

INFLUÊNCIA DE CALCÁRIO E FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE VARIEDADES DE MARACUJAZEIRO-AMARELO¹

EDILSON CARVALHO BRASIL² & EMERSON VINICIUS SILVA DO NASCIMENTO³

RESUMO - Com objetivo de avaliar o efeito da aplicação de calcário e fósforo sobre o desenvolvimento de duas variedades de maracujazeiro, foi desenvolvido experimento em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Utilizou-se como substrato Latossolo Amarelo distrófico, textura média. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x4x2, com 32 tratamentos e 4 repetições, totalizando 128 parcelas. Os fatores estudados foram quatro doses de fósforo (0; 100; 200 e 300 mg dm⁻³ de P) na forma de superfosfato triplo (SFT); quatro níveis de saturação por bases (inicial = 15%, 40%, 65% e 90%) e duas variedades de maracujazeiro (Golden Star e CPATU-Casca fina). Como corretivo de acidez do solo, foram utilizados carbonato de cálcio (CaCO₃) e carbonato de magnésio (MgCO₃). Após 50 dias da instalação do experimento, realizaram-se as avaliações nas variáveis biológicas indicativas do desenvolvimento da planta, como: altura, diâmetro do caule e massa seca da parte aérea. A aplicação combinada de fósforo e de calcário influenciou positivamente no desenvolvimento e na massa seca de plantas de maracujazeiro. A maior produção de massa seca foi obtida com aplicação combinada de 160 mg dm⁻³ de P em solo com saturação por bases estimada de 47%, que esteve associada às concentrações de P e de Ca de 143 mg dm⁻³ e 2,9 cmol_c dm⁻³ no solo; e a teores de 2,6 e 10,8 g kg⁻¹ na massa seca da parte aérea, respectivamente. A variedade CPATU Casca fina foi superior, em termos de diâmetros médios de caule e massa seca da parte aérea.

Termos para Indexação: Carbonato de cálcio; fosfato; *Passiflora edulis*.

INFLUENCE OF LIMESTONE AND PHOSPHORUS IN DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF VARIETIES OF YELLOW PASSION FRUIT

ABSTRACT - Aiming to evaluate the effect of the application of lime and phosphorus on the development of seedling of two passion fruit varieties, a pot trial was carried out under greenhouse conditions at the Institute of Agricultural Sciences of the Universidade Federal Rural da Amazonia (UFRA), using samples of an Oxisol. The experimental design used was randomized blocks, in a factorial scheme 4x4x2 with 16 treatments and 4 repetitions. The factors studied had been four doses of phosphorus (0, 100, 200 and 300 mg dm⁻³ of P) in the triple superphosphate form (SFT); four levels of saturation for bases (initial = 15%, 40%, 65% and 90%) and two varieties of passion fruit, (yellow and Embrapa Oriental Amazônia CPATU). As corrective agent to soil acidity were used calcium (CaCO₃) and magnesium (MgCO₃) carbonate. At 50 days after planting, it was evaluated: plant height, stem diameter and dry matter of shoots. The liming and the phosphorus application influenced positively the development and the dry mater of passion fruit plants. The greatest dry matter production was obtained with combined application of 160 mg dm⁻³ of P in soil with the base saturation of 47%, which was associated with concentrations of P and Ca of 143 mg dm⁻³ and 2,9 cmol_c dm⁻³ in the soil, and contents of 2,6 and 10,8 g kg⁻¹ in the shoot dry matter, respectively. The CPATU variety was superior in terms of average diameter of stem and dry matter production of shoots.

Index terms: Calcium carbonate; Phosphate; *Passiflora edulis*.

¹(Trabalho 157-09). Recebido em: 24-06-2009. Aceito para publicação em: 24-05-2010.

²Engo. Agro., Dr. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Enéas Pinheiro s/nº, Caixa Postal 48, Cep: 66095-100, Belém-PA. E-mail: brasil@cpatu.embrapa.br.

³Engo. Agro., Doutorando da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Trav. Tancredo Neves, 2501 Cep: 66.077-530, Belém-PA. E-mail: agroviničius@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma planta de importância econômica devido às suas propriedades físico-químicas e aos efeitos farmacoterapêuticos dos frutos (RUGGIERO, 2000). O Brasil é um dos principais produtores mundiais de maracujá, e a produção de frutos, em 2008, concentrou-se nos Estados da Bahia, Ceará, Espírito Santo, Sergipe, Minas Gerais e Pará, representando cerca de 83% da produção nacional (IBGE, 2010), nos quais a cultura possui grande importância no agronegócio, propiciando a geração de divisas e empregos.

Para garantir o estabelecimento de pomares com alta produtividade, as diversas etapas do processo produtivo exigem o suprimento de nutrientes em quantidades e formas adequadas às plantas. Neste contexto, a obtenção de mudas de elevada qualidade representa um passo importante para propiciar o bom crescimento inicial das plantas.

Em geral, os solos das regiões tropicais apresentam fatores que condicionam a baixa produtividade das culturas, como a baixa disponibilidade de fósforo às plantas, ocasionada pelo elevado poder de adsorção/precipitação do nutriente (NOVAIS; SMYTH, 1999), além da elevada acidez do solo, expressa pelos baixos valores de pH, alta concentração de Al, e baixos teores de cálcio e magnésio (QUAGGIO, 2000). Esses aspectos são desfavoráveis ao crescimento radicular da maioria das culturas, limitando o pleno aproveitamento de água e de nutrientes, inibindo o crescimento normal das plantas (SOUSA et al., 1985; WRIGTH, 1989).

O fósforo tem grande importância no crescimento inicial das plantas por atuar no processo de armazenamento e transferência de energia, estando diretamente envolvido na absorção ativa de nutrientes. Estudos envolvendo as exigências nutricionais do maracujazeiro indicam que, nos primeiros meses de desenvolvimento do maracujazeiro, as quantidades de fósforo exigidas são relativamente pequenas, em relação aos principais macronutrientes, N e K (HAAG et al., 1973). No entanto, a resposta do maracujazeiro à aplicação do nutriente, durante a fase de mudas, tem sido observada em alguns trabalhos (MACHADO, 1998; PEIXOTO et al., 1999; PRADO et al., 2005), o que demonstra sua importância no crescimento inicial da planta.

Apesar da reconhecida influência que a acidez do solo exerce sobre o crescimento das culturas, a resposta do maracujazeiro à aplicação de calcário tem-se manifestado de maneira diferenciada, observando-se, ainda, resultados pouco conclusivos, especialmente em relação ao estágio de crescimento

da planta e ao tipo de solo, entre outros fatores (FONSECA et al., 2003; PRADO et al., 2004). Além desse aspecto, estudos envolvendo a interação da aplicação de calcário com a adubação fosfatada na cultura do maracujazeiro praticamente inexistem, embora essa prática de manejo da fertilidade do solo se mostre relevante para a elevação do rendimento de outras culturas, como: trigo (FREITAS et al., 1999), goiabeira (NATALE et al., 2000) e soja (PIAIA et al., 2004).

A ação integrada de fatores envolvidos na relação solo-planta sobre a eficiência de uso de nutrientes tem sido relacionada à diferenciação genotípica entre e dentre espécies (EL BASSAM et al., 1990; FURLANI et al., 1998). Embora a variabilidade genética do maracujazeiro, em termos de produtividade, tenha sido evidenciada por alguns autores (VERAS, 1997; MELO, 1999), são escassos os trabalhos envolvendo o comportamento de genótipos de maracujazeiro, em resposta à aplicação de nutrientes (FORTALEZA et al., 2005), indicando a necessidade de estudos mais consistentes.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de calcário e de fósforo sobre o desenvolvimento e a massa seca de duas variedades de maracujazeiro, em amostras de um Latossolo Amarelo distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará. Utilizou-se como substrato amostra da camada superficial (0-20 cm) de um solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 4x4x2, com 32 tratamentos e 4 repetições. Os fatores estudados corresponderam a quatro doses de fósforo (0; 100; 200 e 300 mg dm⁻³), na forma de superfosfato triplo (SFT); quatro níveis de saturação por bases (inicial = 15%, 40%, 65% e 90%) e duas variedades de maracujazeiro-amarelo (Golden Star e CPATU-Casca Fina). Os valores de saturação por bases foram definidos a partir de informações obtidas na literatura, estabelecendo-se o nível máximo, de modo a contemplar os valores para o maracujazeiro, indicados por alguns autores (PIZA JUNIOR et al., 1997; LIMA, 1999; PRADO et al., 2004).

Como corretivos de acidez do solo, foram utilizados carbonato de cálcio (CaCO₃) e de magnésio (MgCO₃) com PRNT de 100%, todos puros para

análise (PA), na relação estequiométrica de 3:1. As quantidades dos corretivos, foram calculadas pelo critério de saturação por bases, a partir dos dados da análise química inicial do solo.

Foram utilizados vasos de plástico com capacidade de 3 dm³, que receberam 2,8 dm³ de terra. Após a aplicação dos corretivos, o solo ficou em incubação por um período de 30 dias, com a umidade mantida próximo à capacidade máxima de retenção de água. Após a incubação, as amostras receberam aplicação dos tratamentos com fósforo, juntamente com uma adubação básica de 150 mg dm⁻³ de N, na forma de nitrato de amônio; 100 mg dm⁻³ de K, na forma de cloreto de potássio; 5 mg dm⁻³ de Zn, na forma de sulfato de zinco; 0,5 mg dm⁻³ de B, na forma de ácido bórico; 1,0 mg dm⁻³ de Cu, na forma de sulfato de cobre penta-hidratado. A aplicação do nitrogênio e do potássio foi dividida em três parcelas, sendo a primeira na ocasião da semeadura, e o restante a cada 20 dias. Os demais nutrientes foram aplicados na ocasião da semeadura, na forma de solução, colocando-se 20 ml por vaso. Realizaram-se análises químicas do substrato (EMBRAPA, 1997), antes da aplicação dos tratamentos e após o período de incubação, por ocasião da semeadura (Tabela 1).

Utilizaram-se sementes de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*) de uma variedade comercial (Golden Star) e de outra oriunda do programa de melhoramento genético do maracujazeiro da Embrapa Amazônia Oriental (CPATU-Casca Fina). As sementes foram germinadas em bandejas de isopor, utilizando-se de areia lavada como substrato. Após 10 dias da germinação, efetuou-se o transplantio, colocando-se três plântulas por vasos, deixando-se posteriormente apenas uma planta. A umidade do solo foi mantida em aproximadamente 70% da capacidade máxima de retenção de água, pelo método de pesagem, por meio de regas diárias, durante o período de execução do experimento.

Aos 50 dias após o transplantio, efetuou-se a colheita do experimento, realizando-se avaliações das variáveis biológicas, indicativas do desenvolvimento da planta, tais como: altura, diâmetro do caule e a massa seca da parte aérea. Determinaram-se os teores de fósforo e cálcio na parte aérea das plantas, conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974).

Os resultados obtidos das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância, (teste F), ao nível de 5% de probabilidade. De acordo com a significância dos resultados, as médias das variedades foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, enquanto, para as doses de fósforo e

níveis de saturação por bases, procedeu-se à análise de regressão, ajustando-se os dados a funções de resposta do tipo $Y = \gamma_0 + \gamma_1V + \gamma_2P + \gamma_3V^2 + \gamma_4P^2 + \gamma_5VP$, em que Y corresponde às variáveis dependentes, γ aos coeficientes da regressão, V aos níveis de saturação por bases e P às doses de fósforo. As doses de fósforo e de calcário associadas à máxima produção de massa seca da parte aérea foram estimadas pela derivação da equação de regressão ($dx/dy=0$). Considerou-se como estimativa de produção adequada, aquela equivalente a 90% da máxima produção de massa seca da parte aérea. Foram realizadas correlações lineares, considerando todos os níveis de saturação por bases e doses de fósforo, entre massa seca e os teores de fósforo e cálcio no solo e no tecido vegetal do maracujazeiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de calcário promoveu melhorias significativas em alguns atributos do solo, observando-se aumento quadrático do pH do solo, que, em média, passou de 4,3 para valores próximos a 6,0, quando se elevou a saturação por bases de 15% para 90% [$y_{(pH\ solo)} = 3,509 + 0,0598x_{(V\% \text{esperado})} - 0,0004^{**}x_{(V\% \text{esperado})}^2$, $R^2 = 0,99$], indicando que houve redução significativa da acidez do solo, com a aplicação de calcário.

Independentemente das doses de fósforo, houve diminuição da concentração de alumínio no solo, com o aumento da saturação por bases (Figura 1). Além disso, observaram-se aumentos lineares nas concentrações de cálcio [$y_{(Ca\text{-solo})} = 0,458 + 0,0539^{**}x_{(V\% \text{esperado})}$, $R^2 = 0,97$] e de magnésio do solo [$y_{(Mg\text{-solo})} = 0,209 + 0,012^{**}x_{(V\% \text{esperado})}$, $R^2 = 0,98$] no solo, com a aplicação de doses crescentes de calcário, o que se deve ao fato de os corretivos conterem esses nutrientes em sua constituição. Oliveira e Pavan (1996) relataram também a redução da acidez, influenciada pela elevação do pH, redução do alumínio trocável e aumento de Ca e Mg, com a aplicação de calcário ao solo.

Em termos médios, o aumento dos teores de cálcio no solo, associado à aplicação de calcário, promoveu aumento significativo na concentração do nutriente [$y_{(Ca\text{-MSPA})} = 1,627 + 3,067^{**}x_{(Ca\text{-solo})}$, $R^2 = 0,99$] no tecido vegetal da parte aérea do maracujazeiro.

A aplicação de doses crescentes de fósforo no solo promoveu aumento de forma linear na concentração do nutriente no solo [$y_{(P\text{-solo})} = 7,725 + 0,843^{**}x_{(P\text{-aplicado})}$, $R^2 = 0,99$], observando-se elevada taxa de recuperação de fósforo aplicado, como pode ser verificado pelo coeficiente angular da equação de regressão. Comportamento semelhante foi obtido

por outros autores (ROSOLEM et al., 1994; BÜLL et al., 1998; ROSOLEM; MARCELLO, 1998), porém com menor taxa de recuperação do nutriente, provavelmente devido aos teores de argila e seus componentes mineralógicos na fração, encontrados nos solos dos estudos citados. De acordo com Bahia Filho et al. (1983), esses fatores possuem estreita relação com a capacidade de adsorção de fósforo e poder tampão do solo.

Aumentos nas concentrações de fósforo na parte aérea do maracujazeiro também foram observados, à medida que houve aumento das quantidades disponíveis do nutriente no solo [$y_{(P-MSPA)} = 0,339 + 0,0157 \cdot x_{(P-solo)}$, $R^2 = 0,99$], associadas à aplicação do fertilizante fosfatado.

Com relação à altura de planta, observou-se que houve aumento significativo de forma quadrática da aplicação isolada de doses de fósforo e de calcário, porém não se verificou diferença entre as variedades estudadas para essa variável (Tabela 2). Dentre os fatores que apresentaram efeito significativo, o fósforo foi o que promoveu o maior crescimento em altura do maracujazeiro (Figura 2a), verificando-se que o máximo crescimento do maracujazeiro foi obtido com a dose de $182,5 \text{ mg dm}^{-3}$. Esse resultado foi inferior ao obtido por Prado et al. (2005), que, estudando a aplicação de fósforo em mudas de maracujazeiro, verificaram que as plantas atingiram o máximo desenvolvimento com a dose de 450 mg dm^{-3} .

Embora em menor proporção, observou-se aumento da altura de planta, à medida que houve aumento de nível de saturação por bases no solo, em que o máximo crescimento foi obtido com 65% da saturação esperada (Figura 2b). Esse resultado foi divergente daquele obtido por Fonseca et al. (2003), em que o aumento de níveis de saturação por bases em solos representativos de regiões produtoras do Estado de Minas Gerais não promoveu aumento no comprimento de haste do maracujazeiro-doce. Isso pode ser devido às características específicas da espécie utilizada, que pode possuir baixo requerimento de Ca e Mg em sua fase inicial de crescimento, conforme mencionam os autores.

Em termos de diâmetro do caule, verificou-se que as variedades testadas e a interação entre níveis de saturação por bases e doses de fósforo afetaram significativamente a resposta do maracujazeiro. Comparando-se as variedades, observou-se comportamento diferenciado dos genótipos de maracujazeiro-amarelo avaliados, em que a variedade CPATU-Casca Fina foi significativamente superior à variedade comercial (Golden Star), com diâmetros médios de caule da ordem de 3,1 e 2,9 cm,

respectivamente.

O efeito da interação entre níveis de saturação por bases e doses de fósforo sobre o diâmetro de caule foi ajustado pelo seguinte modelo de superfície de resposta:

$y = 0,08512^{**} + 0,00184^{**}V + 0,00218^{**}P - 0,000017^{**}V^2 - 0,000005^{**}P^2 + 0,000004^{**}VP$, em que: “y” corresponde ao diâmetro de caule; “V” representa os níveis de saturação por bases, e “P” as doses de fósforo. O máximo valor do diâmetro de caule do maracujazeiro (4,3 cm) foi obtido com a dose de fósforo equivalente a 249 mg dm^{-3} e 77% de saturação por bases.

Com relação à massa seca da parte aérea, observou-se que houve efeito significativo para as interações entre variedade x dose de fósforo e saturação por bases x dose de fósforo (Tabela 2). Avaliando-se a interação variedade x dose de fósforo, observa-se que somente houve diferença significativa na massa seca da parte aérea entre as variedades, a partir da dose de 200 mg dm^{-3} de P, em que a variedade CPATU Casca fina foi significativamente superior à variedade comercial (Figura 3), demonstrando que o genótipo melhorado passou a ser mais responsivo nas maiores quantidades aplicadas do nutriente. A variabilidade de genótipos de maracujazeiro, em resposta ao fornecimento de potássio, foi verificada por Fortaleza et al. (2005), em que as doses do nutriente influenciaram positivamente na produtividade dos genótipos testados. De acordo com Faleiro et al. (2005), é possível e recomendável utilizar a variabilidade genética natural da espécie comercial de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* em programas de melhoramento genético, com significativos ganhos. Ainda segundo os autores, trabalhos de melhoramento genético são cada vez mais necessários com a finalidade de equacionar problemas como baixa produtividade, falta de adaptação a certos ecossistemas e, principalmente, suscetibilidade a várias doenças, sendo que cada região produtora deve desenvolver suas variedades, para atender às exigências de toda a cadeia produtiva.

A massa seca da parte aérea (MSPA), em resposta à aplicação combinada de doses de P em diferentes níveis de saturação por bases, foi ajustada pela função de resposta $y = -1,3183^{**} + 0,129^{**}V + 0,106^{**}P - 0,0012^{**}V^2 - 0,000252^{**}P^2 + 0,000142^{**}VP$, em que: “y” corresponde à MSPA; “V” aos níveis de saturação por bases, e “P” às doses de fósforo (Figura 4). O rendimento da massa seca da parte aérea, correspondente a 90% da produção máxima estimada ($13,7 \text{ g planta}^{-1}$), esteve

associado a 47% de saturação por bases esperada e aplicação de 160 mg dm^{-3} de P, o que demonstra que a utilização de calcário potencializou a resposta do maracujazeiro à aplicação de fertilizante fosfatado. Esses resultados indicam a necessidade de efetuar a correção inicial da acidez do solo, para se obter maior eficiência da adubação fosfatada. Comportamento semelhante foi verificado por Sfredo et al. (1996) e Munoz Hernandez e Silveira (1998), em que a combinação entre o calcário e o fósforo promoveu aumentos significativos na produtividade das culturas da soja e do milho, respectivamente. Prado et al. (2005), estudando a influência do fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro, também verificaram resposta positiva da aplicação de fósforo sobre a massa seca da parte aérea. Segundo os autores, a máxima massa seca da parte aérea esteve associada à dose de aproximadamente 450 mg dm^{-3} de P, muito superior à dose obtida no presente trabalho, o que pode ser devido, dentre outros fatores, ao teor de argila (210 g kg^{-1}) e tipo de solo (Latossolo Vermelho distrófico) utilizado pelos autores citados.

O nível de saturação por bases obtido no presente estudo encontrou-se muito abaixo daqueles recomendados por Piza Junior et al. (1996) e Lima (1999), que indicaram valores equivalentes a 80% e 70%, respectivamente, para os Estados de São Paulo e da Bahia, o que pode ser devido às condições de cultivo. Em condições semelhantes ao presente trabalho (cultivo em vasos), Prado et al. (2004), avaliando o efeito da aplicação de calcário sobre a produção de mudas de maracujazeiro, observaram que o valor de 56% de saturação por bases do solo esteve associado à máxima massa seca total do maracujazeiro, valor este próximo ao obtido neste estudo.

Considerando-se a relação solo-planta, o rendimento de massa seca da parte aérea correspondente a 90% da produção máxima, que foram obtidos quando as concentrações de P e Ca no solo atingiram valores da ordem de 143 mg dm^{-3} e $2,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, o que indica os limites críticos dos nutrientes no solo que devem ser observados para o cultivo do maracujazeiro. Esses valores foram próximos às concentrações dos nutrientes no solo, observadas por Prado et al. (2004) e Prado et al. (2005), que obtiveram 180 mg dm^{-3} de P e $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca, respectivamente.

Os teores de fósforo e de cálcio na parte aérea do maracujazeiro, associados a 90% da produção máxima da parte aérea, corresponderam a valores de $2,6$ e $10,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, dos nutrientes. No caso do fósforo, o valor obtido está em conformidade com os teores indicados como adequados para o maracujazeiro, citados em vários

trabalhos da literatura, como: $2,1 - 3,0 \text{ g kg}^{-1}$ (HAAG et al., 1973); $1,5 - 2,5 \text{ g kg}^{-1}$ (MENZEL et al., 1993); $1,3 - 2,1 \text{ g kg}^{-1}$ (QUAGGIO et al., 1997) e $2 - 3 \text{ g kg}^{-1}$ (MARTINEZ et al., 1999). No entanto, o teor obtido no presente trabalho foi inferior aos citados por Malavolta et al. (1997), com valores entre $4 - 5 \text{ g kg}^{-1}$ e Prado et al. (2005), que obtiveram $4,5 \text{ g kg}^{-1}$. Para o cálcio, o teor na parte aérea foi ligeiramente inferior aos citados na literatura: $1,7 - 2,7 \text{ g kg}^{-1}$ (HAAG et al., 1973); $15 - 20 \text{ g kg}^{-1}$ (MALAVOLTA et al., 1997); $12 - 16 \text{ g kg}^{-1}$ (QUAGGIO et al., 1997); $17 - 28 \text{ g kg}^{-1}$ (MARTINEZ et al., 1999) e $12,8 \text{ g kg}^{-1}$ (PRADO et al., 2004). As variações encontradas para ambos os nutrientes podem ser decorrentes de diversos fatores, como: condições de cultivo (campo ou casa de vegetação), variedade, parte da planta amostrada, época de amostragem, além de características do solo utilizado, dentre outros. No entanto, deve ser considerado, também, que os teores de fósforo e cálcio foram obtidos a partir da adequada combinação de calcário e de fosfato ao solo, o que pode ter propiciado maior eficiência de utilização dos nutrientes, para a obtenção de produção satisfatória da cultura.

Apesar do aumento das concentrações de cálcio e de fósforo na massa seca da parte aérea do maracujazeiro, em decorrência das respectivas aplicações de calcário e de fosfato ao solo, o aumento da produção de massa seca pode ser explicado pelo aumento dos teores de fósforo no solo e na planta, conforme pode ser observado pelos coeficientes de correlação, constantes na Tabela 3.

TABELA 1 – Atributos químicos do substrato de um Latossolo Amarelo distrófico, antes da aplicação dos tratamentos e após o período de incubação, por ocasião do transplântio de mudas de maracujazeiro-amarelo.

Tratamentos		pH água	P	Ca	Mg	Al	V	Areia	Silte	Argila
V	Dose P									
%	mg dm ⁻³		mg dm ⁻³cmol/dm ³			%g kg ⁻¹		
Antes da aplicação dos tratamentos										
--	--	4,3	4	0,6	0,4	1,3	15	810	100	90
Após a aplicação dos tratamentos										
15	0	4,4	8	0,6	0,4	1,3	14	--	--	--
15	100	4,4	88	0,8	0,4	1,1	17	--	--	--
15	200	4,3	181	1,3	0,4	0,9	21	--	--	--
15	300	4,3	239	1,7	0,6	0,9	26	--	--	--
40	0	5,5	9	2,1	0,6	0,2	37	--	--	--
40	100	5,5	82	2,9	0,7	0,2	47	--	--	--
40	200	5,4	179	3,1	0,7	0,2	46	--	--	--
40	300	5,4	224	3,6	0,6	0,3	50	--	--	--
65	0	5,7	10	3,3	1,1	0,1	52	--	--	--
65	100	5,9	98	3,8	1,2	0,1	63	--	--	--
65	200	5,7	172	4,5	1,0	0,2	67	--	--	--
65	300	5,9	281	4,7	0,9	0,2	71	--	--	--
90	0	5,9	9	4,7	1,4	0,1	70	--	--	--
90	100	6,1	90	4,9	1,3	0,1	73	--	--	--
90	200	6,0	184	5,3	1,3	0,2	74	--	--	--
90	300	6,0	290	5,6	1,3	0,2	78	--	--	--
Quadrado médio (Teste F)										
V%		8,36*	860	49,29 *	2,44 *	2,96 *	8316 *	--	--	--
Dose P		0,03	228496 *	4,83 *	0,007	0,01 *	363	--	--	--
V% x Dose P		0,01	451	0,08	0,04	0,05 *	23,2	--	--	--
CV%		2,3	9,01	7,03	15,68	12,98	17,41			

*: Efeito significativo (p<0,05) pelo teste F; CV (%): coeficiente de variação

TABELA 2 – Resumo da análise de variância para os dados de altura de planta, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea (MSPA) e teores P e Ca na massa seca da parte aérea de variedades de maracujazeiro-amarelo (P-MSPA e Ca-MSPA).

FV	GL	Quadrado Médio				
		Altura	Diâmetro	MSPA	P-MSPA	Ca-MSPA
Bloco	3	0,030	0,001	0,181	0,04	7,53
Variedade (V)	1	0,039	0,010**	10,493**	28,03**	16,10
Saturação por bases (Sat)	3	0,223**	0,015**	44,223**	14,99**	950,0**
Dose fósforo (P)	3	14,876**	0,539**	1056,351**	90,47**	2,22
V x Sat	3	0,005	0,002	0,883	0,24	12,30
V x P	3	0,021	0,005	6,935**	5,42**	3,63
Sat x P	9	0,046	0,006**	6,573**	91,54**	10,04**
V x Sat x P	9	0,047	0,001	2,553	0,36**	5,66
Erro	93	7,556	0,002	2,072	-	-
CV (%)		24,87	15,45	15,29	16,36	19,4

*: Efeito significativo (p<0,05) pelo teste F; CV (%): coeficiente de variação.

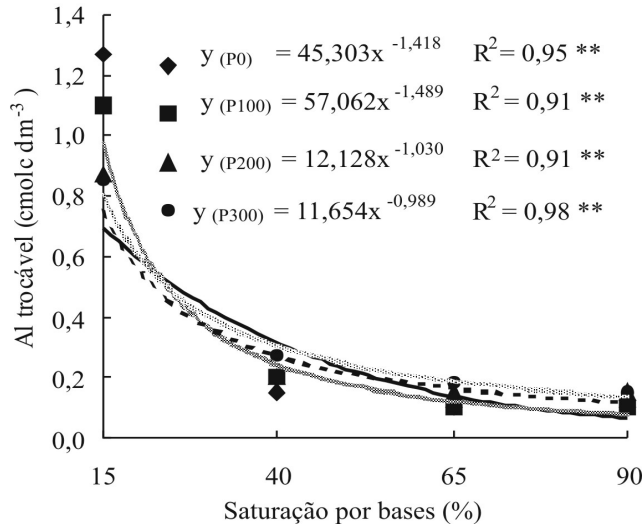


FIGURA 1 – Níveis de saturação por bases sobre os teores de alumínio em um Latossolo Amarelo distrófico, textura média. ** Significativo a 5% de probabilidade.

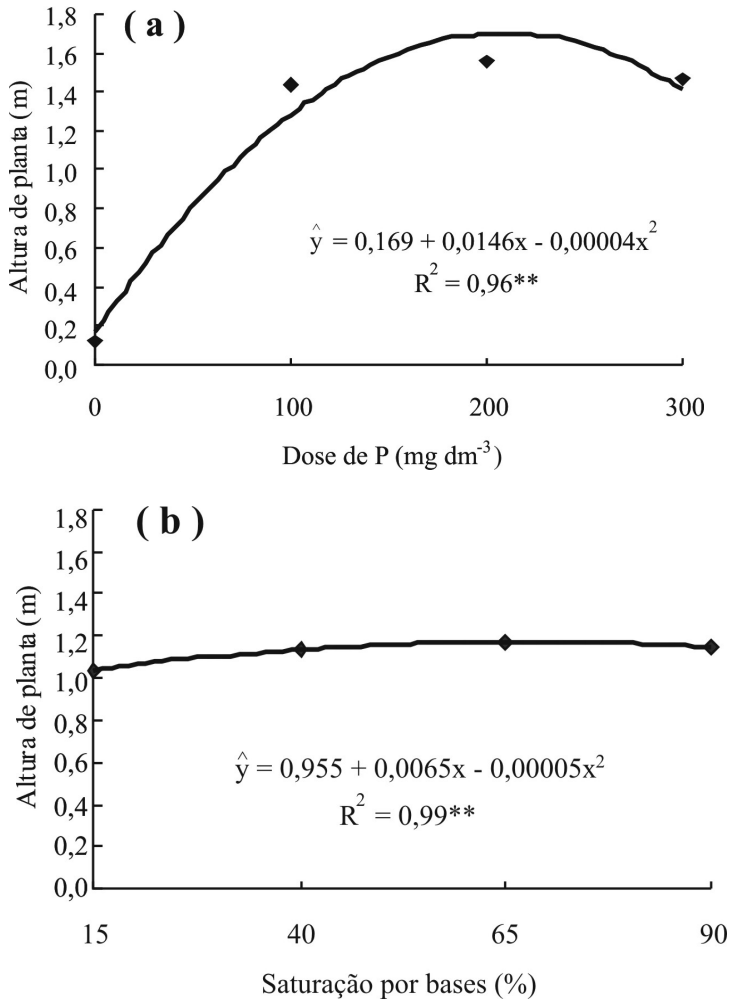


FIGURA 2 – Altura de planta de maracujazeiro-amarelo em função da aplicação de doses de P (a) e de níveis de saturação por bases (b) em Latossolo Amarelo distrófico.

** Significativo a 5% de probabilidade.

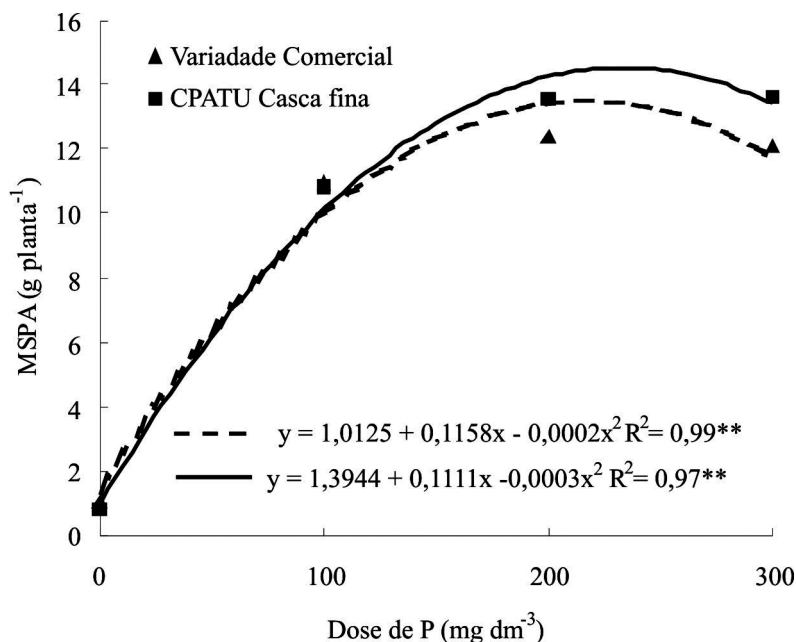


FIGURA 3 – Produção média de massa seca da parte aérea (MSPA) de variedades de maracujazeiro-amarelo em função da aplicação de doses de fósforo em Latossolo Amarelo distrófico.

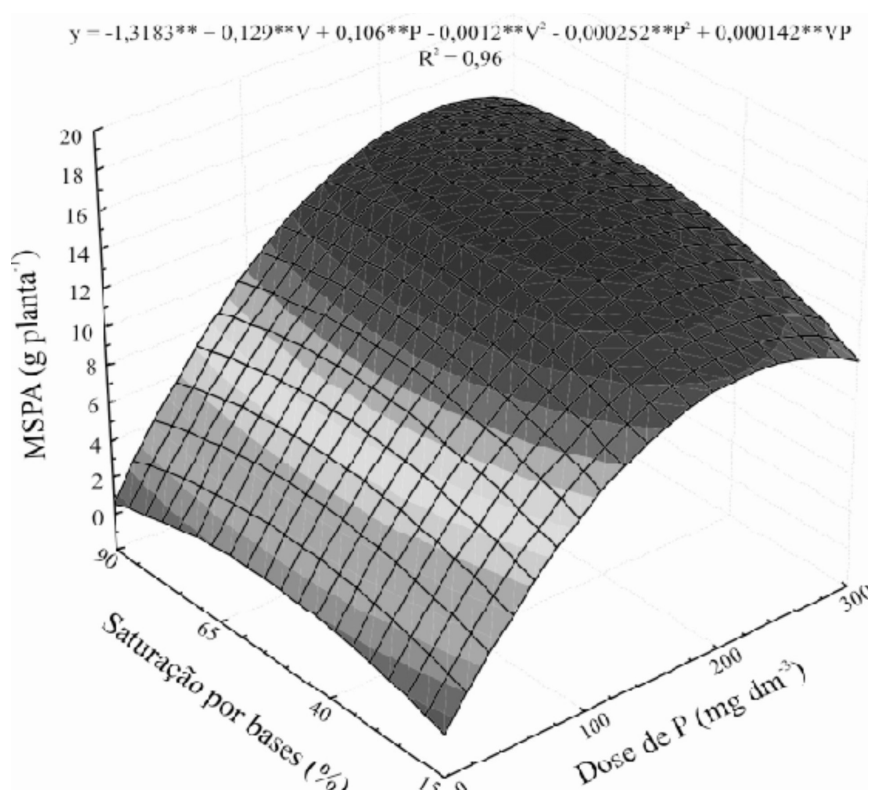


FIGURA 4 – Massa seca da parte aérea de variedades de maracujazeiro-amarelo (MSPA) em função da aplicação de doses de fósforo em diferentes níveis de saturação por bases, em um maracujazeiro-amarelo, em Latossolo Amarelo distrófico.

TABELA 3 – Coeficientes de correlação linear entre a massa seca da parte aérea (MSPA) e os teores de fósforo e cálcio no solo e na planta, em função da aplicação de doses de fósforo e níveis de saturação por bases.

Variáveis de resposta	Coeficiente de correlação linear (r)			
	P na MSPA (g kg ⁻¹)	Ca na MSPA (g kg ⁻¹)	P disponível (mg dm ⁻³)	Ca trocável (cmol _c dm ⁻³)
P na MSPA (g kg ⁻¹)	1,000	--	--	--
Ca na MSPA (g kg ⁻¹)	-0,347	1,000	--	--
P disponível	0,801	0,105	1,000	--
Ca trocável (cmol _c dm ⁻³)	-0,131	0,937	0,368	1,000
MSPA	0,655	0,138	0,860	0,385

CONCLUSÕES

1-Dentre os fatores estudados, a aplicação de fósforo promove os maiores incrementos, em termos de altura de planta e de massa seca da parte aérea de plantas de maracujazeiro-amarelo.

2-A aplicação combinada de 160 mg dm⁻³ de P, em solo com saturação por bases estimada de 47%, corresponde ao rendimento da massa seca da parte aérea do maracujazeiro-amarelo equivalente a 90% da máxima produção.

3-A adequada produção de massa seca das plantas está associada às concentrações de P e de Ca no solo, da ordem de 143 mg dm⁻³, e 2,9 cmol_cdm⁻³ e a teores desses nutrientes na parte aérea, equivalentes a 2,6 e 10,8 g kg⁻¹, respectivamente.

4-A variedade CPATU Casca fina é superior à variedade comercial, em termos de diâmetros médios de caule, porém a massa seca da parte aérea somente é superior nas doses mais elevadas de fósforo.

REFERÊNCIAS

BAHIA FILHO, A.F.C.; BRAGA, J.M.; RESENDE, M.; RIBEIRO, A.C. Relação entre a adsorção de fósforo e componentes mineralógicos da fração argila de Latossolos do Planalto Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.7, p.221-226, 1983.

BÜLL, L.T.; FORLI, F.; TECCHIO, M.A.; CORRÊA, J.C. Relação entre fósforo extraído por resina e resposta da cultura do alho vernalizado à adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, n.3, p.459-470, 1998.

EL BASSAM, N.; DAMBROTH, M.; LOUGHMAN, B.C. (Ed.). Genetic aspects of plant nutrition. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GENETIC ASPECTS ON PLANT MINERAL NUTRITION, 4., 1990. Dordrecht. **Proceedings...** Dordrecht: Klumer Academic Publishers, 1990. 590 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 1997. 212p. (Documentos, 1).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1999. 412p.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro - desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Org.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p.187-210.

- FONSECA, E. B. A. Crescimento do maracujazeiro-doce propagado por sementes em função da calagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.758-764, 2003.
- FORTALEZA, J. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, A. T. de; RANGEL, L. E. P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 124-127, 2005.
- FREITAS, J. G. de; CANTARELLA, H.; CAMARGO, C. E. de O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; FELICIO, J. C.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; RAMOS, V. J. Efeito do calcário e do fósforo na produtividade de grãos e seus componentes nos cultivares de trigo. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.375-386, 1999.
- FURLANI, A.M.C.; LIMA, M.; NASS, L.L. Combining ability effects for P-efficiency characters in mayze grown in low P nutrient solution. **Maydica**, Bergamo, v.43, p.169-174, 1998.
- HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BORDUCCHI, A.S.; SARRUGE, J.R. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.30, p.267-279, 1973.
- IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. **Sistema IBGE de recuperação automática**. Rio de Janeiro: IBGE/SIDRA. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 jan. 2010. **(Mudar na Introdução de:**
- LIMA, A.A. **A cultura do maracujá**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 107p. (Coleção Plantar, 41).
- MACHADO, R.A.F. **Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.)**. 1998. 93f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação de estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G.; SOUZA, R.B. Diagnose foliar. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.
- MELO, K.T. **Comportamento de seis cultivares de maracujazeiro-amarelo (Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.) em Vargem Bonita, no Distrito Federal**. 1999. 75f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- MENZEL, C.M. et al. New standard leaf nutrient concentrations for passion fruit based on seasonal phenology and leaf composition. **The Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 68, p. 215-229, 1993.
- MUNOZ HERNANDEZ, R.J.; SILVEIRA, R.I. Efeitos da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays L.*). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p. 79-85, 1998.
- NATALE, W.; CENTURION, J.F.; KANEGAE, F.P.; CONSOLINI, F.; ANDRIOLI, I. Efeitos da calagem e da adubação fosfatada na produção de mudas de goiabeira. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.75, n.2. p.247-261, 2000.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.
- OLIVEIRA, E.L.; PAVAN, M.A. Control of soil acidity in no tillage system for soybean production. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam v.38, p.47-57, 1996.
- PEIXOTO, J.R. et al. Adubação orgânica e fosfatada no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deneger*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, p. 49-51, 1999.
- PIAIA, F.L.; REZENDE, P.M. de; FURTINI NETO, A.E.; FERNANDES, L.A.; CORRÊA, J.B. Eficiência da adubação fosfatada com diferentes fontes e saturações por bases na cultura da soja [*Glycine max (L.) merrill*]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.145-149, 2004.

- PIZA JÚNIOR, C.T.; GUAGGIO, J.A.; SILVA, J.R.; KAVATI, R.; MELETTI, L.M.M.; SÃO JOSÉ, A.R. Adubação do maracujá. In: RAIJ, B. Van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997. p.148-149.
- PRADO, R. M. de; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. M. de; BRAGHIROLI, L. F. Efeito da aplicação de calcário no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n.1, 2004.
- PRADO, R. M. de; VALE, D. W. do; ROMUALDO, L. M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.493-498, 2005.
- QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 111p.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. Van.; PIZA JÚNIOR, C.T. Frutíferas. In: RAIJ, B. Van.; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p.121-127.
- ROSOLEM, C.A.; ASSIS, J.S.; SANTIAGO, A.D. Root growth and mineral nutrition of corn hybrids as affected by phosphorus and lime. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.25, p.2491-2499, 1994.
- ROSOLEM, C.A.; MARCELLO, C.S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.55, p.448-455, 1998.
- RUGGIERO, C. Situação da Cultura do Maracujazeiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.206, p.5-9, 2000.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 57 p.
- SFREDO, GJ.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; GOMES, E.R.; OLIVEIRA, M.C.N. Resposta da soja a fósforo e a calcário em podzólico vermelho-amarelo de Balsas, MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.20, n.3, p.429-432, 1996.
- SOUSA, D. M. G.; CARVALHO, L. J. C. B.; MIRANDA, L. N. de. Correção da acidez do solo. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p.90-127.
- WRIGTH, R. J. Soil aluminum toxicity and plant growth. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.20, p. 1479-1497, 1989.
- VERAS, M.C.M. **Fenologia, produção e caracterização físico-química dos maracujazeiros ácido (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) e doce (*Passiflora alata* Dryland) nas condições de cerrado de Brasília-DF**. 1997. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.