

INTERAÇÕES FÓSFORO-MAGNÉSIO EM MUDAS DE MAMOEIROS TAINUNG Nº. 1 E IMPROVED SUNRISE SOLO 72/12

Phosphorus-magnesium interactions on Tainung nº 1 and Improved Sunrise Solo 72/12 papaya seedlings

Marcelo Vichiato¹, Janice Guedes de Carvalho², Mívia Rosa de Medeiros Vichiato³, Carlos Ramirez de Resende e Silva⁴

RESUMO

Avaliou-se a influência de doses de fósforo (20, 150, 300, 450 e 600 mg dm⁻³) e magnésio (0, 15, 30 e 60 mg dm⁻³) sobre a produção de biomassa seca da parte aérea (BSPA), teores e acúmulos de P e Mg em mudas de mamoeiro cv. Improved Sunrise Solo 72/12 e do híbrido Tainung nº1. Os experimentos foram realizados em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial. A dose de 600 mg dm⁻³ proporcionou os maiores ganhos em biomassa seca da parte aérea da cv. ISS 72/12 e do híbrido Tainung nº1. Na cv ISS 72/12, em baixos níveis de P no substrato, a adição de Mg proporcionou aumento nos teores de P na BSPA. Os teores de Mg na BSPA nas duas variedades foram inversamente relacionados ao aumento dos níveis de P no substrato. Os teores de P na BSPA são influenciados por interações entre o P e o Mg do substrato.

Termos para indexação: Nutrição mineral, antagonismo, teor, acúmulo.

ABSTRACT

The influence of phosphorus (20, 150, 300, 450, and 600 mg dm⁻³) and magnesium (0, 15, 30, and 60 mg dm⁻³) rates upon the dry aerial biomass yield, and phosphorus and magnesium content and accumulation in cv. Improved Sunrise Solo 72/12 and in the hybrid Tainung nº1 papaya seedlings were evaluated. The experiments were carried out in randomized block design with four replications, in a factorial arrangement. In the ISS 72/12 plants, all phosphorus and magnesium content was influenced by phosphorus-magnesium interactions. Increasing accumulation on dry mass in response to phosphorus and magnesium rates was observed. The greater gain on ISS 72/12 and Tainung nº1 dry aerial biomass was obtained at the 600 mg dm⁻³ level of phosphorus. In the ISS 72/12 cultivar, under low levels of phosphorus, the magnesium additions increased the phosphorus content on dry aerial biomass yield. The magnesium content in both varieties showed a negative relationship with the phosphorus level of the substrate. The phosphorus content in the dry aerial biomass yield was influenced by phosphorus and magnesium substrate interactions.

Index terms: Mineral nutrition, antagonism, content, accumulation.

(Recebido em 3 de junho de 2005 e aprovado em 9 de setembro de 2008)

INTRODUÇÃO

Desde 1901/1905, já existe na literatura a expressão “o magnésio é o carregador do fósforo”, decorrente, principalmente, da constatação dos pesquisadores de que sempre há uma relação positiva entre o P e o Mg (Neptune, 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 entre P e Mg são esperadas já que o Mg é o ativador de enzimas quinases e ativa a maioria das reações, envolvendo transferência de fosfato (Fageria, 2001). Além disso, diversas pesquisas têm indicado que o estado nutricional de P da planta pode afetar a absorção de outros elementos nutrientes e, conseqüentemente, influenciar a nutrição e

produção das culturas. Alguns trabalhos também têm demonstrado que a eficiência da adubação fosfatada é aumentada pela presença de Mg no adubo (Malavolta, 1986).

Os requerimentos de Mg podem ser dependentes do nível de P no meio de crescimento. Em tomateiros cultivados sob condições de baixo suprimento de P, Hipp & Gerard (1969) constataram que altos níveis de Mg têm efeito depressivo no crescimento, enquanto que em altos níveis de P, maiores níveis de Mg são requeridos para adequado crescimento. Observaram também alta correlação negativa entre o P aplicado ao solo e os teores de Mg nas folhas.

Em plântulas de trigo, o acréscimo nos níveis de P de 50 a 400 mM na solução nutritiva promoveu o crescimento foliar e incrementos de 59 a 81% no teor de

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia/Fitotecnia – Gerência de GELIP/SMAMA – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – Av. Afonso Pena, 4000/6 andar, Bairro Cruzeiro – 30130-009 – Belo Horizonte, MG – vichiato@hotmail.com

²Engenheira Agrônoma, MSc, DSc – Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – janicegc@ufla.br

³Bióloga, Doutora em Agronomia/Fitotecnia – Gerência de Áreas Verdes e Arborização Urbana-GEAVA/SMAMA – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – Av. Afonso Pena, 4000/6 andar, Bairro Cruzeiro – 30130-009 – Belo Horizonte, MG – mívia@ig.com.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia/Fitotecnia – Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – ramirez@ufla.br

Mg da parte aérea (Reinbott & Blevins, 1991). Mesmo níveis considerados satisfatórios de Mg no solo podem não ser suficientes para a nutrição vegetal, se o P disponível for baixo. Skinner & Matthews (1990) constataram que em videiras cultivadas em solo com baixa disponibilidade de P, mas com níveis considerados suficientes em Mg, exibiram sintomas de deficiência de Mg e apresentaram também baixas concentrações de P e Mg nas folhas. Aplicações de P no solo eliminaram os sintomas de deficiência de Mg e as concentrações foliares de P e Mg aumentaram acima do nível crítico. A elevação nos teores de P disponível no solo promoveu maior absorção de Mg na gramínea forrageira *Festuca arundinacea* Schreb (Reinbott & Blevins, 1991, 1994) e aumentos lineares nos teores de Mg nos grãos em plantas de arroz (Saleque et al., 2001). Esses relatos do aumento do Mg foliares com acréscimo na fertilização com P demonstram também que o P desempenha função importante na absorção e transporte do Mg. Entretanto, avaliando a adubação foliar de fósforo na cultura da soja, Rezende et al. (2005) observaram que os teores de N, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, e Fe não foram alterados significativamente pela adubação foliar. Em mamoeiros da cultivar Waimanalo, foi relatada a ocorrência de relação inversa entre P e Mg. Com os níveis de Mg em solução variando de 0,25 meq L⁻¹ a 4,0 meq L⁻¹ foi observado que os teores de P diminuíram 61% nas raízes, 96% no caule e 80% nas folhas. O acréscimo das concentrações de Mg na solução nutritiva promoveu aumentos no peso da biomassa seca de todos os tecidos, particularmente das raízes, e aumentou a taxa de crescimento do caule em circunferência. 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, 2000) e Cruz (1994). Em razão da grande limitação na disponibilidade natural de fósforo nos solos das regiões tropicais e subtropicais, este elemento tem sido focado mais ativamente pela pesquisa. Por outro lado, em relação ao magnésio, existe grande escassez de informações, principalmente porque o Mg é adicionado ao solo junto com o cálcio por ocasião da calagem e, nesse caso, não se distingue um nutriente do outro (Almeida, 1998). Esse fato pode levar a problemas quanto à nutrição de magnésio nas culturas instaladas em solo que exigem altas doses de calcário. Costa (1995), em levantamento do estado nutricional pelo método DRIS em culturas de mamoeiros nos tabuleiros costeiros do estado do Espírito Santo, constatou ser o Mg o 2º nutriente mais limitante à produção das culturas. Marin et al. (1995) recomendam que quando os níveis de Mg no solo se

encontram abaixo de 5 mmol_c.dm⁻³ ou a relação Ca:Mg maior que 4:1, fertilizações adicionais com Mg devem ser realizadas, pois, nestas condições, frequentemente se constata deficiência de Mg na cultura do mamoeiro. Apesar disso, poucos são os trabalhos envolvendo a nutrição de mamoeiros com Mg, estudos envolvendo interações entre o fósforo e o magnésio adicionados ao substrato, bem como especificidades de cada material genético sob o ponto de vista nutricional. Este trabalho avaliou a produção de biomassa seca, os teores, e acúmulos de P e Mg sob efeito do fósforo, do magnésio e da interação entre estes em mudas da cultivar de mamoeiro ISS 72/12 e do híbrido Tainung nº1.

MATERIALE MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, cada qual utilizando uma das cultivares - Improved Sunrise Solo cv. 72/12 (ISS 72/12) e Tainung nº 1 - conduzidos em viveiro dotado de cobertura plástica, situado no setor de fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial, sendo os tratamentos compostos por cinco doses de fósforo (20, 150, 300, 450 e 600 mg dm⁻³) e quatro doses de magnésio (0, 15, 30 e 60 mg dm⁻³) utilizando como fontes o superfosfato simples e o sulfato de magnésio, respectivamente. As sementes foram semeadas em sacos de polietileno preto com dimensões de 7,0 x 18,5 cm (volume de 0,635 dm³), preenchidos com substrato composto por solo, areia e vermiculita na proporção 2:1:1. Para composição do substrato, foram utilizados areia lavada peneirada em peneira de 70 mesh; vermiculita de granulometria média e solo classificado como latossolo vermelho escuro (LVE) eutrófico, 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).

O solo foi misturado com vermiculita e areia em volume necessário para preenchimentos dos saquinhos, adicionando-se o superfosfato simples nas doses correspondentes aos tratamentos. Após, os saquinhos foram dispostos sobre bancadas metálicas e deixados em período de incubação por um período de 60 dias, procedendo-se irrigação suficiente para manutenção da umidade próxima a capacidade de campo. Após esse período, adicionou-se o sulfato de magnésio, por via líquida, nas doses correspondentes aos tratamentos.

A semeadura foi realizada utilizando-se quatro sementes por saquinho e, 30 dias após a emergência das plântulas, procedeu-se o desbaste, deixando uma planta

por saquinho. As adubações de cobertura foram efetuadas após o desbaste, aplicando-se 50 mg dm^{-3} de N e 100 mg dm^{-3} de K em cobertura a cada 15 dias, perfazendo um total de 300 mg dm^{-3} de N e K. Adubações com micronutrientes foram realizadas aplicando-se por via líquida $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de B (H_3BO_3); $3,6 \text{ mg dm}^{-3}$ de Mn ($\text{MnSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cu ($\text{Cu Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); $0,15 \text{ mg dm}^{-3}$ de Mo [$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_7 \cdot 0,24 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$]; $10,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Zn (Zn Cl_2) e $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Fe ($\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Aos 120 dias após a semeadura, considerado como o término do período experimental, as plantas foram lavadas em água corrente e em sequência com água destilada, devidamente identificadas e 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 os pesos da biomassa seca parte aérea. Em seguida, o material foi moído em moinho tipo Willey para obtenção de amostras para determinação dos nutrientes na matéria seca da raiz e parte aérea. As determinações de N, P, K, Ca, Mg e S foram efetuadas segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Os extratos de matéria 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 e Mg 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 por meio de análises de variância e ajustadas equações de regressão para as variáveis analisadas em função das doses de P, Mg e suas interações, utilizando nível de significância de 1% de probabilidade para o teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste artigo foram discutidos os resultados obtidos na produção de biomassa seca da parte aérea das mudas e dos seus teores e acúmulos de fósforo e magnésio.

O aumento das doses de 20 a 600 mg dm^{-3} de fósforo promoveram acréscimos na biomassa seca da parte aérea (BSPA) de 1066,62% na cultivar ISS 72/12 e de 218,61% no híbrido Tainung nº 1 (figura 1), não se constatando efeito do Mg ou interações entre P e Mg para essa característica. Os ganhos na BSPA apresentaram comportamento quadrático, atingindo valores máximos nas maiores doses avaliadas. O híbrido Tainung nº 1 apresentou valores 75% superiores a cv ISS 72/12, todavia os incrementos alcançados foram semelhantes, em torno de 1200 mg. Os valores máximos estimados de BSPA seriam atingidos na dose máxima avaliada (600 mg dm^{-3}) nas duas variedades. Essa dose é superior às doses máximas de resposta da cv.

ISS 72/12, relatadas por Cruz (1994) e Oliveira (2000). Observou-se também que, mesmo na ausência da adubação fosfatada, o híbrido Tainung nº 1 apresenta BSPA muito superior ao ISS 72/12, evidenciando seu maior vigor.

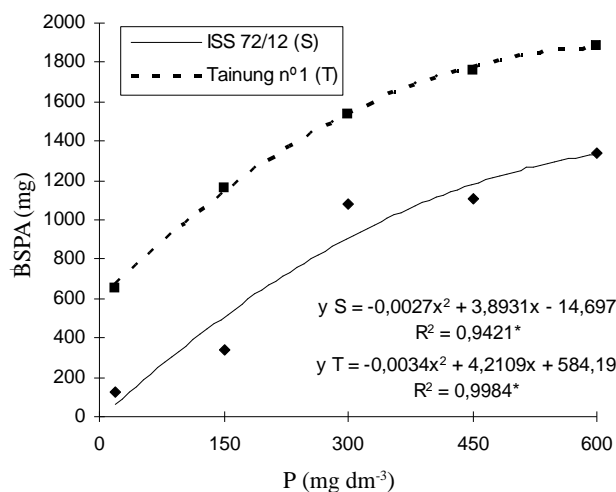


Figura 1 – Biomassa seca da parte aérea das mudas de mamoeiro da cv. ISS 72/12 e do híbrido Tainung nº 1 em resposta às doses de P no substrato.

Os teores de P na BSPA foram influenciados por interações entre as doses de P e Mg no substrato, nas duas variedades. Na cv. ISS 72/12, quando baixas doses de P (20 e 150 mg dm^{-3}) estavam disponíveis no substrato, o acréscimo 15 mg dm^{-3} de Mg propicia aumento nos teores de P, atingindo teores médios de $0,24 \text{ dag Kg}^{-1}$, semelhantes aos constatados nos níveis de 30 mg e 60 mg dm^{-3} de Mg. No nível de 30 mg dm^{-3} de Mg os teores de P foram superiores às demais doses de Mg em todos os níveis de P, variando de 0,24 a $0,26 \text{ dag Kg}^{-1}$. Nas doses de 60 mg dm^{-3} de Mg, os teores de P apresentaram comportamento pouco definido, variando de 0,14 a $0,29 \text{ dag Kg}^{-1}$ (Figura 2). Assim, nas baixas doses de P (20 e 150 mg dm^{-3}) verifica-se que há efeito positivo das adições de Mg, contribuindo para elevar os teores de P na biomassa seca a valores próximos aos obtidos em níveis superiores de P no substrato.

No híbrido Tainung nº 1, não se constataram diferenças estatisticamente significativas nas doses 0 e 15 mg dm^{-3} de Mg, que apresentaram teores médios de 0,21 e $0,19 \text{ dag Kg}^{-1}$ de P respectivamente. Nas maiores doses de Mg (30 e 60 mg dm^{-3}), apesar da significância estatística, também não se obteve ajustamento de curvas que demonstrassem tendência definida em resposta às doses de P; apresentando teores médios de P em níveis semelhantes (0,19 e $0,21 \text{ dag Kg}^{-1}$, respectivamente).

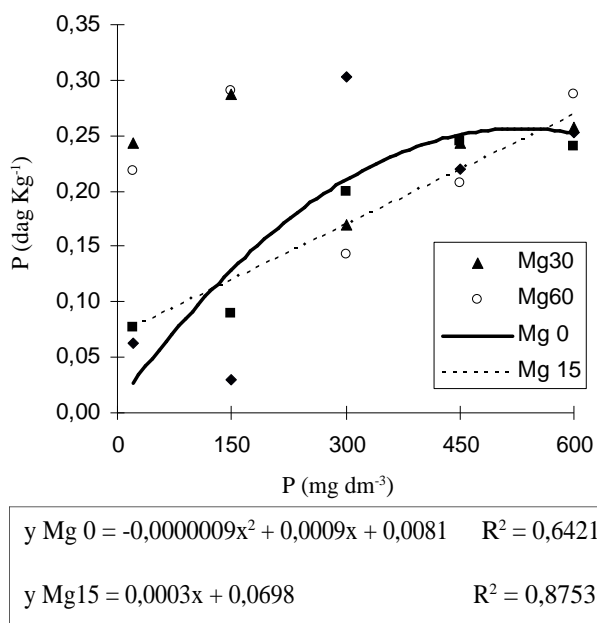


Figura 2 – Teores de P na BSPA de mudas de mamoeiros ISS 72/12 em resposta às doses de Mg e P no substrato.

Aumentos nos teores de P na biomassa seca de raízes, caules e folhas de mudas de mamoeiro ISS 72/12 com acréscimo de doses de P no substrato também foram constatados por Oliveira (2000).

Os teores de Mg na cv. ISS 72/12 foram influenciados por interações entre as doses de P e Mg (Figura 3). Nas doses 0, 15 e 30 mg dm⁻³ de Mg, observaram-se decréscimos nos teores de Mg, obtendo-se ajustamento de curva somente para a dose 30 mg dm⁻³. Na dose 60 mg dm⁻³, o efeito não foi significativo, verificando-se a tendência geral de decréscimo nos teores de Mg.

Esses resultados são discordantes dos relatados por Oliveira (2000), que obteve aumento nos teores de Mg na biomassa seca da raiz, do caule e folhas de mamoeiros ISS 72/12, cultivados em condições semelhantes. Reinbott & Blevins (1999) constataram também maiores teores de Mg nos tecidos de plantas correlacionados com maiores níveis de P na solução nutritiva. Porém, esses resultados concordam com Hipp & Gerard (1969) e Awada & Suehisa (1985), que relataram relação inversa entre o P aplicado ao solo e teores foliares de Mg.

No híbrido Tainung n°1, os teores de Mg foram afetados somente pelas doses de P em que o acréscimo nas doses de P promoveu decréscimos lineares nos teores de Mg, à semelhança do ocorrido na cv. ISS 72/12 (Figura 4).

Quanto aos acúmulos de nutrientes na BSPA, as doses crescentes de P no substrato promoveram acúmulos

crescentes dos macronutrientes P e Mg na biomassa seca da parte aérea das mudas, com ganhos crescentes até a maior dose aplicada nas duas variedades (Tabela 1); contudo, o acúmulo de P foi influenciado por interações entre P e Mg nas duas variedades. Na cv. ISS 72/12, em baixos níveis de P (20 e 150 mg dm⁻³) o acréscimo nos níveis de Mg promoveu ganhos médios de 623% e 1961%, respectivamente, no P acumulado. Nos níveis de 300 a 600, ganhos dessa magnitude não foram constatados (Tabela 2). Esse comportamento é semelhante ao obtido para os teores de P (figura 3). No híbrido Tainung n° 1, o comportamento foi semelhante, porém com ganhos de menor proporção (Tabela 3).

Quanto à resposta às doses de Mg, somente os acúmulos de Mg na cv ISS 72/12 foram alterados, aumentando linearmente até a maior dose avaliada (Tabela 4).

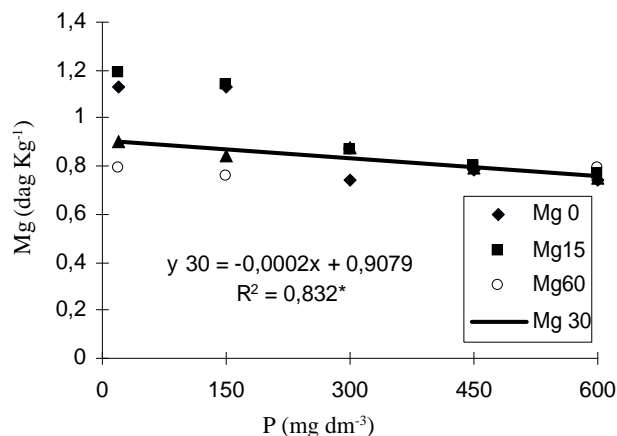


Figura 3 – Teores de Mg na BSPA de mudas de mamoeiros ISS 72/12 em resposta às doses de P e Mg no substrato.

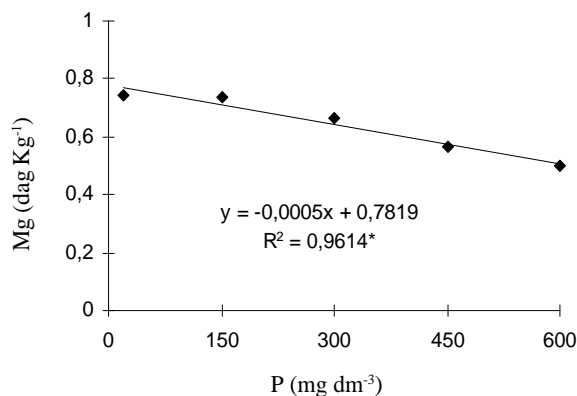


Figura 4 – Teores de Mg na BSPA de mudas de mamoeiros Tainung n° 1 em resposta às doses de P no substrato.

Tabela 1 – Acúmulos de P e Mg na BSPA da cv. ISS 72/12 (ISS) e do híbrido Tainung nº 1 (T) em resposta às doses de P aplicadas no substrato.

M ¹	V ²	Dose de P (mg.dm ⁻³)					Equação de regressão ³	R ² (%)
		20	150	300	450	600		
P	ISS	0,32	1,09	3,96	4,4	6,29	<i>Interação P*Mg significativa</i>	
	T	1,72	4,23	5,07	5,62	6,81	<i>Interação P*Mg significativa</i>	
Mg	ISS	2,21	5,19	16,54	15,07	18,6	Mg = 0,234823 + 0,057463*P - 0,000046*P ²	90,21
	T	7,33	14,31	17,89	16,85	15,75	Mg = 6,626528 + 0,057843*P - 0,00003*P ²	96,71

¹ M = Macronutriente; ² V = variedade; ³ Regressão significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Acúmulos de P na BSPA da cv. ISS 72/12 em resposta a interação entre as doses de P e de Mg aplicadas no substrato.

Mg (mg dm ⁻³)	Dose de P (mg.dm ⁻³)					Equação de regressão ¹	R ² (%)
	20	150	300	450	600		
0	0,069	0,115	5,293	3,73	6,05	P _{Mg0} = -0,192349 + 0,010668*P	75,94
15	0,267	0,341	4,153	4,142	5,343	P _{Mg15} = -0,06 + 0,00957*P	86,63
30	0,536	1,683	3,04	5,714	7,278	P _{Mg30} = -0,00516 + 0,012025*P	98,35
60	0,43	2,256	3,344	4,014	6,515	P _{Mg60} = 0,416736 + 0,009524*P	95,90

¹ Regressão significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Acúmulos de P na BSPA do híbrido Tainung nº 1 em resposta à interação entre as doses de P e de Mg aplicadas no substrato.

Mg (mg dm ⁻³)	Dose de P (mg.dm ⁻³)					Equação de regressão ¹	R ² (%)
	20	150	300	450	600		
0	2,59	3,4	6,08	5,89	6,58	PMg0 = 2,09 + 0,015*P - 0,00001*P ²	92,11
15	2,21	4,35	4,31	5,17	6,5	PMg15 = 2,57 + 0,006389*P	89,47
30	1,04	3,72	4,69	5,72	7,03	PMg30 = 1,01 + 0,016*P - 0,00001*P ²	97,16
60	1,06	5,44	5,2	5,69	7,12	PMg60 = 1,43 + 0,019*P - 0,00002*P ²	80,79

¹ Regressão significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Acúmulos de P e Mg na BSPA da cv. ISS 72/12 (ISS) e do híbrido Tainung nº 1 (T) em resposta às doses de Mg.

M ¹	V ²	Mg (mg.dm ⁻³)				Equação de regressão ³	R ² (%)
		0	15	30	60		
P	ISS	3,05	2,85	3,65	3,31	<i>ns</i>	
	T	4,91	4,51	4,44	4,9	<i>ns</i>	
Mg	ISS	9,84	11,53	12,45	12,26	Mg = 10,558 + 0,037*P	62,87
	T	14,39	14,81	13,29	15,21	<i>ns</i>	

¹ M = Macronutriente; ² V = variedade; *ns* = Regressão não significativa a 5% de probabilidade; ³ Regressão significativa a 5% de probabilidade.

Constata-se por esses resultados a menor influência do magnésio, em comparação ao fósforo, sobre os teores e acúmulos de P e Mg na parte aérea das plantas. De fato, as exigências das culturas em Mg são relativamente baixas (Faquin, 1994); em contraponto, apesar de ser comparativamente menos exigido pelas plantas, o fósforo é muito mais reativo no solo, concorrendo para maior interação nos processos de absorção.

Os valores observados no híbrido Tainung nº 1 são notadamente superiores àqueles da cv. ISS 72/12 em todos os níveis de P e Mg, porém os menores incrementos demonstram maior benefício e maior dependência da cultivar ISS 72/12 das adubações fosfatadas. Esses resultados também apontam para uma maior eficiência de absorção de P do híbrido em relação à cultivar.

CONCLUSÕES

A dose de 600 mg dm⁻³ é a que proporciona os maiores ganhos em biomassa seca da parte aérea da cv. ISS 72/12 e do híbrido Tainung nº1.

Os teores de P na biomassa seca da parte aérea da cv. ISS 72/12 e do híbrido Tainung nº1 são influenciados por interações entre o P e o Mg disponíveis no substrato.

O acréscimo de 15 mg dm⁻³ de Mg na presença de 20 e 150 mg dm⁻³ de P no substrato propicia incrementos nos teores de P na biomassa seca da parte aérea da cv. ISS 72/12.

Os teores foliares de Mg são inversamente relacionados ao aumento dos níveis de P no substrato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.C.R. de. **Combinação de doses de fósforo e magnésio na produção e nutrição de duas braquiárias**. 1998. 81f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)–Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

AWADA, M.; SUEHISA, R.H. **Sodium, potassium, and magnesium effects on growth, petiole composition, and elemental distribution in young papaya plants in sand culture**: college of tropical agriculture and human resources. Hawaii: University of Hawaii, 1985. 20p. (Research series, 39).

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

COSTA, A.N. **Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado**

nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no estado do Espírito Santo. 1995. 93f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

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

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. 227p.

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

MALAVOLTA, E. Debates. In: SEMINÁRIO P, CA, MG, S E MICRONUTRIENTES: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS NA AGRICULTURA, 1986, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: MANAH, 1986. p.77.

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. 319p.

MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S.; MARTINS, D.S.; FULLIN, E.A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos ‘Solo’ e ‘Formosa’ no estado do Espírito Santo**. Vitória: ENCAPA, 1995. 57p. (Circular técnica, 3).

NEPTUNE, A.M.L. O magnésio como nutriente para as culturas. In: SILVA, M. de C. (Coord.). **P, Ca, Mg, S e micronutrientes: situação atual e perspectivas na agricultura**. São Paulo: MANAH, 1986. p.74-82, 144p.

OLIVEIRA, P.R.A. de. **Efeito do superfosfato simples e do calcário dolomítico na formação de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. Solo)**. 1986. 110f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1986.

- OLIVEIRA, P.R.A. de. **Efeito do fósforo e Zn na nutrição e crescimento de mudas de mamoeiro e mangabeira.** 2000. 184f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- 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 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.
- REZENDE, P. M. de; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6, p.1105-1111, nov./dez., 2005.
- SALEQUE, M.A.; ABEDIN, M.J.; AHMED, Z.U.; HASAN, M.; PANAUULLAH, 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.
- 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.