.

Os genótipos pertencentes aos dois grupos diferem substancialmente em produtividade, peso e tamanho de frutos, e, sendo assim, espera-se existirem entre eles diferenças quanto às suas exigências nutricionais (Marinho, 1999).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizados dois experimentos, cada qual utilizando uma cultivar, porém empregando a mesma metodologia e fatores de estudo, conduzidos no setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, no período de março a julho de 2003.

O município situa-se a 21°14'06'' de latitude sul e 45°00'00'' de longitude oeste, e altitude de 918 m. A região apresenta clima Cwa, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média na região é de 19,3°C, a precipitação média anual alcança 1411 mm e a umidade relativa do ar média é de 77,7% (Brasil, 1969; FAO, 1985).

#### **3.1 Recipientes e substrato**

Os recipientes utilizados foram sacolas de polietileno preto perfuradas, com dimensões de 7,0 x 18,5 cm e preenchidas com 635 cm<sup>3</sup> de substrato, composto por solo, areia e vermiculita na proporção 2:1:1.

#### **3.2 Cultivares**

Foram utilizadas em cada experimento sementes de mamoeiro das cultivares Improved Sunrise Solo cv. 72/12 (ISS 72/12), provenientes do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) do Espírito Santo; e do híbrido Tainung nº 1, fornecido pelo representante comercial no Brasil da empresa produtora de sementes em Taiwan.

### **3.3 Tratamentos e delineamento experimental**

Os experimentos, para cada cultivar (ISS 72/12 e Tainung nº1), foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial, sendo os tratamentos compostos pelos fatores doses de fósforo [20 (testemunha), 150, 300, 450 e 600 mg.dm<sup>-3</sup>] e doses de magnésio [0 (testemunha), 15, 30 e 60 mg.dm<sup>-3</sup>]. As parcelas em cada bloco foram compostas por cinco plantas, cultivadas individualmente em cada sacola.

### **3.4 Instalação e condução**

O experimento foi instalado e conduzido em viveiro telado dotado de cobertura plástica, situado no setor de fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para composição do substrato foram utilizados areia lavada e peneirada em peneira de 70 mesh; vermiculita de granulometria média e solo não cultivado anteriormente, retirado de perfil subsuperficial e classificado como latossolo vermelho escuro (LVe) de textura argilosa. Este foi seco ao ar, peneirado e amostrado para análise. As características químicas e físicas foram determinadas pelo Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Ciências do Solo da UFLA (Tabela 1).

De acordo com os critérios para interpretação de análise de solo da CFSEMG (1999) o solo utilizado possuía teores médios de P, baixos teores de Mg e altos teores de K e Ca, concorrendo para os altos valores de SB e V. Os baixos valores de acidez trocável e acidez total evidenciam a ausência de toxidez por H e Al, e alta saturação por bases, não sendo necessária a realização de calagem. O solo foi misturado com vermiculita e areia na proporção 2:1:1 em volume necessário para preenchimento dos saquinhos, que receberam também a adição de superfosfato simples como fonte de fósforo, nas doses

correspondentes aos tratamentos. Os saquinhos foram dispostos sobre bancadas metálicas distribuídos em blocos conforme a casualização dos tratamentos e deixados em período de incubação por um período de 60 dias, procedendo-se irrigações suficientes para manutenção da umidade próxima a capacidade de campo. Após esse período, adicionou-se sulfato de magnésio via líquida (20 mL de solução por planta) nas doses correspondentes aos tratamentos. A semeadura foi realizada utilizando-se quatro sementes por saquinho e 30 dias após a semeadura, procedeu-se o desbaste, deixando-se uma planta por saquinho.

TABELA 1 - Resultados analíticos do solo utilizado na composição do substrato UFLA, Lavras-MG, 2005.

Atributo	Unidade	Valor
pH em água (1:2,5)	-	6,3
P (Fósforo Mehlich 1)	mg.dm <sup>-3</sup>	7,5
K (Potássio Mehlich 1)	mg.dm <sup>-3</sup>	102
Ca (Cálcio)	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	5,4
Mg (Magnésio)	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	0,2
Al (Alumínio)	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	0,0
H + Al (Acidez potencial)	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	1,0
SB (Soma de bases)	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	5,9
T (CTC efetiva)	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	5,9
t (CTC a pH 7,0)	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	6,9
m (Saturação por alumínio)	dag.Kg <sup>-1</sup>	0,0
V (Saturação por bases)	dag.Kg <sup>-1</sup>	85,4
MO.	dag.Kg <sup>-1</sup>	1,9
B (Boro)	mg.dm <sup>-3</sup>	0,2
Cu (Cobre)	mg.dm <sup>-3</sup>	17,0
Fe (Ferro)	mg.dm <sup>-3</sup>	31,0
Mn (Manganês)	mg.dm <sup>-3</sup>	49,0
S (Enxofre)	mg.dm <sup>-3</sup>	41,4
Zn (Zinco)	mg.dm <sup>-3</sup>	6,0
Areia	dag.Kg <sup>-1</sup>	29,0
Argila	dag.Kg <sup>-1</sup>	39,0
Silte	dag.Kg <sup>-1</sup>	32,0

Adubações com macro e micronutrientes (Tabela 2) foram efetuadas conforme recomendações para adubação básica de experimentos em casa de vegetação (Malavolta, 1980), aplicadas 35 dias após a semeadura.

TABELA 2 - Nutrientes, fontes e doses de macro e micronutrientes aplicados nas mudas de mamoeiro. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Nutriente	Fonte	Dose do nutriente (mg.dm <sup>-3</sup> de solo)
N	(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	300*
K	KCl	300**
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,5
Mn	MnSO <sub>4</sub> . 3H <sub>2</sub> O	3,6
Cu	CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	1,5
Mo	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> . 0 <sub>24</sub> . 4H <sub>2</sub> O	0,15
Zn	ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	10,0
Fe	FeCl <sub>2</sub> 6H <sub>2</sub> O	5,0

\* e \*\* parceladas em quatro e três aplicações a cada 15 dias, respectivamente.

### 3.5 Avaliações e análises estatísticas

Aos 120 dias após a semeadura, considerado como o término do período experimental, foram avaliadas a altura de planta e diâmetro do colo das plantas.

A altura foi determinada com auxílio de régua graduada, medindo-se do colo da muda até a gema apical, considerada como sendo o ponto onde se inserem os pecíolos da últimas folhas totalmente abertas.

O diâmetro do colo foi determinado com auxílio de paquímetro, mensurado na região do colo imediatamente acima do solo.

Calculou-se um índice de desenvolvimento geral (IDG) obtido pela fórmula  $IDG = (IDA + IDD + IDB) \times 100$ , sendo:

IDA = índice de desenvolvimento em altura, calculado considerando-se a maior altura média de planta como índice 1 e os índices correspondentes às demais médias calculados pela razão (média / maior média);

IDD = índice de desenvolvimento em diâmetro do colo; calculado considerando-se a maior média de diâmetro do colo como índice 1 e os índices correspondentes às demais médias calculados pela razão (média / maior média);

IDB = índice de desenvolvimento em biomassa seca total; calculado considerando-se a maior média de biomassa seca total como índice 1 e os índices correspondentes às demais médias calculados pela razão (média / maior média).

Após a eliminação do substrato com auxílio de jatos d'água, as plantas foram lavadas em água corrente e em seqüência com água destilada, procurando-se durante essa operação manter intacto o sistema radicular. Estas foram identificadas, separadas em parte aérea e raiz na região do colo, embaladas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 65°C, até atingir peso constante. Após a secagem o material foi pesado em balança de precisão obtendo-se as biomassas secas da raiz e parte aérea. Em seguida o material foi moído em moinho tipo Willey para obtenção de amostras para determinação dos nutrientes na biomassa seca da parte aérea.

As determinações de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram efetuadas segundo metodologia descrita por Malavolta, Vitti & Oliveira (1997). Os extratos da biomassa seca foram obtidos por digestão nitroperclórica, exceto para o B, cuja digestão foi por via seca e a determinação pelo método da curcumina; o P foi determinado por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por

espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama e S por turbidimetria; e os teores de N pelo método de Kjeldahl.

As análises estatísticas foram efetuadas através de análises de variância e ajustadas equações de regressão para as variáveis analisadas em função das doses de P, Mg e/ou suas interações, utilizando nível de significância de 1% ou 5% de probabilidade para o teste F. Os resumos das análises de variância estão apresentados no anexo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

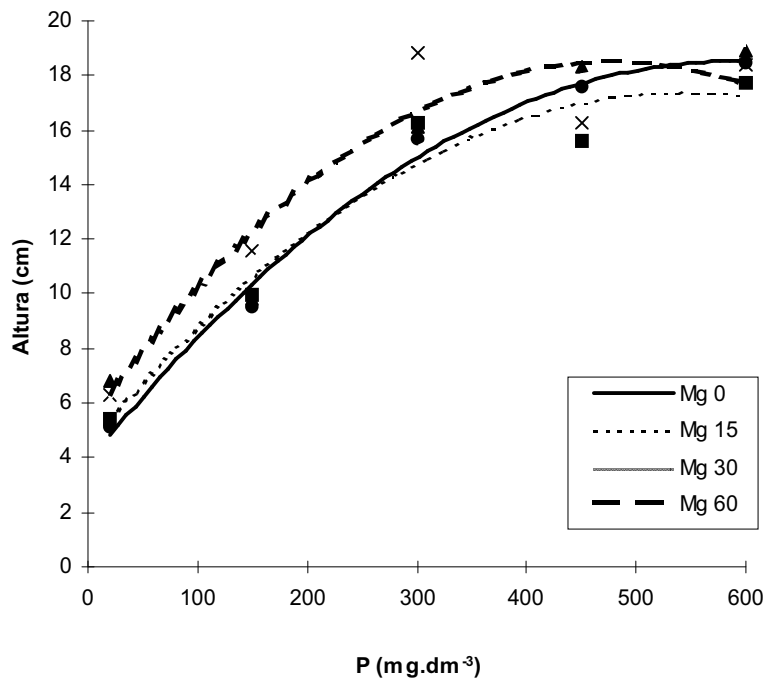
### 4.1 Desenvolvimento das mudas

#### 4.1.1 Altura

A altura da planta é uma característica de grande importância fisiológica pois, além de se correlacionar com o diâmetro do caule, reflete de modo prático o crescimento e a diferenciação do vegetal (Espstein, 1975; Ferri, 1979) e quando se busca a otimização da nutrição mineral, esta é uma das características fitotécnicas que melhor exteriorizam o estado nutricional do vegetal.

A altura das mudas dos mamoeiros da cv. ISS 72/12 foi influenciada por interações entre as doses de P e Mg. Observou-se respostas no crescimento em altura até a maior dose de P associada a dose de  $30 \text{ mg.dm}^{-3}$  de Mg. Pelas estimativas das doses máximas de P obtidas pelas equações de regressão depreende-se que poderiam haver respostas em doses de P superiores à máxima aplicada, quando supridas com  $30 \text{ mg.dm}^{-3}$  de Mg (figura 1). Este resultado é superior ao de Oliveira (2000), que relatou máximo crescimento em altura de mudas de mamoeiros dessa cultivar na dose de  $450 \text{ mg.dm}^{-3}$  de P, utilizando níveis médios de  $50 \text{ mg.dm}^{-3}$  de Mg no substrato. Entretanto, constatou-se incrementos pouco expressivos nas alturas em função das doses de Mg, significativos estatisticamente somente nas doses  $300 \text{ mg.dm}^{-3}$  e  $450 \text{ mg.dm}^{-3}$ .





$y \text{ Mg } 0 = -0,00004x^2 + 0,0499x + 3,8318$	$R^2 = 0,9901$
$y \text{ Mg } 15 = -0,00004x^2 + 0,0472x + 4,4506$	$R^2 = 0,9561$
$y \text{ Mg } 30 = -0,00003x^2 + 0,0439x + 5,3534$	$R^2 = 0,9768$
$y \text{ Mg } 60 = -0,00006x^2 + 0,0553x + 5,2632$	$R^2 = 0,9074$

FIGURA 1 - Altura das mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P em cada nível de Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Apesar dos baixos níveis de Mg no substrato (Tabela 1), estes não se mostraram limitantes ao crescimento das mudas, como constatado na figura 1. Visto que em cada dose de P as diferentes doses de Mg não proporcionaram incrementos expressivos nas alturas, constatou-se menor influência do Mg no crescimento do mamoeiro ISS 72/12 em comparação ao P; o que encontra respaldo em Cibes & Gaztambide (1978), que relataram a seguinte ordem de

influência de elementos nutrientes no crescimento do mamoeiro:  $N > P > K = Ca = B > Mn = Mg > S = Fe$ .

Para os mamoeiros da cv. Tainung nº1, a altura das mudas foi influenciada somente pelas doses de P, não sendo detectadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as doses de Mg ou interações entre as doses de P e Mg. As maiores alturas de planta (18,84 cm) seriam atingidas na dose estimada de  $541,66 \text{ mg.dm}^{-3}$  de P (Figura 2).

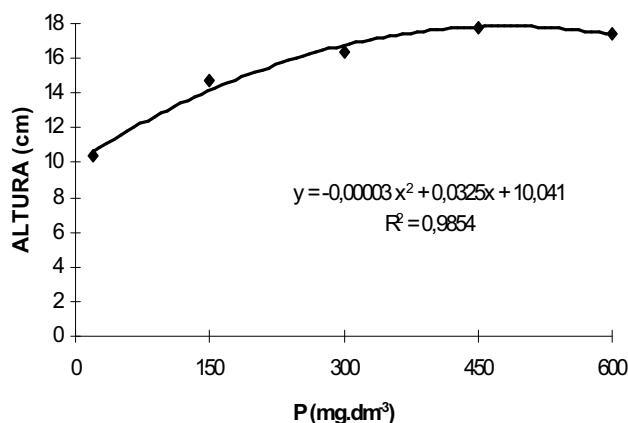


FIGURA 2 - Altura das mudas de mamoeiro cv. Tainung nº 1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Essa dose é superior à relatada por Cruz (1994) e Oliveira (2000), que obtiveram crescimento máximo de mudas de mamoeiros nas doses máximas de P testadas,  $400 \text{ mg.dm}^{-3}$  e  $450 \text{ mg.dm}^{-3}$ , respectivamente. A resposta em doses superiores aos autores citados pode ser devida a diferenças varietais, visto ser a cv. Tainung nº1 um híbrido, com maior vigor no desenvolvimento que a cv. Improved Sunrise Solo, utilizada nesses trabalhos; e obviamente pelo maior

intervalo de resposta testado. Observou-se pelas figuras 1 e 2 que na ausência da adubação fosfatada a cv. Tainung nº 1 apresentou altura média 20% superior à ISS 72/12, evidenciando seu maior vigor. O vigor híbrido ou heterose, corresponde à capacidade de um indivíduo para desenvolver em alto grau suas funções vitais. Fenotipicamente, se manifesta em maior produtividade, altura de planta, tamanho de frutos desenvolvimento e coloração verde das plantas, especialmente das folhas etc. Na prática, em termos econômicos, interessam os aumentos de produção de grãos ou outros produtos comerciais, dependendo da cultura (Bueno, Mendes e Carvalho, 2001). Porém, com relação aos ganhos em altura com aumento nas doses de P, estes foram superiores para a cv ISS 72/12 (210%) em relação à Tainung nº1 (67,5%), demonstrando maior benefício da adubação fosfatada para a primeira.

Respostas à adubação fosfatada se dão com grande eficiência nos primeiros estágios de desenvolvimento do mamoeiro (Awada & Long, 1977; Reddy et al., 1988, Oliveira, 2000) e a alta demanda de P nessa fase de crescimento é devida ao grande acúmulo deste elemento para manter a elevada taxa de crescimento Geus (1964), sendo o íon fosfato um nutriente chave no metabolismo energético, desempenhando papel na fotossíntese, respiração e regulação de diversas enzimas (Raghothama, 1999).

Do ponto de vista fitotécnico, a altura da muda é um dos componentes que representa o seu padrão de qualidade. Mudanças com alturas superiores, quando levadas ao plantio definitivo poderão apresentar altos índices de pegamento, uma vez que possuem uma estrutura vegetativa e reservas que lhe conferem resistência superior às condições adversas do ambiente. Ressalta-se ainda que a precocidade na produção das mudas é comercialmente importante, liberando o espaço físico das instalações e reduzindo os custos decorrentes da

diminuição de mão-de-obra e insumos (Silva, 2002). O padrão aceito para mudas de mamoeiro aptas ao transplante é de 15 a 20 cm.

#### 4.1.2 Diâmetro do colo

O diâmetro do colo das mudas foi influenciado pelas doses de P e Mg na cv. ISS 72/12 e somente pelas doses de Mg na cv. Tainung nº1, não constatando-se interações entre as doses de P e Mg. Na cv. Tainung nº1, em resposta às doses de P o diâmetro atingiria valor máximo (1,11 cm) com 600 mg.dm<sup>-3</sup> (Figura 3). Na cv. ISS 72/12 o diâmetro máximo (0,89cm) seria atingido com 500 mg.dm<sup>-3</sup>.

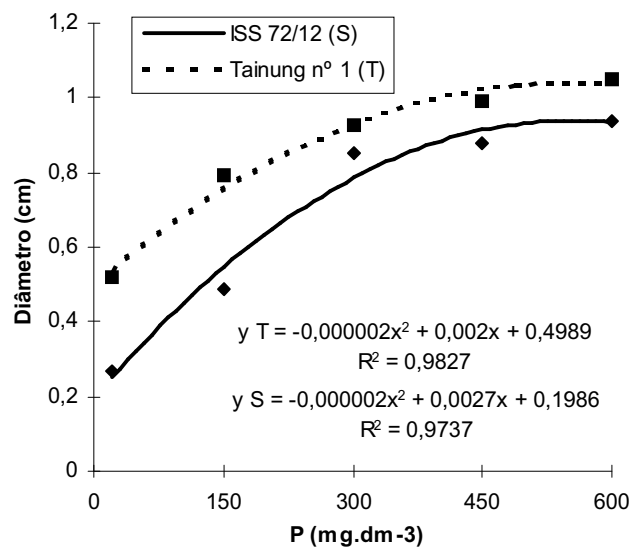


FIGURA 3 - Diâmetro do colo das mudas de mamoeiros cv. ISS 72/12 e Tainung nº 1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Quanto ao efeito das doses de Mg, estas promoveram acréscimos lineares no diâmetro do colo da cv. ISS 72/12, atingindo valores máximos com  $600 \text{ mg.dm}^{-3}$  (Figura 4).

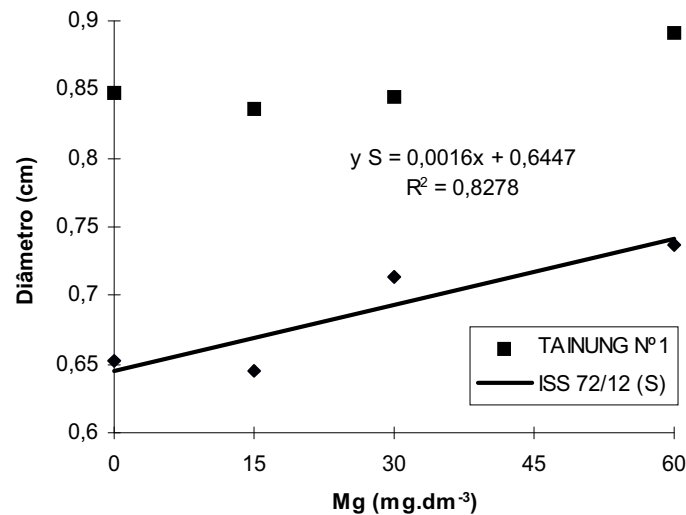


FIGURA 4 - Diâmetro do colo das mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 e Tainung nº1 em resposta às doses de Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Também para essa característica a cv. Tainung nº1 apresentou valores superiores aos obtidos na cv ISS 72/12, em média 24,4% , porém não foi observado efeito significativo das doses de Mg para o diâmetro do caule nessa cultivar, não sendo feito o ajuste da equação de regressão. A taxa de crescimento da circunferência do caule de mamoeiros da cv. Waimanalo foi aumentada com acréscimos nas concentrações de Na, K, e Mg na solução nutritiva, sendo que o K apresentou tendência de exercer maior efeito nessa característica do que o Mg e o Na (Awada & Suehisa, 1985). Os valores dos

diâmetros obtidos neste trabalho são semelhantes àqueles relatados por Oliveira (2000), que observou em média, diâmetro de 6 mm aos 90 dias pós-emergência.

Os incrementos foram superiores para a cv. ISS 72/12 tanto com a adubação fosfatada (248%) quanto magnesiana (13%), o que poderia ser reflexo da maior exigência ou menor eficiência na absorção, translocação ou utilização do P em comparação à cv. Tainung nº1 (com ganhos de 103% e 5,2% com as adubações com P e Mg, respectivamente).

A maior capacidade de aproveitamento do P da solução do solo é uma característica genética. Fohse et al. (1988) demonstraram que plantas altamente eficientes em P têm maiores taxas de influxo de P ou maiores relações raiz-parte aérea, comparadas às espécies pouco eficientes. As diferenças na absorção também têm sido atribuídas à produção de mais pêlos radiculares pelas plantas eficientes em solos com baixos níveis de P disponível. Sob condições de deficiência, 90% do fósforo total adquirido pelas plantas ocorre através dos pêlos radiculares. Estas diferenças sugerem que a arquitetura radicular influencia fortemente sua aquisição (Raghotama, 1999).

#### 4.1.3 Biomassa seca total (BST)

Ganhos em BST nas duas cultivares foram obtidos com acréscimos até as doses máximas estimadas em 558,29 mg de P.dm<sup>-3</sup> e 600 mg de P.dm<sup>-3</sup> (dose máxima avaliada), propiciando acréscimos de 1066,62% e 218,61% nos valores de BST das mudas das cv. ISS 72/12 e Tainung nº 1, respectivamente (figura 5).

Não foram observadas interações entre P e Mg para essa característica, ocorrendo efeito isolado do Mg somente sobre a BST da cv ISS 72/12, com acréscimos médios 21% superiores à testemunha. A BST da cv. Tainung nº1 não foi influenciada pelas doses de Mg, apresentando valores semelhantes aos da cv. ISS 72/12 (figura 6).

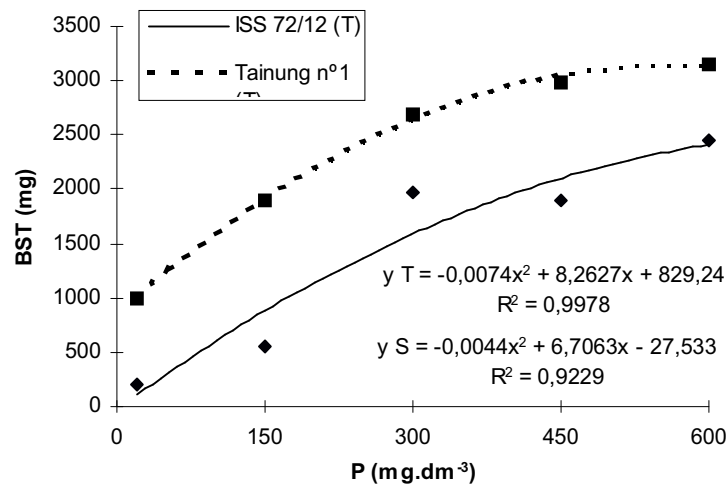


FIGURA 5 - Biomassa seca total das mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 e Tainung nº1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

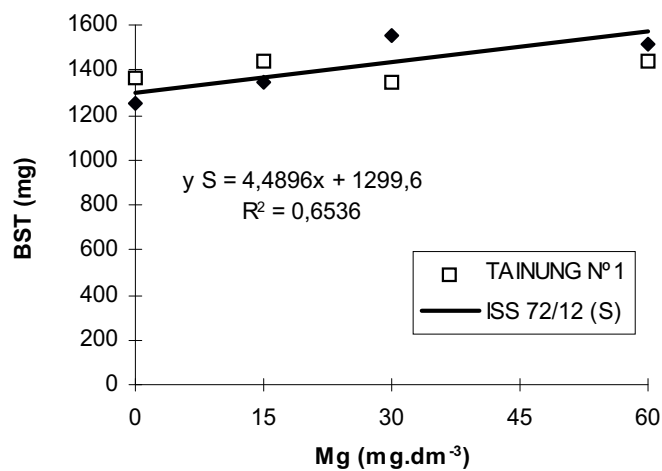


FIGURA 6 - Biomassa seca total das mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 e Tainung nº1 em resposta às doses de Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

#### 4.1.4 Biomassa seca da parte aérea (BSPA)

Observou-se efeito somente das doses de P na BSPA das duas cultivares; a cv. Tainung nº 1 apresentou valores 75% superiores à cv ISS 72/12, todavia os incrementos alcançados com acréscimos nas doses corresponderam a 1004% e 188%, para ISS 72/12 e Tainung nº1 respectivamente. Os valores máximos da BSPA estimados pelas equações de regressão seriam atingidos em dose superior à  $600 \text{ mg.dm}^{-3}$  nas duas cultivares (figura 7).

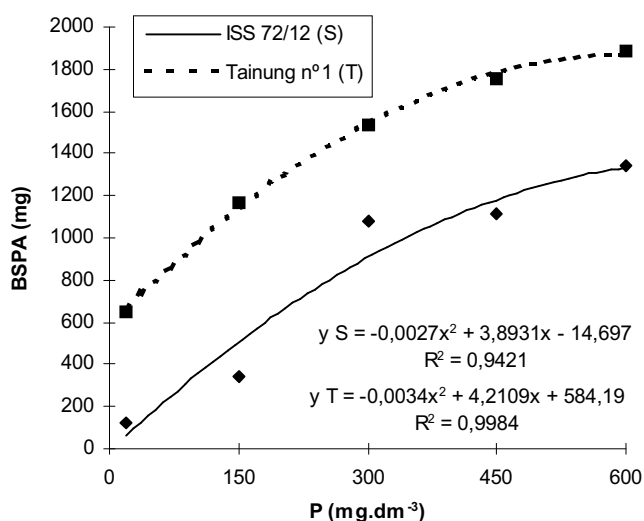


FIGURA 7 - Biomassa seca da parte aérea das mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 e Tainung nº1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

#### 4.1.5 Biomassa seca das raízes (BSR)

A produção de BSR seguiu padrão semelhante a BSPA para o fator P, com a cv. Tainung nº 1 apresentando valores superiores à cv ISS 72/12; a BSR



máxima na cv. Tainung nº 1 seria obtida nas dose de P estimada de 506,47 mg.dm<sup>-3</sup>, atingindo ganho de 1152 %; e na ISS 72/12 com a 600 mg.dm<sup>-3</sup>, atingindo ganho de 278% com aumento nas doses de P (figura 8).

O aumento nas doses de Mg promoveu acréscimos lineares na BSR das mudas da cv. ISS 72/12. Na cv Tainung nº 1 observou-se comportamento quadrático dessa característica, ocorrendo decréscimos na BSR com aumento nas doses de Mg de 0 a 30 mg.dm<sup>-3</sup>, aumentando de 30 até 60 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg (figura 9).

O resultado constatado na cv. ISS 72/12, concorda com Awada & Suehisa (1985), que relataram ocorrer influência positiva do Mg, aumentando o peso de todos as partes da planta, notadamente o das raízes, mais que das folhas e caule, na fase vegetativa.

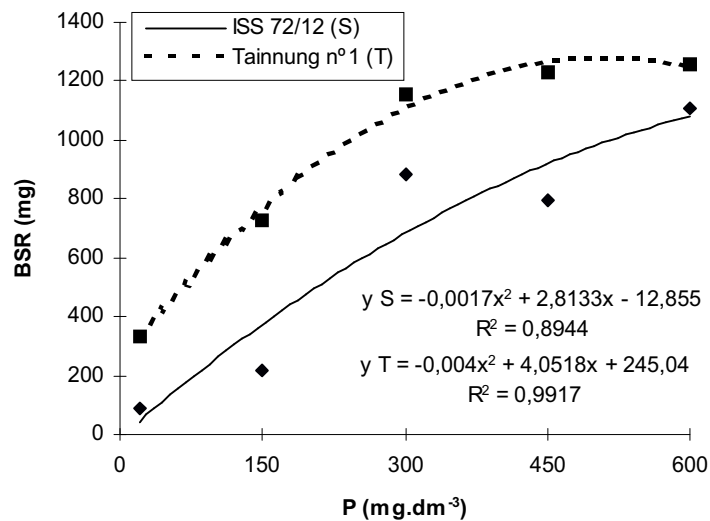


FIGURA 8 - Biomassa seca das raízes de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 e Tainung nº1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

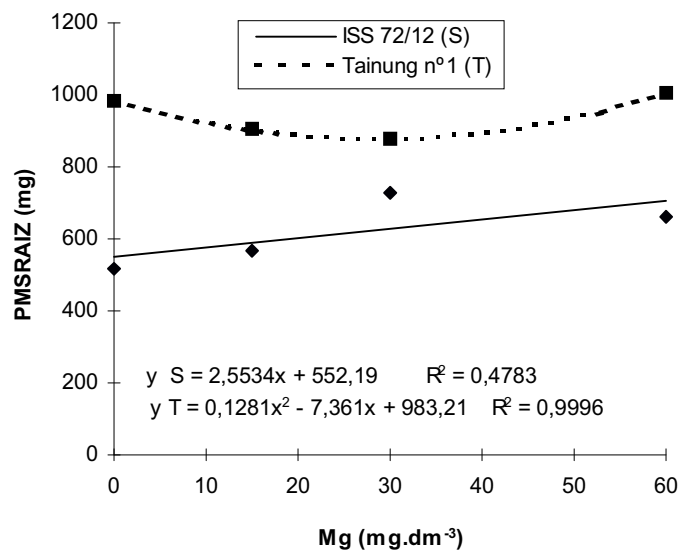


FIGURA 9 - Biomassa seca das raízes de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 e Tainung nº1 em resposta às doses de Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Em síntese, pelos dados de crescimento apresentados, as doses de P apresentaram efeito sobre todas as características de crescimento - altura, diâmetro do colo e biomassa seca total, da parte aérea e das raízes - nas duas cultivares. As doses de magnésio influenciaram a altura, diâmetro do colo, biomassa seca total e biomassa seca das raízes na cv. ISS 72/12 e somente a biomassa seca das raízes na cv. Tainung nº1. Neste trabalho as duas cultivares apresentaram respostas em crescimento em doses de P superiores ao relatado na literatura consultada (450 mg.dm<sup>-3</sup>), sendo a cv. ISS 72/12 mais responsiva ao P e ao Mg adicionado ao substrato. Destaca-se nas duas cultivares o efeito do Mg sobre a biomassa seca do sistema radicular, o que possivelmente teria reflexos em termos de pegamento das mudas no campo.

O objetivo principal do viveirista é a produção de mudas saudáveis e vigorosas em menor intervalo de tempo (Silva, 2002). As diferenças apresentadas pelas mudas nos diversos tratamentos ao final do período experimental (120 dias após a semeadura) demonstram a eficácia da nutrição adequada, principalmente a fosfatada, em produzir mudas aptas ao plantio mais rapidamente. Mudas com maiores altura, biomassa seca total e diâmetro do colo poderão apresentar maior resistência em campo às adversidades ambientais devido a maior quantidade de reservas armazenadas. Mudas com sistema radicular denso e mais pesado poderão garantir índices superiores de pegamento, com melhores condições de absorção de água e nutrientes (Silva, 2002).

#### **4.2 Índice de Desenvolvimento Geral (IDG)**

Os maiores valores de IDG corresponderam em cada combinação de P e Mg, àquelas que proporcionaram, concomitantemente, maior desenvolvimento das plantas em altura, diâmetro do colo e biomassa seca total.

Na cv. ISS 72/12 a combinação  $600 \text{ mg.dm}^{-3}$  de P +  $30 \text{ mg.dm}^{-3}$  de Mg apresentou valor de IDG igual a 249,91, superior às demais combinações (Tabela 3), e na cv. Tainung nº1 a combinação  $600 \text{ mg.dm}^{-3}$  de P +  $60 \text{ mg.dm}^{-3}$  de Mg apresentou valores de 266,63 (Tabela 4).

TABELA 3 - Valores médios das características de crescimento altura de planta (ALT), diâmetro do colo (D), biomassa seca total (BST), e dos índices de desenvolvimento em altura (IDA), em diâmetro (IDD), em biomassa seca total (IDB) e geral (IDG) das mudas de mamoeiro da cv. ISS 72/12 em função das doses de P e Mg (P-Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

<b>P-Mg</b>	<b>ALT</b>	<b>IDA</b>	<b>D</b>	<b>IDD</b>	<b>BST</b>	<b>IDB</b>	<b>IDG</b>
20-0	5,14	0,24	0,21	0,19	65,00	0,02	44,60
20-15	5,45	0,26	0,20	0,18	350,00	0,09	52,71
20-30	6,80	0,32	0,40	0,36	220,00	0,06	73,52
20-60	6,32	0,30	0,29	0,25	205,42	0,05	60,78
150-0	9,53	0,45	0,42	0,38	410,42	0,11	93,57
150-15	9,94	0,47	0,52	0,46	483,54	0,13	105,92
150-30	9,84	0,47	0,44	0,39	567,38	0,15	100,84
150-60	11,59	0,55	0,60	0,53	781,13	0,20	128,46
300-0	15,68	0,74	0,86	0,76	1747,92	0,45	195,80
300-15	16,24	0,77	0,81	0,72	2000,63	0,52	201,07
300-30	16,10	0,76	0,82	0,73	1795,00	0,46	195,53
300-60	18,80	0,89	0,90	0,80	2304,58	0,60	228,72
450-0	17,56	0,83	0,86	0,76	1646,13	0,43	202,06
450-15	15,62	0,74	0,82	0,73	1689,71	0,44	190,42
450-30	18,32	0,87	0,94	0,83	2349,33	0,61	231,09
450-60	16,27	0,77	0,91	0,81	1927,92	0,50	207,88
600-0	18,47	0,88	0,92	0,81	2383,63	0,62	230,71
600-15	17,72	0,84	0,88	0,78	2227,63	0,58	219,77
600-30	18,90	0,90	0,97	0,86	2853,63	0,74	249,91
600-60	18,40	0,87	0,99	0,88	2339,38	0,61	236,24

TABELA 4 - Valores médios das características de crescimento altura de planta (ALT), diâmetro do colo (D), biomassa seca total (BST), e dos índices de desenvolvimento em altura (IDA), diâmetro (IDD), biomassa seca total (IDB) e geral (IDG) das mudas de mamoeiro da cv. Tainung nº1 em função das doses de P e Mg (P-Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

<b>P-Mg</b>	<b>ALT</b>	<b>IDA</b>	<b>D</b>	<b>IDD</b>	<b>BST</b>	<b>IDB</b>	<b>IDG</b>
20-0	11,76	0,57	0,57	0,48	1093,50	0,31	135,62
20-15	9,41	0,45	0,47	0,40	891,58	0,25	110,15
20-30	8,51	0,41	0,43	0,36	579,79	0,16	93,41
20-60	11,01	0,53	0,60	0,51	1137,92	0,32	135,84
150-0	14,20	0,68	0,75	0,64	1826,46	0,51	183,15
150-15	13,85	0,67	0,76	0,64	1762,63	0,49	180,14
150-30	15,54	0,75	0,82	0,69	1908,13	0,53	197,66
150-60	15,33	0,74	0,84	0,71	2012,13	0,56	200,89
300-0	16,44	0,79	0,89	0,75	2725,00	0,76	230,52
300-15	16,18	0,78	0,91	0,77	2572,88	0,72	226,82
300-30	16,18	0,78	0,91	0,77	2678,88	0,75	229,95
300-60	16,84	0,81	0,99	0,84	2801,71	0,78	243,51
450-0	17,51	0,84	1,00	0,85	2990,00	0,83	252,61
450-15	17,55	0,85	0,97	0,82	2912,00	0,81	248,28
450-30	17,87	0,86	1,00	0,85	3030,38	0,85	255,66
450-60	18,01	0,87	0,99	0,84	3011,88	0,84	254,54
600-0	17,47	0,84	1,03	0,87	3088,00	0,86	257,46
600-15	16,34	0,79	1,08	0,91	3053,50	0,85	255,07
600-30	17,83	0,86	1,07	0,91	3173,75	0,89	265,10
600-60	18,23	0,88	1,04	0,88	3255,63	0,91	266,63

### 4.3 Teores de nutrientes na BSPA

A absorção de nutrientes pela planta depende de diversos fatores, dentre os quais, a interação entre elementos, que determina ações antagônicas ou sinérgicas, que variam em função das proporções dos elementos, das espécies, dos cultivares e do estágio de desenvolvimento do vegetal (Gama, 1977). Estes fatores devem ser considerados quando se discute o efeito de fertilizações nos teores de nutrientes absorvidos pelas plantas.

#### 4.3.1 Nitrogênio

Os teores de N na BSPA diminuíram com acréscimos nas doses de P no substrato (Figura 10), sendo que com maior intensidade na cv. ISS 72/12. Decréscimos nos teores de N ocorreram em função do efeito de diluição devido ao aumento na produção de BSPA com aumento das doses de P no substrato.

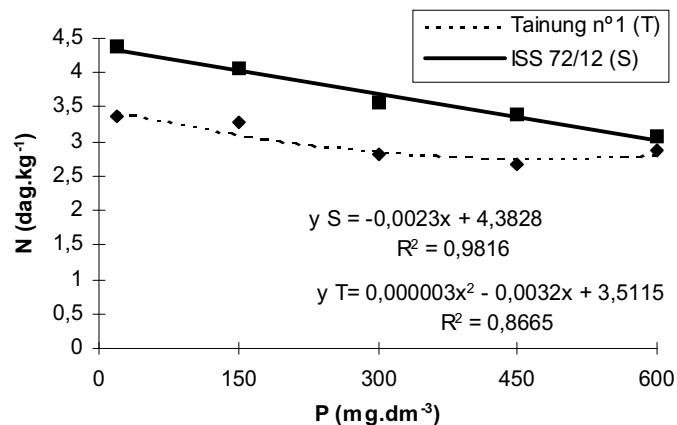
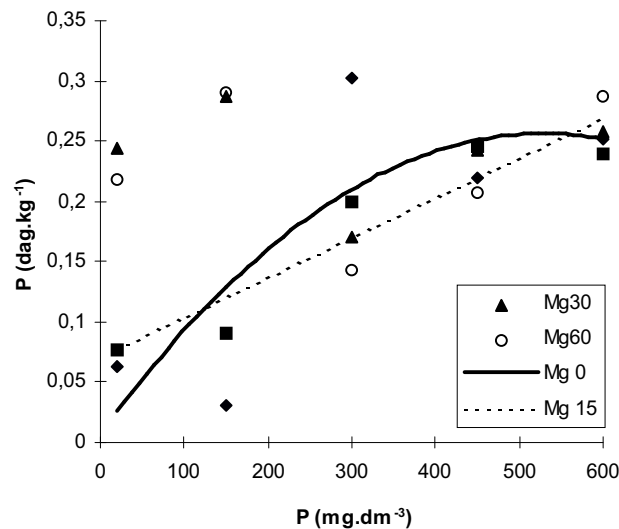


FIGURA 10 - Teores de N na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 e Tainung nº1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

A diminuição na concentração e na quantidade acumulada de um nutriente associada ao aumento na produção de biomassa seca, em resposta a um fator qualquer caracteriza 'efeito de diluição' (Jarrel & Beverly, 1981).

#### 4.3.2 Fósforo

Os teores de P na BSPA foram influenciados por interações entre as doses de P e Mg no substrato nas duas cultivares. Na cv. ISS 72/12, considerando-se as doses de P em cada dose de Mg, constatou-se elevação nos teores de P na BSPA quando menores doses de Mg foram aplicadas no substrato, atingindo valores máximos com 500 e 600 mg.dm<sup>-3</sup> de P, nas doses 0 e 15mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, respectivamente (Figura 11).



$$y \text{ Mg } 0 = -0,0000009x^2 + 0,0009x + 0,0081 \quad R^2 = 0,6421$$

$$y \text{ Mg } 15 = 0,0003x + 0,0698 \quad R^2 = 0,8753$$

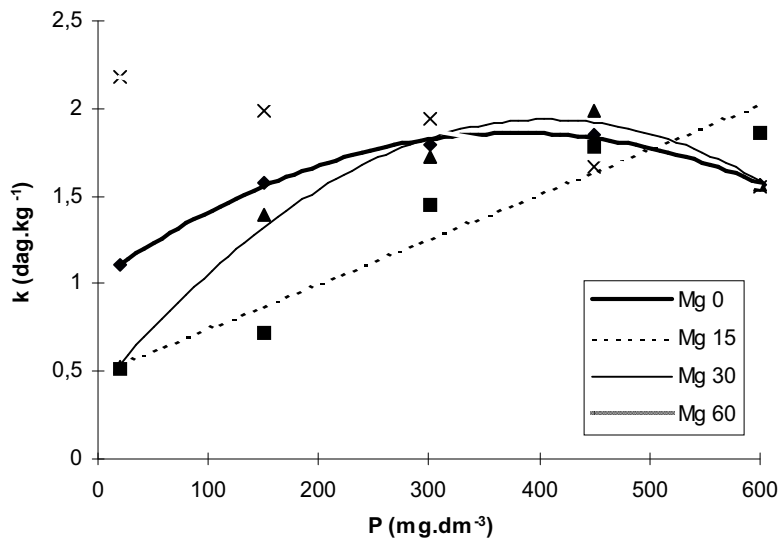
FIGURA 11 - Teores de P na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Nas doses 30 e 60 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, não foi obtido ajustamento de curvas que explicassem a resposta às doses de P. Na cv. Tainung nº1, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas nas doses 0 e 15 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, que apresentaram teores médios de 0,21 e 0,19 dag.kg<sup>-1</sup> de P respectivamente. Nos maiores níveis de Mg, apesar da significância, novamente não se obteve ajustamento de curvas que explicassem a resposta às doses de P. Aumentos nos teores de P na biomassa seca de raízes, caules e folhas de mudas de mamoeiro ISS 72/12 também foram obtidas por Oliveira (2000).

#### 4.3.3 Potássio

Os teores de K na cv. ISS 72/12 foram influenciados por interações entre P e Mg (Figura 12). Doses crescentes de P no substrato promoveram acréscimos nos teores de K com doses de 15 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg. Nas doses 0 e 30 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg os teores de K na BSPA aumentaram até as doses máximas estimadas de 366 mg.dm<sup>-3</sup> e 422 mg.dm<sup>-3</sup> de P. Na dose 60 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, os teores de K decresceram linearmente até a dose 600 mg.dm<sup>-3</sup> de P, sendo que nessa dose apresentaram os maiores teores médios observados. Na interpretação desse resultado tem-se que considerar que o aumento nas doses de P utilizando como fonte o superfosfato simples, também foi aplicado indiretamente os elementos Ca e S, e o Ca sob certas concentrações de íons na solução pode estimular a absorção de K e P (Fageria, 2001), fenômeno denominado 'Efeito Viets' (Faquin, 1994), que pôde ser verificado na figura 12, pelo aumento dos teores de K nas doses de 0 a 30 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg. Já na dose 60 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, ocorreu competição do Mg e do Ca com o K ocorrendo os decréscimos nos teores de K na BSPA. Acréscimos nos teores e acúmulos de K na biomassa seca de caules e raízes em função de doses de P foram relatados por Oliveira (2000) e Barbosa (1994).





$y_0 = -0,000006x^2 + 0,0044x + 1,0251$	$R^2 = 0,9945$
$y_{15} = 0,026x + 0,4858$	$R^2 = 0,9299$
$y_{30} = -0,000009x^2 + 0,0076x + 0,3911$	$R^2 = 0,9833$
$y_{60} = -0,011x + 2,1969$	$R^2 = 0,9657$

FIGURA 12 - Teores de K na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Na cv. Tainung nº1 os teores de K foram influenciados pelas doses de P e de Mg, não ocorrendo interações significativas entre P e Mg ( $P > 0,05$ ). As doses de P promoveram decréscimos nos teores de K até 300 mg.dm<sup>-3</sup> de P no substrato, e elevou os teores em doses superiores. Os teores médios foram de 1,7% , com variações de pequenas amplitude entre as doses testadas (Figura 13).

O aumento nas doses de Mg promoveu ganhos lineares nos teores de K, atingindo valores 15% superiores à testemunha na dose de 60 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg (Figura 14), novamente ocorrendo variações pequenas entre as doses.

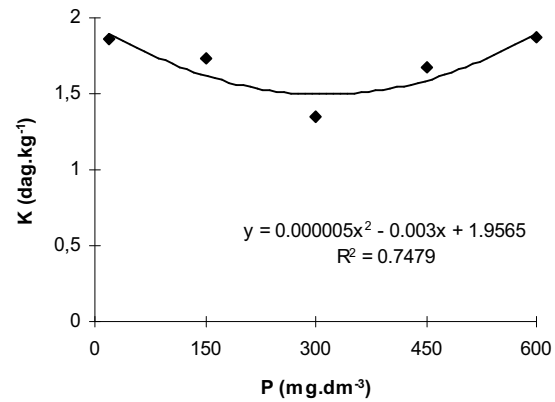


FIGURA 13 - Teores de K na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

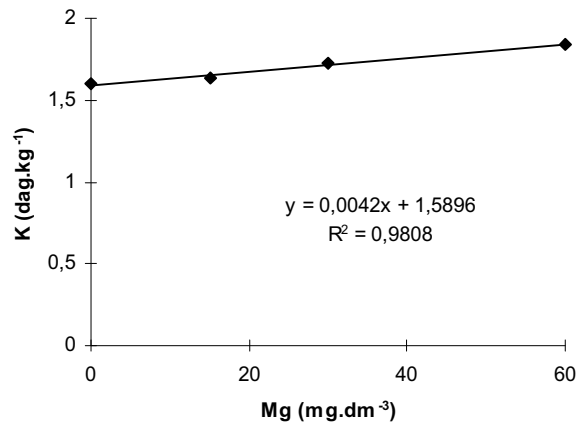


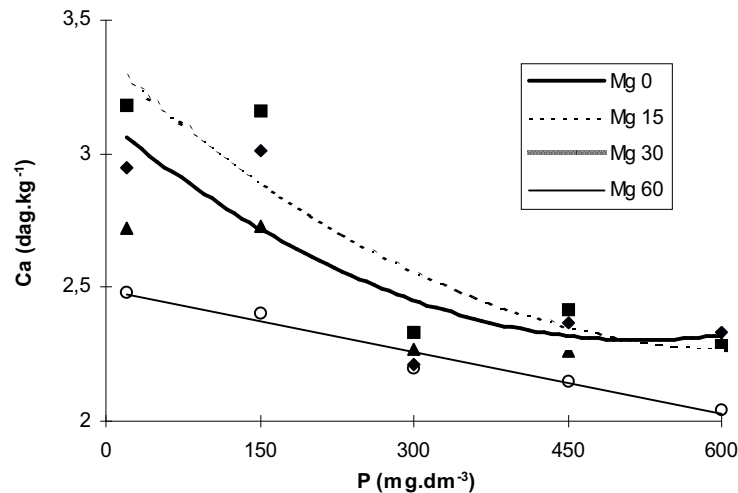
FIGURA 14 - Teores de K na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Fageria (2001) e Faquin (1994) relataram a ocorrência de decréscimos nos teores de K em função de inibição competitiva com Mg, entretanto, os

níveis aplicados neste trabalho não induziram tal efeito, devido ao solo utilizado ser pobre nesse elemento e as doses aplicadas não atingirem níveis de competição nessa cultivar. Brohi et al. (2000) também observaram acréscimos na absorção e nos teores de K na palhada de plantas de arroz, sob influência de doses de 0 a 80 kg.ha<sup>-1</sup> de óxido de Mg, não observando esses efeitos nos grãos produzidos.

#### 4.3.4 Cálcio

Ocorreram interações P-Mg para os teores de Ca na BSPA da cv. ISS 72/12 (Figura 15).



$y_0 = 0,000003x^2 - 0,0031x + 3,1222$	$R^2 = 0,7171$
$y_{15} = 0,000003x^2 - 0,0035x + 3,3542$	$R^2 = 0,8343$
$y_{30} = 0,000002x^2 - 0,0021x + 2,834$	$R^2 = 0,8134$
$y_{60} = 0,00000004x^2 - 0,001x + 2,5124$	$R^2 = 0,976$

FIGURA 15 - Teores de Ca na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Os teores de Ca decresceram com o aumento nas doses de P, sendo os maiores valores associados 0 e 15 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, porém as diferenças se tornam menores com o aumento nas doses de Mg, variações essas de pequena magnitude do ponto de vista nutricional. Menores teores de Ca<sup>+2</sup> associados às maiores doses de Mg são esperados, em vista da inibição competitiva entre estes cátions (Marschner, 1986; Fageria, 2001), como observado na menor dose de P. Com o aumento nas doses de P pelo superfosfato foi fornecido indiretamente íons Ca<sup>+2</sup> e SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, concorrendo para a menor diferença nos teores de Ca nas doses subsequentes de Mg. A fertilização com Mg causando decréscimos nas concentrações de Ca<sup>+2</sup> no pecíolo de folhas de mamoeiro cv. Waimanalo foi relatada por Awada & Suehisa (1985). Barbosa (1978) também observou efeito semelhante tomateiros cultivados com doses de 0,72 a 72 mg.Kg<sup>-1</sup> de Mg .

Na cv. Tainung nº1 observou-se efeito isolado do P e do Mg, não se observando interação entre as doses de Mg e P. Os teores de Ca decresceram linearmente com aumento nas doses tanto de P quanto de Mg (Figura 16 e 17).

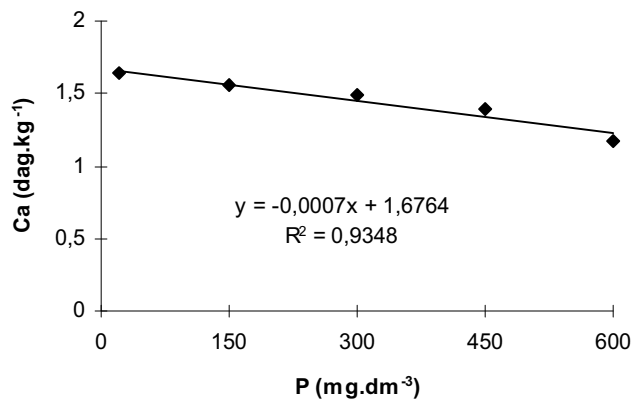


FIGURA 16 - Teores de Ca na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

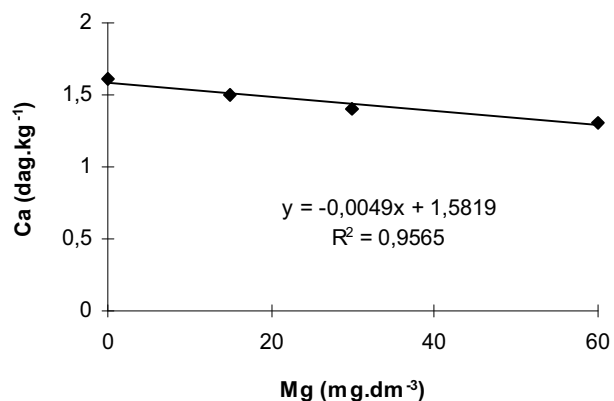


FIGURA 17 - Teores de Ca na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung n<sup>o</sup>1 em resposta às doses de Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Em relação ao Mg, como citado acima, observou-se o já clássico antagonismo entre Ca e Mg. No entanto, o decréscimo nos teores de Ca com aumento nas doses de P é discordante da literatura consultada. Esse efeito pode ser justificado por efeito de diluição proporcionada pelo maior crescimento das plantas com aumento nas doses de P, levando ao decréscimo de 38,7% nos teores de Ca.

#### 4.3.5 Magnésio

Os teores de Mg na cv. ISS 72/12 foram influenciados por interações P-Mg (Figura 18). Nas doses 0, 15 e 30 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, observou-se decréscimos nos teores de Mg, com aumento nas doses de P, obtendo-se ajustamento de curva somente para a dose 30 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg. Na dose 60 mg.dm<sup>-3</sup> o efeito não foi significativo. Esses resultados são discordantes dos relatados por Oliveira (2000), que obteve aumento nos teores e acúmulos de Mg na biomassa seca da

raiz, do caule e folhas de mamoeiros ISS 72/12, cultivados em condições semelhantes.

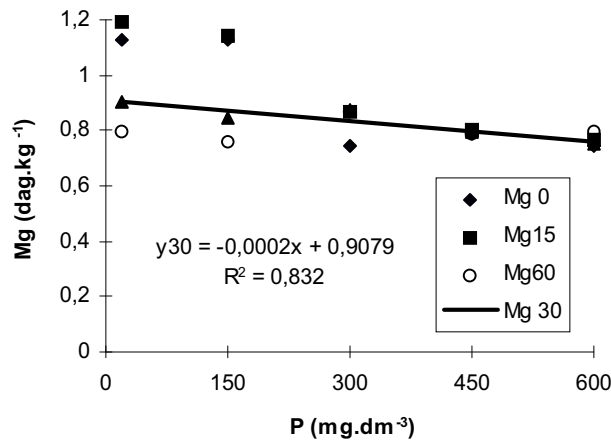


FIGURA 18 - Teores de Mg na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Reinbott & Blevins (1999) constataram também maiores teores de Mg nos tecidos de plantas correlacionados com maiores níveis de P na solução nutritiva. Por outro lado, relação inversa entre o P aplicado ao solo e teores foliares de Mg foi relatada por Hipp & Gerard (1969). Estes observaram que a concentração de Mg nas folhas de tomateiros foi reduzida 1,2% em baixas doses de P e 0,65% nas doses mais altas. Concluíram que o tomateiro tem seu crescimento dependente do nível de P e Mg na solução; sob condições de baixo suprimento de P, altos níveis de Mg prejudicaram o crescimento, enquanto que em altos níveis de P, maiores níveis são requeridos para o crescimento adequado.

Os efeitos do P sobre os teores de Mg observados neste trabalho podem ter sido influenciados pelo Ca fornecido pelo superfosfato simples, ocorrendo antagonismo com este cátion na absorção do Mg.

Na cv. Tainung n°1 os teores de Mg somente foram afetados pelas doses de P, não havendo efeito das doses de Mg nem interações significativas. O acréscimo nas doses de P promoveu decréscimos lineares nos teores de Mg, à semelhança do ocorrido na cv. ISS 72/12 (Figura 19).

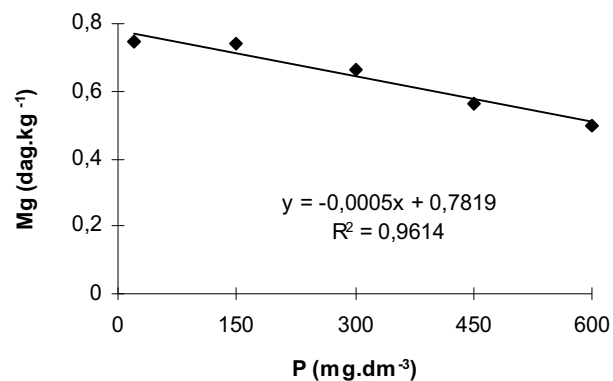
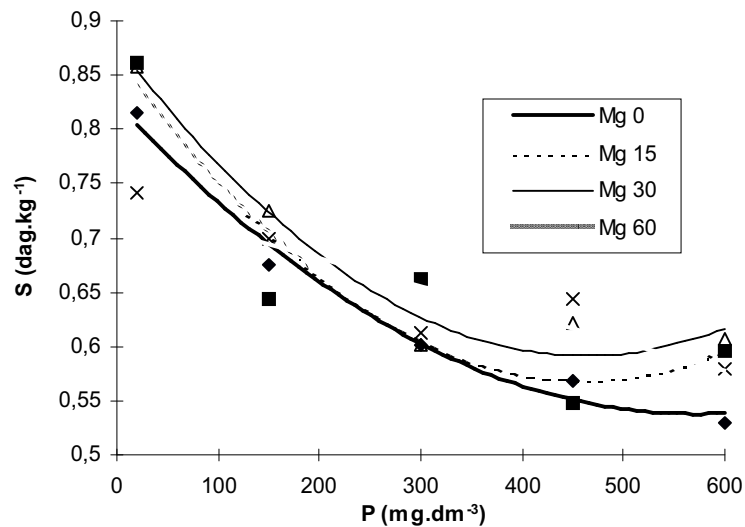


FIGURA 19 - Teores de Mg na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung n°1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

#### 4.3.6 Enxofre

Os teores de S na cv. ISS 72/12 foram influenciados por interações entre P e Mg no substrato, apresentando decréscimos médios de 29% com aumento nas doses de P em todos os níveis de Mg (Figura 20); os teores médios caíram de 0,82% a 0,58 %, sendo a variação de pequena magnitude do ponto de vista nutricional, notadamente nas doses de 150 a 600 mg.dm<sup>-3</sup> de P.



$y_0 = 0,0000009x^2 - 0,001x + 0,8248$	$R^2 = 0,9834$
$y_{15} = 0,000001x^2 - 0,0012x + 0,8501$	$R^2 = 0,8778$
$y_{30} = -0,0004x + 0,8074$	$R^2 = 0,7387$
$y_{60} = -0,0003x + 0,734$	$R^2 = 0,8397$

FIGURA 20 - Teores de S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Na cv. Tainung nº1 os teores de S também decresceram, porém linearmente com as doses de P, não ocorrendo efeito do Mg ou interações P-Mg. A amplitude do decréscimo foi menor (12,2%) e os teores obtidos inferiores aos da cv. ISS 72/12 (Figura 21). Diferenças na absorção de S entre variedades da mesma espécie foram relatadas por Saleque et al. (2001) em cv. de arroz, que observou também pequenas diferenças nos teores dos grãos com aumento nas doses de P no solo. Redução do S foliar foi relatada por Oliveira (2000) em mudas de mamoeiro ISS 72/12 recebendo doses de P até 450 mg.dm<sup>-3</sup>.



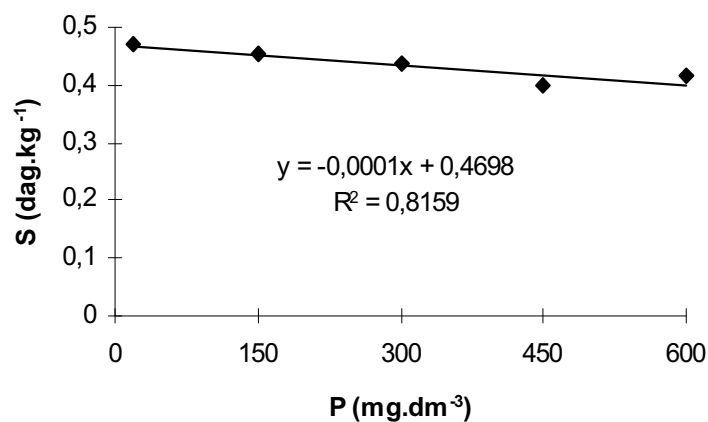
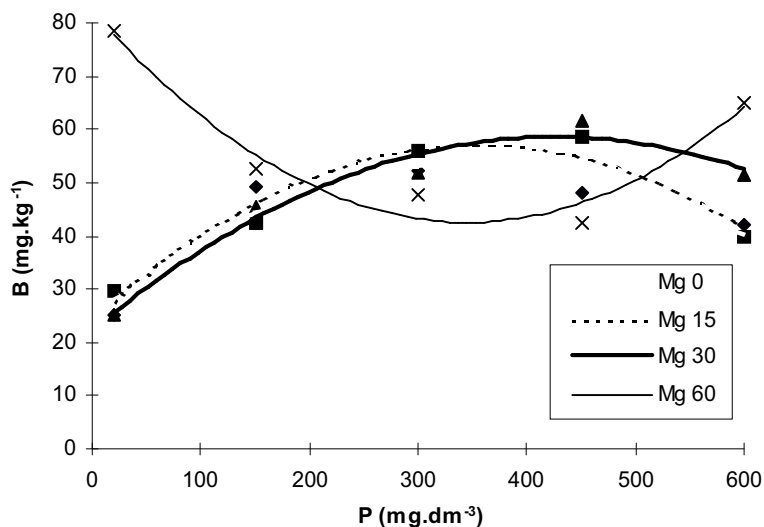


FIGURA 21 - Teores de S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

#### 4.3.7 Boro

Os teores de B nas duas cultivares foram influenciados por interações entre as doses de P e Mg. Na cv. ISS 72/12, doses de 0, 15 e 30 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg promoveram elevação nos teores de B com o aumento nas doses de P, apresentando valores máximos estimados em 343, 460 e 428 mg.dm<sup>-3</sup> de P, respectivamente. Na dose 60 mg.dm<sup>-3</sup>, o maior teor de B foi observado na menor dose de P, ocorrendo decréscimos com o aumento das doses, atingindo mínimo em 384 mg.dm<sup>-3</sup> de P, e depois voltando a aumentar (Figura 22). Oliveira (2000) constatou acréscimos nos teores de B foliar de mudas de mamoeiro ISS 72/12 com doses de P variando de 0 a 450 mg.dm<sup>-3</sup>. Aumento na absorção de B com fornecimento de P à planta também foi relatado por Tanaka (1967).



$y_0 = -0,0002x^2 + 0,1633x + 24,653$	$R^2 = 0,8876$
$y_{15} = -0,0003x^2 + 0,1859x - 23,987$	$R^2 = 0,9439$
$y_{30} = -0,0002x^2 + 0,1713x + 22,085$	$R^2 = 0,9618$
$y_{60} = 0,0003x^2 - 0,2304x + 82,337$	$R^2 = 0,9511$

FIGURA 22 - Teores de B na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Na cv. Tainung nº1, os teores de B aumentaram linearmente com as doses crescentes de P no substrato, quando aplicada dose de 15 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg (Figura 23). Nas doses 30 e 60 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, não foi obtido ajustamento das curvas apesar do efeito significativo da interação com as doses de P. Na ausência de aplicação de Mg não se observou efeito da interação com as doses de P.

Os teores obtidos são, em média (31,72 mg.Kg<sup>-1</sup>), inferiores aos obtidos na cv. ISS 72/12 (45 mg.Kg<sup>-1</sup>), e situam na mesma amplitude daqueles relatados por Oliveira (2000) em condições semelhantes e com a mesma espécie.

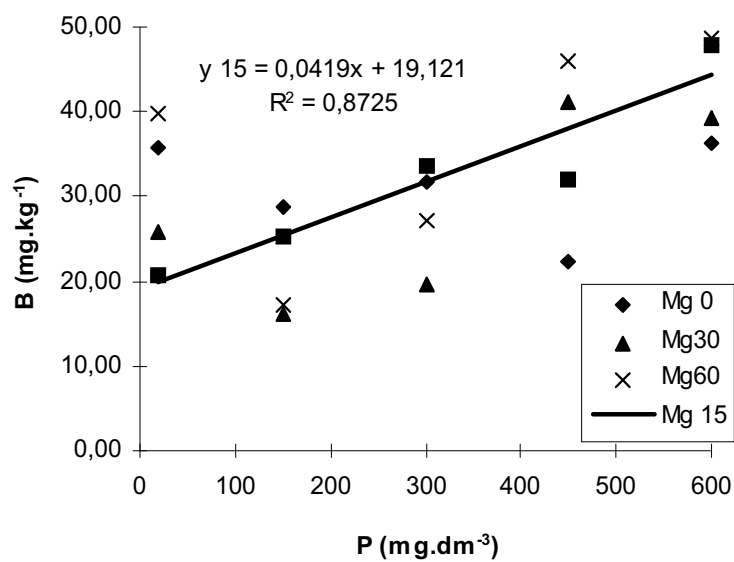


FIGURA 23 - Teores de B na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

#### 4.3.8 Cobre

Os teores de Cu nas duas cultivares foram influenciados por interações entre P e Mg. Na cv. ISS 72/12 a interação com Mg somente foi constatada na dose 15 mg.dm<sup>-3</sup>, em que as doses de P promoveram acréscimos nos teores de Cu até a dose máxima estimada 507 mg.dm<sup>-3</sup> de P (Figura 24).

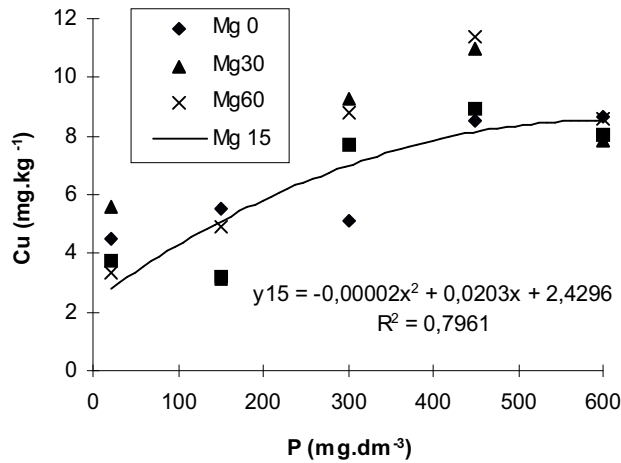
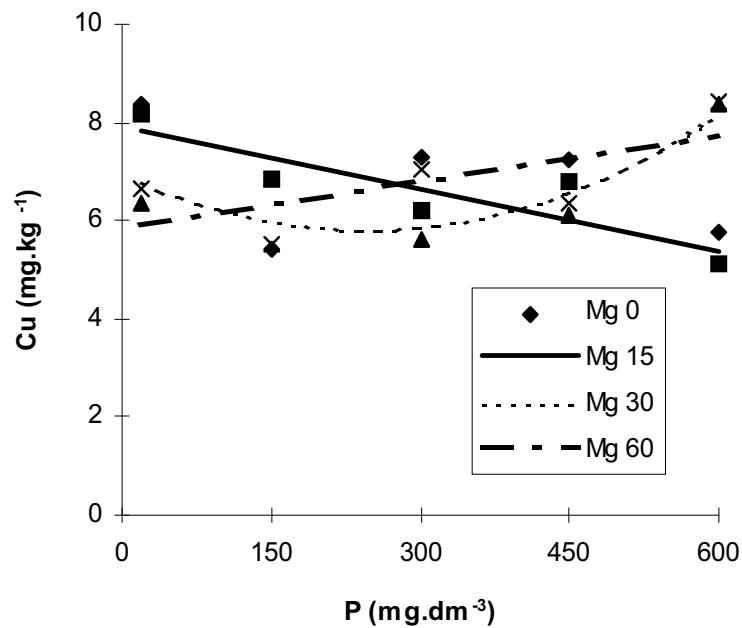


FIGURA 24 - Teores de Cu na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Oliveira (2000) observou ligeiro decréscimo nos teores de Cu na biomassa seca foliar de mamoeiros ISS 72/12, em condições semelhantes. Por outro lado, Boaro et al. (1999) não observaram influência de níveis de Mg de 2,4 a 97,2 mg.L<sup>-1</sup> na solução nutritiva sobre o teor de Cu nas raízes, caule, folhas e frutos de feijoeiros.

Na cv. Tainung nº1, interações do P ocorreram em todos os níveis de Mg, com efeitos variados, impossibilitando estabelecer padrões de resposta dos teores de Cu na biomassa seca da parte aérea (Figura 25), sendo que na dose 0 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, não foi obtido ajustamento da curva. Verifica-se que os teores situam-se na faixa de 5 a 9 mg.Kg<sup>-1</sup> com diferenças inexpressivas entre as doses de Mg.



$y_{15} = -0,0042 x + 7,8956$	$R^2 = 0,7515$
$y_{30} = 0,00002 x^2 - 0,0092x + 6,954$	$R^2 = 0,7162$
$y_{60} = 0,0031 x + 5,8434$	$R^2 = 0,4446$

FIGURA 25 - Teores de Cu na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

#### 4.3.9 Ferro

Os teores de Fe foram influenciados por interações entre P e Mg na cv. ISS 72/12. Na cv. Tainung nº1 os tratamentos não apresentaram influência.

Nas doses 0 e 15 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg o acréscimo nas doses de P promoveu incrementos lineares nos teores de Fe (Figura 26). Já no nível de 30 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, observou-se decréscimo nos teores, não ocorrendo efeito significativo entre as doses de P no nível de 60 mg.dm<sup>-3</sup>.

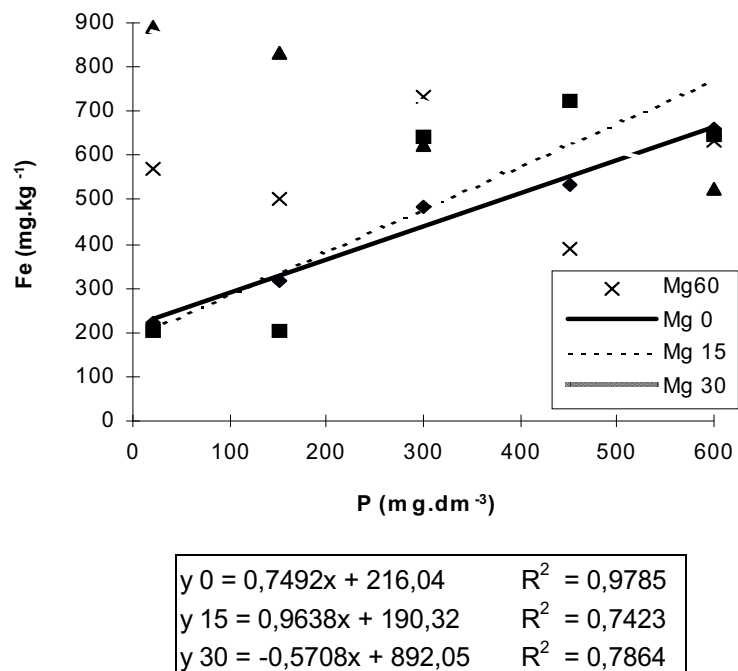


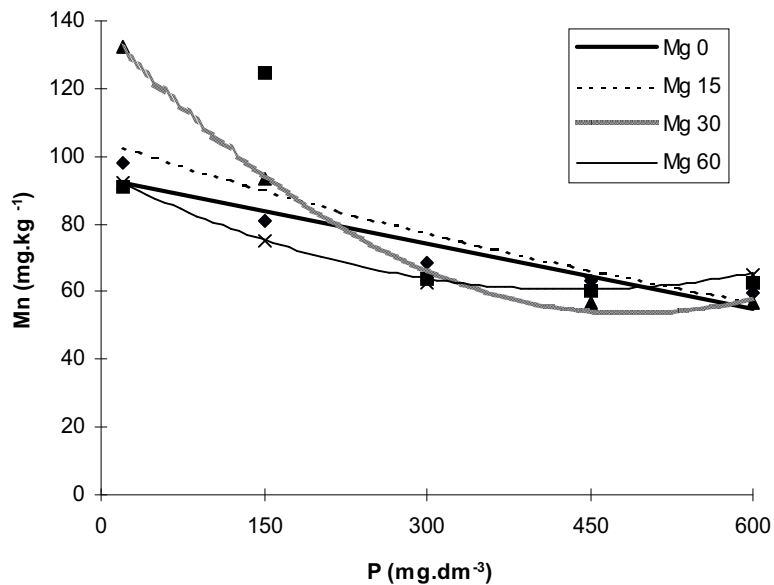
FIGURA 26 - Teores de Fe na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Nas doses 0 e 150  $\text{mg.dm}^{-3}$  de P os maiores teores de Fe foram observados na presença de 30 e 60  $\text{mg.dm}^{-3}$  de Mg, situação que se inverte nas maiores doses de P, provavelmente por efeito de diluição, visto que maior desenvolvimento das plantas foi obtido na dose 600  $\text{mg.dm}^{-3}$  de P associada a 30 e 60  $\text{mg.dm}^{-3}$  de Mg.

#### 4.3.10 Manganês

Os níveis de Mn foram influenciados por interações entre P e Mg na cv. ISS 72/12. Os teores decresceram com o aumento da dose de P em todas as doses de Mg. Diferenças consistentes entre os tratamentos de Mg só foram

observadas com 20 mg.dm<sup>-3</sup> de P no substrato, tendendo a se igualarem nas doses superiores (Figura 27).



$y_0 = -0,0639x + 93,567$	$R^2 = 0,9003$
$y_{15} = 105,02e^{-0,001x}$	$R^2 = 0,5559$
$y_{30} = 0,0004x^2 - 0,3465x + 138,33$	$R^2 = 0,9973$
$y_{60} = 0,0002x^2 - 0,1588x + 95,031$	$R^2 = 0,9885$

FIGURA 27 - Teores de Mn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

O cálcio adicionado junto com o superfosfato simples pode ter contribuído para a competição com o íon Mn, pois o aumento nos níveis de Ca no meio de crescimento freqüentemente diminui a absorção de Mn (Fontanezzi, 1989). As concentrações de Ca, e também K, Na, P e Zn podem interagir com as concentrações de Mn, principalmente na parte aérea das plantas (Fageria, 2001). Esse efeito, se presente, se deu provavelmente nas raízes, já que

os teores de Ca na BSPA não foram aumentados pelos tratamentos de P. Observou-se que na menor dose de P os maiores teores de Mn foram apresentados pelas doses 30 e 15 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, descartando-se uma possível inibição da absorção de Mn por Mg. O efeito observado na figura 27 sugere a ocorrência de efeito de diluição promovido pelo maior desenvolvimento das plantas nas maiores doses de P.

Na cv. Tainung n°1, de maneira inversa, os teores de Mn aumentaram com as doses crescentes de P (Figura 28), não ocorrendo interações com Mg, ou efeito isolado do Mg. Apesar do efeito inverso ao observado na cv. ISS 72/12, os ganhos foram quantitativamente pequenos (8% em média) do ponto de vista nutricional, e os teores observados, inferiores aos obtidos na outra cultivar.

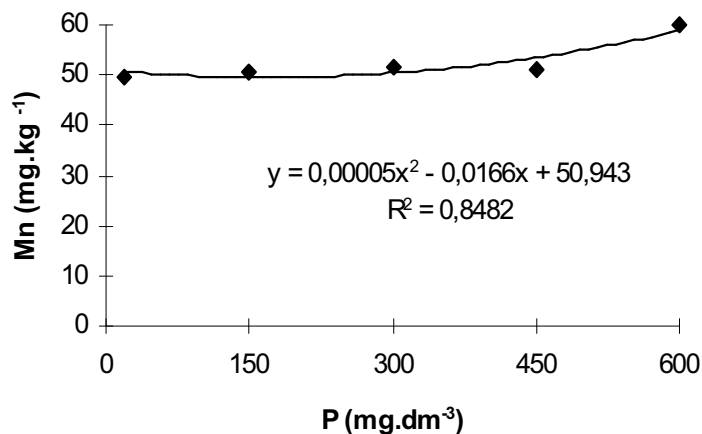


FIGURA 28 - Teores de Mn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung n°1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Acréscimos nos teores de Mn em resposta a adubações fosfatadas no substrato foram relatados por Lira (1990) e Rocha (1992), devido à diminuição nos valores de pH do substrato, provocando a formação de fosfatos de Mn mais



solúveis. Neste trabalho, a acidificação do substrato pode ter ocorrido (não foi avaliado) pela adição de doses superiores a  $450 \text{ mg.dm}^{-3}$  de P no substrato na forma de superfosfato simples, que correspondem a  $900 \text{ kg.ha}^{-1}$  de P. Quando aplicados em doses pesadas (acima de  $300 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) ocorre geração de acidez livre pelos superfosfatos (Malavolta & Violante Netto, 1989; Spencer, 1960; Rasmussen & Smith, 1959).

#### 4.3.11 Zinco

Os níveis de Zn nas duas cultivares foram influenciados por interações entre P e Mg. Na cv. ISS 72/12, com aumento nas doses de P foram observados acréscimos lineares nos teores de Zn sob doses de  $15 \text{ mg.dm}^{-3}$  Mg e, decréscimos lineares na dose  $30 \text{ mg.dm}^{-3}$  de Mg (Figura 29).

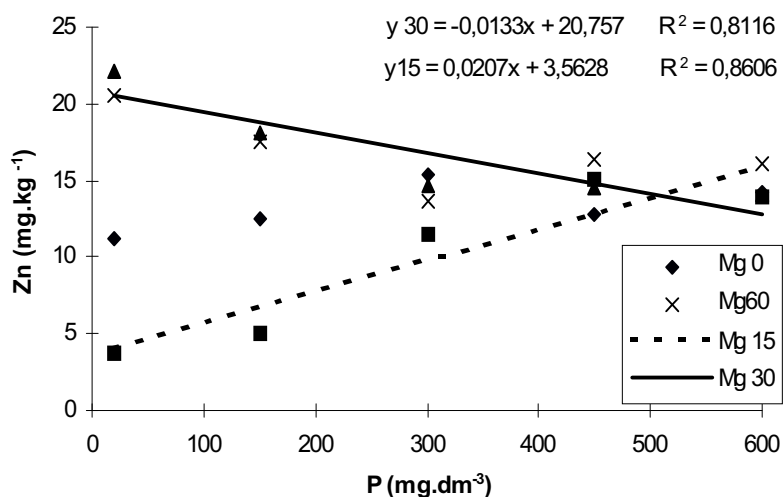
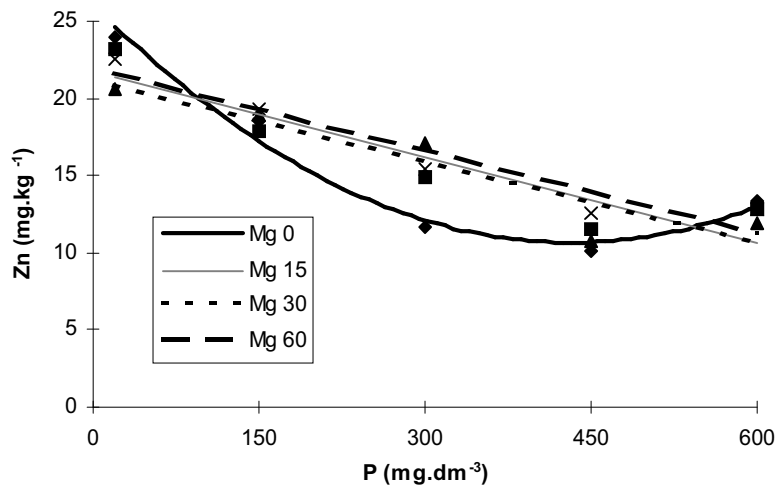


FIGURA 29 - Teores de Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

O decréscimo nas maiores doses de Mg pode ser consequência de inibição competitiva do P ou Ca fornecido pelo superfosfato sobre o Zn (Oliveira, 2000; Boaro et al., 1999; Faquin, 1994; Marschner, 1997), e também ao efeito de diluição pelo maior crescimento promovido pelas doses de P.

Na cv. Tainung nº1, os teores de Zn se encontravam em níveis semelhantes aos da cv. ISS 72/12, contudo, diminuíram em média 55% em todos as doses de Mg com o aumento nas doses de P (Figura 30) .



$y_0 = 0,00008x^2 - 0,0712x + 26,036$	$R^2 = 0,979$
$y_{15} = -0,0184x + 21,678$	$R^2 = 0,8314$
$y_{30} = -0,0175x + 21,171$	$R^2 = 0,8742$
$y_{60} = -0,0178x + 21,937$	$R^2 = 0,9139$

FIGURA 30 - Teores de Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de P no substrato. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Como relatado acima, processos de inibição competitiva do Ca e do P sobre o Zn podem ter atuado também na cv. Tainung nº1, promovendo os decréscimos nos teores de Zn na biomassa seca da parte aérea.

Os teores de macro e micronutrientes na biomassa seca da parte aérea associados ao maior desenvolvimento das plantas de estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 - Teores de macro e micronutrientes na biomassa seca da parte aérea associados ao maior desenvolvimento de mudas de mamoeiros aos 120 dias após a semeadura. UFLA, Lavras-MG, 2005

Macronutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----( $\text{dag.Kg}^{-1}$ )-----					
ISS 72/12	2,88	0,26	1,57	2,29	0,75	0,61
Tainung nº1	2,83	0,22	1,91	0,88	0,51	0,43

Micronutrientes	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----( $\text{mg.Kg}^{-1}$ )-----				
ISS 72/12	51,61	7,81	524,79	56,73	14,05
Tainung nº1	48,72	8,43	641,72	59,11	12,78

#### 4.4 Acúmulos de nutrientes na BSPA

Na cv. ISS 72/12 as doses crescentes de P no substrato promoveram incrementos de 122% a 1866% nos acúmulos de nutrientes na biomassa seca da parte aérea das mudas (Tabela 4), sendo que os elementos P e B foram influenciados por interações entre as doses de P e Mg aplicadas (Tabela 5). Oliveira (2000) também observou acúmulos crescentes de macro e micronutrientes na biomassa seca foliar de mamoeiros ISS 72/12 em condições

semelhantes. Reinbott & Blevins (1991; 1994) observaram acréscimos nas quantidades de P, K, Ca e Mg acumulados em resposta a doses crescentes de P em experimentos com plantas forrageiras. Reinbott & Blevins (1999) constataram que a nutrição em P está envolvida não somente com a absorção de cátions divalentes, mas também regula diretamente processos envolvidos no fluxo xilemático de nutrientes. Os resultados obtidos de acúmulos aumentados em resposta à nutrição fosfatada são consistentes com as afirmações dos autores citados, e refletem também os ganhos em biomassa seca obtidos com a adubação fosfatada relatados anteriormente.

TABELA 4 - Acúmulos de nutrientes na biomassa seca da parte aérea da cv. ISS 72/12 em resposta às doses de P. UFLA, Lavras, MG. 2004.

P (mg.dm <sup>-3</sup> )	mg.planta <sup>-1</sup>										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
20	9,61	0,32	2,11	6,25	2,21	1,29	0,054	0,037	0,100	0,015	0,003
150	22,68	1,09	8,59	15,39	5,19	4,15	0,023	0,087	0,335	0,049	0,009
300	69,89	3,96	34,11	43,97	16,54	12,30	0,101	0,170	1,315	0,141	0,029
450	64,51	4,40	34,80	43,47	15,07	11,40	0,101	0,193	1,159	0,115	0,028
600	73,80	6,29	39,91	54,98	18,60	14,65	0,120	0,210	1,563	0,150	0,036
Regressão	*	#	*	*	*	*	#	*	*	*	*

\* Regressão significativa a 5% de probabilidade; # interação significativa a 5% de probabilidade, *ns*, não significativa.

Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)
N = 0,5292 + 0,2584*P - 0,00023*P <sup>2</sup>	90,43	Cu = 4,60293 + 0,030773*P	91,90
K = -3,0304602 + 0,136908*P - 0,000109*P <sup>2</sup>	92,84	Mn = 1,527373 + 0,501233*P - 0,000441*P <sup>2</sup>	87,74
Ca = 1,475554 + 0,146949*P - 0,000099*P <sup>2</sup>	93,70	Zn = -0,561976 + 0,107253*P - 0,00008*P <sup>2</sup>	92,68
Mg = 0,234823 + 0,057463*P - 0,000046*P <sup>2</sup>	90,21	Fe = 115,817074 + 2,561953*P	85,52
S = -0,020761 + 0,043298*P - 0,000032*P <sup>2</sup>	92,24		

TABELA 5 - Acúmulos de P e B na biomassa seca da parte aérea da cv. ISS 72/12 em resposta a interação entre às doses de P e de Mg aos 120 após semeadura. UFLA, Lavras, MG. 2004.

P acumulado (mg.planta <sup>-1</sup> )					B acumulado (mg.planta <sup>-1</sup> )				
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	Mg (mg.dm <sup>-3</sup> )				P (mg.dm <sup>-3</sup> )	Mg (mg.dm <sup>-3</sup> )			
	0	15	30	60		0	15	30	60
20	0,069	0,267	0,536	0,430	20	0,052	0,001	0,005	0,015
150	0,115	0,341	1,683	2,256	150	0,020	0,028	0,028	0,041
300	5,293	4,153	3,040	3,344	300	0,090	0,111	0,094	0,109
450	3,730	4,142	5,714	4,014	450	0,079	0,098	0,144	0,082
600	6,050	5,343	7,278	6,515	600	0,100	0,088	0,146	0,146
Regressão	*	*	*	*	Regressão	*	*	*	*

\* Regressão significativa a 5% de probabilidade; # interação significativa a 5% de probabilidade, *ns*, não significativa.

Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)
$P_{Mg0} = -0,192349 + 0,010668 * P$	75,94	$B_{Mg0} = -11,60942 + 0,365092 * P - 0,000305 * P^2$	91,90
$P_{Mg15} = -0,06 + 0,00957 * P$	86,63	$B_{Mg15} = -26,727049 + 0,530185 * P - 0,000553 * P^2$	87,74
$P_{Mg30} = -0,005157 + 0,012025 * P$	98,35	$B_{Mg30} = -12,382102 + 0,427881 * P - 0,000251 * P^2$	92,68
$P_{Mg60} = 0,416736 + 0,009524 * P$	95,90	$B_{Mg60} = 16,201497 + 0,206574 * P$	

Pela Tabela 5 observa-se que o P acumulado aumentou com o acréscimo das doses de P no substrato em todas as doses de Mg, proporcionando na maior dose de P, acúmulos médios 1834% superiores à menor dose. De modo semelhante, o B acumulou na BSPA atingindo valores máximos nas maiores doses de P quando os níveis de Mg no substrato eram 0, 30 e 60 mg.dm<sup>-3</sup>. Na dose 15 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg, o valor máximo seria atingido com 479,4 mg.dm<sup>-3</sup> de P.

Quanto à resposta às doses de Mg (Tabela 6), somente os acúmulos de Mg, S, Cu e Zn foram alterados. Destes, o Mg, o S e o Zn aumentaram linearmente até a maior dose avaliada (60 mg.dm<sup>-3</sup>). Já para os acúmulos de Cu, aumentos nos valores foram observados até a dose máxima estimada em 36,2 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg. Esses resultados são em parte concordantes com Brohi et al. (2000), que relataram aumento na absorção de todos os nutrientes em resposta à adubação de plantas de arroz com Mg, variando doses de 0 a 80 kg.ha<sup>-1</sup>. Para o Zn porém, o resultado obtido é discordante de Moreira et al. (2003) e Boaro et al. (1999), que observaram absorção de Zn negativamente afetada na presença de altas concentrações de Mg, caracterizando inibição não competitiva.

Os incrementos nas quantidades acumuladas na cv. ISS 72/12, obtidos pela adubação com Mg variaram de 8,5% a 41%, constatando-se por esses resultados menor influência do magnésio em comparação ao fósforo no acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas. De fato, as exigências das culturas em Mg são relativamente baixas, e dentre suas funções conhecidas, destaca-se seu papel na composição da molécula da clorofila e como cofator de enzimas fosforilativas, participando de uma série de processos vitais da planta, que requerem e fornecem energia (Faquin, 1994); em contraponto ao magnésio, apesar de ser comparativamente menos exigido pelas plantas, o fósforo é muito mais reativo no solo, concorrendo para sua maior interação nos processos de absorção.

TABELA 6 - Acúmulos de nutrientes na biomassa seca da parte aérea da cv. ISS 72/12 em resposta às doses de Mg aos 120 após semeadura. UFLA, Lavras, MG. 2004.

Mg (mg.dm <sup>-3</sup> )	mg.planta <sup>-1</sup>										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	43,35	3,05	21,32	29,54	9,84	7,52	0,058	0,09	0,690	0,082	0,017
15	46,16	2,85	21,45	32,84	11,53	8,28	0,065	0,012	0,960	0,097	0,020
30	50,32	3,65	26,36	36,16	12,45	9,82	0,084	0,020	0,980	0,099	0,023
60	52,58	3,31	26,49	32,71	12,26	9,41	0,079	0,014	0,930	0,099	0,024
Regressão	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	*	ns	ns	*

\* Regressão significativa a 5% de probabilidade; *ns*, não significativa.

Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)
Mg = 10,55881 + 0,036768*P	62,87	Cu = 8,27783 + 0,572*P - 0,007903*P <sup>2</sup>	80,05
S = 7,90645 + 0,032448*P	62,37	Zn = 18,6336*P + 0,099508*P <sup>2</sup>	83,23



Na cv. Tainung nº1, de modo geral, as quantidades de nutrientes aumentaram 74 a 331 % com o acréscimo nas doses de P (Tabela 7). Os valores observados nessa cultivar para os elementos N, P, K e Mg, são superiores àqueles da cv ISS 72/12 em todos os níveis de P, sugerindo pelos menores incrementos, maior benefício das adubações fosfatadas para a cultivar ISS 72/12.

Pela Tabela 8 observa-se que as quantidades acumuladas de Mg, S, Mn e Zn não foram influenciadas pela adição de Mg ao substrato, ocorrendo decréscimos no acúmulo de N e Ca, e acréscimos nos de K. Ocorreram interações significativas entre P e Mg para os elementos P, B, Cu e Fe (Tabelas 9 e 10). Observou-se acúmulos crescentes destes nutrientes na BSPA com aumento nas doses de P no substrato, e em todos os níveis de Mg, à exceção do Cu, que não apresentou significância na dose 15 mg.dm<sup>-3</sup> de Mg. Os ganhos obtidos, como naqueles com a adubação fosfatada, foram inferiores aos observados na cv. ISS 72/12, mas observando-se acúmulos aumentados até a maior dose testada, demonstrando também maior benefício das adubações magnesianas para a cultivar ISS 72/12.

No tratamento correspondente ao maior crescimento das plantas, os elementos em estudo que mais se acumularam na parte aérea das mudas de mamoeiro (em mg.planta<sup>-1</sup>) seguem a seguinte ordem decrescente: N (73,80) > Ca (54,98) > K (39,91) > Mg (18,60) > S (14,65) > P (7,28) > Fe (1,56) > Cu (0,21) > Mn (0,15) > B (0,146) > Zn (0,036) para a cv ISS 72/12; e N (89,87) > K (59,02) > Ca (36,86) > Mg (15,75) > S (13,05) > P (7,12) > Fe (1,99) > Mn (0,188) > B (0,159) > Zn (0,04) > Cu (0,027) para a cv Tainung nº1. Destaca-se na cv. ISS 72/12 o maior acúmulo de Ca e Cu em relação a Tainung nº1, que acumulou quantidades superiores de N e K.

TABELA 7 - Acúmulos de nutrientes na biomassa seca da parte aérea da cv. Tainung n°1 em resposta às doses de P aos 120 após semeadura. UFLA, Lavras, MG. 2004.

P (mg.dm <sup>-3</sup> )	mg.planta <sup>-1</sup>										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
20	33,80	1,72	18,84	15,87	7,33	4,77	0,032	0,008	0,59	0,051	0,023
150	63,99	4,23	33,93	29,78	14,31	8,78	0,044	0,012	1,24	0,097	0,036
300	75,70	5,07	39,45	40,32	17,89	11,73	0,075	0,018	1,27	0,138	0,039
450	79,36	5,62	50,30	41,62	16,85	11,79	0,109	0,020	1,35	0,152	0,033
600	89,87	6,81	59,02	36,86	15,75	13,05	0,138	0,021	1,99	0,188	0,040
Regressão	*	#	*	*	#	*	#	#	#	*	*

\* Regressão significativa a 5% de probabilidade; # interação significativa a 5% de probabilidade, *ns*, não significativa.

Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)
N = 33,2665502 + 0,191213*P - 0,000169*P <sup>2</sup>	95,42	S = 4,377374 + 0,032026*P - 0,00003*P <sup>2</sup>	97,20
K = 20,24125 + 0,066016*P	97,60	Mn = 0,056906*P + 0,000225*P <sup>2</sup>	96,40
Ca = 13,0,67225 + 0,138163*P - 0,000165*P <sup>2</sup>	99,87	Zn = 0,018817 + 0,000214*P - 0,0000001*P <sup>2</sup> + 0,0000001*P <sup>3</sup>	97,54
Mg = 6,626528 + 0,057843*P - 0,00003*P <sup>2</sup>	96,71		

TABELA 8 - Acúmulos de nutrientes na biomassa seca da parte aérea da cv. Tainung n°1 em resposta às doses de Mg aos 120 após semeadura. UFLA, Lavras, MG. 2004.

Mg (mg.dm <sup>-3</sup> )	mg.planta <sup>-1</sup>										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	71,52	4,91	37,86	37,47	14,39	9,80	0,073	0,016	1,20	0,119	0,033
15	70,06	4,51	40,55	34,12	14,81	10,18	0,080	0,015	1,59	0,129	0,035
30	62,28	4,44	37,99	29,26	13,29	9,57	0,075	0,016	1,05	0,123	0,033
60	70,32	4,90	44,83	30,71	15,21	10,55	0,090	0,017	1,32	0,130	0,037
Regressão	*	#	*	*	ns	ns	#	#	#	ns	ns

\* Regressão significativa a 5% de probabilidade; # interação significativa a 5% de probabilidade, *ns*, não significativa.

Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)
N = 72,682083 - 0,492885*P + 0,007452*P <sup>2</sup>	69,29
K = 37,570456*P - 0,104364*P <sup>2</sup>	67,35
Ca = 37,897928 - 0,396332*P + 0,004569*P <sup>2</sup>	94,44

TABELA 9 - Acúmulos de P e B na biomassa seca da parte aérea da cv. Tainung nº1 em resposta à interação entre as doses de P e de Mg aos 120 após semeadura. UFLA, Lavras, MG. 2004.

P acumulado (mg.planta <sup>-1</sup> )					B acumulado (mg.planta <sup>-1</sup> )				
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	Mg (mg.dm <sup>-3</sup> )				P (mg.dm <sup>-3</sup> )	Mg (mg.dm <sup>-3</sup> )			
	0	15	30	60		0	15	30	60
20	2,59	2,21	1,04	1,06	20	0,038	0,027	0,016	0,045
150	3,40	4,35	3,72	5,44	150	0,064	0,045	0,031	0,035
300	6,08	4,31	4,69	5,2	300	0,084	0,087	0,052	0,076
450	5,89	5,17	5,72	5,69	450	0,067	0,093	0,141	0,137
600	6,58	6,50	7,03	7,12	600	0,112	0,146	0,137	0,159
Regressão	*	*	*	*	Regressão	*	*	*	*

\* Regressão significativa a 5% de probabilidade; # interação significativa a 5% de probabilidade, *ns*, não significativa.

Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)
$P_{Mg0} = 2,09239 + 0,014663 * P - 0,000012 * P^2$	92,11	$B_{Mg0} = 0,041764 - 0,000104 * P$	75,93
$P_{Mg15} = 2,56647 + 0,006389 * P$	89,47	$B_{Mg15} = 0,020645 + 0,000195 * P$	95,21
$P_{Mg30} = 1,012075 + 0,01575 * P - 0,00001 * P^2$	97,16	$B_{Mg30} = 0,001593 + 0,000243 * P$	88,27
$P_{Mg60} = 1,430342 + 0,0192236 * P - 0,000018 * P^2$	80,79	$B_{Mg60} = 0,033998 + 0,00008 * P + 0,0000001 * P^2$	93,40

TABELA 10 - Acúmulos de Cu e Fe na biomassa seca da parte aérea da cv. Tainung n°1 em resposta à interação entre as doses de P e de Mg aos 120 após semeadura. UFLA, Lavras, MG. 2004.

Cu acumulado (mg.planta <sup>-1</sup> )					Fe acumulado (mg.planta <sup>-1</sup> )				
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	Mg (mg.dm <sup>-3</sup> )				P (mg.dm <sup>-3</sup> )	Mg (mg.dm <sup>-3</sup> )			
	0	15	30	60		0	15	30	60
20	0,0094	0,0103	0,0036	0,0076	20	0,56	0,91	0,23	0,65
150	0,0097	0,0122	0,00137	0,0111	150	0,82	1,24	1,23	1,68
300	0,0204	0,0159	0,0149	0,0197	300	0,72	2,19	1,45	0,72
450	0,0218	0,0199	0,0187	0,0191	450	1,21	1,31	0,84	2,06
600	0,0178	0,0156	0,0268	0,0275	600	2,69	2,29	1,53	1,48
Regressão	*	ns	*	*	Regressão	*	*	*	*

\* Regressão significativa a 5% de probabilidade; # interação significativa a 5% de probabilidade, *ns*, não significativa.

Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)
$Cu_{Mg0} = 0,006288 + 0,000061 * P - 0,0000001 * P^2$	79,65	$Fe_{Mg0} = 0,775134 - 0,003152 * P + 0,00001 * P^2$	94,26
$Cu_{Mg15} = 0,010996 + 0,000012 * P$ (ns)	60,13	$Fe_{Mg15} = 1,000424 + 0,001927 * P$	52,21
$Cu_{Mg30} = 0,004929 + 0,000035 * P$	92,35	$Fe_{Mg30} = -0,13266 + 0,017677 * P - 0,0000612 * P^2 + 0,0000001 * P^3$	95,71
$Cu_{Mg60} = 0,007045 + 0,000033 * P$	93,28	$Fe_{Mg60} = 0,900868 + 0,00137 * P$	26,51

## 5. CONCLUSÕES

As cv. ISS 72/12 e Tainung nº1 diferem quanto à extração de Ca, K e Cu sendo semelhante a extração dos demais elementos.

Interações entre as doses de P e Mg influenciaram a altura das mudas e os teores de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na cv. ISS 72/12, e nos teores de P, B, Cu e Zn na Tainung nº1.

Aos 120 dias após semeadura, o maior crescimento das plantas da cv ISS 72/12 foi observado nas doses  $600 \text{ mg.dm}^{-3}$  de P +  $30 \text{ mg.dm}^{-3}$  de Mg e na cv. Tainung nº1 com  $600 \text{ mg.dm}^{-3}$  de P +  $60 \text{ mg.dm}^{-3}$  de Mg, atingindo alturas médias de 18,9 cm e 17,7 cm; diâmetro do colo de 11,1 mm e 8,9 mm, e biomassa seca total de 2853,63 mg e 3255,63 mg respectivamente para as cv. ISS 72/12 e Tainung nº1.

A cv. ISS 72/12 foi mais responsiva às doses de P e de Mg, apresentando ganhos superiores em crescimento em relação a cv. Tainung nº1, representados por incrementos em altura, diâmetro do colo e em produção de biomassa seca total, da parte aérea e das raízes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. 2003: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. 544 p.

AGRIDATA - CEASA/MG - Sistema de Informações do Agribusiness de Minas Gerais / Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2005 - Disponível em : <<http://www.agridata.mg.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2005.

ASSIS, R. P. de **Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em função de diferentes relações entre K, Ca, e Mg na solução nutritiva.** 1995. 282 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

AULER, P. A. M. **Desenvolvimento inicial do mamoeiro (*Carica papaya* L.) relacionado à disponibilidade de P no solo e à colonização pelo fungo micorrízico vesículo-arbuscular *Glomus macrocarpum*.** 1995. 94 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

AWADA, M.; LONG, C. Critical phosphorus level in petioles of papaya. **Hawaii Agricultural Experiment Station Technical Bulletin**, Hawaii, n. 97, p. 1-25, 1977.

AWADA, M.; SUEHISA, R. H. **Sodium, potassium, and magnesium effects on growth, petiole composition, and elemental distribution in young papaya plants in sand culture.** Hawaii: College of Tropical Agriculture and Human Resources - University of Hawaii. 1985. 20 p. (Research Series, 039).

AZEVEDO, I. C.; SILVEIRA, A. P. D. Efeito da adubação fosfática e de fungos micorrízicos arbusculares na produção de muda de mamoeiro. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: SBF, 1994. v. 2, p. 685-686.

BARBOSA, D. S. **Comportamento de tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill) cultivados sob diversos níveis de magnésio em solução nutritiva.** 1978. 63 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BARBOSA, Z. **Efeito do P e do Zn na nutrição e crescimento de *Myracrodouon urundeuva* Fr. All. (Aroeira-do-sertão)**. 1994. 105 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis**. New York: Gustave Fischer Verlag, 1992. 741 p.

BOARO, C. S. F.; MORAES, J. A. P. V. de; RODRIGUES, J. D.; RODRIGUES, S. D.; ONO, E. O.; CURTI, P. R. Interações entre magnésio e micronutrientes metálicos durante o desenvolvimento de feijoeiro, em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 125-134, jan./mar. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. **Normais climatológicas** (MG, ES, RJ). Rio de Janeiro, 1969. 99 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Mamão**. Brasília: Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica e Departamento de Projetos Especiais, 2000. 8 p. (FrutiSéries, 7).

BROHI, A. R.; KARAMAN, M. R.; TOPBAS, M. T.; AKTAS, A.; SAVASLI, E. Effect of potassium and magnesium fertilization on yield and nutrient content of rice crop grown on artificial siltation soil. **Turkey Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 24, p. 429-435, 2000. Disponível em: <<http://www.journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issue/tar-00-24-4-1-97158.pdf>>. Acesso em: 2004.

BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. de **Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 282 p.

BULL, L. T. **Influência da relação K/(Ca + Mg) do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramínea e leguminosa forrageiras**. 1986. 107 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba.

CAMARGO, O. A. de; VAN RAIJ, B.; GROHMANN, F. Fixação de P em solos avaliada pelo índice de Bache e Williams e sua correlação com outras propriedades. **Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 681-685, 1974.



CIBES, H. R.; GAZTAMBIDE, S. Mineral-deficiency symptoms displayed by papaya plants grown under controlled conditions. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 62, n. 4, p. 413-423, Oct. 1978.

CLARKSON, D. T. Factors affecting mineral nutrient acquisition by plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 36, p. 77-115, 1985.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO ESTADO DE MINAS GERAISL. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.

COOPER, H. P.; PADEN, W. R.; GARMAN, W. H. Some factors influencing the availability of magnesium in soil and magnesium contents of certain crop plants. **Soil Science**, Baltimore, v. 63, n. 1, p. 27-41, 1947.

COOPER, H. P.; PADEN, W. R.; GARMAN, W. H. Some factors influencing the availability of magnesium in soil and magnesium contents of certain crop plants. **Soil Science**, Baltimore, v. 63, n. 1, p. 27-41, 1947.

CRUZ, L. A. de A. **Desenvolvimento inicial do mamoeiro relacionado à disponibilidade de fósforo no solo**. 1994. 96 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CUNHA, R. J. P. **Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiências de macronutrientes e do boro no mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. 1979. 131 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba.

DANTAS, L. J. L.; DANTAS, L. A. C.; LIMA, J. F. de Mamoeiro. In: Bruckner, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 309-349.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livreros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 8, p. 1269-1290, 2001.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de Plantas**. Lavras: FAEPE, 1994. 227 p.

FERNANDES, F. M.; CANESIN, R. C. F. S.; CORRÊA, L. de S. Adubações orgânica e/ou mineral no crescimento de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Resumos...** Belém: SBF, 2002. 1CD-ROM.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1979. v. 1, 331 p.

FOHSE, D.; CLAASSEN, N.; JUNGK, A. Phosphorus efficiency of plants. I - External and internal P requirement and P uptake efficiency of different plant species. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 110, n. 1, p. 101-109, Aug. 1988.

FONTANEZZI, G. B. S. **Efeitos de micorriza vesículo-arbuscular e de superfosfato simples no crescimento e nutrição de porta-enxertos de citros**. 1989. 105 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Datos agroclimatológicos para a América Latina y el Caribe**. Rome, 1985. (Produccion y Proteccion Vegetal, 24).

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do Solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

GAMA, M. V. Efeitos do azoto e do potássio na composição mineral do trigo “Impeto” e do tomate “Roma”. **Agronomia Lusitana**, Oeiras, v. 38, n. 2, p. 111-121, 1977.

GEUS, J. C. Fertilizer requirements of tropical fruit crops. **Stiktof**, Gravenhage, v. 8, p. 41-64, 1964.

HALLMARK, W. B.; BARBER, S. A. Root growth and morphology of early growth of soybeans as affected by soil P and K. Madison, **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, n. 2, p. 209-212, Mar./Apr. 1984.

HIPP, B. W.; GERARD, C. J. Magnesium-phosphorus interrelationships in tomatoes. Madison, **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, n. 3, p. 403-405, May/June 1969.

JAIZME-VEGA, M. C.; AZCON, R. Responses of some tropical and subtropical cultures to endomycorrhizal fungi. **Mycorrhiza**, Heidelberg, v. 4, n. 3, p. 213-217, Feb. 1995.

JANOS, D. P. Mycorrhiza applications in tropical forestry: are temperate-zone approaches appropriate? In: NG, F. S. P. **Trees and mycorrhiza**. Kuala-Lumpur: Forest Research Institute, 1988. p. 133-138.

JARREL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, p. 197-224, 1981.

LIRA, L. M. **Efeito de substratos e do superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv. 'Cravo') até a repicagem**. 1990. 85 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LUNA, J. V. U. Variedades de mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 134, p. 14-18, fev. 1986.

LYNCH, J. P. , BEEBE, S. E. Adaptation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to low phosphorus availability. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 6, p. 1165-1171, Oct. 1995.

MALAVOLTA, E. Debates. In: SEMINÁRIO P, CA, MG, S E MICRONUTRIENTES: situação atual e perspectivas na agricultura, 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: MANAH, 1986. p. 77.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In: SIMPÓSIO SOBRE O FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, São Pedro, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 35-105.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação de citros**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 153 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARINHO, C. S. **Avaliação do estado nutricional e adubação do mamoeiro (*Carica papaya* L) no norte fluminense**. 1999. 80 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 902 p.

MARTINHÃO, D.; SOUZA, G. de; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, São Pedro, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 157-200.

MEDINA, J. C. Cultura. In: MEDINA, J. C.; BLEIROTH, E. W.; SIGIST, J. M. M.; DE MARTIN, Z. J.; NISIDA, A. L. A. C.; BALDINI, V. L. S.; LEITE, R. S. S. F.; GARCIA, A. E. B. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1989. (Série Frutas Tropicais, 7).

MINOTTI, P. L.; WILLIAMS, D. C.; JACKSON, W. A. Nitrate uptake by heat as influenced by ammonium and other cations. **Crop Science**, Madison, v. 9, p. 9-14, 1969.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; HEINRICHS, R.; TANAKA, R. T. Influência do magnésio na absorção de manganês e zinco por raízes destacadas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 95-101, jan. 2003.

MORIN, C. **El papayo: cultivo de frutales tropicales**. 2. ed. Lima: Librerias ABC, 1967. p. 231-288.

NEPTUNE, A. M. L. Debates. In: SEMINÁRIO P, CA, MG, S E MICRONUTRIENTES: situação atual e perspectivas na agricultura. São Paulo, MANAH, 1986. 144 p.

OLIVEIRA, P. R. A. de **Efeito do fósforo e Zn na nutrição e crescimento de mudas de mamoeiro e mangabeira**. 2000. 184 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, P. R. A. de **Efeito do superfosfato simples e do calcário dolomítico na formação de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. Solo)**. 110 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

PLAXTON, W. C.; CARSWELL, M. C. Metabolic aspects of the phosphate starvation response in plants. In: **Plant responses to environmental stresses:**

from phytohormones to genome reorganization. New York: Dekker, 1999. p. 349-372.

RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate acquisition. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 665-693, 1999.

RASMUSSEN, G. K.; SMITH, P. F. Pot studies on effect of superphosphates on the growth of citrus seedlings. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Orlando, v. 72, p. 71-75, 1959.

REDDY, Y. T. N.; BHARGHAVA, B. S.; KOHLI, R. R. Selection of papaya tissue for nutritional diagnosis. **Indian Journal of Horticulture**, New Delhi, v. 45, n. 1, p. 18-22, Mar. 1988.

REINBOTT, T. M.; BLEVINS, D. G. Phosphate interaction with uptake and leaf concentration of magnesium, calcium, and potassium in winter wheat "seedlings". **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n. 6, p. 1043-1046, Nov./Dec. 1991.

REINBOTT, T. M.; BLEVINS, D. G. Phosphorus and magnesium fertilization interaction with soil phosphorus level: Tall Fescue yield and mineral element content. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 10, n. 2, Apr./June 1997.

REINBOTT, T. M.; BLEVINS, D. G. Phosphorus and temperature effects on magnesium, calcium, and potassium in wheat and tall fescue leaves. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 3, p. 523-529, May/June 1994.

REINBOTT, T. M.; BLEVINS, D. G. Phosphorus nutritional effects on root hydraulic conductance, xylem water flow of magnesium and calcium in squash plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 209, n. 2, p. 263-273, 1999.

RENEAU, R. B.; JONES JR., G. D.; FRIEDRICKS, J. B. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 1, p. 5-8, Jan. 1983.

ROCHA, M. R. da **Crescimento e nutrição da tangerineira 'Cleópatra' fertilizada com doses de superfosfato simples e inoculada com fungos micorrízicos, até a repicagem**. 1992. 87 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. Brasília: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, dez. 1984.

SALEQUE, M. A.; ABEDIN, M. J.; AHMED, Z. U.; HASAN, M.; PANAULLAH, G. M. Influences of phosphorus deficiency on the uptake of nitrogen, potassium, calcium, magnesium, sulfur, and zinc in lowland rice varieties. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 10, p. 1621-1632, 2001.

SCHAFFERT, R. E.; ALVES, V. M. C.; PARENTONI, S. N.; RAGHOTHAMA, K. G. Genetic control of phosphorus uptake and utilization efficiency in maize and sorghum under marginal soil conditions. Disponível em: <[http://www.cimmyt.org/abc/map/research\\_tools\\_results/wsmolecular/worksho\\_p molecular/wsdroughtgeneticcontrol.htm](http://www.cimmyt.org/abc/map/research_tools_results/wsmolecular/worksho_p molecular/wsdroughtgeneticcontrol.htm)>. Acesso em 04 out. 2004.

SILVA, C. R. de R. e **Avaliação de mudas enviveiradas de bananeira cv. 'Prata Anã' (AAB) obtidas *in vitro*, com aplicação de boro e zinco via substrato**. 2002. 87 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, L. F. C.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento e teores de nutrientes de mudas de abacateiro, mangueira e mamoeiro sob influência de diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 283-288, set./dez. 1991.

SKINNER, P. W.; MATTHEWS, M. A. A novel interaction of magnesium translocation with the supply of phosphorus to roots of grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Plant Cell Environment**, Oxford, v. 13, n. 8, p. 821-826, Nov. 1990.

SPENCER, W. F. Effects of heavy applications of phosphate and lime on nutrient uptake, growth, freeze injury, and root distribution of grapefruit trees. **Soil Science**, Baltimore, v. 89, n. 6, p. 311-318, 1960.

TANAKA, H. Boron adsorption by plant roots. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 27, n. 2, p. 300-302, 1967.

TRINDADE, A. V. **Fungos micorrízicos arbusculares em mamoeiro**. 1998. 177 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VAN RAIJ, B. Fósforo no solo e interação com outros elementos. In: SIMPÓSIO SOBRE O FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, São Pedro, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 107-115.

VITTI, G. C.; NAKAYAMA, L. H. I.; COUTE, L. Avaliação da eficiência agronômica relativa de um fosfato multimagnésiano em relação ao superfosfato triplo e simples. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina, 1995. p. 222-223.

XABREGAS, J.; SANTOS, A. S. Mamoeiro. **Divulgação Agronômica**, Piracicaba, n. 8, p. 57-59, 1967.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; VALONE, G. de V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 26, n. 2, p. 276-279, ago. 2004.

ZIMMERMAN, M. Magnesium in plants. **Soil Science**, Baltimore, v. 63, n. 1, p. 1-12, 1947.

## ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo das análises de variância para altura de planta, diâmetro do colo, biomassa seca de raiz, biomassa seca da parte aérea e biomassa seca total de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	81
TABELA 2A	Resumo das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	82
TABELA 3A	Resumo das análises de variância para os teores B, Cu, Fe, Mn e Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	83
TABELA 4A	Resumo das análises de variância para altura de planta, diâmetro do colo, biomassa seca de raiz, biomassa seca da parte aérea e biomassa seca total de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	84
TABELA 5A	Resumo das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	85



TABELA 6A	Resumo das análises de variância para os teores B, Cu, Fe, Mn e Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung n°1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	86
TABELA 7A	Resumo das análises de variância para os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	87
TABELA 8A	Resumo das análises de variância para os acúmulos de B, Cu, Fe, Mn e Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	88
TABELA 9A	Resumo das análises de variância para os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung n°1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	89
TABELA 10A	Resumo das análises de variância para os acúmulos B, Cu, Fe, Mn e Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung n°1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P * Mg).....	90

TABELA 1A - Resumo das análises de variância para altura de planta (ALTURA), diâmetro do colo (DIÂMETRO), biomassa seca de raiz (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST) de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	GL	QM				
		ALTURA	DIÂMETRO	BSR	BSPA	BST
BLOCO	3	6,235221*	0,046859*	196350,8118*	87147,5569*	423331,8837*
P	4	455,293900**	1,332342**	3129107,80**	4549355,18**	15171193,2**
Mg	3	7,201035**	0,041367*	178900,7625*	55088,061982	404769,29*
P * Mg	12	3,387220*	0,011898	101232,11641	42294,051561	182410,1742
P d. Mg 0	4	131,267730**				
P d. Mg 15	4	105,960750**				
P d. Mg 30	4	116,184980**				
P d. Mg 60	4	112,042100**				
Erro	57	1,672964	0,013111	64659,183900	26906,340428	134519,30435
Total	79	1997,489969				
CV (%)		9,49	16,67	41,06	20,55	25,88

\* e \*\* , significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 2A - Resumo das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
BLOCO	3	0,097397**	0,00207	0,053712	0,05905*	0,01245*	0,01048
P	4	4,410266**	0,02971**	1,39637**	19,441**	2,3577**	0,21124
Mg	3	0,081736	0,02668**	1,300941**	0,2957**	0,0219**	0,2397**
P * Mg	12	0,107635	0,02578**	0,653786**	0,0725**	0,0374**	0,0556**
P d. Mg 0	4		0,0577**	0,34405*	5,3082**	0,6818**	0,04018*
P d. Mg 15	4		0,02661**	1,507832**	5,7013**	0,7259**	0,0822**
P d. Mg 30	4		0,00748**	1,248095**	4,7171**	0,5404**	0,0485*
P d. Mg 60	4		0,01520**	0,257743	3,9359**	0,5217**	0,017139
Erro	57	0,060843	0,001741	0,123742	0,0175**	0,003568	0,01451
Total	79						
CV (%)		6,67	20,52	22,87	6,87	8,8	19,75

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 3A - Resumo das análises de variância para os teores B, Cu, Fe, Mn e Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	GL	QM				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
BLOCO	3	145,245269	178,599416	99050,92513	424,110157	5,657965
P	4	2000,16554**	217,904201	245492,2188*	1441,067871*	220,188377**
Mg	3	2501,01833**	1355,07540**	148424,8264*	4287,45683**	61,18192**
P * Mg	12	1470,79581**	536,08256**	101163,54534	2167,07773**	3,682191
P d. Mg 0	4	1517,5993**	15,580936	122368,60879	968,1561*	10,61023
P d. Mg 15	4	3318,95916**	28,197722	266931,2204*	2100,60138**	106,408139**
P d. Mg 30	4	739,53972**	1740,13611**	88392,061453	4223,22077**	46,63998**
P d. Mg 60	4	836,45475**	42,237106	66633,518212	650,322813	25,54537
Erro	57	89,726121	148,379977	76536,259948	284,483067	11,604905
Total	79					
CV (%)		21,68	12,31	50,05	24,65	24,05

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 4A - Resumo das análises de variância para altura de planta (ALTURA), diâmetro do colo (DIÂMETRO), biomassa seca de raiz (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST) de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P\*Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	GL	QM				
		ALTURA	DIÂMETRO	BSR	BSPA	BST
BLOCO	3	6,7316*	0,0182	55800,3306	13691,3383	69657,8766
P	4	143,7427**	0,7213**	2574505,63**	3979081,17**	12875432,31**
Mg	3	3,7216	0,01181	74385,058*	50146,2602	157426,74
P * Mg	12	2,5058	0,00850	16724,5711	43783,1223	86787,3791
Erro	57	2,2941	0,00656	20409,0396	41479,0785	90227,0299
Total	79					
CV (%)		9,86	9,68	15,18	14,55	12,83

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 5A - Resumo das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
BLOCO	3	0,3814**	0,000664*	0,0701**	0,0044	0,00507	0,000562
P	4	1,5046**	0,005394*	0,7416*	0,4964**	0,1862**	0,0141**
Mg	3	0,0417	0,001995	0,2361	0,3352**	0,002368	0,001266
P * Mg	12	0,1495	0,00728**	0,0614	0,0604	0,004851	0,002434
P d. Mg 0	4		0,004144				
P d. Mg 15	4		0,001028				
P d. Mg 30	4		0,006074				
P d. Mg 60	4		0,016**				
Erro	57	0,0868	0,001742	0,0804	0,02334	0,004364	0,0015
Total	79						
CV (%)		9,83	21,10	16,68	10,52	10,28	8,91

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 6A - Resumo das análises de variância para os teores B, Cu, Fe, Mn e Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	GL	QM				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
BLOCO	3	19,9749	6,4939**	202209,7666*	46,6812	7,3318
P	4	1019,9328**	3,3456	73770,8668	266,9367**	341,1986
Mg	3	188,6971*	0,1808	114924,9489	58,2308	3,5322
P * Mg	12	254,6071**	5,5376**	65980,7539	68,4408	8,4143*
P d. Mg 0	4	132,5455**	5,8370**			130,5678
P d. Mg 15	4	429,4241**	4,9642*			86,9654
P d. Mg 30	4	513,5128**	4,4954*			74,7821
P d. Mg 60	4	708,2719**	4,6616*			74,1261
Erro	57					
Total	79	58,1424	1,3921	68681,5361	71,45	3,3965
CV (%)		24,04	17,55	46,65	16,08	11,52

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 7A - Resumo das análises de variância para os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	G	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
BLOCO	3	182,9262	1,6621	79,5705	150,6318	29,1768*	14,8121
P	4	14130,992*	97,0983**	4755,1379**	6952,54**	858,065**	525,147**
Mg	3	342,2840	2,3972	169,7037	146,2216	28,2234*	22,1553*
P * Mg	12	134,2422	2,9869*	114,4556	111,7016	13,6463	9,7581
P d. Mg 0	4		31,9689**				
P d. Mg 15	4		22,5522**				
P d. Mg 30	4		31,3636				
P d. Mg 60	4		20,1742**				
Erro	57	129,04945	1,3244	70,2711	71,0745	8,8483	6,4541
Total	79						
CV (%)		23,62	35,79	35,06	25,69	25,81	29,01

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.



TABELA 8A - Resumo das análises de variância para os acúmulos de B, Cu, Fe, Mn e Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. ISS 72/12 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	GL	QM				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
BLOCO	3	563,3531	275,6264	739969,3269	2958,5478	80,6548
P	4	43533,94**	879,2378**	6549095,90**	55989,945**	3233,1041**
Mg	3	3441,96**	438,3137*	381000,3538	1468,2542	156,1443*
P * Mg	12	1453,78**	94,6829	434412,8088	1175,6781	40,6378
P d. Mg 0	4	7974,09**				
P d. Mg 15	4	12083,1**				
P d. Mg 30	4	16910,59**				
P d. Mg 60	4	10297,49**				
Erro	57	464,9022	119,1774	393421,07526	1145,1951	51,8577
Total	79					
CV (%)		30,72	78,21	70,11	35,86	33,89

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 9A - Resumo das análises de variância para os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	G	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
BLOCO	3	381,1128*	0,6678	60,8244	16,6875	2,8696	0,4822
P	4	7403,336**	57,984**	3810,279**	1786,03**	279,802**	177,677**
Mg	3	356,876*	1,2492	212,2491*	269,313**	13,6692	3,7397
P * Mg	12	83,5614	1,9081*	63,0782	45,3060	4,6537	3,368
P d. Mg 0	4		12,7963**				
P d. Mg 15	4		9,7331**				
P d. Mg 30	4		20,5183**				
P d. Mg 60	4		20,6605**				
Erro	57	92,9332	0,8326	60,132	26,9669	5,7527	1,9912
Total	79						
CV (%)		14,06	19,46	19,24	15,79	16,63	14,07

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 10A - Resumo das análises de variância para os acúmulos B, Cu, Fe, Mn e Zn na biomassa seca da parte aérea de mudas de mamoeiro cv. Tainung nº1 em resposta às doses de fósforo (P), magnésio (Mg) ou interações P-Mg (P \* Mg). UFLA, Lavras-MG, 2005.

FV	GL	QM				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
BLOCO	3	0,000192	0,000087	0,5433	0,001368	0,00008
P	4	0,03204**	0,000559**	4,0037**	0,044636**	0,000765**
Mg	3	0,001179**	0,000017	1,0067*	0,000533	0,000083
P * Mg	12	0,00201**	0,000054**	1,0583**	0,000735	0,000099
P d. Mg 0	4	0,003032**	0,000138**	3,0089**		
P d. Mg 15	4	0,008543**	0,000055*	1,5178**		
P d. Mg 30	4	0,01425**	0,000283**	1,1412**		
P d. Mg 60	4	0,01223**	0,000245**	1,5106		
Erro	57	0,000394	0,000019	0,2011	0,000553	0,000053
Total	79					
CV (%)		24,86	27,65	34,75	18,79	21,16

\* e \*\*, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.