

**CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO-
DOCE (*Passiflora alata* Dryand.) EM FUNÇÃO
DA CALAGEM, CLASSES DE SOLO
E TIPOS DE MUDA**

ELDA BONILHA ASSIS FONSECA

34.425891
N
3448

2002

53448
37868 MFN

ELDA BONILHA ASSIS FONSECA

CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO-DOCE
(Passiflora alata Dryand.) EM FUNÇÃO DA CALAGEM, CLASSES DE SOLO E TIPOS DE MUDA

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".

BIBLIOTECA CENTRAL - UFLA



53448

Orientador

Prof. Dr. Moacir Pasqual

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

BIBLIOTECA CENTRAL

N.º CLAS UFLA 634.425891

FON

ere

N.º REGISTRO f. 53448

DATA 24/06/2002

2002

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

Fonseca, Elda Bonilha Assis

Crescimento do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand.) em função da calagem, classes de solo e tipos de muda / Elda Bonilha Assis Fonseca. -- Lavras : UFLA, 2002.

99 p. : il.

Orientador: Moacir Pasqual.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia

1. Corretivo. 2. Latossolo. 3. Propagação. I. Universidade Federal de Lavras. II.

Título.

CDD-634.425891

ELDA BONILHA ASSIS FONSECA

**CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO-DOCE
(*Passiflora alata* Dryand.) EM FUNÇÃO DA CALAGEM, CLASSES DE
SOLO E TIPOS DE MUDA**

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 12 de abril de 2002

Profa. Janice Guedes de Carvalho

UFLA

Prof. João Batista Donizeti Corrêa

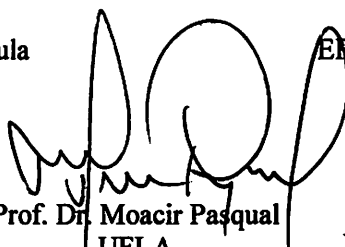
UFLA

Pesq. Luis Eduardo Corrêa Antunes

EPAMIG

Pesq. Miralda Bueno de Paula

EPAMIG



Prof. Dr. Moacir Pasqual
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a três homens incomuns:

A Ivo Pereira Camargo (*in memoriam*),

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, que ofereceu seu conhecimento científico e seu suor à preservação da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK).

A Henry David Thoreau, que escreveu:

“ Se você construiu castelos no ar, seu trabalho não está perdido.

É aí que eles devem estar.

Agora, ponha alicerces embaixo deles”.

A Reinhold Niebuhr, que escreveu:

Oração da Serenidade

“Deus, concedei-me a Serenidade necessária para aceitar as coisas que não posso modificar.

Coragem para modificar aquelas que posso.

E Sabedoria para perceber a diferença”.

AGRADECIMENTOS

À Lavras, a cidade dos Ipês e das Escolas, que me acolheu carinhosamente durante os cursos de graduação, mestrado e doutorado, e onde se deu grande parte de minha estória de vida.

Ao Dr. Samuel Rhea Gammon (*in memoriam*), por seu ideal de fundar um Instituto sob o lema: “Dedicado à Glória de Deus e ao Progresso Humano”.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), que preservou os ideais de seu fundador, transformando-se num reconhecido Centro de Excelência.

Aos Departamentos de Agricultura e Ciência do Solo da UFLA, pelo uso de sua ampla infra-estrutura e pelo profissionalismo e ética do corpo docente e funcionários.

À Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural do Estado de Mato Grosso (EMPAER-MT), pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

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

Ao Professor Moacir Pasqual, pela confiança e atenção.

Aos Professores Janice Guedes de Carvalho e João Batista Donizeti Corrêa, pela co-orientação e aos Pesquisadores Miralda Bueno de Paula e Luis Eduardo Corrêa Antunes, pelas contribuições apresentadas para este trabalho.

Aos professores Antônio Eduardo Furtini Neto, Carlos Ramírez de Rezende e Silva, José Darlan Ramos, Luiz Carlos de Oliveira Lima, Manoel Losada Gavilanes, Maria Laene Moreira Carvalho, Renato Mendes Guimarães, Renato Paiva e Samuel Pereira de Carvalho, pelos conhecimentos transmitidos durante o curso.

Aos amigos Adriano Bortolotti da Silva, Antonio Claret de Oliveira, Chrystiane Borges Fraguas, Edvan Alves Chagas, Maria Regina Cintra Ramos,

Renato Luiz Grisi Macedo, Vanda Maria Cornélio de Oliveira, Vantuil Antônio Rodrigues, pela agradável convivência.

Às amigas Adriana Madeira e Vera Lúcia Alcântara da Silva, pela amizade incondicional e companhia.

À amiga Maria Aparecida Moreira, companheira de estudo e caminhadas, pelo compartilhar sincero de todas as horas.

Aos companheiros anônimos dos grupos de ajuda mútua, por me confortarem enquanto eu aprendia a viver só por hoje.

Agradecimento especial a meus filhos, Pedro e Gabriel, que sempre me lembram como é bom viver e deixar viver, um dia de cada vez.

Agradecimento amoroso e sereno a meu marido, Flávio Henrique Linhares Magalhães, por me aceitar e me amar exatamente como sou.

Sinto-me imensamente agradecida.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Aspectos gerais da cultura.....	3
2.2 Propagação.....	5
2.2.1 Propagação sexuada.....	5
2.2.2 Propagação assexuada.....	6
2.2.3 Raízes e absorção.....	8
2.3 Aspectos nutricionais.....	11
2.4 Calagem.....	16
2.4.1 Interações entre nutrientes.....	21
2.4.2 Textura do solo e disponibilidade de nutrientes.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Efeito da calagem no crescimento e nutrição do maracujazeiro doce propagado por sementes (experimento 1).....	34
4.1.1 Variáveis de crescimento.....	34
4.1.2 Teor de macronutrientes na matéria seca da parte aérea.....	40
4.1.3 Teor de micronutrientes na matéria seca da parte aérea.....	47
4.1.4 Teor de macronutrientes na matéria seca das raízes.....	56
4.2 Efeito da calagem no crescimento e nutrição do maracujazeiro doce propagado por estacas (experimento 2).....	60
4.2.1 Variáveis de crescimento.....	60
4.2.2 Teor de macronutrientes na matéria seca da parte aérea.....	63
4.2.3 Teor de micronutrientes na matéria seca da parte aérea.....	71

4.2.4 Teor de macronutrientes na matéria seca das raízes.....	80
5 CONCLUSÕES.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS.....	87

RESUMO

FONSECA, Elda Bonilha Assis. **Crescimento do maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand.) em função da calagem, classes de solo e tipos de muda.** Lavras: UFLA, 2002. 99p. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)*

Visando estudar o efeito da calagem no crescimento e nutrição de maracujazeiro-doce, foram desenvolvidos dois experimentos em casa-de-vegetação do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial (2 x 4) + 2. Os tratamentos envolveram duas classes de solo (LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico-LVAd e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico-LVd) e quatro níveis de saturação por bases (40%, 60%, 80% e 100%), mais dois tratamentos adicionais (LVAd sem calagem e LVd sem calagem). No primeiro experimento, utilizaram-se mudas provenientes de sementes e, no segundo, mudas provenientes de estacas. O tamanho da parcela experimental foi de quatro e dois vasos para o primeiro e segundo experimentos, respectivamente. Após 150 dias, avaliaram-se o comprimento de haste, número de folhas, produção de matéria seca da parte aérea e de raízes, relação raiz/parte aérea, teores de macro e micronutrientes na matéria seca da parte aérea, e de P, Ca e Mg na matéria seca das raízes. Para os dois experimentos concluiu-se que: o maior crescimento ocorre no LVd; o maracujazeiro-doce tolera solos com baixos níveis de saturação por bases. Para o experimento conduzido com mudas provenientes de sementes concluiu-se que: o aumento do nível de saturação por bases no LVd reduz o crescimento vegetativo do maracujazeiro-doce, enquanto no LVAd não influencia o crescimento; o aumento do nível de saturação por bases não influencia os teores de N, P e K, aumenta os teores de Ca, Mg e S, reduz os teores de Cu, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce, nas duas classes de solo; o teor de B na matéria seca do maracujazeiro-doce aumenta e não se altera quando cultivado no LVd e LVAd, respectivamente. Para o experimento conduzido com mudas propagadas por estacas concluiu-se que: o aumento do nível de saturação por bases não influencia o crescimento vegetativo e aumenta os teores de P, Mg e S na matéria seca do maracujazeiro-doce, independente da classe de solo; para o Ca e K, ocorrem aumento e redução, respectivamente, na matéria seca do maracujazeiro-doce cultivado no LVd, e ausência de resposta no LVAd; o aumento do nível de saturação por bases reduz os teores de B, Cu, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce, nas duas classes de solo.

* Comitê Orientador: Moacir Pasqual-UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho-UFLA, João Batista Donizeti Corrêa-UFLA.

ABSTRACT

FONSECA, Elda Bonilha Assis. Growth of sweet passion fruit (*Passiflora alata* Dryand.) as a function of liming, soil class and types of seedlings. Lavras: UFLA, 2002. 99p. (Thesis - Doctorate in Agronomy/Crop Science)*

Aiming to study the effect of the liming on the growth and nutrition of sweet passion fruit plants, two experiments were carried out in the greenhouse of the Agriculture Department of the Federal University of Lavras (UFLA). The statistical design used was randomized blocks in a factorial scheme $(2 \times 4) + 2$, with four replications. The treatments involved two soil classes (Dystrophic Red-Yellow Latosol - LVAd and Dystrophic Red Latosol - LVd), four base saturation levels (40%, 60%, 80% and 100%) and two more additional treatments, LVAd without liming and LVd without liming. The first experiment was carried out with seedlings (originated from seeds) and the second with cuttings. The experimental plot was constituted of four vases in the first experiment and two vases in the second. After 150 days, the stem length, number of leaves, dry matter of shoots and roots, the roots/shoots ratio, macro and micronutrients contents in the shoots dry matter and P, Ca and Mg in the roots dry matter were evaluated. It was concluded that in both experiments the largest growth happened in the LVd and the sweet passion fruit tolerates soils with low base saturation levels. In the first experiment, with seedlings, the increase of base saturation levels reduced vegetative growth of plants in the LVd but had no influence in the LVAd. For both soil classes, this increase did not influence the contents of N, P and K, increased the contents of Ca, Mg and S and reduced the contents of Cu, Mn and Zn in the shoots dry matter. As for the content of B the increase of base saturation levels caused an increase of B in shoots dry matter in the LVd and did not change these contents in the LVAd. For the second experiment, with cuttings, it was concluded that the increase of base saturation levels did not influence the vegetative growth and increased the contents of P, Mg and S in the shoots dry matter, independently of the soil class. For Ca it was observed an increase in shoots dry matter of plants cultivated in the LVd and no response in the LVAd. K contents in shoots dry matter decreased in the LVd and had no response in the LVAd. The increase in base saturation levels reduced the contents of B, Cu, Mn and Zn in the shoots dry matter of sweet passion fruit plants in both soil classes.

* Guidance Committee: Moacir Pasqual-UFLA (Advisor), Janice Guedes de Carvalho-UFLA, João Batista Donizeti Corrêa-UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand.) é originário do Brasil, mas sua produção e comercialização são limitadas pela falta de hábito de consumo, pois sua fruta é ainda pouco conhecida pela população. Seu cultivo se encontra em fase de expansão devido às ótimas perspectivas de comercialização, principalmente em função dos preços alcançados no mercado de fruta fresca. A boa adaptação às condições edafoclimáticas de algumas regiões brasileiras e a produção de frutos de qualidade indicam que esta cultura poderá ocupar posição de destaque na agricultura nacional.

A propagação do maracujazeiro em escala comercial é feita quase que exclusivamente por sementes, podendo ser realizada também por enxertia e estaquia. Os pomares de maracujazeiro-doce estabelecidos com mudas obtidas sexuadamente apresentam grande variabilidade e desuniformidade entre as plantas e frutos produzidos.

As informações existentes na literatura sobre a nutrição mineral do maracujazeiro-doce são escassas, sendo a necessidade de calagem calculada com base na recomendação para maracujazeiros amarelo ou roxo. A calagem altera diversas características dos solos, como a diminuição da acidez com insolubilização de elementos tóxicos (principalmente Al e Mn) e aumento dos teores de Ca e Mg (Raij, 1991). Entretanto, podem ser grandes as diferenças entre plantas, quanto à tolerância a solos ácidos (Jackson, 1967), bem como ocorrer diferenças na utilização de nutrientes minerais e requerimentos nutricionais (Marschner, 1990).

São poucas as informações sobre as exigências do maracujazeiro-doce quanto ao nível de saturação por bases mais adequado, sendo de suma importância os estudos básicos sobre este tema. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do aumento dos níveis de saturação por bases em

um solo de textura média e outro de textura muito argilosa, sobre o crescimento inicial e a nutrição do maracujazeiro-doce propagado por sementes e por estacas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura

O maracujazeiro pertence à família *Passifloraceae*, largamente distribuída nos trópicos. Há mais de 580 espécies, a maioria com origem na América tropical e nativa do Brasil. Dentre os 12 gêneros desta família, o *Passiflora* é o que apresenta maior número de espécies (cerca de 400), sendo 90% delas originárias das Américas. Mais de 152 espécies são procedentes da parte central e norte do Brasil. Das espécies conhecidas, cerca de 51 a 64 produzem frutos comestíveis (Oliveira, 1987; Sousa & Meletti, 1997; Manica, 1997).

Os maracujazeiros amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e roxo (*Passiflora edulis*) são os mais plantados, enquanto o maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand.) se apresenta como a segunda espécie em importância econômica (Oliveira et al., 1994).

O maracujazeiro-doce é uma espécie indígena de ocorrência bastante generalizada no Brasil e conhecida vulgarmente por maracujá-de-refresco, maracujá-grande, maracujá-alado, maracujá-guaçu e maracujá-de-comer (Veras, 1997). A palavra maracujá é de origem tupi, e significa “alimento em forma de cuia” (Sousa & Meletti, 1997). Suas flores bonitas e de odor agradável incentivam seu cultivo como planta ornamental ou para cobertura de cercas e formação de caramanchões (Leitão Filho & Aranha, 1971). As folhas são também utilizadas como matéria-prima para a extração de maracujina e passiflorina.

Os frutos apresentam polpa adocicada a doce acidulada, muito saborosa e aromática, sendo destinados preferencialmente para o mercado *in natura*, fabricação de doces e geléia. Possuem formato piriforme, 80 a 300 g de peso,

200 a 300 sementes por fruto, 62,10% de casca, 9,74% de suco, 8 a 12 mm de espessura de mesocarpo, 18° a 20° Brix e pH 3 (Oliveira et al., 1982). As características do maracujá-doce quanto ao tamanho, coloração externa, aroma e qualidades gustativas o tornam bastante aceitável no mercado interno, com perspectivas de aceitação no mercado externo (Veras, 1997).

A obtenção de dados referentes à área plantada, produção e comercialização do maracujazeiro-doce no Brasil é muito limitada. Isso se deve à sua recente e pequena participação no mercado de frutas frescas, além do fato de diversos produtores comercializarem diretamente suas produções com redes de hotéis, restaurantes ou supermercados (Vasconcellos & Cereda, 1994).

A produtividade média do maracujazeiro-doce é de 25 a 30 t/ha, mas constata-se plantios com produtividade pelo menos duas vezes superior a essa média (Kavati, 1998, citado por Vasconcellos, 2000). Em relação à porcentagem de participação dos estados no volume de maracujá-doce comercializado na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) no período entre 1987 a 1991, Vasconcellos & Cereda (1994) apresentam São Paulo como o maior produtor, seguido do Pará, Rio Grande do Norte e Bahia.

A comercialização é realizada em caixetas com cerca de 3,5 a 3,7 kg e a classificação é feita, de acordo com a quantidade de frutos em cada caixa, como tipo 9, 10, 12, 15, 18, 21, 24 e 28. Para o consumidor, o preço varia de R\$ 2,00 a R\$ 10,00 o quilo, com preço médio de R\$ 0,70 a R\$ 2,50 por fruto. O produtor recebe, em média, R\$ 0,80 a R\$ 1,00 por um quilo de fruto (Vasconcellos, 2000). Estes valores expressam o grande potencial econômico da espécie, que apresenta-se como mais uma alternativa viável para ocupar não somente o mercado interno como também o mercado externo de frutos *in natura*.

Considerando a quantidade de maracujá-doce comercializado anualmente na CEGESP, verificam-se duas fases significativas para estabelecimento do mercado desta frutífera. Na primeira, entre 1983 e 1988, a

comercialização anual passou de cerca de 40 mil para 170 mil caixetas de 5 kg, seguindo-se um período de três anos com ofertas médias de 120 mil caixetas por ano. A segunda fase registra a comercialização de cerca de 200 mil, em 1994, para quase 580 mil caixetas de 3,7 kg em 1997. Entre 1998 e outubro de 2001, houve oscilação neste volume, mantendo uma média anual de 426 mil caixetas. O preço médio pago ao produtor nos últimos oito anos foi de R\$ 4,46 por caixeta (CEAGESP, 2001).

2.2 Propagação

A propagação do maracujazeiro em escala comercial é feita quase que exclusivamente por sementes, podendo ser realizada também por enxertia e estaquia (Meletti & Maia, 1999). A propagação vegetativa é importante, pois permite a seleção de plantas resistentes a doenças, mais produtivas e uniformes.

Apesar da propagação do maracujazeiro via enxertia ser viável, o tempo de formação de mudas enxertadas desestimula a adoção desta prática. Mudas propagadas por sementes necessitam de apenas nove semanas para serem plantadas no lugar definitivo, enquanto as propagadas via enxertia, necessitam de 21 semanas (Maldonado, 1991).

A estaquia tem sido um método utilizado para a propagação de plantas matrizes de maracujá-amarelo (São José et al., 1994) e, em menor escala, para o cultivo racional do maracujá-doce (Meletti & Maia, 1999; Vasconcellos, 2000).

2.2.1 Propagação sexuada

A propagação sexuada implica a união de células sexuais masculinas e femininas, formação de sementes e criação de indivíduos com novos genótipos (Hartmann et al., 1990). Em muitas espécies, este tipo de propagação é o

processo natural de disseminação. Quanto menor a manipulação de uma espécie pelo homem, tanto maior a significância deste tipo de reprodução. Esse fato é especialmente observado no caso de frutíferas nativas, pouco submetidas ao melhoramento genético (Fachinello et al., 1995).

Plantas propagadas por sementes possuem maior longevidade, maior desenvolvimento vegetativo e sistema radicular mais vigoroso e profundo (Fachinello et al., 1995). A maioria dos componentes do sistema radicular pivotante apresenta crescimento secundário (Esau, 1974), podendo penetrar mais profundamente no solo do que o sistema fasciculado.

A variabilidade genética dos cultivos comerciais de maracujazeiro provenientes de mudas obtidas por via sexuada resulta em grandes variações quanto a produtividade, forma, tamanho e coloração do fruto.

A quase totalidade da literatura sobre maracujazeiro propagado por sementes refere-se ao maracujá-amarelo, abordando temas como recipientes, substratos e métodos de adubação (Bellé & Kampf, 1993; Oliveira et al., 1993; Lima et al., 1997; Verdial et al., 2000; Silva et al., 2001) e resposta à inoculação com fungos micorrízicos (Lima et al., 1997). Há poucos registros de estudos sobre calagem e seus efeitos.

2.2.2 Propagação assexuada

A propagação assexuada ou vegetativa origina indivíduos idênticos à planta-mãe, mas pode transmitir doenças e aumentar o risco de danos generalizados na área de produção devido à ausência de variabilidade (Fachinello et al., 1995).

A propagação por estacas baseia-se na propriedade de regeneração de tecidos e emissão de raízes adventícias, resultando em plantas sem raiz pivotante (Pádua, 1983), à semelhança das monocotiledôneas. As raízes adventícias

também se ramificam, porém, formam um sistema radicular relativamente homogêneo. Os componentes de um sistema radicular adventício podem ou não possuir crescimento secundário (Esau, 1974).

Pela propagação vegetativa do maracujazeiro é possível obter material propagativo uniforme quanto à qualidade do fruto e em larga escala. Esse fator permite a manutenção das características de interesse agrônômico, por meio da seleção de matrizes produtivas e resistentes (Meletti & Maia, 1999).

Meletti & Nagai (1992), estudaram o enraizamento de sete espécies de maracujazeiro. Observaram que *P. edulis* f. *flavicarpa* e *P. alata* foram as que apresentaram os melhores índices de enraizamento de estacas, independente do substrato utilizado.

A literatura sobre propagação assexuada do maracujazeiro fornece informações sobre métodos de enxertia e avaliação das espécies promissoras como porta-enxertos (Menezes et al., 1994; Lima et al., 1999), determinação do tipo de estaca a ser enraizada (Almeida et al., 1991), substratos para enraizamento de estacas (Meletti & Nagai, 1992), comportamento destas mudas em relação à fenologia, produtividade e qualidade de frutos observadas em campo, principalmente para maracujazeiro amarelo (Almeida et al., 1991; Maldonado, 1991; São José et al., 1993; Cereda et al., 1994).

Maldonado (1991) não observou diferença significativa entre peso de frutos de maracujazeiro amarelo obtidos na primeira colheita, provenientes de mudas enxertadas ou de sementes, mas estas apresentaram-se mais vigorosas e precoces. São José et al. (1993) também não observaram diferenças de produtividade e qualidade de frutos quando compararam plantas propagadas por sementes e por estacas enraizadas. Almeida et al. (1991) levaram a campo mudas sexuadas com 70 dias e estacas enraizadas com 46 dias, mas não verificaram diferenças em altura, obtendo médias de 130 cm aos 120 dias.

Cereda et al. (1994), avaliaram o comportamento produtivo de *P. edulis* f. *flavicarpa* e *P. alata* provenientes de sementes e estacas enraizadas. Os autores constataram, para as duas espécies, que plantas propagadas por estacas proporcionaram produções significativamente superiores às de sementes, em dezembro e fevereiro. Em janeiro, março e abril, não observaram diferenças significativas entre os métodos de propagação, mas as médias das produções das plantas obtidas via estacas foram superiores às obtidas via sementes, além de ter ocorrido precocidade de produção.

2.2.3 Raízes e absorção

Em plantas superiores terrestres, as raízes são os principais locais de absorção de solutos (Marschner, 1990). A habilidade das culturas em explorar o solo para obterem nutrientes e água depende das características morfológicas e fisiológicas das raízes. O diâmetro e o comprimento das raízes, a relação entre superfície de raiz e peso de parte aérea, e a densidade dos pêlos radiculares são as principais características morfológicas (Tisdale et al., 1985).

As raízes das espécies vegetais têm características próprias, como pêlos absorventes, coifa e cilindro vascular, mas são semelhantes em morfologia, estrutura e função (Rom & Carlson, 1987). A organização interna das raízes é variável e relativamente simples quando comparada à do caule. A raiz corresponde a uma estrutura axial simples, não apresentando nós e entrenós, nem órgãos semelhantes às folhas. As raízes laterais podem surgir da raiz pivotante e suas ramificações ou de raízes adventícias. O crescimento das raízes, pelo alongamento continuado das já existentes e pelo início de novas laterais, origina novas superfícies de absorção, aumentando o contato com outras áreas de solo (Esau, 1974).

O padrão de enraizamento é controlado geneticamente, mas muito modificado pelo ambiente, resultando em diferentes padrões de distribuição de raízes entre espécies e clones. A natureza física e química do solo também afeta diretamente a taxa de crescimento das raízes. Em solo arenoso, as raízes de sustentação são superficiais, porém, mais verticais, enquanto que, em solos argilosos, crescem para o subsolo, formando um ângulo (Rom & Carlson, 1987).

O requerimento de Ca para o crescimento das raízes não tem um valor fixo, mas sim uma função tanto do pH quanto de concentrações de outros cátions, incluindo Al. Para obter o máximo crescimento das raízes de algodão, cerca de 1 μM de Ca na solução externa é suficiente quando o pH é 5,6; esse valor se eleva para mais de 50 μM de Ca a pH 4,5 (Lund, 1970, citado por Marschner, 1990). Em média, uma relação de 0,15 M de Ca num total de cátions na solução do solo é requerida para o máximo crescimento da raiz (Marschner, 1990). Em solos ácidos, taxas menores que 0,15 M ocorrem freqüentemente e o crescimento radicular é inibido. A calagem aumenta a extensão radicular e também o comprimento de pêlos radiculares (Haynes & Ludeche, 1981, citados por Marschner, 1990).

A razão de crescimento da parte aérea para a raiz (R/PA) é modificada por fatores externos como a competição por fotossintatos. Quando o suprimento de nutrientes minerais é insuficiente, via de regra, as raízes tornam-se dominantes como drenos para os fotossintatos e o crescimento radicular é favorecido em detrimento do crescimento da parte aérea (Marschner, 1990). Embora alta densidade de raízes e longos pêlos radiculares sejam fatores importantes na absorção de nutrientes supridos por difusão, a relação entre densidade de raízes e taxa de absorção não é linear. Quando a densidade de raízes é alta, a taxa de absorção pode diminuir devido à sobreposição de zonas de depleção de raízes individuais (Nye & Tinker, 1977, citados por Marschner, 1990) e reflete a competição por nutrientes (Marschner, 1990).

A análise química do tecido vegetal de variedades diferentes da mesma espécie, cultivada sob as mesmas condições, pode revelar grandes variações na composição mineral. Tais diferenças não indicam necessariamente que a variedade com maiores quantidades de qualquer elemento tenha um mecanismo mais eficiente para a absorção ou a translocação. Demonstram apenas que ela pode ter um sistema radicular maior ou mais finamente ramificado e, por conseguinte, explora o solo mais eficientemente (Lee, 1960; Rabideau, 1950, citados por Epstein, 1975).

Para Ulrich (1961), citado por Epstein (1975), tais variações podem refletir diferenças em mecanismos de nutrição mineral sob controle genético. Isso ocorre, principalmente, se as variedades diferem significativamente com respeito à absorção de certos elementos, mas não de outros. Quando as diferenças são quantitativas, o processo é, provavelmente, controlado por numerosos *loci*. Por outro lado, o genótipo da planta pode influenciar o sistema solo como um todo, podendo haver efeitos indiretos na nutrição mineral, como o grau de proliferação das raízes.

O sinergismo na absorção de nutrientes pode ser o resultado de um aumento na atividade metabólica das raízes, como ocorre com o Ca que estimula a absorção de cátions e ânions. O estímulo na absorção de K pelo Ca aumenta com a redução do pH, indicando que o Ca impede o efeito negativo de altas concentrações de íons H sobre a absorção de K. Da mesma forma, o estímulo na absorção de K pelo Ca reduz a pH maiores e o Ca pode até inibir a absorção de K, provavelmente devido à competição (Marschner, 1990). O ponto de transição entre o estímulo e a inibição não ocorre a um pH fixo, mas depende, por exemplo, da espécie de planta e do estado nutricional das raízes (Voz & Jacobson, 1974, citados por Marschner, 1990).

2.3 Aspectos nutricionais

Um fato relatado por produtores de maracujá-doce é a grande redução do número de frutos maiores a partir do segundo ciclo de produção. Os frutos tipos 10 a 12 representam 60% a 70% da primeira safra. Mas, a partir da segunda safra prevalecem os tipos 15, 18 e 21, o que representa menor retorno econômico (Vasconcellos, 2000). Diversos aspectos do manejo desta cultura podem estar relacionados com essa constatação, sendo um deles os nutricionais.

A maioria dos estudos sobre a nutrição do maracujazeiro se refere ao amarelo (*P. edulis f. flavicarpa*) e ao roxo (*P. edulis*). Estes incluem pesquisas com adubos para formação de mudas ou comportamento em campo, estimativas de absorção de macro e micronutrientes pela cultura, experimentos em solução nutritiva e efeitos do sombreamento e temperatura sobre o crescimento e produção (Marchal & Bourdeaut, 1972; Morales-Abanto & Muller, 1976; 1977; 1977a; Marchal et al., 1978, 1980; Blouneau & Bertin, 1978; 1980; Baumgartner et al., 1978; Primavesi & Malavolta, 1980, 1980a, 1980b; Menzel et al., 1991; Peixoto & Carvalho, 1996; Machado, 1998; Peixoto et al., 1999; Lopes, 2000; Carvalho et al., 2000).

A comparação dos resultados obtidos por diversos autores revela diferenças nas respostas, principalmente em relação à adubação química. Dessa forma, há trabalhos que verificaram os efeitos da carência de macro e micronutrientes para diversas espécies de maracujazeiro, seja em termos de redução do crescimento ou da absorção de nutrientes (Avilán, 1974; Primavesi & Malavolta, 1980, 1980a). Este poderia ser um indicativo da exigência em termos de nutrientes em condições de campo. A maioria dos trabalhos sobre adubação química e/ou orgânica na formação de mudas parece sinalizar para respostas positivas, seja em termos de altura de mudas, pesos da matéria seca da

parte aérea e radicular (Peixoto & Pádua, 1989; Peixoto et al., 1999), ou em número de brotos (Peixoto & Carvalho, 1996).

Entretanto, quando analisa-se o comportamento da cultura do maracujazeiro em campo, sob diferentes tratamentos de adubação química, verifica-se que há tanto respostas positivas (Baumgartner et al., 1978; Manica et al., 1991; Menzel et al., 1991; Carvalho et al., 2000) quanto ausência de resposta (Colauto et al., 1986; Faria et al., 1987) em termos de número e peso médio de frutos por planta e por hectare, qualidade de frutos e teores de macro e micronutrientes na matéria seca vegetal.

Letchamo et al. (1993) investigaram os efeitos da exposição de maracujazeiro amarelo a cinco diferentes níveis de condutividade elétrica de uma solução nutritiva. Características, como altura de plantas, número de internós e folhas, foram significativamente influenciadas, mostrando relação linear positiva em relação ao aumento dos níveis de condutividade. Entretanto, o efeito mais significativo sobre fotossíntese e produção de matéria seca foi devido mais ao nível nutricional do que à salinidade da solução.

Apesar dos procedimentos de amostragem foliar para a cultura do maracujazeiro ainda não estarem bem definidos (Menzel et al., 1993), as exigências nutricionais de macro e micronutrientes vêm sendo investigadas. No Brasil, um dos primeiros trabalhos sobre a nutrição do maracujazeiro foi realizado por Haag et al. (1973). Esses autores estudaram a absorção de macro e micronutrientes para *P. edulis* e *P. edulis* f. *flavicarpa* a cada 30 dias, até 370 dias pós-plantio. Os autores observaram que, até 190 dias, as duas variedades apresentaram lento crescimento da haste e até 210 dias houve lento crescimento do sistema radicular. A extração de nutrientes acentuou-se após 250 dias, principalmente para N, K e Ca. Os micronutrientes apresentaram variações das concentrações em relação à idade da planta: a concentração de B acompanhou o crescimento das plantas, enquanto as de Cu e Mn reduziram nas raízes e

oscilaram pouco no caule, folhas e frutos, à medida que a planta cresceu. As concentrações de Fe e Zn não se correlacionaram com o crescimento vegetativo das plantas.

As concentrações de macronutrientes (dag.kg^{-1}) e micronutrientes (mg.kg^{-1}) na matéria seca da parte aérea para maracujazeiros amarelo e roxo aos 160 dias verificados por Haag et al. (1973) foram, respectivamente: 4,76 e 4,33 (N); 0,43 e 0,42 (P); 2,09 e 2,33 (K); 1,50 e 1,76 (Ca); 0,26 e 0,25 (Mg); 0,12 e 0,26 (S); 57 e 54 (B); 13 e 12 (Cu); 206 e 218 (Fe); 77 e 128 (Mn); 25 e 33 (Zn).

Os sintomas de deficiências de macronutrientes foram avaliados em maracujazeiro amarelo, conduzidos por oito meses em recipientes com capacidade para 120 L de solo de baixa fertilidade, pH 6,2 e sem matéria orgânica. As irrigações foram feitas com solução de Hoagland e Arnon nº 2 completa e com omissão de macronutrientes. As omissões de N e P foram as que mais prejudicaram o crescimento das plantas. A carência de Ca refletiu moderadamente sobre o crescimento, seguida das omissões de K e Mg, que foram as que menos prejudicaram o crescimento (Blondeau & Bertin, 1978).

Primavesi & Malavolta (1980b) cultivaram maracujazeiro amarelo em solução nutritiva completa por 262 dias. Verificaram que a seqüência de absorção de macro e micronutrientes variou de acordo com o órgão analisado. Dessa forma a seqüência de extração nas raízes foi: $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{P} > \text{S} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mo}$; no caule: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{S} > \text{Mg} = \text{P} > \text{Fe} > \text{B} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Mo}$; e nas folhas: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{S} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Fe} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{Mo}$. Pode-se observar a variação de extração de nutrientes de acordo com as partes estudadas.

Em trabalhos paralelos ao citado, Primavesi & Malavolta (1980, 1980a) estabeleceram os níveis indicadores do estado nutricional para maracujazeiro amarelo, também conduzido em solução nutritiva. Foram obtidos os seguintes teores de macro (dag.kg^{-1}) e micronutrientes (mg.kg^{-1}) na matéria seca foliar:

4,44 (N); 0,16 (P); 2,07 (K); 1,22 (Ca); 0,58 (Mg); 1,18 (S); 112,5 (B); 13 (Cu); 597,3 (Fe); 31 (Mn); 28,3 (Zn).

Visando estabelecer padrões para os teores de nutrientes em folhas maduras de maracujazeiro híbrido (*P. edulis f. edulis* x *P. edulis f. flavicarpa*), Menzel et al. (1993) analisaram amostras durante dois anos em quatro pomares comerciais. Concluíram que os teores de nutrientes variam com a época do ano, em função de fluxos de crescimento ou frutificação. As faixas de teores de macro (dag.kg^{-1}) e micronutrientes (mg.kg^{-1}) para folhas maduras de pomares da Austrália, entre maio e agosto, foram: 4,25 a 5,25 (N); 0,15 a 0,25 (P); 2 a 3 (K); 1,75 a 75 (Ca); 0,3 a 0,4 (Mg); 100 a 200 (Fe); 100 a 500 (Mn); 50 a 80 (Zn); 5 a 20 (Cu); 40 a 60 (B); < 800 (Na).

Carvalho et al. (2001) determinaram os teores de macro (dag.kg^{-1}) e micronutrientes (mg.kg^{-1}) na matéria seca foliar de maracujazeiro amarelo, relacionados com a máxima produtividade de frutos. Verificaram variações nas diferentes épocas do ano: 3,47 a 4,98 (N); 0,231 a 0,343 (P); 2,35 a 3,55 (K); 1,06 a 1,51 (Ca); 0,213 a 0,362 (Mg); 0,319 a 0,433 (S); 22,8 a 54,5 (B); 4,53 a 95,4 (Cu); 77 a 135 (Fe); 50,1 a 91,4 (Mn); 26,1 a 37,6 (Zn).

Em relação ao maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand.), verifica-se a grande escassez de estudos que esclareçam sobre os aspectos nutricionais, especialmente em relação à calagem ou respostas a Ca e Mg.

Cereda et al. (1991) cultivaram o maracujazeiro-doce em vasos com areia grossa lavada por 70 dias. Os vasos foram irrigados com solução nutritiva completa e com omissão de macro e micronutrientes, o que permitiu a caracterização dos sintomas e o acompanhamento em crescimento. A carência em N determinou o menor peso de matéria seca das folhas. Plantas irrigadas com soluções sem Mg, Ca ou K apresentaram maiores pesos de matéria seca das folhas, quando comparadas com plantas irrigadas com solução completa. A exigência das plantas em macro e micronutrientes, em ordem decrescente foi,

respectivamente: N, K, Ca, S, Mg, P e Fe, B, Mn, Zn, Cu. Os teores de macro e micronutrientes (em dag.kg⁻¹ e mg.kg⁻¹, respectivamente) em folhas normais e com deficiências foram: 3,33 e 1,82 (N); 0,23 e 0,085 (P); 3,13 e 0,63 (K); 1,60 e 0,71 (Ca); 0,42 e 0,20 (Mg); 0,50 e 0,15 (S); 57,66 e 12,66 (B); 7,66 e 4,0 (Cu); 172,33 e 123,33 (Fe); 21,0 e 12,0 (Mn); 18,0 e 14,0 (Zn).

Borges et al. (1995) avaliaram o efeito do substrato com diversas proporções de solo e esterco de curral, com ou sem calcário dolomítico, superfosfato simples e cloreto de potássio, na formação de mudas de maracujazeiros amarelo e doce. Apenas o maracujazeiro-doce respondeu à presença de adubação química, apresentando maiores altura e número de folhas, aos 104 dias. Entretanto, o peso da matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce não foi influenciado pela adubação química.

Lopes et al. (1996) analisaram as quantidades acumuladas de macronutrientes a cada 10 dias na matéria seca do maracujazeiro-doce, até 40 dias após transplântio para solução nutritiva. Houve acúmulos crescentes e lineares para todos os macronutrientes na matéria seca da parte aérea. Para as raízes, o comportamento foi quadrático crescente para P, K e Ca, linear para o N e S e cúbico para o Mg.

Estudando o efeito de micronutrientes no crescimento e nutrição de plantas juvenis de maracujazeiro-doce, Lopes (2000) constatou que o acúmulo crescente dos mesmos na matéria seca acompanhou a curva de crescimento da planta até 40 dias de cultivo em solução nutritiva. Ele obteve a seguinte ordem decrescente da quantidade acumulada: Fe, B, Mn, Zn, Cu, concordando com os resultados de Cereda et al. (1991). Quando cultivado em solo sem matéria orgânica, os micronutrientes não influenciaram o crescimento das plantas.

2.4 Calagem

Solos ácidos, com deficiência generalizada de nutrientes como P, Ca, Mg, K e alta concentração de Fe e Al, são característicos dos cerrados (Lopes & Cox, 1977). Nestes solos a calagem é a prática mais recomendada para corrigir tais características.

A calagem promove a diminuição da acidez dos solos com insolubilização de elementos tóxicos (principalmente Al e Mn), aumento dos teores de Ca e Mg, aumento da disponibilidade de P e Mo, diminuição da disponibilidade dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn, efeitos favoráveis na microflora do solo, favorecimento das propriedades físicas do solo e um maior desenvolvimento radicular (Raij, 1991).

A toxidez do Al é, provavelmente, o mais importante fator limitante do crescimento das culturas em solos ácidos, particularmente aqueles com pH abaixo de 5,0 ou 5,5 (Tisdale et al., 1985). Os efeitos tóxicos do Al são atribuídos à sua influência sobre vários processos bioquímicos e fisiológicos (Marschner, 1995).

Altos teores de Al no solo podem limitar a absorção de Ca por meio de competição (Marschner, 1995), e de Mg e K por de inibição específica (Furlani, 1989), interferir na aquisição e metabolismo do N (Cabraia et al., 1989; Furlani, 1989), dificultar o crescimento da parede celular (Rengel, 1992), ou, mesmo inibir, a biossíntese de citocinina nas raízes (Pan et al., 1989).

A tolerância a Al e Mn é variável entre espécies e entre cultivares de uma mesma espécie, que respondem de forma variada à calagem, o que dificulta o estabelecimento de faixas de pH adequadas para as culturas (Raij, 1991). A extensa amplitude dos níveis críticos da percentagem de saturação de Al no solo para diversas espécies, apresentados por Neves et al. (1982) e Fageria et al. (1988), sugere acentuada variação no comportamento de cultura para cultura.

Para Kamprath (1967), a produtividade de plantas sensíveis à toxidez de Al passa a ser limitada a partir de 20% de saturação por Al. Além disso, a maioria das plantas cultivadas começa a sofrer em função da falta de equilíbrio entre concentração de bases e Al. O crescimento de raízes da maioria das espécies cultivadas é limitado quando a saturação por Al é superior a 30% (Quaggio, 2000).

Segundo Jackson (1967), para avaliar as formas pelas quais as espécies e variedades regulam a susceptibilidade à acidez, é necessário distinguir os efeitos atribuídos às características anatômicas e morfológicas das manifestações fisiológicas. Estas podem ser expressas tanto pelos processos de acúmulo e distribuição de nutrientes na planta como pelas diferenças nos requerimentos quantitativos. Alguns elementos podem ser mantidos em estados relativamente imóveis ou não utilizados dentro do tecido vegetal, o que influencia o grau de sensibilidade a baixos suprimentos ou excessos de elementos minerais. Dessa forma, determinada espécie vegetal, desenvolvendo-se em meio com baixa concentração de Ca, pode ter alta concentração deste elemento em seus tecidos, não por ter baixo requerimento, mas por ter maior habilidade em acumular Ca.

Neves et al. (1982) estudaram o efeito do Al em amostras de dois latossolos da região do cerrado, sobre o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de mudas de *Eucalyptus* spp., bem como a absorção de nutrientes pelas plantas. Os autores propuseram que a correção da acidez não deva ser feita na formação de mudas de *Eucalyptus paniculata*, *E. grandis* e *E. cloeziana*, pois não observaram efeitos negativos do Al trocável sobre o crescimento da parte aérea e raízes. Os autores verificaram que, na presença de altos níveis de saturação de Al (entre 60% e 82%), a distribuição de raízes em profundidade nos vasos foi mais uniforme, havendo maior equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e raízes. Os resultados obtidos sugerem uma distribuição mais equilibrada

de fotoassimilados entre aquelas duas partes da planta, apoiando a idéia de que o Al possa ter desempenhado algum papel estimulante no crescimento das plantas.

A literatura mundial apresenta grande número de publicações relatando efeitos positivos da calagem para diversas espécies vegetais. Rosolem et al. (1994) observaram resposta do milho à calagem, tanto em produção de matéria seca de parte aérea e de raízes, quanto em absorção de macronutrientes. Hernández (1994) também observou que o aumento na saturação por bases influenciou positivamente o crescimento e a nutrição do milho. A calagem promoveu aumento da absorção de Ca pelo amendoimzeiro, devido à elevação dos teores daquele nutriente no solo (Caires & Rosolem, 2001).

Guimarães (2000) avaliou o desenvolvimento e nutrição de quatro forrageiras tropicais em um solo arenoso e outro muito argiloso. A saturação por bases inicial do solo arenoso (11%) foi elevada para 34%, 49%, 64%, 79% e 94%, enquanto a do solo muito argiloso (15%) foi elevada para 37%, 51%, 65%, 79% e 93%. O autor verificou aumentos nos teores foliares de Ca, Mg e B, reduções nos teores de Fe, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea das plantas e efeitos variáveis para P, K e S

Rodrigues (1997) verificou que a calagem na subsuperfície do solo aumentou os teores de Ca e Mg na parte aérea e nas raízes, aumentou o teor de P e diminuiu o teor de K nas folhas de cafeeiros 'Catuai' e 'Icatu', avaliados aos 6,5 meses após a semeadura. Biasi et al. (1994) verificaram que a calagem foi favorável ao desenvolvimento de porta-enxertos de abacateiro, aumentando a altura, diâmetro do caule, peso da matéria seca da parte aérea e número de folhas das mudas.

O maior crescimento inicial de espécies florestais em função da calagem, aliada ou não à adubação fosfatada, foi relatado por Garcia (1986) e Costa Filho (1992) utilizando $\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$ e Fernández et al. (1996) que utilizaram NaH_2PO_4 como fonte de P.

Entretanto, nem sempre a calagem resulta em respostas evidentes em crescimento ou absorção de nutrientes, como verificado por Caires & Fonseca (2000). Esses autores constataram que a aplicação de doses de calcário na superfície do solo não exerceu influência significativa sobre a produção de matéria seca por diferentes partes da planta de soja, nem sobre a absorção de N, K, Ca e S. Entretanto, houve aumento na absorção de P, apesar da análise do solo não ter revelado maior disponibilidade deste nutriente, provavelmente pela maior solubilização do P ligado a Fe e Al, com a elevação do pH

Dias et al. (1990) não encontraram resposta para a calagem na formação de mudas de *Acacia mangium*. Dias et al. (1991) também verificaram ausência de resposta à aplicação de calcário na formação de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), sugerindo que esta espécie tenha baixo requerimento de Ca na sua fase de muda.

De forma semelhante, Ulhôa (1997) verificou que a calagem não teve efeito sobre o diâmetro do colo e matéria seca da parte aérea de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). Após a medição da altura da planta, diâmetro do coleto e peso da matéria seca da parte aérea de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*, submetidas a diversas dosagens de calagem, Balieiro et al. (2001) verificaram que estas características não resultaram em respostas significativas para a adição do corretivo. Os autores sugerem que esta ausência de resposta à calagem evidencia a tolerância das espécies à acidez do solo e talvez se deva ao teor inicial de Ca do substrato ($0,2 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$), que atende às exigências das mudas e confirma o seu baixo requerimento pelas espécies. Para Vale et al. (1997), dependendo da resistência de determinadas espécies vegetais a solos ácidos, pode-se ter crescimento muito satisfatório com saturações por bases bem abaixo de 50%.

Efeitos negativos da calagem foram verificados por meio da redução da produção de matéria seca da parte aérea e total de três cultivares de *Panicum*

maximum e de *Brachiaria brizantha*, em LATOSSOLO VERMELHO ESCURO, embora não tenha havido efeito sobre a altura das plantas (Mitidieri, 1995). Já Ulhôa (1997) verificou maior altura e maiores pesos de matéria seca de raízes de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na ausência de calagem.

A cultura do maracujazeiro é considerada muito sensível à acidez e ao Al trocável no solo (Kliemann et al., 1986), apesar de poucos resultados de pesquisa sobre respostas à calagem. Carvalho et al. (1969) relataram o melhor desenvolvimento vegetativo do maracujazeiro amarelo aos 14 meses, quando adubados com 10 L de esterco e 500 g de calcário dolomítico por cova. Ressaltaram, ainda, que, na ausência da calagem e da adubação orgânica, a adubação mineral não apresentou resultado satisfatório.

O efeito do Al sobre o crescimento de mudas do maracujazeiro amarelo foi estudado em solução nutritiva por Mendonça et al. (1999). A elevação das doses de Al reduziu o comprimento da haste principal, comprimento da raiz, área foliar, peso da matéria fresca, peso da matéria seca e concentração de P nas plantas.

Os sintomas de deficiência de Ca e Mg em maracujazeiro roxo, foram caracterizados em estudos desenvolvidos por sete meses. Tais sintomas se manifestaram a partir de 120 dias e foram semelhantes aos descritos para a maioria das espécies vegetais, mas não verificou-se morte das gemas terminais, provavelmente devido ao tempo limitado de condução do experimento (Morales-Abanto & Muller, 1977a). A ausência de Ca na solução nutritiva resultou em aumento no teor de P nas folhas do maracujazeiro amarelo e em menor desenvolvimento. A ausência de Mg também afetou o desenvolvimento das plantas, mas em menor intensidade (Primavesi & Malavolta, 1980).

Fernandes et al. (1991) também caracterizaram os sintomas de carência de macronutrientes em maracujazeiro amarelo. Após 45 dias da semeadura em substrato adubado, as mudas foram colocadas em solução nutritiva e avaliadas

por 55 dias. Foi constatada ausência de sintomas característicos da deficiência de Ca nas mudas desenvolvidas em solução sem este nutriente, provavelmente devido à alta concentração do mesmo nas folhas por ocasião do transplante. A omissão de Mg implicou em menor altura de plantas, peso de matéria fresca e seca, área foliar, além de ter afetado totalmente o estado nutricional das plantas, resultando em maiores acúmulos de P, K e Ca.

A maioria dos produtores de maracujá-doce tem adotado a recomendação de calagem feita para o maracujá-amarelo, devido a inexistência de estudos específicos para aquela espécie. Os métodos mais utilizados para cálculo de necessidade de calcário no estado de Minas Gerais baseiam-se na neutralização do Al e elevação dos teores de Ca e Mg, e na elevação da saturação por bases do solo (Alvarez V. & Ribeiro, 1999). Segundo Quaggio (2000), os valores de saturação por bases desejados dependem da tolerância à acidez ou resposta da cultura à calagem. Para o maracujazeiro amarelo, os valores de saturação por bases recomendados são de 70% (Alvarez V. & Ribeiro, 1999) e 80% (Raij et al., 1997; Silva & Oliveira, 2000).

2.4.1 Interações entre nutrientes

A prática da calagem aumenta os teores de Ca e Mg no solo, alterando as relações entre nutrientes. Segundo Malavolta (1980), a absorção de um dado elemento pode ser influenciada pela presença de outro, podendo ocorrer um efeito antagônico, inibitório ou sinérgico. As mudanças no pH do solo também resultam em numerosas interações entre um íon ou nutriente que interfere ou compete com a absorção e utilização de outros nutrientes pelas plantas (Tisdale et al., 1985).

A disponibilidade de N no solo pode ser aumentada por meio da calagem. Ela estimula a população de microrganismos envolvidos na

mineralização da matéria orgânica do solo, favorecida pela elevação brusca do pH (Raij, 1991; Quaggio, 2000). Hernández (1994) verificou maior produção de matéria seca de plantas de milho quando submetido a maiores níveis de saturação por bases, o que representou decréscimos dos teores de N na matéria seca da parte aérea, provavelmente devido ao efeito de diluição deste nutriente.

A calagem libera o P adsorvido à superfície dos óxidos hidratados de Fe e Al (Quaggio, 2000), podendo aumentar a absorção daquele nutriente. A absorção de P pelas raízes também é influenciada pela concentração de Mg no meio (Malavolta, 1976). Caires & Fonseca (2000) verificaram aumento na absorção de P pela soja, com a aplicação de doses de calcário, apesar da análise do solo não ter revelado maior disponibilidade deste nutriente, provavelmente pela maior solubilização do P ligado a Fe e Al, com a elevação do pH.

A elevação do pH do solo pela calagem afeta a disponibilidade de K no solo, por meio do aumento da capacidade efetiva de troca de cátions (CTC) dos solos contendo quantidades altas de minerais com cargas superficiais pH-dependentes. Maior CTC efetiva aumenta a capacidade dos solos em reter K, removendo-o, assim, da solução do solo e reduzindo o potencial de perdas por lixiviação. Altas doses de corretivos da acidez fornecem quantidades satisfatórias de Ca às plantas, o que provavelmente estimulará o crescimento e a atividade das raízes. Porém, quantidades elevadas de Ca podem impedir a absorção de K na superfície das raízes (Associação..., 1990).

Guimarães (2000) observou redução dos teores de K na matéria seca de forrageiras tropicais após a elevação da saturação por bases para 34%, 49%, 64%, 79% e 94% em solo arenoso e 37%, 51%, 65%, 79% e 93% em solo muito argiloso. O autor acredita que este resultado se deu em função da competição que se estabeleceu entre os íons Ca e Mg introduzidos no sistema pela calagem. As funções inversas entre doses crescentes de calcário e teores e acúmulos de K na matéria seca da parte aérea das mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-

de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hil), verificadas por Ulhôa (1997), também foram justificadas pelas maiores concentrações de Ca e Mg no solo, que inibiram a absorção de K pela planta.

A condução de experimentos em soluções nutritivas facilita o entendimento de desbalanços nutricionais que podem ocorrer em função da presença ou ausência de certos nutrientes. Dessa forma, Assis (1995) verificou que diferentes relações K, Ca e Mg na solução nutritiva não afetaram as variáveis de crescimento e a produção de matéria seca de mudas de dendezeiro, até 10 meses de idade, mas influenciaram os teores desses nutrientes na matéria seca da raiz e da parte aérea.

Fernandes et al. (1991) observaram que mudas de maracujá-amarelo cultivadas em solução nutritiva, com omissão de K, Ca e Mg, absorveram mais Ca e Mg, Mg, e K e Ca, respectivamente, indicando um antagonismo entre estes nutrientes, confirmando o observado por Aguirre (1977) e Primavesi & Malavolta (1980). Segundo Hoagland (1944), citado por Primavesi & Malavolta, (1980a) um aumento na absorção de Ca ou Mg tende a reduzir a absorção de K, embora este efeito seja menos marcante que o produzido pelo K na absorção de Ca e Mg. Malavolta (1980) afirma que a interação Ca versus Mg apresenta uma inibição competitiva na região da membrana plasmática.

Os teores foliares de Ca, Mg e S de diversas espécies vegetais geralmente são aumentados na presença de doses crescentes de calcário, como observado por Hernández (1994) e Guimarães (2000), obedecendo equações quadráticas ou lineares, conforme o solo utilizado. Para o Ca e Mg tais aumentos se justificam pelo acréscimo dos mesmos ao solo por meio da calagem, aumentando suas disponibilidades. Aumentos dos teores de S na matéria seca da parte aérea de diversas espécies vegetais, em função do aumento do nível de saturação por bases, podem ser explicados pelo aumento do pH do solo,

promovendo a liberação de sulfatos ligados a Fe e Al, e ao favorecimento da mineralização da matéria orgânica existente no solo (Raij, 1991).

A redução da disponibilidade de micronutrientes após a calagem, exceto Cl e Mo, é um fato de ocorrência generalizada, citado por diversos autores. A diminuição da acidez promove a insolubilização de Cu, Fe e Zn por meio da formação de óxidos; o Mn trocável e da solução do solo convertem-se em Mn^{3+} e Mn^{4+} , também insolúveis. O B tem sua disponibilidade aumentada até certo valor de pH, quando, então, formam-se compostos de baixa solubilidade com a matéria orgânica (Malavolta, 1980; Raij, 1991).

Os teores de Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca de forrageiras tropicais avaliadas em dois solos, foram menores em relação a doses crescentes de calcário. O teor de B, entretanto, foi linear crescente (Guimarães, 2000). Mitidieri (1995) também encontrou maiores teores de B na matéria seca de forrageiras submetidas à elevação dos níveis de saturação por bases, acreditando ter ocorrido um efeito de concentração deste nutriente.

Premazzi (1991) observou reduções nos teores de Cu para *Braquiaria brizantha*, até o nível de 42% de saturação por bases, elevando-se em seguida. Já, para o capim colômbio, inicialmente houve um aumento nos teores deste micronutriente até 37% de saturação por bases, após o qual houve decréscimo.

2.4.2 Textura do solo e disponibilidade de nutrientes

A análise textural de um solo considera a distribuição dos tamanhos das partículas sólidas que o constituem. Esta distribuição lhe confere uma porosidade e arranjo de partículas característicos, que determinarão suas propriedades hídricas que, por sua vez, afetam direta ou indiretamente os processos de absorção de nutrientes (Reichardt, 1975). Para Lopes (1984), a textura é uma das principais características a se considerar, para adequada

quantificação das doses de corretivos e fertilizantes a serem aplicados em solos sob vegetação de cerrado.

Os minerais de argila e a matéria orgânica apresentam cargas elétricas negativas responsáveis pela importante propriedade de troca de cátions (CTC). Solos excessivamente arenosos não apresentam essas propriedades com grande intensidade, apresentando baixa capacidade de retenção de cátions e de água (Raij, 1991). A necessidade de calagem não está somente relacionada com o pH do solo, mas também com sua capacidade tampão e a sua CTC. Solos mais tamponados (mais argilosos) necessitam de maiores quantidades de calcário para aumentar seu pH quando comparado com os menos tamponados (mais arenosos) (Alvarez V. & Ribeiro, 1999).

Em geral, solos argilosos favorecem uma maior produção vegetal, principalmente por promover maior disponibilidade de nutrientes e maior retenção de umidade no solo. O teor de N destes solos é maior, pois geralmente possuem mais matéria orgânica, além de haver a formação de complexos organo-minerais entre o N e as argilas, protegendo o N orgânico da ação de microorganismos mineralizadores (Vale et al., 1997).

Hylander (1995) estudou o efeito da calagem e da adubação com P, Mn, Cu e Zn em dois solos argilosos e um solo arenoso, sobre a produção e nutrição de cevada. A menor fertilidade natural e CTC do solo arenoso resultaram em maiores correlações entre tratamentos e conteúdos de nutrientes nas plantas, quando comparado com os argilosos. A calagem reduziu a produção de cevada no solo arenoso e aumentou nos solos argilosos, provavelmente em função do desbalanço e melhoria do estado nutricional, respectivamente, entre certos nutrientes na solução do solo. O autor verificou, ainda, que a adubação com Mn aumentou a absorção pela planta apenas no solo arenoso, enquanto que a calagem promoveu reduções nos teores de Mn nas plantas, em todos os solos.

A quantidade e o tipo de argila no solo têm uma forte influência na capacidade e na energia de retenção do K. Essas propriedades controlam a concentração deste nutriente na solução do solo e a capacidade de fornecê-lo em níveis suficientemente altos para nutrir adequadamente as culturas. Os solos arenosos e os solos contendo argilas caulínicas podem inicialmente apresentar concentrações de K na solução do solo, porém, são incapazes de manter essas altas concentrações quando cultivados. Embora solos argilosos tenham uma menor concentração inicial de K em solução, eles podem manter um determinado nível de K por tempo mais longo (Associação..., 1990).

As argilas não apresentam sítios seletivos de adsorção para Ca. Assim, esses íons são igualmente adsorvidos a despeito da mineralogia do solo, mas o tipo de argila influencia a disponibilidade deste nutriente. Dessa forma, argilas do tipo 2:1 requerem uma saturação de 70% a 80% para liberar este nutriente suficientemente para a solução do solo, enquanto as argilas 1:1, apenas 40% a 50% (Vale et al., 1997).

Atributos dos solos, como pH, textura, mineralogia e teor de matéria orgânica, afetam a disponibilidade de B (Reisenauer et al., 1973). O B é um não-metal, caracterizado por seu comportamento aniônico e, embora grande parte do B disponível seja fortemente retido pela matéria orgânica, é o mais móvel no solo, podendo ser lixiviado principalmente em solos de textura arenosa (Raij, 1991). Gabe (1998) verificou que, do total de H_3BO_3 aplicado a dois solos, foram recuperados 64% da AREIA QUARTZOSA (pH 6,3) e 32% do LATOSSOLO ROXO (pH 5,8), pelo método de extração em água quente, após 90 dias de incubação. Este resultado foi justificado pelo alto teor de argila do LATOSSOLO ROXO, que promoveu maior adsorção do B.

A deficiência de Cu e Mn é mais comum em solos orgânicos, que os retêm na forma de complexos menos estáveis. O Fe pode se tornar deficiente em

solos alcalinos. O Zn é fortemente retido em solos argilosos, podendo dificultar a absorção pelas plantas (Raij, 1991).

Visando avaliar a toxicidade do Cu em mudas de cafeeiro, Gimenez et al. (1992) cultivaram a cultivar Catuaí Amarelo por sete meses, em um LATOSSOLO ROXO Distrófico textura argilosa e em um LATOSSOLO VERMELHO ESCURO textura média, com e sem calagem e com cinco concentrações de Cu. Os autores verificaram que a calagem diminuiu os teores deste nutriente nos dois solos. Com relação ao teor de Cu na solução do solo, houve aumentos em função da quantidade aplicada, encontrando-se as maiores concentrações no solo arenoso.

Ao contrário do que comumente ocorre com os micronutrientes catiônicos, o incremento de doses de calcário aumentou os teores de Cu e Fe na parte aérea do milho, cultivado em um CAMBISSOLO álico textura arenosa, (Assman et al., 1999). O incremento de pH provavelmente favoreceu a mineralização da matéria orgânica, aumentando os teores de compostos orgânicos de Cu mais solúveis na solução do solo, contribuindo para a manutenção da concentração do elemento (Hodgson et al., 1966). Apesar de os teores de Fe terem diminuído no solo por meio da calagem, o aumento da concentração deste nutriente nas plantas deu-se, provavelmente, devido à redução na absorção de Mn (Bataglia, 1988, citado por Assman et al., 1999).

Davis-Carter & Shuman (1993) estudaram a influência de doses de Zn e calcário sobre a distribuição de Zn em quatro solos e a relação com sua absorção por amendoim. Os solos apresentavam as seguintes porcentagens de argila e areia, respectivamente: 3 e 92; 5 e 88; 24 e 68; 36 e 52. A concentração total inicial de Zn nos solos aumentou com o conteúdo de argila, mas a porcentagem de Zn trocável foi maior nos solos mais arenosos. O aumento do pH pela calagem reduziu o teor de Zn trocável em todos os solos, mas foi mais acentuada nos solos com maiores teores de argila.

Embora a cultura do maracujazeiro-doce ainda não apresente expressão econômica, sua adaptação a condições edafoclimáticas de algumas regiões brasileiras, a qualidade dos frutos produzidos e os preços obtidos na comercialização, reforçam a idéia de que esta espécie apresenta grande potencial de exploração. Devido ao grande interesse econômico das espécies do gênero *Passiflora*, diversas áreas de pesquisa vêm recebendo a atenção de pesquisadores, mas os resultados apresentados na literatura ainda são escassos, principalmente em relação à nutrição do maracujazeiro-doce. Desta forma, em função do desconhecimento das exigências do maracujazeiro-doce quanto ao nível de saturação por bases mais adequado ao desenvolvimento inicial, em solos representativos de regiões produtoras, os estudos básicos sobre este tema tornam-se de suma importância.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram instalados e conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA, Lavras, MG), em vasos com capacidade de 9 dm³. Cultivaram-se mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand.) no período de março a agosto de 2001, utilizando-se mudas propagadas por sementes, em um experimento e mudas propagadas por estacas enraizadas em outro.

Os solos utilizados foram classificados como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (LVAd), com densidade de 1,3 g.cm⁻³ e textura média, e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd), com densidade de 1,1 g.cm⁻³ e textura muito argilosa (EMBRAPA, 1999). Os resultados das análises químicas e granulométricas das amostras do LVAd e do LVd encontram-se na Tabela 1. A escolha destes solos se deu em função de os LATOSSOLOS constituírem a classe mais representativa dos solos que ocorrem no território brasileiro.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial (2 x 4) + 2, envolvendo duas classes de solos (LVAd e LVd) e quatro níveis de saturação por bases (40%, 60%, 80% e 100%), mais dois tratamentos adicionais (LVAd sem calagem e LVd sem calagem). As doses de calcário foram calculadas pelo método de saturação por bases, segundo Raij (1981). O corretivo utilizado foi uma mistura de carbonato de cálcio (CaCO₃) e carbonato de magnésio (MgCO₃), ambos puros para análise (P.A.), numa relação de 4:1. O cálculo das quantidades de CaCO₃ e MgCO₃ baseou-se em massa equivalente.

Após o peneiramento e pesagem (9 kg para o LVAd e 7,5 kg para o LVd), a mistura de carbonatos foi adicionada e incorporada de forma individual ao volume de solo de cada vaso. Em seguida, os solos permaneceram incubados

TABELA 1. Resultados de análise química e granulométrica de amostras de LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (LVAd) e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd). UFLA, Lavras, MG, 2002.

Característica *	LVAd	LVd
pH em água (1:2,5)	5,2	4,2
P (mg.dm ⁻³)	1,0	1,0
K (mg.dm ⁻³)	22,0	33,0
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	0,3	0,8
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	0,2	0,2
Al (cmol _c .dm ⁻³)	0,1	1,6
H + Al (cmol _c .dm ⁻³)	1,2	4,5
SB (cmol _c .dm ⁻³)	0,6	1,1
t (cmol _c .dm ⁻³)	0,7	2,7
T (cmol _c .dm ⁻³)	1,8	5,6
m (%)	15,2	59,6
V (%)	31,7	19,4
Boro (mg.dm ⁻³)	0,16	0,29
Zinco (mg.dm ⁻³)	2,2	0,8
Cobre (mg.dm ⁻³)	0,2	0,6
Manganês (mg.dm ⁻³)	1,6	2,9
Ferro (mg.dm ⁻³)	5,3	46,7
S (mg.dm ⁻³)	20,5	4,6
Matéria orgânica (dag.kg ⁻¹)	0,6	2,3
Areia (%)	70	15
Argila (%)	18	75
Silte (%)	12	10

* Análise realizada pelo Laboratório de Análises de Solo do Departamento Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, segundo metodologia EMBRAPA, 1998.

* Extratores usados: P e K: Melich I; Ca, Mg e Al: KCl 1 mol.L⁻¹; H + Al: acetato de Ca; B: água quente; Cu, Mn, Fe e Zn: DTPA; sulfato: fosfato de Ca.

com umidade correspondente a 60% do volume total de poros por 20 dias, com o intuito de elevar a saturação por bases para os valores estabelecidos nos tratamentos. Na Tabela 2 são apresentadas as especificações dos tratamentos e as quantidades dos carbonatos utilizadas em cada tratamento, para os dois experimentos. A Figura 1 apresenta os valores de pH obtidos em cada solo, após incubação por 20 dias.

Uma semana antes da instalação dos experimentos, realizou-se uma adubação básica em todas as unidades experimentais, com as seguintes dosagens

TABELA 2. Tratamentos e quantidades dos carbonatos utilizadas em cada tratamento. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Tratamento	Classe de solo	Nível de saturação por bases esperado (%)	Doses de calcário (t.ha ⁻¹)	Corretivos utilizados (g/vaso) CaCO ₃ + MgCO ₃ (4:1)
1	LVAd	40	0,15	0,51922
2	LVAd	60	0,51	1,7654
3	LVAd	80	0,87	3,0115
4	LVAd	100	1,23	4,2577
5	LVd	40	1,15	3,9341
6	LVd	60	2,27	7,7523
7	LVd	80	3,39	11,5705
8	LVd	100	4,51	15,3886
Testemunha 1	LVAd	31,7*	0	0
Testemunha 2	LVd	19,1*	0	0

*Saturação por bases original do LVAd e do LVd.

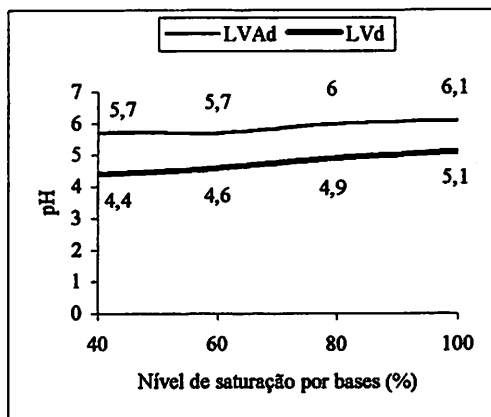


FIGURA 1. Valores de pH obtidos em cada solo após a incubação com os carbonatos de Ca e Mg. UFLA, Lavras, MG, 2002.

e fontes: 300 mg de fósforo/kg de solo (superfosfato simples), 0,5 mg de boro/kg de solo (ácido bórico P.A.), 1,5mg de cobre/kg de solo (sulfato de cobre P.A.), 3,0 mg de manganês/kg de solo (sulfato de manganês P.A.), 5,0 mg de zinco/kg de solo (sulfato de zinco P.A.) e 0,1 mg de molibdênio/kg de solo (molibdato de amônio P.A.). Nitrogênio e potássio foram aplicados em cobertura (180 mg de

cada nutriente/kg de solo) em quatro parcelamentos. A primeira parcela foi realizada trinta dias após a semeadura e as outras a cada 20 dias, utilizando-se uréia e cloreto de potássio como fonte.

As plantas utilizadas no experimento 1 foram obtidas por meio da semeadura direta de seis sementes por vaso. As sementes foram retiradas de quatro frutos selecionados, colhidos em lavoura comercial no município de Lavras, MG. Cada bloco recebeu sementes de apenas um fruto, sendo que, após a germinação, efetuou-se o desbaste, deixando-se uma planta por vaso. A parcela experimental foi constituída de quatro vasos, totalizando 160 vasos.

Para o experimento 2, utilizaram-se mudas obtidas por meio do enraizamento de segmentos de caule contendo duas gemas, retirados de apenas uma planta matriz, em janeiro de 2000, na mesma lavoura comercial. As estacas foram preparadas por meio de um corte transversal logo abaixo da gema inferior e outro em bisel, 2 cm acima da gema superior mantendo-se meia folha. Antes da colocação das estacas em bandejas de isopor com 72 células, contendo vermiculita fina umedecida, efetuou-se a imersão da base das mesmas em solução de ácido indolbutírico a 1000 ppm por cinco segundos. As bandejas foram mantidas em câmara de nebulização intermitente por dois meses. A parcela experimental foi constituída de dois vasos, totalizando 80 vasos.

Os experimentos foram conduzidos por 150 dias, quando as plantas foram seccionadas na altura do colo, determinando-se o comprimento das hastes e o número de folhas por haste. Em seguida, parte aérea e raízes foram lavadas em água corrente e em água destilada, e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçada (65° a 70°C) até atingir peso constante. O peso da matéria seca da parte aérea e raízes foi determinado em balança de precisão. Após a pesagem, o material foi moído em moinho do tipo Willey e encaminhado para análise química da matéria seca no Laboratório de Química da UFLA.

Os teores de Ca, Mg, Cu, Fe Mn e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica; de P, por colorimetria; de K, por fotometria de chama e de S, por turbidimetria, após digestão nítrico-perclórica. Os teores de B foram obtidos por colorimetria, após incineração e os de N pelo método de Kjeldahl, após digestão sulfúrica (Malavolta et al., 1997).

Os valores obtidos para as variáveis estudadas foram avaliados segundo o esquema de análise de variância apresentado na Tabela 3, segundo Gomes (2000). Estas análises foram realizadas usando o programa estatístico SISVAR, DEX/UFLA, versão 4.3 (Ferreira, 2000). Os efeitos dos tratamentos foram avaliados pelo teste F a 5% de probabilidade. Para a fonte de variação níveis de saturação aplicou-se análise de regressão. O estudo da interação foi efetuado mediante a significância do teste F, desdobrando-se níveis de saturação por bases dentro de cada classe de solo, por meio da análise de regressão. Para avaliação dos efeitos dos tratamentos adicionais foram selecionados os seguintes contrastes: LVAd sem calagem versus tratamentos 1, 2, 3 e 4 e LVd sem calagem versus tratamentos 5, 6, 7, e 8.

TABELA 3. Esquema de análise de variância para um experimento fatorial 2 x 4 com dois tratamentos adicionais e conduzido no delineamento em blocos casualizados. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Causas de variação	GL
Tratamentos	(9)
Classes de solo	1
Níveis de saturação por bases	3
Classes de solo x níveis de saturação	3
Adicionais	1
Adicionais vs fatorial	1
Bloco	3
Erro	27
Total	39

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito da calagem no crescimento e nutrição do maracujazeiro-doce propagado por sementes (experimento 1)

4.1.1 Variáveis de crescimento

O resumo das análises de variância para as variáveis de crescimento avaliadas em função das classes de solo e níveis de saturação por bases encontra-se na Tabela 4. Para comprimento de haste (CH), houve efeito significativo da interação entre os fatores estudados, dos tratamentos adicionais e dos contrastes. Para número de folhas (NF), peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e peso da matéria seca das raízes (PMSR) observou-se efeito significativo das classes de solo, dos tratamentos adicionais e dos contrastes. Para a relação entre peso de matéria seca de raízes e peso de matéria seca de parte aérea (R/PA) não observou-se efeito de nenhum dos fatores estudados.

TABELA 4. Resumo das análises de variância para CH, NF, PMSPA, PMSR e R/PA do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios				
		CH	NF	PMSPA	PMSR	R/PA
Classes de solo	1	16,849012*	5749,1364*	20998,1524*	412,634628*	0,004901
Níveis saturação	3	0,229608*	29,799887	20,995354	0,911986	0,007501
Solo x níveis sat.	3	0,187821*	12,830225	44,257942	0,287495	0,002040
Adicionais	1	1,361250*	1391,2815*	3375,95445*	57,13805*	0,004278
Adic. vs fatorial	1	0,50625*	55,865223*	74,720223*	5,187601*	0,00073
Bloco	3	0,020527	39,35014*	16,823763	7,464916	0,003169
Erro	27	0,023275	11,713936	16,111697	1,063908	0,001542
CV (%)		10,31	12,91	10,17	16,94	23,68

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

O aumento dos níveis de saturação por bases no LVd promoveu ajuste linear decrescente para comprimentos de haste do maracujazeiro-doce propagado por sementes (Figura 2). Morales-Abanto & Muller (1977), acompanhando o crescimento do maracujazeiro amarelo até 210 dias em solução nutritiva com omissão de Ca ou Mg, não verificaram sintomas visíveis de deficiência de Ca e Mg até os 120 dias. Além disso, mesmo em estado avançado de deficiência de Ca, as plantas não apresentaram morte de gemas terminais, como normalmente ocorre com muitas espécies vegetais. Dessa forma, acredita-se que o maracujazeiro-doce possa ter baixo requerimento de Ca e Mg em sua fase inicial de crescimento. Dias et al. (1991), avaliando o efeito da aplicação de calcário na formação de mudas de taxi-branco, concluíram que esta espécie também apresentou baixo requerimento em Ca.

A calagem, além de promover a diminuição da acidez, eleva os teores de Ca e Mg nos solos. O aumento dos níveis de saturação por bases pode ter causado desequilíbrio nutricional na solução do LVd, prejudicando a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento vegetal, como observado por Hylander (1995) para cevada.

Segundo Marschner (1995), de maneira geral, as dicotiledôneas apresentam maior requerimento em Ca do que as monocotiledôneas, mas há exceções. Dentre estas, o autor comenta que a espécie *Lupinus angustifolius* apresentou requerimento comparável ao de monocotiledôneas, seja pelo menor suprimento, como pelo menor teor de Ca no tecido, além de ter o crescimento severamente reduzido com maiores teores de Ca no tecido. Este típico comportamento calcífugo pode estar relacionado com insuficiente capacidade para compartimentalização e/ou inativação fisiológica do Ca, como precipitação como oxalato de cálcio.

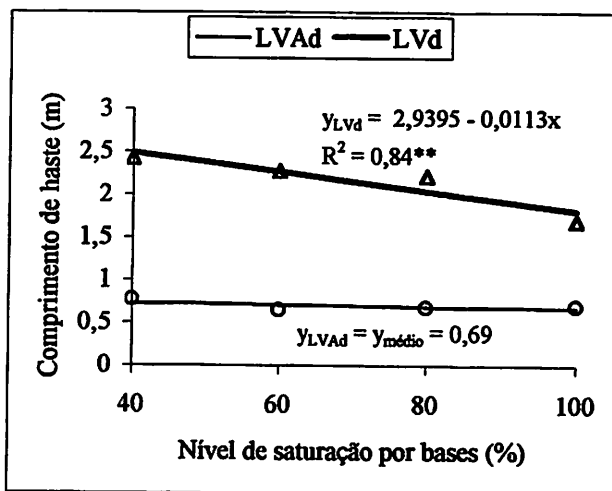


FIGURA 2. Comprimento de haste do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Neste trabalho, o maior comprimento de haste foi obtido com 40% de saturação por bases, quando o maracujazeiro-doce foi cultivado no LVd. Este valor foi considerado baixo, diante dos sugeridos por Alvarez V. & Ribeiro (1999) para diversas culturas no estado de Minas Gerais, que variam de 50% a 80%, exceto para eucalipto, que exige 30%. Dessa forma, pode-se supor que esta espécie seja tolerante a solos ácidos (Vale et al., 1997), especialmente quando considera-se o alto valor para saturação por Al do LVd (Tabela 1). Solos tropicais são, na maioria, ácidos, e plantas de origem tropical devem ser adaptadas a estas condições.

Plantas adaptadas a solos ácidos utilizam diversos mecanismos para superar as condições químicas adversas. Estes mecanismos são regulados separadamente (como a tolerância a Al e Mn) ou são interligados (como tolerância a Al e eficiência na aquisição de P). A tolerância a Al varia em função de espécies e cultivares (Jackson, 1967), sendo considerada o fator individual mais importante requerido para adaptação das mesmas a solos ácidos

(Marschner, 1995). Os mecanismos envolvidos na diferença varietal para tolerância a Al podem ser de exclusão (imobilização de Al na parede celular, permeabilidade seletiva da membrana plasmática, barreira de pH induzida na rizosfera, exsudação de complexantes e/ou quelantes) ou de tolerância interna (complexação ou quelatização no citoplasma, armazenamento no vacúolo, proteínas especializadas na ligação com Al, evolução de enzimas tolerantes a Al) (Foy & Taylor, 1988, citados por Furlani, 1989).

Pelo fato de ainda não haver recomendação de calagem específica para a cultura do maracujá-doce, os produtores desta frutífera têm utilizado os valores de saturação por bases de 70% e 80%, largamente utilizados para cálculo da necessidade de calagem para o maracujá-amarelo (Alvarez V. & Ribeiro, 1999; Raij et al., 1997; Silva & Oliveira, 2000). Entretanto, pelos resultados obtidos neste trabalho para comprimento de haste do maracujazeiro-doce cultivado em LVd e LVAd (Figura 2), acredita-se que tais valores estejam superestimados, podendo implicar em reduções em crescimento inicial, com prováveis reflexos na produção de frutos, uma vez que a fase vegetativa precede a reprodutiva. Segundo Marschner (1995), quando a produção da espécie vegetal é representada por frutos, sementes ou tubérculos, os efeitos do suprimento de nutrientes minerais sobre as curvas de respostas da produção são freqüentemente um reflexo das limitações do dreno, impostas tanto por um deficiente ou excessivo suprimento de nutrientes minerais. Estes efeitos podem ser diretos (deficiência nutricional) ou indiretos (efeitos sobre os níveis de fotossintatos ou fitohormônios).

Os valores do comprimento de haste do maracujazeiro-doce propagado por sementes e cultivado no LVAd foram inferiores aos observados no LVd, para todos os níveis de saturação por bases (Figura 2). Isso, provavelmente, se deve à menor fertilidade natural e poder tampão daquele solo.

Os valores médios do número de folhas, peso da matéria seca da parte aérea e peso da matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes e cultivado no LVd foram maiores que os obtidos no LVAd, tanto na presença como na ausência de calagem (Tabelas 5 e 6). A natureza física e química do solo afeta diretamente a taxa de crescimento das raízes (Rom & Carlson, 1987). Em geral, solos argilosos favorecem maior produção vegetal, em função da maior disponibilidade de nutrientes e maior retenção de umidade no solo. Além disso, por possuírem teor mais elevado de matéria orgânica, o teor de N destes solos é maior e pode ser protegido da ação de microorganismos mineralizadores por meio da formação de complexos organo-minerais entre o N e as argilas (Vale et al., 1997). De acordo com as características do LVd (Tabela 1), acredita-se que o maior teor de matéria orgânica e a maior capacidade de troca de cátions (CTC) apresentados possam ter possibilitado maior disponibilidade de nutrientes, resultando em maiores número de folhas e pesos de matéria seca da parte aérea e de raízes que os obtidos no LVAd.

Comparando-se os valores médios para as variáveis de crescimento do maracujazeiro-doce obtidos em função da calagem, para cada um dos solos utilizados (Tabelas 5 e 6), verifica-se que, no LVd, as médias de todas variáveis de crescimento obtidas dos tratamentos com calagem não diferiram da média obtida neste solo sem calagem. No LVAd, entretanto, as médias para comprimento de haste e pesos de matéria seca da parte aérea e de raízes, obtidas dos tratamentos que receberam calagem, foram menores que as médias obtidas na ausência de calagem, indicando efeito prejudicial da mesma sobre aquelas características. O resultado deste trabalho confirma os obtidos por Cereda et al. (1991) que, estudando distúrbios nutricionais em maracujazeiro-doce cultivado em solução nutritiva, verificaram maior desenvolvimento de plantas na ausência de Mg, Ca e K do que em solução completa. Resultados semelhantes foram obtidos por Reissmann & Prevedello (1992), Ulhôa (1997) e Balieiro et al.

TABELA 5. Valores médios^(*) do CH e NF do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	CH (m)		NF	
	SC	CC	SC	CC
LVAd	1,29 B a	0,70 B b	15,62 B a	12,52 B a
LVd	2,12 A a	2,15 A a	42,00 A a	39,33 A a

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

TABELA 6. Valores médios^(*) do PMSPA, PMSR e R/PA do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	PMSPA (g)		PMSR (g)		R/PA	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC
LVAd	21,67 B a	13,18 B b	4,14 B a	2,32 B b	0,15 A a	0,18 A a
LVd	62,75 A a	64,41 A a	9,48 A a	9,50 A a	0,20 A a	0,15 A a

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

(2001). Esses autores verificaram maiores alturas de mudas de erva-mate, baru e *Acacia* sp, respectivamente, na ausência de calagem. Mitidieri (1995) também verificou reduções na produção de matéria seca de espécies forrageiras, em função de doses crescentes de calcário, porém, em LATOSSOLO VERMELHO ESCURO.

Dessa forma, pode-se inferir que a calagem no LVAd prejudicou o crescimento vegetativo do maracujazeiro-doce, provavelmente por causar desequilíbrio nutricional no solo, reforçando a idéia de que esta espécie seja tolerante a solos ácidos. Já no LVd, não verificou-se diferença significativa para as médias das variáveis de crescimento do maracujazeiro-doce, quando considera-se a presença ou ausência de calagem.

4.1.2 Teor de macronutrientes na matéria seca da parte aérea

Na Tabela 7 é apresentado o resumo das análises de variância para os teores de macronutrientes na parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias, em função das classes de solo e níveis de saturação por bases. Observa-se efeito significativo das classes de solo sobre os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). A interação entre os fatores estudados apresentou efeito significativo para os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Observou-se efeito significativo dos tratamentos adicionais e dos contrastes para os teores de P, Ca e S, e apenas dos contrastes para os teores de K e Mg.

Os menores teores de N e K observados na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro cultivado no LVd em relação aos obtidos no LVAd, ambos com calagem (Tabela 8), podem ser explicados pelo efeito de diluição destes nutrientes (Marschner, 1995), já que neste solo o peso da matéria seca das plantas foi maior (Tabela 6). Para o K também pode ter ocorrido competição entre Ca e Mg com o K (Malavolta, 1980). Isso porque o LVd recebeu quantidades maiores de calcário, ou redução da disponibilidade de K em função da maior CTC do LVd, que aumenta a capacidade de retenção deste nutriente (Associação ..., 1990).

Os maiores teores de P na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce cultivado no LVd com calagem (Tabela 8) se deram, provavelmente, em função do maior peso da matéria seca de raízes obtido neste solo (Tabela 6). Esse fator teria possibilitado a exploração de maior volume de solo, superando a fixação de P (Raij, 1991). Por outro lado, o solo LVd apresentou maiores valores de saturação por Al, teores de Fe, CTC e menores valores de saturação por bases (Tabela 1), que seriam características suficientes para esperar-se menor absorção de P. Porém, segundo Kamprath & Watson (1980), citados por Raij (1991), os

extratores ácidos utilizados na análise para determinação do P no solo, extraem mais P ligado a Ca no solo e apenas pequena proporção do elemento ligado a Al e Fe; isso implica em resultados excessivamente baixos de P em solos argilosos. Dessa forma, acredita-se que, no LVd, o teor de P adsorvido à superfície dos óxidos de Fe e Al pudesse ser maior e, com a elevação do pH devido ao aumento dos níveis de saturação por bases, mais P foi liberado para a solução do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Caires & Fonseca (2000), que verificaram aumento na absorção de P pela soja, com a aplicação de doses de calcário, apesar da análise do solo não ter revelado maior disponibilidade deste nutriente.

TABELA 7. Resumo das análises de variância para os teores de macronutrientes na parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

FV	GL	N	Quadrados médios				
			P	K	Ca	Mg	S
Classes de solo	1	25,99205*	0,004278*	0,038851*	0,03934*	0,009045*	0,01629*
Níveis saturação	3	0,037275	0,0001	0,003411	0,149741*	0,001974*	0,011149*
Solo x níveis sat.	3	0,068808	0,000016	0,00027	0,013616*	0,000138*	0,017206*
Adicionais	1	0,9522*	0,001596*	0,003872	0,021736*	0,0000001	0,023545*
Adic. vs fatorial	1	0,09604	0,000331*	0,084043*	0,142207*	0,005085*	0,013249*
Bloco	3	0,285147*	0,000062	0,010204	0,002017	0,000025	0,000708
Erro	27	0,072536	0,000053	0,004901	0,003884	0,000029	0,001635
CV (%)		8,28	7,48	7,34	5,72	7,25	11,20

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

TABELA 8. Teores médios^(*) de N, P e K (dag.kg⁻¹) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	N		P		K							
	SC	CC	SC	CC	SC	CC						
LVAd	3,50	A b	4,18	A a	0,08	B b	0,09	B a	1,02	A a	0,96	A a
LVd	2,81	A a	2,37	B b	0,10	A a	0,11	A a	1,07	A a	0,90	B b

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

Comparando-se os teores médios de macronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, obtidos em função da calagem, para cada um dos solos utilizados (Tabelas 8 e 9), verifica-se que, no LVAd, as médias dos teores de N, P e Mg na matéria seca do maracujazeiro, obtidas dos tratamentos que receberam calagem, foram maiores que a obtida do tratamento adicional, LVAd sem calagem. Entretanto, as médias dos teores de K, Ca e S não diferiram da obtida do tratamento sem calagem.

O maior teor de N na matéria seca de plantas cultivadas no LVAd na presença de calagem (Tabela 8) pode ter ocorrido em função da baixa CTC deste solo (Tabela 1). A menor adsorção dos íons NH_4^+ , resultante da baixa CTC, teria aumentado a disponibilidade de N para as plantas. Acredita-se, também, que o aumento de pH verificado neste solo após a calagem (Figura 1) possa ter sido suficiente para estimular a população de microrganismos envolvidos na mineralização da matéria orgânica, apesar do baixo teor de matéria orgânica apresentado (Tabela 1).

O maior teor de P na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce cultivado no LVAd na presença de calagem (Tabela 8) pode ter ocorrido em função da neutralização do Al e grande parte do Fe, pela maior solubilidade de fosfatos de Al e Fe, com conseqüente redução da fixação de P (Vale et al., 1997). A disponibilidade de P também pode ter aumentado em função da maior

TABELA 9. Teores médios^(*) de Ca, Mg e S (dag.kg^{-1}) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	Ca				Mg				S			
	SC		CC		SC		CC		SC		CC	
LVAd	1,02	A a	1,08	B a	0,05	A b	0,06	B a	0,38	A a	0,39	A a
LVd	0,92	B b	1,16	A a	0,05	A b	0,09	A a	0,27	B b	0,35	B a

(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

concentração de Mg no meio (Malavolta, 1980). Já o maior teor de Mg verificado na matéria seca das plantas cultivadas no LVAd com calagem, provavelmente se deu em função do aumento da concentração deste nutriente no solo, por adição direta.

No LVd, os teores médios de Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, obtidos dos tratamentos que receberam calagem, foram maiores que os obtidos do tratamento adicional LVd sem calagem. Já para o N e K, observaram-se reduções. O teor de P não foi alterado em função da calagem (Tabelas 8 e 9).

A maior concentração de Ca e Mg no maracujazeiro-doce cultivado no LVd na presença de calagem (Tabela 9) se deu, provavelmente, em função da elevação dos teores destes nutrientes neste solo por adição direta, aumentando a disponibilidade para as plantas (Vale et al., 1997). O maior teor de S verificado na matéria seca de plantas cultivadas no LVd na presença de calagem, pode estar relacionado com a maior mineralização da matéria orgânica existente neste solo (Tabela 1). Pode também estar relacionado ao aumento do pH, que pode ter promovido a liberação de sulfatos ligados a Fe e Al (Raij, 1991).

Apesar do LVd apresentar teor médio de matéria orgânica e ter recebido a mesma adubação química que o LVAd, verificou-se menor teor de N na matéria seca do maracujazeiro-doce cultivado no LVd na presença de calagem (Tabela 8). Este resultado foi considerado inesperado, pois a calagem tem um efeito pronunciado no aproveitamento de N, influenciando nas respostas ao nutriente aplicado em adubações. Acredita-se que a maior CTC deste solo possa ter promovido maior adsorção dos íons NH_4^+ às cargas negativas da argila, reduzindo a disponibilidade de N.

Plantas cultivadas no LVd na presença de calagem apresentaram menores teores de K na matéria seca da parte aérea, em comparação aos obtidos em plantas cultivadas neste solo, porém, sem calagem (Tabela 8). Resultados

semelhantes também foram verificados para cafeeiro (Rodrigues, 1997), baru, fruta-lobo e tingui (Ulhôa, 1997) e forrageiras tropicais (Guimarães, 2000). Os aumentos nos teores de Ca e Mg no solo e nos valores de pH podem explicar tais resultados. No processo de absorção de cátions, o Ca e o Mg competem com o K, pois utilizam os mesmos sítios de ligação com os carregadores, estabelecendo inibição competitiva na absorção pelas raízes (Malavolta, 1980). O estímulo na absorção de K pelo Ca (Efeito Viets) aumenta com a redução do pH, indicando que o Ca impede o efeito negativo de altas concentrações de H sobre a absorção de K. Da mesma forma, o estímulo na absorção de K pelo Ca reduz com pH maiores e o Ca pode até inibir a absorção de K, provavelmente devido à competição (Marschner, 1990). O ponto de transição entre o estímulo e a inibição não ocorre em pH fixo, mas depende, por exemplo, da espécie de planta (Voz e Jacobson, 1974, citados por Marschner, 1990).

Quando comparam-se as médias dos teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce cultivado no LVAd e no LVd, ambos sem calagem (Tabelas 8 e 9), não verificam-se diferenças significativas para os teores de N, K e Mg. Plantas cultivadas no LVd sem calagem apresentaram maior teor de P na matéria seca da parte aérea, provavelmente em função do maior peso de matéria seca de raízes verificado neste solo (Tabela 6), que permitiu maior exploração do volume de solo, compensando a fixação de P.

Os menores teores de Ca e S na matéria seca do maracujazeiro cultivado no LVd sem calagem, comparados aos obtidos no LVAd sem calagem (Tabela 9), justificam-se pelo maior peso de matéria seca das plantas cultivadas no primeiro solo, que pode ter induzido um efeito de diluição daqueles nutrientes (Marschner, 1995).

O aumento dos níveis de saturação por bases nas duas classes de solos resultaram em aumentos nos teores de Ca e Mg na matéria seca da parte aérea do

maracujazeiro-doce propagado por sementes, sendo os resultados ajustados por equações lineares positivas (Figuras 3 e 4). Resultados semelhantes foram obtidos para eucalipto (Valeri et al., 1985; Goulart et al., 1990), aroeira (Costa Filho, 1992) e acácia (Dias et al., 1990). O aumento no valor da saturação por bases provavelmente promoveu aumento da absorção de Ca e Mg pelo maracujazeiro-doce, devido à elevação dos teores destes nutrientes nos solos utilizados, por adição direta, aumentando a disponibilidade para as plantas, como sugerem Vale et al. (1997).

Aumentos nos teores de S na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce, resultantes do aumento nos níveis de saturação por bases, foram observados apenas quando utilizou-se solo LVd (Figura 5). O teor médio de matéria orgânica verificado neste solo (Tabela 1) provavelmente aumentou a disponibilidade deste nutriente para as plantas. Isso porque, segundo Vale et al. (1997), o teor de S nos solos está intimamente relacionado com seu teor de matéria orgânica. Aumentos dos teores de S na matéria seca de diversas espécies vegetais em função do aumento do nível de saturação por bases também podem ser explicados pelo aumento do pH do solo, promovendo a liberação de sulfatos ligados a Fe e Al (Raij, 1991). Para o LVAd, a falta de significância observada para teores de S na matéria seca do maracujazeiro-doce se deu, provavelmente, em função do seu baixo teor de matéria orgânica (Tabela 1).

Os maiores teores de Ca, Mg e S foram obtidos com o maior nível de saturação por bases, variando com as classes de solo. Para plantas cultivadas nos solos LVAd, estes valores corresponderam a (em dag.kg⁻¹): 1,20 (Ca); 0,08 (Mg); 0,39 (valor médio para S). Para plantas cultivadas no LVd, estes valores corresponderam a (em dag.kg⁻¹): 1,36 (Ca); 0,11 (Mg); 0,44 (S).

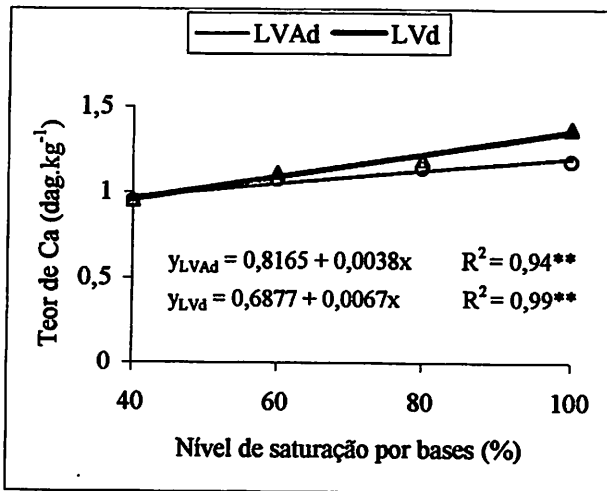


FIGURA 3. Teor de cálcio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

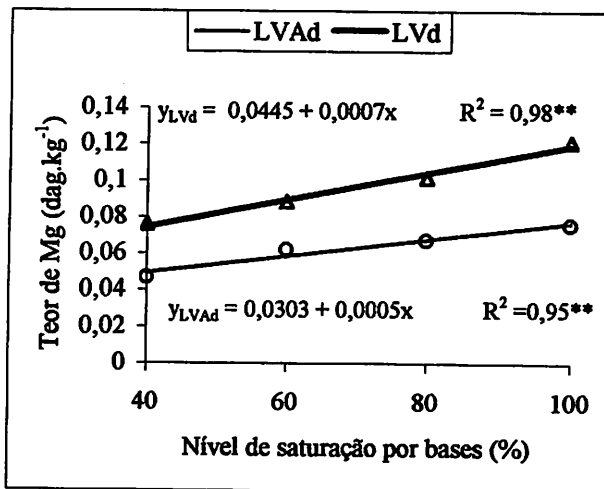


FIGURA 4. Teor de magnésio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

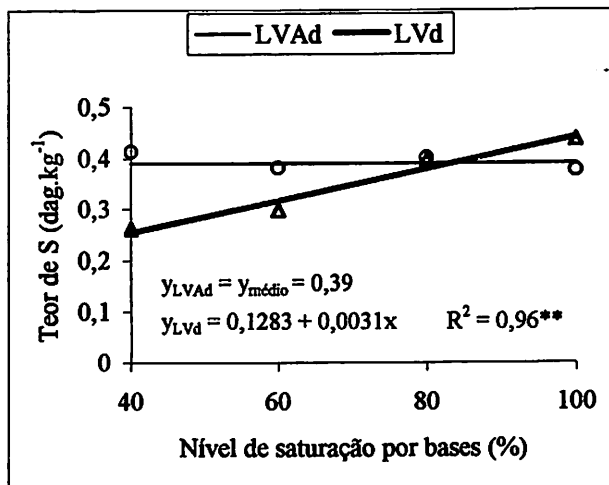


FIGURA 5. Teor de enxofre na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

4.1.3 Teor de micronutrientes na matéria seca da parte aérea

Analisando-se os valores da Tabela 10, verifica-se que houve efeito significativo dos níveis de saturação por bases para os teores de cobre (Cu) e zinco (Zn) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro propagado por sementes, e da interação entre os fatores estudados para o teor de boro (B). O teor de manganês (Mn) foi influenciado pelas classes de solo e níveis de saturação por bases, de forma independente, enquanto o teor de ferro (Fe) foi afetado apenas pelas classes de solo. Os tratamentos adicionais apresentaram efeito significativo sobre os teores de B, Cu e Zn. Os contrastes apresentaram efeito significativo sobre os teores de B, Mn e Zn.

O aumento dos níveis de saturação por bases no LVd promoveu ajuste linear crescente para os teores de B na matéria seca da parte aérea do

maracujazeiro-doce propagado por sementes (Figura 6). Resultados semelhantes foram obtidos para forrageiras tropicais (Mitidieri, 1995; Guimarães, 2000). Haag et al. (1973), computando a extração de nutrientes pelos maracujazeiros amarelo e roxo por 370 dias, verificaram que o acúmulo de B acompanhou o crescimento das plantas.

TABELA 10. Resumo das análises de variância para teores de micronutrientes na parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Classes de solo	1	161,0743*	0,091271	20986,8828*	495,50307*	10,071072
Níveis saturação	3	27,44237*	0,35543*	787,717744	195,4292*	59,750385*
Solo x níveis sat.	3	18,3266*	0,04731	962,274018	26,816073	17,866658
Adicionais	1	195,6143*	0,49005*	2116,011458	20,28208	95,440928*
Adic. vs fatorial	1	54,69518*	0,081045	17,598677	69,879601*	97,6625*
Bloco	3	3,7988593	0,062187	548,153280	36,749594	42,844341
Erro	27	4,480941	0,109554	991,192522	14,238149	10,552319
CV (%)		5,92	10,63	23,93	10,12	10,55

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

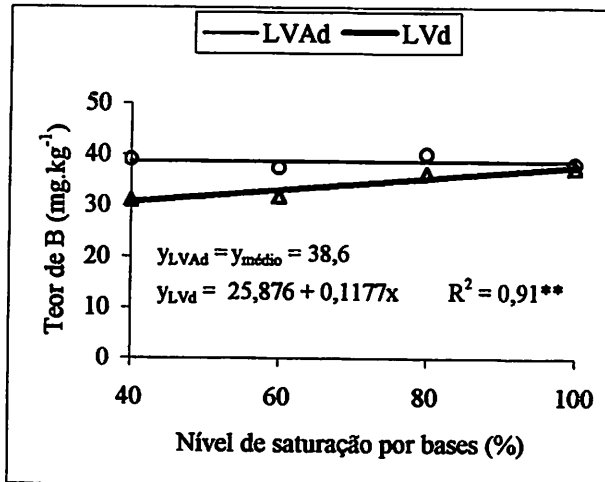


FIGURA 6. Teor de boro na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

O B é o único micronutriente que se apresenta como molécula não ionizada na solução do solo (Moranghan & Mascagni, 1991), mas pode ser adsorvido por óxidos hidratados de Fe ou de Al. Tal adsorção é dependente do pH do solo, sendo maior em torno de pH 7 para $\text{Al}(\text{OH})_3$ e em torno de pH 9 para $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (Vale et al., 1997). Dessa forma, acredita-se que os valores de pH alcançados após a elevação dos níveis de saturação por bases no LVd (Figura 1) não foram suficientes para promover a adsorção do B fornecido pela adubação básica. Assim, provavelmente, não houve redução na disponibilidade de B, justificando os aumentos dos teores deste nutriente na matéria seca da parte aérea das plantas cultivadas no LVd.

Os resultados do presente trabalho parecem indicar que o maracujazeiro-doce seja exigente em B e, diante da disponibilidade deste micronutriente no LVd, a absorção foi crescente. Segundo Cereda et al. (1991), o B é o segundo micronutriente mais absorvido e sua ausência é a que mais reduz o crescimento do maracujazeiro-doce. Lopes (2000) também verificou que o B foi o segundo micronutriente mais absorvido pelo maracujazeiro-doce, até o quadragésimo dia de cultivo em solução nutritiva. Para a redução do crescimento do maracujazeiro amarelo, a ausência de B também foi a mais significativa (Morales-Abanto & Muller, 1977a).

As diferenças entre as demandas em B particularmente entre gramíneas e dicotiledôneas estão provavelmente relacionadas às diferenças na composição das paredes celulares. Nas gramíneas, as paredes celulares contêm muito pouco pectato e têm também requerimento muito menor em Ca. Interessante que estes dois grupos também diferem tipicamente em suas capacidades de absorção de Si, que é usualmente inversamente relacionado ao requerimento em B e Ca (Loomis & Durst, 1992, citados por Marschner, 1995). Estes três elementos são localizados principalmente nas paredes celulares. Embora as informações sobre as interações B/Ca sejam inconclusivas (Gupta, 1979; Bergmann, 1988; 1992,

citados por Marschner, 1995) parecem ter bases fisiológicas, incluindo funções estruturais similares nas paredes celulares e na interface entre parede celular e membrana plasmática, além de interações na absorção e transporte para ramos, e no transporte de AIA.

A ausência de significância para os teores de B na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce cultivado no LVAd, em função do aumento dos níveis de saturação por bases, pode ser explicado pelo maior pH inicial e o baixo teor de matéria orgânica do solo utilizado.

O aumento dos níveis de saturação por bases promoveu reduções nos teores de Cu na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, sendo os resultados ajustados por uma equação linear decrescente (Figura 7). A solubilidade de Cu é muito dependente do pH (Vale et al., 1997) e a diminuição da acidez promove sua insolubilização por meio da formação de óxidos (Malavolta, 1980; Raji, 1991). Dessa forma, acredita-se que o aumento nos valores de pH obtidos com os níveis crescentes de saturação por bases tenha reduzido a disponibilidade de Cu para a absorção pelas plantas. A redução de Cu

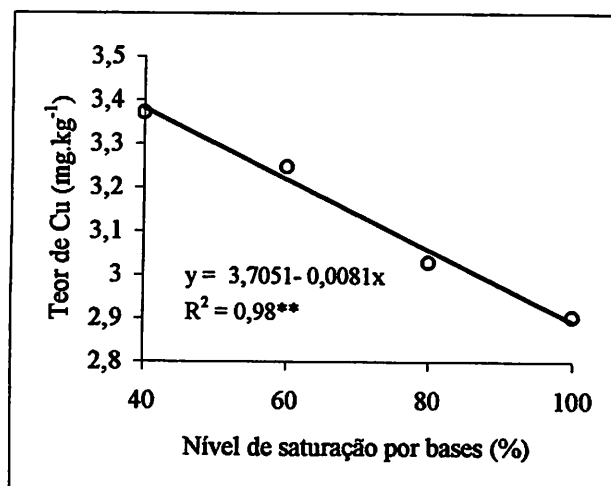


FIGURA 7. Teor de cobre na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

na matéria seca de forrageiras tropicais avaliadas em dois solos em função de doses crescentes de calcário foi verificada por Guimarães (2000). A calagem também reduziu os teores deste nutriente, tanto em um LATOSSOLO ROXO Distrófico textura argilosa como em um LATOSSOLO VERMELHO ESCURO textura arenosa (Gimenez et al., 1992).

Pela Figura 8, pode-se observar a redução nos teores de Mn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, em função do aumento dos níveis de saturação por bases nos solos, sendo os resultados ajustados por uma equação linear negativa. Hylander (1995) também verificou reduções nos teores de Mn em cevada cultivada em dois solos argilosos e um arenoso, após a calagem.

Os fatores que afetam a disponibilidade deste nutriente para as plantas são pH elevado, excesso de matéria orgânica, altos teores de P, Cu, Zn e déficit hídrico (Malavolta, 1980). Para Sparrow & Uren (1987), citados por Moranghan

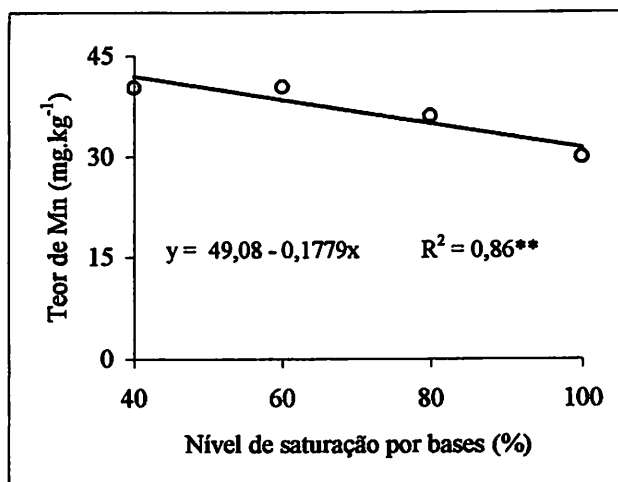


FIGURA 8. Teor de manganês na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

& Mascagni (1991), a disponibilidade de Mn é determinada pela atividade do elemento na solução do solo que, por sua vez, é influenciada pelo pH e potencial de redução. Segundo Vale et al. (1997), o aumento de uma unidade de pH diminui cem vezes a concentração de Mn^{2+} na solução do solo. Dessa forma, acredita-se que os valores de pH alcançados com o aumento nos níveis de saturação por bases tenham sido suficientes para promover a redução da disponibilidade dos íons Mn^{2+} , que são os íons trocáveis na solução do solo, pela conversão em Mn^{3+} e Mn^{4+} , que são insolúveis.

Os teores de Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes seguiram uma relação linear negativa (Figura 9). Foram observadas reduções nos teores de Zn, em função do aumento dos níveis de saturação por bases. Reduções nos teores foliares de Zn em função de doses crescentes de calcário também foram obtidas para forrageiras tropicais (Guimarães, 2000). Acredita-se que o aumento dos níveis de saturação por bases possa ter promovido aumentos nos valores de pH e teores de Ca no solo, que inibiram a absorção de Zn. Assim como o Mn, o aumento de uma unidade de pH diminui cem vezes a concentração de Zn na solução do solo. Além disso, o Ca é um potente deslocador de Zn de complexos ou quelados, deixando este micronutriente livre na solução, o que favorece sua precipitação como $Zn(OH)_2$ (Vale et al., 1997).

O maior teor de B na matéria seca do maracujazeiro-doce propagado por sementes aos 150 dias foi obtido com o maior nível de saturação por bases, sendo função das classes de solo. Para plantas cultivadas no LVd, este valor correspondeu a $37,6 \text{ mg.kg}^{-1}$; o teor médio de B na matéria seca das plantas cultivadas no LVAd foi de $38,6 \text{ mg.kg}^{-1}$. Os maiores teores de Cu, Mn e Zn foram obtidos com o menor nível de saturação por bases, independente das classes de solo, correspondendo a 3,38; 41,96 e $33,15 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectivamente.

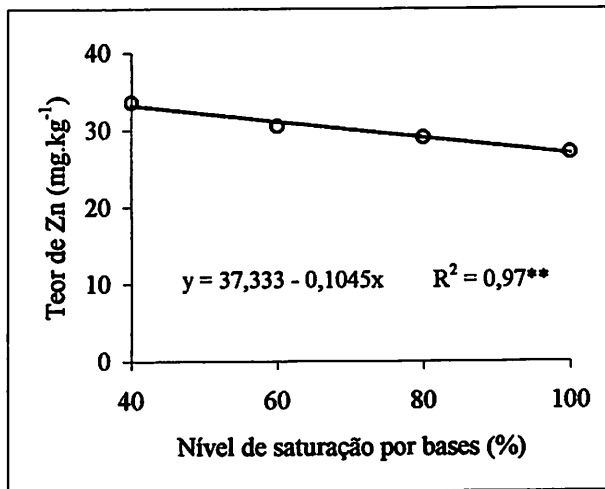


FIGURA 9. Teor de zinco na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Verificaram-se menores teores de Fe e Mn na matéria seca de plantas cultivadas no LVd, em comparação aos obtidos em plantas cultivadas no LVAd, ambos com calagem (Tabelas 11 e 12), apesar da análise química do primeiro solo ter apresentado alto teor de Fe e teor médio de Mn (Tabela 1). Acredita-se que estes nutrientes possam ter sofrido efeito de diluição (Marschner, 1995), uma vez que plantas cultivadas no LVd apresentaram maior peso de matéria seca da parte aérea (Tabela 6). Os micronutrientes catiônicos podem ser adsorvidos em cargas negativas de colóides orgânicos ou de argilas, o que representa um importante processo de manutenção dos nutrientes no solo, de forma a manter o suprimento da solução (Vale et al., 1997). Apesar da adsorção de Fe e Mn ter um papel mínimo na disponibilidade destes micronutrientes para as plantas (Harter, 1991), acredita-se que os menores teores destes nutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro cultivado no LVd também possam ter sido devido à maior adsorção, em função do alto teor de argila e do teor médio de matéria orgânica do LVd, reduzindo suas disponibilidades. No LVAd, ao contrário, a

baixa CTC e os menores teores de argila e matéria orgânica (Tabela 1) provavelmente promoveram maior disponibilidade de Fe e Mn na solução do solo, permitindo maior absorção pelo maracujazeiro (Tabela 11).

Comparando-se os teores médios de micronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, obtidos em função da calagem, para cada um dos solos utilizados (Tabelas 11 e 12), verifica-se que, no LVAd, as médias dos teores de micronutrientes obtidas nos tratamentos com calagem não diferiram da média obtida no tratamento adicional, LVAd sem calagem. Isso, provavelmente, se deve à pequena diferença entre o pH inicial apresentado por este solo (Tabela 1) e à média de pH obtida com a calagem (Figura 1).

TABELA 11. Teores médios^(*) de B, Cu e Zn (mg.kg⁻¹) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	B		Cu		Zn	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC
LVAd	38,38 Aa	38,60 Aa	3,27 Aa	3,08 Aa	30,47 Ba	30,58 Aa
LVd	28,49 Bb	34,11 Ba	2,78 Bb	3,19 Aa	37,38 Aa	29,46 Ab

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

TABELA 12. Teores médios^(*) de Fe e Mn (mg.kg⁻¹) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	Fe		Mn	
	SC	CC	SC	CC
LVAd	146,52 Aa	157,52 Aa	41,52 Aa	40,56 Aa
LVd	113,99 Aa	106,52 Ba	38,34 Aa	32,69 Bb

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

No LVd, a calagem promoveu maiores teores de B e Cu e menores teores de Mn e Zn na matéria seca do maracujazeiro, em comparação ao tratamento adicional, LVd sem calagem (Tabelas 11 e 12). A redução da disponibilidade de micronutrientes após a calagem, exceto Cl e Mo, é um fato de ocorrência generalizada (Malavolta, 1980; Raij, 1991; Vale et al., 1997). Acredita-se que o aumento de pH neste solo não tenha sido suficiente para reduzir a disponibilidade de B, por meio da formação de compostos de baixa solubilidade com a matéria orgânica. O maior teor de Cu na matéria seca do maracujazeiro cultivado no LVd na presença de calagem provavelmente se deu em função do aumento do pH do solo ter favorecido a mineralização da matéria orgânica, aumentando os teores de compostos orgânicos de Cu mais solúveis na solução do solo (Hodgson et al., 1966). Entretanto, para o Mn e Zn, a diminuição da acidez obtida com a calagem provavelmente foi suficiente para promover a formação de compostos insolúveis, pois, para estes nutrientes, o aumento de uma unidade de pH diminui cem vezes a concentração na solução do solo (Vale et al., 1997).

Quando se comparam as médias dos teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce cultivado no LVAd e no LVd, ambos sem calagem (Tabelas 11 e 12), não se verificam diferenças significativas para os teores de Fe e Mn. Plantas cultivadas no LVd sem calagem apresentaram menores teores de B e Cu na matéria seca da parte aérea, quando comparados aos obtidos no LVAd sem calagem. Isso provavelmente ocorreu em função do maior peso de matéria seca das plantas cultivadas no primeiro solo, que pode ter induzido um efeito de diluição daqueles nutrientes (Marschner, 1995). O maior pH inicial do LVAd (Figura 1) pode explicar o menor teor de Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce cultivado neste solo sem calagem, quando comparado ao obtido no LVd sem calagem.

4.1.4 Teor de macronutrientes na matéria seca das raízes

O resumo das análises de variância para os teores de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes, em função das classes de solo e níveis de saturação por bases, é apresentado na Tabela 13. Observa-se o efeito significativo das classes de solo para o teor de P, dos níveis de saturação por bases sobre o teor de Ca e destes dois fatores, de forma independente, sobre o teor de Mg. Os tratamentos adicionais apresentaram efeito significativo apenas para o teor de P, enquanto os contrastes apresentaram efeito significativo para os teores de P, Ca e Mg.

O aumento dos níveis de saturação por bases resultou em aumentos no teor médio de Ca na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes (Figura 10). Os valores médios obtidos ajustaram-se a uma equação linear positiva, e provavelmente, ocorreram em função da maior absorção de Ca pelo maracujazeiro-doce, devido à elevação dos teores deste nutriente no solo. Resultados semelhantes foram obtidos para amendoineiro (Caires & Rosolem, 2001) e milho (Rosolem et al., 1994; Hernández, 1994).

Em relação aos teores de Mg determinados na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes e submetidos a níveis crescentes de saturação por bases (Figura 11), verifica-se que os resultados foram ajustados por função linear crescente. Provavelmente, esta elevação foi resultante da maior taxa de absorção pelas raízes decorrente da elevação dos teores deste nutriente no solo, como verificado por Rodrigues (1997) para cafeeiro.

Os maiores teores de Ca e Mg na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes aos 150 dias, foram obtidos com o maior nível de saturação por bases e independente das classes de solo, correspondendo a 1,39 e 0,20 dag.kg⁻¹.

TABELA 13. Resumo das análises de variância para teores de P, Ca e Mg nas raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios		
		P	Ca	Mg
Classes de solo	1	0,002064*	0,030814	0,058055*
Níveis saturação	3	0,000111	0,127243*	0,008559*
Solo x níveis sat.	3	0,000058	0,021773	0,001488
Adicionais	1	0,001105*	0,070313	0,000351
Adic. vs fatorial	1	0,000551*	0,127182*	0,0086*
Bloco	3	0,000105	0,029778	0,000482
Erro	27	0,000061	0,022887	0,000557
CV (%)		9,05	12,46	14,64

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

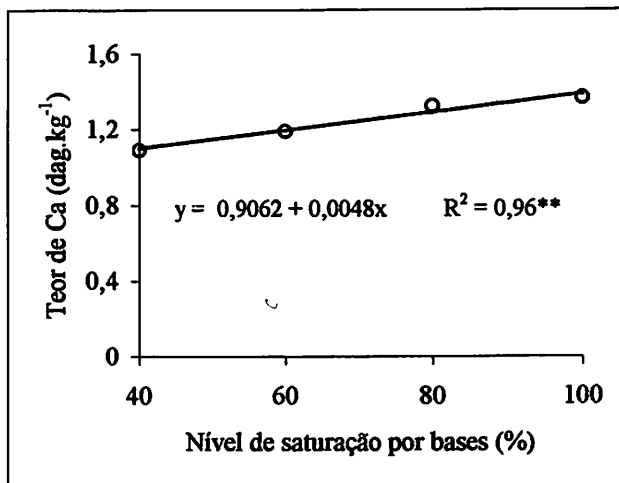


FIGURA 10. Teor de cálcio na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

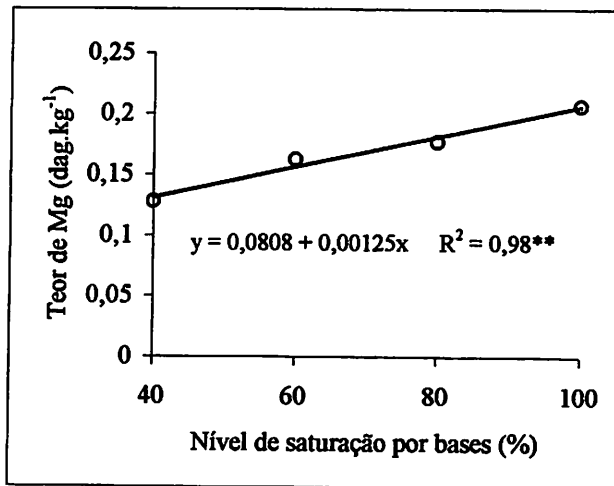


FIGURA 11. Teor de magnésio na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

O teor de P na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce cultivado no LVd foi maior que o obtido no LVAd, quando utilizou-se a calagem (Tabela 14). Os teores de P na solução do solo são baixos, em geral, devido à baixa solubilidade dos compostos de Fe e Al, aos quais o P se combina e à alta capacidade de adsorção do elemento pelas partículas do solo. A proporção relativa dos compostos de P é condicionada pelo pH (Raij, 1991). Considerando-se que o solo LVd utilizado apresentou maiores teores de Fe, de saturação por Al e menor pH que o LVAd (Tabela 1), pode-se supor que contivesse mais P adsorvido e combinado. Em função destas características, acredita-se que o aumento de pH observado (Figura 1) foi suficiente para promover maior liberação de P para a solução do LVd, justificando os maiores teores de P na matéria seca das raízes das plantas cultivadas neste solo.

Apesar dos dois solos utilizados terem apresentado teores baixos de Mg (Tabela 1), o teor deste nutriente na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes foi maior no LVd em comparação ao obtido no

LVAd, ambos com calagem. Este resultado se deu, provavelmente, em função do teor médio de matéria orgânica do LVd, que é fonte de Mg (Malavolta, 1980), ou devido à maior adição de calcário no LVd (Tabela 2), aumentando a disponibilidade para as plantas (Vale et al., 1997).

Comparando-se os teores médios de P, Ca e Mg na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes, obtidos em função da calagem, para cada um dos solos utilizados (Tabela 14), verifica-se que no LVAd a média dos teores de P e Ca dos tratamentos que receberam calagem foi maior que a obtida no tratamento adicional, LVAd sem calagem. Provavelmente, o aumento dos níveis de saturação por bases aumentou a disponibilidade de P e de Ca na solução do solo, por meio da maior solubilidade de fosfatos de Al e Fe e por adição direta ao solo, respectivamente (Vale et al., 1997). Em relação ao teor de Mg, entretanto, não observou-se diferença para as médias obtidas na presença ou ausência de calagem. No LVd, a calagem promoveu maior teor de Mg na matéria seca das raízes, em comparação ao obtido sem calagem.

Quando se comparam as médias dos teores de P, Ca e Mg na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce cultivado no LVAd e no LVd, ambos sem calagem (Tabela 14), verificam-se diferenças significativas apenas para o teor de

TABELA 14. Teores médios^(*) de P, Ca e Mg (dag.kg⁻¹) na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por sementes, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	P				Ca				Mg			
	SC		CC		SC		CC		SC		CC	
LVAd	0,07	B b	0,08	B a	1,01	A b	1,27	A a	0,14	A a	0,12	B a
LVd	0,09	A a	0,10	A a	1,19	A a	1,21	A a	0,12	A b	0,21	A a

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

Ca. Plantas cultivadas no LVd sem calagem apresentaram maior teor de Ca que o obtido no LVAd sem calagem.

4.2 Efeito da calagem no crescimento e nutrição do maracujazeiro-doce propagado por estacas (experimento 2)

4.2.1 Variáveis de crescimento

Na Tabela 15 é apresentado o resumo das análises de variância para as variáveis de crescimento do maracujazeiro-doce propagado por estacas aos 150 dias, cultivado nos solos LVAd e LVd, sob diferentes níveis de saturação por bases. As classes de solo e os tratamentos adicionais apresentaram efeito sobre comprimento de haste (CH), número de folhas (NF), peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e peso da matéria seca das raízes (PMSR). A relação entre peso da matéria seca da parte aérea e peso da matéria seca das raízes (R/PA) não foi influenciada por nenhum dos fatores estudados.

Os valores médios de todas as variáveis de crescimento avaliadas foram significativamente maiores quando se cultivou o maracujazeiro-doce no LVd, em comparação aos obtidos no LVAd, tanto na presença como na ausência de calagem (Tabelas 16 e 17). Solos diferentes podem induzir variações em crescimento vegetal, pois, de acordo com Rom & Carlson (1987), a natureza física e química do solo afeta diretamente a taxa de crescimento das raízes. Para Malavolta (1980), a textura do solo afeta o crescimento das plantas, pois influencia o movimento e percolação da água e de nutrientes, que podem ser mais ou menos retidos.

Os solos argilosos geralmente promovem maior produção vegetal, principalmente por possuírem maiores capacidade de troca de cátions (CTC), retenção de umidade e teor de matéria orgânica (Vale et al., 1997). Comparando-

TABELA 15. Resumo das análises de variância para CH, NF, PMSPA, PMSR e para R/PA do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios				
		CH	NF	PMSPA	PMSR	R/PA
Classe de solo	1	2,436528*	145,223403*	6656,56065*	59,350512*	0,000721
Níveis de satur.	3	0,092161	14,352361	60,781445	1,006371	0,000138
Solo x níveis	3	0,110636	7,83007	5,479661	0,426571	0,000434
Adicionais	1	1,3122*	87,78125*	1158,48911*	13,860113*	0,000325
Adic. vs fatorial	1	0,000951	7,582056	14,226526	0,049703	0,00001
Bloco	3	0,455836*	18,978889	27,4205	1,375189*	0,000751*
Erro	27	0,063445	9,971482	21,531431	0,453461	0,000434
CV (%)		13,51	12,6	10,52	17,44	16,28

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

TABELA 16. Valores médios^(*) do CH e NF do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	CH (m)		NF	
	SC	CC	SC	CC
LVAd	1,45 B a	1,59 B a	22,62 B a	22,72 B a
LVd	2,26 A a	2,14 A a	29,25 A a	26,98 A a

(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

TABELA 17. Valores médios^(*) do PMSPA, PMSR e R/PA do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	PMSPA (g)		PMSR (g)		R/PA	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC
LVAd	30,87 B a	29,97 B a	2,42 B a	2,46 B a	0,08 A a	0,08 A a
LVd	54,94 A a	58,82 A a	5,05 A a	5,18 A a	0,09 A a	0,09 A a

(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

se os resultados das análises química e física dos solos utilizados (Tabela 1), acredita-se que a maior CTC e teor de matéria orgânica do LVd podem ter promovido maior crescimento do maracujazeiro-doce, representado por maiores CH, NF, PMSPA e PMSR.

Assim como o LVAd, o LVd apresentava baixos teores de P, Ca e Mg (Tabela 1). Entretanto, acredita-se que os altos valores para saturação por Al e teor de Fe, acidez muito elevada e valor médio para CTC do LVd (Tabela 1), seriam fatores suficientes para esperar-se efeito significativo dos níveis de saturação por bases, nas variáveis de crescimento. A ausência de efeito dos níveis de saturação por bases sobre as variáveis de crescimento do maracujazeiro-doce propagado por estacas até os 150 dias (Tabela 15) sugere que esta espécie seja adaptada a solos ácidos. Esta adaptação requer absorção e/ou utilização altamente eficientes de nutrientes, especialmente P, Ca e Mg (Marschner, 1995), ou menor exigência pela espécie.

A propagação por estacas baseia-se na propriedade de regeneração dos tecidos e emissão de raízes adventícias. Dessa forma, plantas propagadas por estacas não apresentam raiz pivotante (Pádua, 1983), além de possuírem sistema radicular menos vigoroso (Fachinello et al., 1995). Isso pode estar relacionado com a ausência de efeito dos níveis de saturação por bases sobre as variáveis de crescimento do maracujazeiro-doce, até os 150 dias. Os resultados sugerem que o sistema radicular adventício das plantas não tenha se desenvolvido o suficiente para explorar o volume de solo ao qual esteve exposto durante a condução do experimento, impedindo a expressão de efeitos positivos ou negativos do aumento dos níveis de saturação por bases em suas variáveis de crescimento. De acordo com os resultados obtidos por Almeida et al. (1991) e Cereda et al. (1994) para maracujazeiro amarelo e doce, respectivamente, acredita-se que esta limitação seja superada no cultivo destas espécies a campo.

Outro fator que leva a crer que o maracujazeiro-doce seja uma espécie adaptada a solos ácidos é a ausência de diferença significativa entre as médias das variáveis de crescimento obtidas dentro de cada tratamento adicional (LVAd sem calagem e LVd sem calagem) e as médias obtidas em cada um destes solos na presença de calagem (Tabelas 16 e 17). Considerando as características do LVd, principalmente sua acidez muito elevada, saturação por bases muito baixa, além de maiores valores de saturação por Al e Fe (Tabela 1), acredita-se que apenas uma espécie adaptada a solos ácidos poderia ser indiferente à calagem.

4.2.2 Teor de macronutrientes na matéria seca da parte aérea

Analisando-se os valores do resumo das análises de variância para os teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce (Tabela 18), observa-se que o teor de nitrogênio (N) foi influenciado apenas pelas classes de solo, enquanto os de fósforo (P) e magnésio (Mg), pelas classes de solo e níveis de saturação por bases, de forma independente. Observam-se também efeitos significativos da interação entre os fatores estudados para os teores de potássio (K) e cálcio (Ca) e apenas dos níveis de saturação por bases para o teor de enxofre (S). Os tratamentos adicionais apresentaram efeito significativo sobre os teores de P e K. Os contrastes apresentaram efeito significativo sobre os teores de P, Ca, Mg e S.

A Figura 12 apresenta os teores médios de P na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, sendo o ajuste dos dados linear e crescente. Provavelmente, o aumento dos níveis de saturação por bases promoveu maior neutralização do Al e do Fe, por meio da maior solubilidade de fosfatos de Al e Fe, com conseqüente redução da fixação de P (Vale et al., 1997). Ainda, o aumento do teor de Mg no meio aumentou a absorção de P, em função de um efeito sinérgico (Malavolta, 1980). Rosolem et al. (1994),

Rodrigues (1997) e Caires & Fonseca (2000) encontraram resultados semelhantes para milho, cafeeiro e soja, quando estas espécies foram submetidas a maiores níveis de saturação por bases.

TABELA 18. Resumo das análises de variância para teores de macronutrientes na parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Classes de solo	1	1,7298*	0,00289*	0,019602	1,01354*	0,03564*	0,000685
Níveis de saturação	3	0,105754	0,00025*	0,009519	0,23628*	0,00489*	0,00498*
Solo x níveis sat.	3	0,068108	0,000033	0,00407*	0,05007*	0,000344	0,00039
Adicionais	1	0,18605	0,00045*	0,06994*	0,012168	0,000351	0,01611
Adic. vs fatorial	1	0,002723	0,00048*	0,01239	1,22938*	0,02025*	0,00767*
Bloco	3	0,017360	0,00012*	0,01089	0,018572	0,000148	0,000198
Erro	27	0,056041	0,00004	0,005763	0,013401	0,000136	0,000924
CV (%)		8,08	8,20	6,43	6,39	8,28	6,93

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

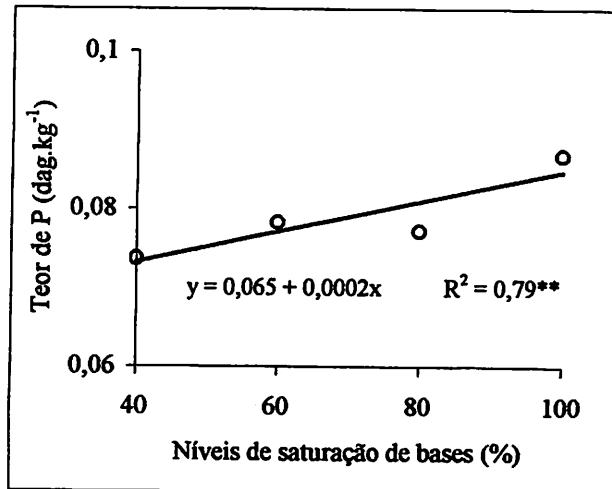


FIGURA 12. Teor de fósforo na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

O aumento dos níveis de saturação por bases promoveu redução nos teores de K na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas e cultivado no LVd (Figura 13). Os resultados acompanharam uma função linear decrescente, também verificada por Rodrigues (1997), Ulhôa (1997) e Guimarães (2000) para cafeeiro, baru, fruta-lobo e tingui e forrageiras tropicais. A redução nos teores de K na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce pode ser devida aos aumentos nos teores de Ca e Mg no solo. Segundo Malavolta (1980), os sítios de ligação com os carregadores para o Ca e o Mg são os mesmos para o K, ocorrendo inibição competitiva. Por outro lado, o aumento de pH reduz o estímulo na absorção de K causado pelo Ca, podendo ocorrer até inibição da absorção de K, provavelmente devido à competição (Marschner, 1990).

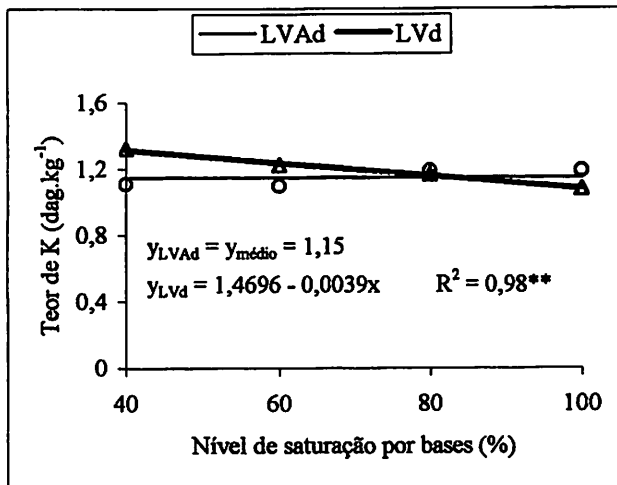


FIGURA 13. Teor de potássio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

A quantidade e o tipo de argila no solo influenciam a capacidade e a energia de retenção do K, controlando a concentração deste nutriente na solução do solo. Desta forma, acredita-se que o alto teor de argila e valor médio de CTC do LVd, também possam ter contribuído para a adsorção de íons K.

Neste trabalho observaram-se aumentos nos teores de Ca e Mg na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce, em função dos níveis de saturação por bases e das classes de solos utilizados, sendo os resultados ajustados por equações lineares (Figuras 14 e 15). Estes aumentos ocorreram, provavelmente, devido à elevação dos teores daqueles nutrientes nos solos por adição direta, aumentando a disponibilidade para as plantas (Vale et al., 1997). Isso demonstra que os teores destes nutrientes nos tecidos vegetais estão relacionados com os níveis destes cátions no solo. Resultados semelhantes foram obtidos para eucalipto (Valeri et al., 1985; Goulart et al., 1990), aroeira (Costa Filho, 1992) e acácia (Dias et al., 1990).

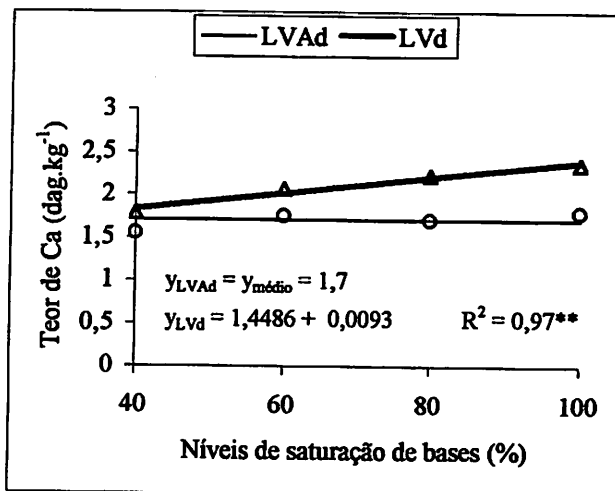


FIGURA 14. Teor de cálcio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

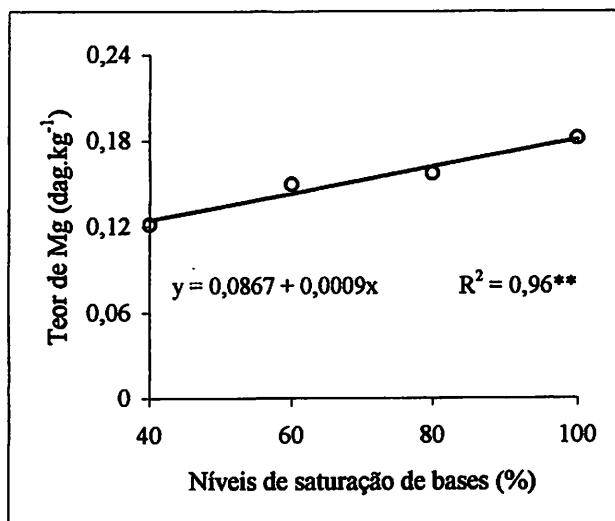


FIGURA 15. Teor de magnésio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Os valores dos teores de S na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, em função dos níveis de saturação por bases (Figura 16), foram ajustados por uma equação linear crescente. Este resultado pode ser explicado pelo aumento do pH do solo, que promove a liberação de sulfatos ligados a Fe e Al (Raij, 1991).

Os maiores teores de P, Mg e S na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas aos 150 dias, foram obtidos com o maior nível de saturação por bases e de forma independente das classes de solo, correspondendo a 0,085; 0,18 e 0,46 dag.kg⁻¹, respectivamente. O maior teor de Ca na matéria seca do maracujazeiro-doce cultivado no LVd também foi obtido com o maior nível de saturação por bases (2,38 dag.kg⁻¹), enquanto no LVAd obteve-se teor médio de 1,7 dag.kg⁻¹. O maior teor de K na matéria seca de

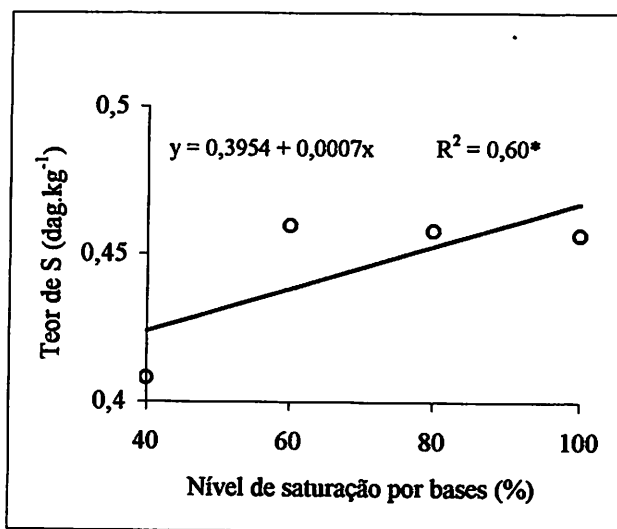


FIGURA 16. Teor de enxofre na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias cultivados. UFLA, Lavras, MG, 2002.

plantas cultivadas no LVd foi obtido com o menor nível de saturação por bases ($1,31 \text{ dag.kg}^{-1}$), enquanto no LVAd obteve-se teor médio de $1,15 \text{ dag.kg}^{-1}$.

O teor médio de N na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas e cultivado no LVd foi significativamente menor ao obtido no LVAd, ambos com calagem (Tabela 19). Este resultado pode ser explicado pelo maior crescimento vegetativo das plantas cultivadas no LVd (Tabelas 16 e 17), sugerindo um efeito de diluição do N na matéria seca da parte aérea (Marschner, 1995).

Segundo Rajj (1991), a extensão do sistema radicular é de fundamental importância na absorção de P da solução do solo. Entretanto, quanto maior o contato do fosfato com o solo, maior a fixação observada (Novais et al., 1985). Neste trabalho, os maiores teores de P na matéria seca da parte aérea das plantas cultivadas no LVd com ou sem calagem, quando comparados aos obtidos no

TABELA 19. Teores médios^(*) de N, P e K (dag.kg⁻¹) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	N		P		K	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC
LVAd	3,10 A a	3,16 A a	0,06 B a	0,07 B a	1,12 B a	1,15 A a
LVD	2,80 A a	2,69 B a	0,08 A b	0,09 A a	1,31 A a	1,20 A b

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem CC = com calagem

LVAd com ou sem calagem (Tabela 19), podem ser justificados pelo maior peso de matéria seca de raízes obtido neste solo (Tabela 17). Esse fator teria possibilitado a exploração de maior volume de solo, superando a fixação de P e aumentando sua absorção.

Outro fator que pode estar relacionado ao maior teor de P na matéria seca da parte aérea das plantas cultivadas no LVD com calagem, em comparação ao obtido no LVAd com calagem (Tabela 19), seria o fato de a análise química de solos argilosos revelarem resultados excessivamente baixos de P, pois pequena proporção do P ligado a Al e Fe é extraída (Kamprath & Watson, 1980, citados por Rajj, 1991). Assim, o P adsorvido à superfície de óxidos de Fe e Al poderia ser maior, ocorrendo maior liberação de P para a solução do solo com a elevação do pH. Caires e Fonseca (2000) verificaram aumento na absorção de P por plantas de soja, em função da aplicação de calcário, apesar da análise do solo não ter revelado maior disponibilidade deste nutriente.

O maior teor de Mg na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas e cultivados no LVD com calagem em comparação ao obtido no LVAd com calagem (Tabela 20) pode ser explicado pelo maior peso da matéria seca de raízes das plantas cultivadas neste solo (Tabela 17). Provavelmente, o maior volume de raízes pôde explorar mais o LVD,

aumentando a absorção de Mg. Este resultado também pode ser devido à maior adição de calcário no LVd (Tabela 2), aumentando a disponibilidade para as plantas (Vale et al., 1997).

Comparando-se os teores médios de macronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas e cultivado no LVAd ou LVd, ambos com calagem, com os obtidos nestes solos, porém sem calagem (Tabelas 19 e 20), verificam-se maiores teores médios de Ca e Mg. Provavelmente, a maior absorção, decorrente da adição direta destes nutrientes ao solo, permitiu estes resultados. Em relação ao P e ao S, verifica-se que a calagem resultou em maior absorção apenas no LVd. Para o P, tal aumento ocorreu, provavelmente, em função da neutralização do Al e Fe, por meio da maior solubilidade de fosfatos de Al e Fe, com conseqüente redução da fixação de P. Para o S, este aumento se deu, provavelmente, em função do aumento de pH proporcionado pela calagem, que favorece a mineralização da matéria orgânica e liberação de sulfatos ligados a Fe e Al (Raij, 1991). Para o K, verificou-se menor teor na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce, apenas quando cultivado no LVd com calagem, em comparação ao obtido neste solo sem calagem. Provavelmente, o aumento do nível de saturação por bases induziu a competição entre Ca e Mg com o K, reduzindo sua disponibilidade

TABELA 20. Teores médios^(*) de Ca, Mg e S (dag.kg⁻¹) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	Ca		Mg				S					
	SC	CC	SC	CC	SC	CC	SC	CC				
LVAd	1,42	A b	1,70	B a	0,09	A b	0,12	B a	0,46	A a	0,45	A a
LVd	1,50	A b	2,10	A a	0,10	A b	0,18	A a	0,37	A b	0,44	A a

(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem

CC = com calagem

(Malavolta, 1980).

Quando comparam-se as médias dos teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas e cultivado no LVAd ou no LVd, ambos sem calagem (Tabelas 19 e 20), verifica-se que apenas os teores de P e K foram superiores no LVd.

4.2.3 Teor de micronutrientes na matéria seca da parte aérea

Por meio dos valores apresentados na Tabela 21, verifica-se que houve efeito significativo da interação entre as classes de solo e níveis de saturação por bases, para os teores de boro (B), manganês (Mn) e zinco (Zn) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas. Para o teor de cobre (Cu) houve efeito significativo das classes de solo e níveis de saturação por bases de forma independente, e do tratamento adicional. O teor de ferro (Fe) não foi influenciado por nenhum dos fatores estudados. Houve efeito significativo dos tratamentos adicionais e dos contrastes para os teores de B, Mn e Zn.

Os teores de Cu do maracujazeiro-doce propagado por estacas e cultivado no LVd foram inferiores aos observados no LVAd, ambos com calagem (Tabela 22). Os maiores teores de Cu na solução do LVAd provavelmente permitiram maior absorção pelas plantas. Este resultado é semelhante ao obtido por Gimenez et al. (1992) que, após aplicação de doses crescentes de Cu, também verificaram maiores concentrações de Cu na solução de um solo arenoso quando comparado com outro argiloso. Dentre os micronutrientes catiônicos, o Cu é o mais fortemente adsorvido por colóides orgânicos e, muitas vezes, é considerado como não trocável (Vale et al., 1997). O maior teor de matéria orgânica do LVd utilizado, provavelmente reteve mais Cu, justificando os menores teores deste nutriente na matéria seca das plantas,

independente do nível de saturação por bases. Além disso, por ter recebido maiores quantidades de CaCO₃ que o LVAd, a maior concentração de Ca no LVd pode ter reduzido a absorção de Cu, por meio de um efeito antagônico (Malavolta, 1980).

Comparando-se os teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, obtidos em função da calagem, para cada um dos solos utilizados (Tabelas 22 e 23), verifica-se que tanto no LVAd quanto no LVd, as médias dos teores de B e Mn obtidas dos tratamentos com calagem foram menores que as médias obtidas dos tratamentos

TABELA 21. Resumo das análises de variância para teores de micronutrientes na parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Classes de solo	1	2268,516*	2,43377*	370,15123	678,7586*	381,0042*
Níveis saturação	3	156,0614*	0,350383*	344,93596	284,6663*	212,3215*
Solo x níveis sat.	3	4,052161*	0,143244	170,02865	53,58019*	14,56426*
Adicionais	1	801,2004*	6,668552*	345,58205	414,0291*	270,6301*
Adic. vs fatorial	1	540,3352*	0,087189	8,855751	292,9569*	35,11314*
Bloco	3	13,22335*	0,091801	354,56828	98,487785	18,92203*
Erro	27	0,057777	0,104510	125,33084	12,178261	4,735675
CV (%)		0,89	12,40	10,61	8,89	8,32

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

TABELA 22. Teores médios^(*) de B, Cu e Zn (mg.kg⁻¹) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	B		Cu		Zn	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC
LVAd	44,40 Aa	33,63 Ab	3,61 Aa	2,86 Ab	22,20 Ba	22,23 Ba
LVd	24,39 Ba	16,79 Bb	1,79 Bb	2,31 Ba	33,84 Aa	29,13 Ab

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem

CC = com calagem

adicionais, LVAd sem calagem e LVd sem calagem. A disponibilidade de B pode aumentar até certo valor de pH, quando, então, formam-se compostos de baixa solubilidade com a matéria orgânica. Para o Mn, a diminuição da acidez promove a conversão do Mn trocável e da solução do solo, em Mn^{3+} e Mn^{4+} , que são insolúveis (Raij, 1991). Pelos resultados aqui obtidos, acredita-se que a média dos valores de pH obtida dos tratamentos que receberam calagem, comparada com as médias de pH dos solos utilizados sem calagem, foi suficiente para reduzir a disponibilidade de B e Mn. Justificam-se, assim, os menores teores destes nutrientes na matéria seca das plantas cultivadas no LVAd ou LVd com calagem (Tabelas 22 e 23).

No LVAd, o teor médio de Cu obtido dos tratamentos com calagem foram menores que a média obtida do tratamento adicional, LVAd sem calagem. Já no LVd, verificou-se o contrário (Tabela 22). O aumento do pH decorrente da calagem pode reduzir a disponibilidade de Cu por meio de sua insolubilização e formação de óxidos (Malavolta, 1980). Entretanto, a literatura registra respostas variáveis, como as de Premazzi (1991), que observou reduções nos teores de Cu para *Braquiaria brizantha* até o nível de 42% de saturação por bases, elevando-se, em seguida. Enquanto que, para o capim colonião, inicialmente houve um

TABELA 23. Teores médios^(*) de Fe e Mn ($mg.kg^{-1}$) na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	Fe		Mn	
	SC	CC	SC	CC
LVAd	99,92 A a	108,72 A a	37,47 B a	33,29 B b
LVd	113,06 A a	101,91 A a	51,86 A a	42,50 A b

^(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = Sem Calagem

CC = Com Calagem

aumento nos teores deste micronutriente até 37% de saturação por bases, após o qual houve decréscimo.

Gimenez et al. (1992) verificaram que a calagem diminuiu os teores de Cu tanto em LATOSSOLO ROXO Distrófico textura argilosa quanto em LATOSSOLO VERMELHO ESCURO textura média. Entretanto, ao contrário do que comumente ocorre com os micronutrientes catiônicos, o incremento de doses de calcário aumentou os teores de Cu na matéria seca da parte aérea do milho, cultivado em um CAMBISSOLO álico textura arenosa (Assman et al., 1999).

Apesar do Cu ser o micronutriente mais fortemente retido por radicais orgânicos (Vale et al., 1997), acredita-se que o incremento de pH no LVd com calagem provavelmente favoreceu a mineralização da matéria orgânica, aumentando os teores de compostos de Cu mais solúveis na solução do solo, (Hodgson et al., 1966). Justificam-se, assim, os maiores teores médios deste nutriente na matéria seca das plantas cultivadas naquele solo, na presença de calagem (Tabela 22).

Quando comparam-se as médias dos teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, cultivado no LVAd e no LVd, ambos sem calagem, verificam-se maiores teores de B e Cu no LVAd, e de Mn e Zn no LVd (Tabelas 22 e 23). O B e, mais ainda, o Cu, são fortemente retidos pela matéria orgânica (Raij, 1991; Vale et al., 1997); acredita-se que o teor médio de matéria orgânica do LVd (Tabela 1) tenha promovido maior retenção destes nutrientes, reduzindo suas disponibilidades. Por outro lado, os menores teores de B e Cu na matéria seca das plantas cultivadas no LVd também podem se justificar pela diluição deste nutrientes, em função do maior crescimento das plantas obtido neste solo (Tabelas 16 e 17).

O maior pH inicial do LVAd (Figura 1) pode explicar os menores teores de Mn e Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, cultivado neste solo sem calagem, quando comparado ao obtido no LVd sem calagem (Tabelas 22 e 23). Segundo Vale et al. (1997), o aumento em uma unidade no valor de pH reduz em cem vezes a absorção de Mn e Zn.

O aumento dos níveis de saturação por bases promoveu ajustes lineares decrescentes para os teores de B na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, tanto no LVAd quanto no LVd (Figura 17).

A disponibilidade de B é afetada por atributos dos solos, como pH, textura e teor de matéria orgânica (Reisenauer et al., 1973). Por outro lado, a absorção de um dado elemento pode ser influenciada pela presença de outro, podendo ocorrer um efeito antagônico, inibitório ou sinérgico (Malavolta, 1980) ou por mudanças no pH do solo, que também resultam em numerosas interações entre íons (Tisdale et al., 1985).

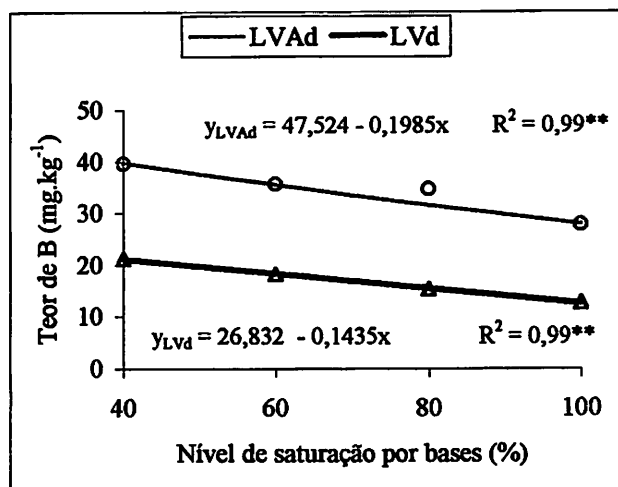


FIGURA 17. Teor de boro na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

A relação entre Ca e B na planta tem sido usada para delinear a deficiência de B. Entretanto, Gupta (1978), citado por Moranghan & Mascagni (1991), concluiu que esta relação não deveria ter a mesma importância que os níveis dos elementos, individualmente. Na ausência de B adicionado, a redução na absorção deste elemento parece estar mais correlacionada com o aumento de pH do solo do que com a disponibilidade de Ca ou Mg. Mas, este efeito não é evidente na presença de B adicionado (Gupta e MacLeod, 1977, citados por Moranghan & Mascagni, 1991). Dessa forma, neste trabalho, as reduções nos teores de B podem estar relacionadas ao aumento de pH, resultante do aumento dos níveis de saturação por bases, que favorece a formação de compostos de baixa solubilidade com a matéria orgânica (Malavolta, 1980; Raij, 1991).

Os teores de B na matéria seca do maracujazeiro-doce propagado por estacas e cultivado no LVd foram inferiores aos observados no LVAd, para todos os níveis de saturação por bases (Figura 17). Este resultado se deve, provavelmente, à maior adsorção de B no LVd, em função dos maiores teores de argila (Gabe, 1998) e matéria orgânica (Raij, 1991).

Pela Figura 18, observam-se reduções nos teores de Cu na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, sendo os resultados ajustados por uma equação linear. A redução de Cu na matéria seca de forrageiras tropicais avaliadas em dois solos em função de doses crescentes de calcário foi verificada por Guimarães (2000). A calagem também reduziu os teores deste nutriente, tanto em LATOSSOLO ROXO Distrófico textura argilosa como em LATOSSOLO VERMELHO ESCURO textura arenosa (Gimenez et al., 1992). O aumento dos níveis de saturação por bases provavelmente reduziu a disponibilidade de Cu para a absorção pelas plantas. A solubilidade de Cu é muito dependente do pH (Vale et al., 1997) e a diminuição da acidez promove

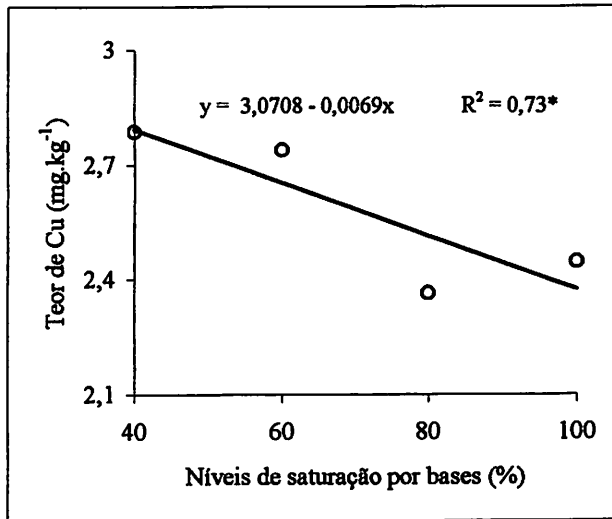


FIGURA 18. Teor de cobre na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

sua insolubilização pela formação de óxidos (Malavolta, 1980; Raij, 1991).

O aumento dos níveis de saturação por bases promoveu a redução dos teores de Mn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce, tanto no LVAd quanto no LVd (Figura 19). Os resultados foram ajustados por equações lineares negativas. Resultados semelhantes foram obtidos para quatro forrageiras tropicais em dois solos submetidos a aumentos no nível de saturação por bases (Guimarães, 2000). Hylander (1995) também constatou que a calagem promoveu reduções nos teores de Mn absorvidos por cevada em dois solos argilosos e um arenoso. Tais reduções podem ter ocorrido em função dos tratamentos aplicados que, provavelmente, reduziram a disponibilidade de Mn para as plantas, que converte-se em formas insolúveis (Mn^{3+} e Mn^{4+}) devido à redução da acidez (Malavolta, 1980; Raij, 1991).

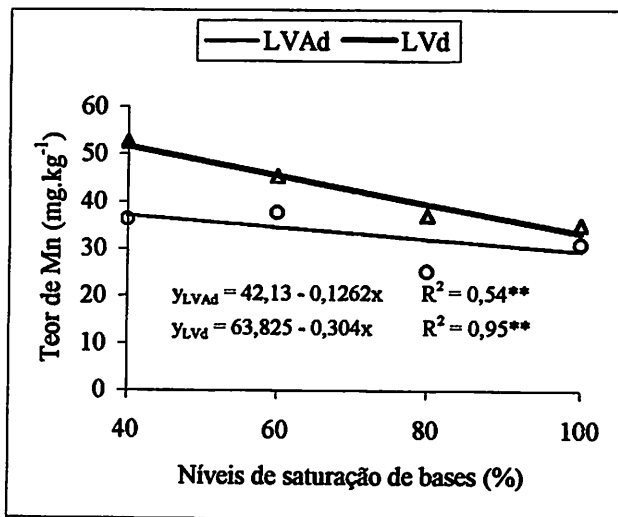


FIGURA 19. Teor de manganês na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Os valores médios dos teores de Mn do maracujazeiro-doce propagado por estacas e cultivado no LVd foram superiores aos observados no LVAd, para todos os níveis de saturação por bases (Figura 19). Observando os resultados das análises químicas dos solos utilizados (Tabela 1), verificam-se teores médios de Mn para ambos. Entretanto, o maior teor de matéria orgânica do LVd, provavelmente resultou na formação de complexos ou quelados orgânicos solúveis, aumentando a solubilidade e transporte de Mn até as raízes (Vale et al., 1997).

O aumento dos níveis de saturação por bases promoveu redução dos teores de Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce cultivado tanto no LVAd quanto no LVd. Os resultados foram ajustados por equações lineares negativas (Figura 20). Reduções nos teores foliares de Zn em função de doses crescentes de calcário também foram obtidas para forrageiras tropicais

(Guimarães, 2000). Segundo Vale et al. (1997), o Ca é um potente deslocador de Zn de complexos ou quelados, deixando este micronutriente livre na solução, o que favorece sua precipitação como $Zn(OH)_2$. Dessa forma, os aumentos dos níveis de saturação por bases podem ter promovido aumentos nos teores de Ca nos solos, que reduziram a disponibilidade de Zn. Os aumentos nos valores do pH dos solos também podem ter sido suficientes para reduzir a disponibilidade de Zn (Malavolta, 1980; Raij, 1991). Pois, como o Mn, o aumento de uma unidade de pH diminui cem vezes a concentração de Zn na solução do solo (Vale et al., 1997).

Os maiores teores de B, Mn e Zn na matéria seca do maracujazeiro-doce propagado por estacas aos 150 dias foram obtidos com o menor nível de saturação por bases, sendo função das classes de solo. Para plantas cultivadas no

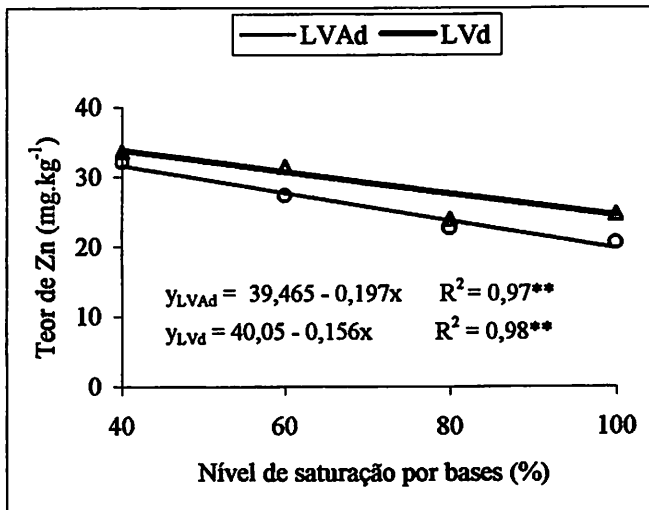


FIGURA 20. Teor de zinco na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

LVAd, tais valores corresponderam a 39,6; 37,1 e 31,6 mg.kg⁻¹, respectivamente. Para plantas cultivadas no LVd, tais valores corresponderam a 21,1; 51,7 e 33,8 mg.kg⁻¹. O teor médio de Cu também foi obtido com o menor nível de saturação por bases, correspondendo a 2,8 mg.kg⁻¹, independente da classe de solo.

4.2.4 Teor de macronutrientes na matéria seca das raízes

O resumo das análises de variância para os teores de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce, propagado por estacas, aos 150 dias, em função das classes de solo e níveis de saturação por bases encontra-se na Tabela 24. Observa-se efeito significativo das classes de solo sobre o teor de P e das classes de solo e níveis de saturação por bases sobre os teores de Ca e Mg. Os tratamentos adicionais apresentaram efeito significativo sobre o teor de Ca e os contrastes sobre os teores de Ca e Mg.

Pelos valores apresentados na Tabela 25, verificam-se os maiores teores de P na matéria seca das raízes das plantas cultivadas no LVd, quando comparados aos obtidos no LVAd, ambos com calagem. Os teores de P na solução do solo são baixos, em geral devido à baixa solubilidade dos compostos de Fe e Al, aos quais o P se combina e à alta capacidade de adsorção do elemento às partículas do solo. A proporção relativa dos compostos de P é condicionada pelo pH (Raij, 1991). Considerando-se que o LVd apresentou maiores teores de Fe, de saturação por Al e menor pH (Tabela 1) que o LVAd (Tabela 1), pode-se supor que contivesse mais P adsorvido e combinado. Em função destas características, acredita-se que o aumento de pH observado (Figura 1) foi suficiente para promover maior liberação de P para a solução do LVd, justificando os maiores teores deste nutriente na matéria seca das raízes das plantas cultivadas neste solo.

TABELA 24. Resumo das análises de variância para os teores de P, Ca e Mg nas raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios		
		P	Ca	Mg
Classes de solo	1	0,001922*	3,352755*	0,00495*
Níveis de saturação	3	0,000118	0,375545*	0,001258*
Solo x níveis sat.	3	0,000006	0,033561	0,000485
Adicionais	1	0,000036	1,339066*	0,000435
Adic. vs fatorial	1	0,00009	1,218708*	0,010758*
Bloco	3	0,000510	0,255368	0,000282
Erro	27	0,000067	0,024741	0,000246
CV (%)		9,53	9,38	9,26

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

TABELA 25. Teores médios^(*) de P, Ca e Mg (dag.kg⁻¹) na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias, obtidos em função das classes de solo e da calagem. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Classe de solo	P				Ca				Mg			
	SC		CC		SC		CC		SC		CC	
LVAd	0,08	A a	0,08	B a	1,74	A b	2,09	A a	0,14	A b	0,16	B a
LVd	0,08	A a	0,09	A a	0,92	B b	1,44	B a	0,13	A b	0,19	A a

(*) Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

SC = sem calagem

CC = com calagem

Para a sobrevivência das raízes é necessário haver Ca no próprio ambiente de absorção de água e nutrientes, pois não há translocação deste elemento do floema até as raízes (Raij, 1991). O requerimento de Ca para o crescimento das raízes é dependente da concentração de outros cátions (incluindo o Al) e do pH (Marschner, 1990). Mesmo após a calagem, os maiores valores de saturação por Al verificados no LVd (Tabela 1) provavelmente limitaram a absorção de Ca pelas raízes das plantas cultivadas neste solo, em comparação à absorção ocorrida no LVAd (Tabela 25), provavelmente através

de competição entre Al e Ca. Os menores valores de pH deste solo (Figura 1) também podem ter reduzido a absorção de Ca pelas raízes (Marschner, 1995).

A necessidade de calagem não está somente relacionada com o pH do solo, mas também com sua capacidade tampão e a sua CTC. Solos arenosos apresentam baixa capacidade de retenção de cátions (Raj, 1991). Observando a Figura 1 e a Tabela 1, verificam-se os maiores valores de pH e os menores valores de saturação por Al e CTC do LVAd, em comparação aos do LVd. Solos mais arenosos necessitam de menores quantidades de calcário para aumentar seu pH, quando comparados com os mais argilosos (Alvarez V. & Ribeiro, 1999). Dessa forma, acredita-se que os maiores teores de Ca observados na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce cultivado no LVAd (Tabela 25) justificam-se pela baixa retenção deste nutriente e pelos maiores valores de pH.

Comparando-se os teores médios de P, Ca e Mg na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas, obtidos em função da calagem, para cada um dos solos utilizados, verifica-se que tanto no LVAd quanto no LVd, as médias dos teores de Ca e Mg, obtidas dos tratamentos com calagem foram maiores que as médias obtidas nos tratamentos adicionais, LVAd sem calagem e LVd sem calagem. Este resultado ocorreu, provavelmente, devido ao aumento dos teores destes nutrientes na solução do solo, por meio de adição direta, aumentando a disponibilidade dos mesmos.

Quando comparam-se as médias dos teores P, Ca e Mg na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas, cultivado no LVAd e LVd, ambos sem calagem, verifica-se o menor teor de Ca na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce cultivado no LVd, em comparação ao obtido no LVAd (Tabela 25). Este resultado se deu, provavelmente em função do alto valor para saturação por Al apresentado pelo LVd (Tabela 1), que limitou a absorção de Ca por meio de competição (Marschner, 1995).

O aumento dos níveis de saturação por bases resultou em aumentos no teor médio de Ca na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas (Figura 21), sendo os resultados ajustados por relação linear positiva. Rosolem et al. (1994) e Hernández (1994) encontraram resultados semelhantes para milho e Caires & Rosolem (2001) para amendoinzeiro. Provavelmente, a maior concentração de Ca nas raízes do maracujazeiro-doce ocorreu em função da elevação dos teores daquele nutriente nos solos, por meio de adição direta. Pode-se inferir que o maracujazeiro-doce seja exigente quanto a este nutriente para a manutenção de suas raízes.

O aumento dos níveis de saturação por bases resultou em aumentos nos teores de Mg na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas. Os resultados foram ajustados por uma relação linear positiva (Figura 22). Resultados semelhantes foram obtidos para cafeeiro (Rodrigues, 1997) e, neste trabalho, provavelmente se deram em função da maior adição de calcário no LVd (Tabela 2), aumentando a disponibilidade para as plantas (Vale et al., 1997).

Os maiores teores de Ca e Mg na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas aos 150 dias foram obtidos com o maior nível de saturação por bases e independente das classes de solo, correspondendo a 1,97 e 0,19 dag.kg⁻¹, respectivamente.

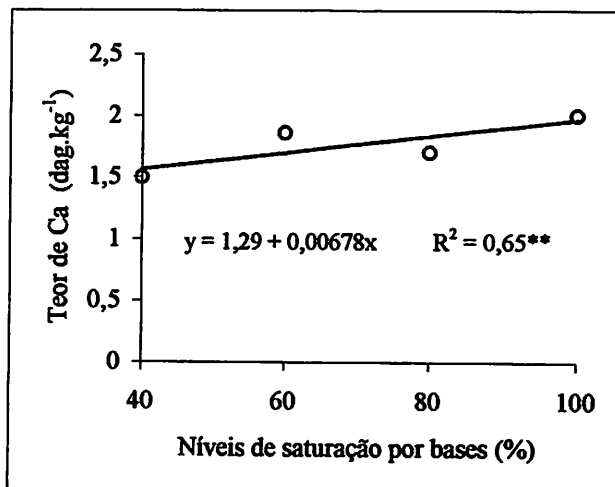


FIGURA 21. Teor de cálcio na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

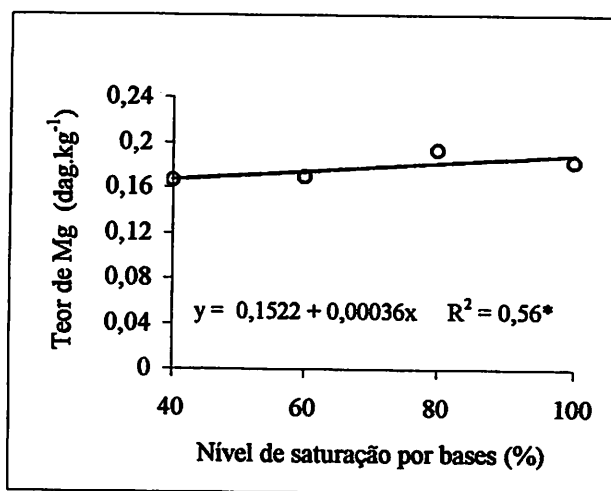


FIGURA 22. Teor de magnésio na matéria seca das raízes do maracujazeiro-doce propagado por estacas, aos 150 dias. UFLA, Lavras, MG, 2002.

5 CONCLUSÕES

Experimento 1: Efeito da calagem no crescimento e nutrição do maracujazeiro-doce propagado por sementes

- ✓ O maracujazeiro-doce propagado por sementes apresenta maior crescimento vegetativo quando cultivado em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd), em comparação ao LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico (LVAd), com ou sem calagem.
- ✓ O maracujazeiro-doce propagado por sementes tolera solos com baixos níveis de saturação por bases.
- ✓ O aumento do nível de saturação por bases no LVd reduz o crescimento vegetativo do maracujazeiro-doce propagado por sementes.
- ✓ O aumento do nível de saturação por bases no LVAd não influencia o crescimento vegetativo do maracujazeiro-doce propagado por sementes.
- ✓ O aumento do nível de saturação por bases não influencia o teor de N, P e K, e aumenta os teores de Ca, Mg e S na matéria seca do maracujazeiro-doce propagado por sementes, nas duas classes de solos.
- ✓ O aumento do nível de saturação por bases reduz os teores de Cu, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por sementes, nas duas classes de solo. Para o B, ocorre aumento na matéria seca do maracujazeiro-doce cultivado no LVd e ausência de resposta no LVAd.

Experimento 2: Efeito da calagem no crescimento e nutrição do maracujazeiro-doce propagado por estacas

- ✓ O maracujazeiro-doce propagado por estacas apresenta maior crescimento quando cultivado em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd), em comparação ao LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico (LVAd), com ou sem calagem.
- ✓ O maracujazeiro-doce propagado por estacas tolera solos com baixos níveis de saturação por bases.
- ✓ O aumento do nível de saturação por bases não influencia o crescimento vegetativo do maracujazeiro-doce propagado por estacas, nas duas classes de solo.
- ✓ O aumento do nível de saturação por bases aumenta os teores de P, Mg e S na matéria seca do maracujazeiro-doce propagado por estacas, independente da classe de solo. Para o Ca e K, ocorre aumento e redução, respectivamente, na matéria seca do maracujazeiro-doce cultivado no LVd, e ausência de resposta no LVAd.
- ✓ O aumento do nível de saturação por bases reduz os teores de B, Cu, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro-doce propagado por estacas, nas duas classes de solo. Para o Cu, ocorre redução na matéria seca do maracujazeiro-doce, nas duas classes de solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, A. C. P. Nutrição mineral do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). 1977. 116p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

ALMEIDA, L. P. de; BOARETTO, M. A. C.; SANTANA, R. G. de; NASCIMENTO, G. M. do; SOUZA, P. J.; SÃO JOSÉ, A. R. Estaquia e comportamento de maracujazeiros (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) propagados por vias sexual e vegetativa. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 153-156, out. 1991.

ALVAREZ V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, 1999. p. 43-60.

ASSIS, R. P. Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro. 1995. 41p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ASSMANN, T. S.; PREVEDELLO, B. M. S.; REISSMANN, C. B.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Potencial de suprimento de micronutrientes de calcário oriundo da mineração de folhelho pirobetuminoso da formação Irati-PR. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 963-969, out./dez. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. *Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna*. Tradução de Bernardo van Raij. Piracicaba: POTAFOS, 1990. 45p. Título original: Potash: its need & use un modern agriculture.

AVILÁN, R. L. Efectos de la deficiencia de macronutrientes sobre el crecimiento y la composición química de la parcha granadina (*Passiflora quadrangularis* L.) cultivada em soluciones nutritivas. *Agronomia Tropical*, Maracay, v. 24, n. 2. p. 133-140, mar./abr. 1974.

BALIEIRO, F. de C.; OLIVEIRA, I. G. de; DIAS, L. E. Formação de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*: resposta a calagem, fósforo, potássio e enxofre. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 183-191, abr./jun. 2001.

- BAUMGARTNER, J. G.; MALAVOLTA, E.; LOURENÇO, R. S. Estudos sobre a nutrição mineral e adubação do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). V. Adubação mineral. **Científica**, Jaboticabal, v. 6, n. 3, p. 361-367, 1978.
- BELLÉ, S.; KAMPF, A. N. Produção de mudas de maracujá-amarelo em substratos à base de turfa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 385-390, mar. 1993.
- BIASI, L. A.; LIMA, M. R. de; KOLLER, O. C. Calagem e condicionantes físicos em substratos para porta-enxertos de abacateiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 2, p. 13-17, set. 1994.
- BLONDEAU, J. P.; BERTIN, Y. Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*). I. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes. **Fruits**, Paris, v. 33, n. 6, p. 433-443, jui. 1978.
- BLONDEAU, J. P.; BERTIN, Y. Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*). III- Carences partielles en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes. IV- Carence totale et partielle en S. Croissance et symptômes. **Fruits**, Paris, v. 35, n. 6, p. 361-367, jui. 1980.
- BORGES, A. L.; LIMA, A. de A.; CALDAS, R. C. Adubação orgânica e química na formação de mudas de maracujazeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 2, p. 17-22, ago. 1995.
- CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F. da. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 213-220, 2000.
- CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. A. Correção da acidez do solo e desenvolvimento do sistema radicular do amendoim em função da calagem. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 175-184, 2001.
- CAMBRAIA, J.; PIMENTA, J. A.; ESTEVÃO, M. M.; SANT'ANNA, R. Aluminium effects on nitrate uptake and reduction in sorghum. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 12, n. 12, p. 1435-1445, 1989.
- CARVALHO, A. J. C. de; MARTINS, D.; MONNERAT, P. H.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A. da. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I. Produtividade e qualidade dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1101-1108, jun. 2000.

CARVALHO, A. J. C. de; MARTINS, D.; MONNERAT, P. H.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A. da. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 403-408, ago. 2001.

CARVALHO, A. M. de; TEÓFILO SOBRINHO, J.; SANTOS, R. R. dos. Efeito de adubações e de calagem no desenvolvimento vegetativo do maracujazeiro. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 376-377, fev. 1969.

CEAGESP - COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. *Boletim mensal*. São Paulo, 1982-2001.

CEREDA, E.; ALMEIDA, I. M. L. de; GRASSI FILHO, H. Distúrbios nutricionais em maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand.) cultivado em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 241-244, out. 1991.

CEREDA, E.; FERREIRA, G.; PAPA, R. C. R. Competição dos maracujazeiros *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* e *Passiflora alata* através de sementes e estacas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. *Anais*. . . Salvador: SBF, 1994. v. 3, p. 806-807.

COLAUTO, N. M.; MANICA, I.; RIBOLDI, J.; MIELNICZUK, J. Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio, sobre a produção, qualidade e estado nutricional do maracujazeiro amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 7, p. 691-695, jul. 1986.

COSTA FILHO, R. T. da. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. ALL ENRL.) em resposta à calagem, fósforo e potássio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Anais*. . . São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 537-543.

DAVIS-CARTER, J. G.; SHUMAN, L. M. Influence of texture and pH of kaolinitic soils on zinc fractions and zinc uptake by peanuts. *Soil Science*, Mariland, v. 155, n. 6, p. 376-384, June 1993.

DIAS, L. E.; ALVAREZ V. , V. H.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium*. I. Resposta a calcário e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO FLORESTAL, 6., 1990, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: SBCS/SBEF, 1990. p. 449-453.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; JUCKSCH, I.; BARROS, N. F.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Voguel). I. Resposta a calcário e fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 1, p. 69-76, jan. 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). *Manual de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1998. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EPSTEIN, E. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Tradução de Euripedes Malavolta. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1975. 344p. Título original: Mineral nutrition of plants: principles and perspectives.

ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. São Paulo: Edgard Blucher. Tradutora: Berta Lange de Morretes. 1974. 293p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. Pelotas: UFPEL, 1995. 179p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; WRIGHT, R. J. Aluminium toxicity in crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 11, n. 3, p. 303-319, 1988.

FARIA, J. L. C.; MANICA, I.; COLAUTO, N. M.; STRONSKI, M. do S.; APPEL, H. B. Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* SIMS f. *flavicarpa* DEG) à adubação com N, P e K, no segundo, terceiro e quarto anos de produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 9, n. 3, p. 45-50, 1987.

FERNANDES, D. M.; SILVA, J. G. da; GRASSI FILHO, H.; NAKAGAWA, J. Caracterização de sintomas de carência de macronutrientes em plantas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* SIMS. f. *flavicarpa* Deg.) cultivadas em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 233-240, out. 1991.

FERNÁNDEZ, J. Q. P.; RUIVO, M de L. P.; DIAS, L. E.; COSTA, J. P. V. da; DIAZ, R. R. Crescimento de mudas de *Mimosa tenuiflora* submetidas a diferentes níveis de calagem e doses de fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 425-432, out./dez. 1996.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: DCE/UFLA, 2000. (Programa em disquete).

FURLANI, P. R. Efeitos fisiológicos do alumínio em plantas. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., 1989, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ-USP, 1989. p. 73-90.

GABE, U. Teor e disponibilidade para soja de micronutrientes e elementos potencialmente tóxicos em fertilizantes minerais e calcários. 1998. 84 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GARCIA, N. C. P. Efeitos da calagem e de níveis de fósforo sobre o crescimento e composição mineral de mudas de cedro (*Cedrella fissilis* Vell). 1986. 40 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GIMENEZ, S. M. N.; CHAVES, J. C. D.; PAVAN, M. A.; CRUCES, I. I. Toxicidade de cobre em mudas de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 361-366, set./dez. 1992.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 14. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2000. 467p.

GOULART, R. V.; TEIXEIRA, J. L.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. de; MACEDO, P. R. O. Respostas de mudas de *Eucalyptus* spp. à calagem. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais... Campos do Jordão: SBCS/SBEF, 1990. p. 456-458.

GUIMARÃES, G. F. P. B. Avaliação de quatro forrageiras tropicais cultivadas em dois solos da Ilha de Marajó-PA submetidos a crescentes saturações por bases. 2000. 197p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. 25, p. 267-279, 1973.

HARTER, R. D. Micronutrient adsorption-desorption reactions in soils. In: MORVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. *Micronutrients in agriculture*. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 59-87. (Book Series)

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JUNIOR, F. T. *Plant propagation: principles and practice*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990. 647 p.

HERNÁNDEZ, R. J. M. Efeito da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de matéria seca e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). 1994. 134p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

HODGSON, J. F.; LINDSAY, W. L.; TRIERWEILER, J. F. Micronutrient cation complexing in soil solution. II. Complexing of zinc and copper in displaced solution from calcareous soils. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, v. 30, n. 6, p. 723-726, Nov./Dec. 1966.

HYLANDER, L. Changes in plant nutrition content of barley as a result of lime, phosphorus, manganese, copper and zinc supplies on three Swedish mineral soils in a pot experiment. *Swedish Journal of Agricultural Research*, Oslo, v. 25, n. 3, p. 93-107, 1995.

JACKSON, W. A. Physiological effects of soil acidity. In: PEARSON, R. W.; ADAMS, F.; DINAUER, R. C. *Soil acidity and liming*. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p. 43-124.

KAMPRATH, E. J. Soil acidity and response to liming. *North Carolina Agricultural Experimental Station Technical Bulletin. International Soil Testing Series*, Raleigh, n. 4, p. 1-28, 1967.

KLIEMANN, J. H.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; AZEVEDO, J. A. de; GUILHERME, M. R.; GENUÍ, P. J. de C. Nutrição mineral e adubação do maracujazeiro. In: HAAG, H. P. (Coord.). *Nutrição mineral e adubação de fruteiras tropicais*, Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 247-284.

LEITÃO FILHO, H. F.; ARANHA, C. Botânica do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DO MARACUJÁ, 1., 1971, Campinas. *Anais...* Campinas, 1974. p. I-1 a I-3.

LETCAMO, W.; XU, H. L.; DESROCHES, B.; GOSSELIN, A. Effect of nutrient solution concentration on photosynthesis, growth, and content of the active substances of passionfruit. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 16, n. 12, p. 2521-2537, 1993.

LIMA, A. A.; BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; TRINDADE, A. V. Substratos e inoculação de fungos micorrízicos em mudas de maracujá amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 353-358, dez. 1997.

LIMA, A. A.; CALDAS, R. C.; CUNHA, M. A. P. da; SANTOS FILHO, H. P. Avaliação de porta-enxeros e tipos de enxertia para o maracujá amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 319-321, dez. 1999.

LOPES, A. S. Solos sob "cerrado": características, propriedades e manejo. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 162 p.

LOPES, A. S.; COX, F. R. A survey of fertility status soils under "cerrado" vegetation in Brazil. *Soil Science Society American Journal*, Madison, v. 41, n. 4, p. 742-747, July/Aug. 1977.

LOPES, P. S. N. Micronutrientes em plantas juvenis de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand.). 2000. 111p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LOPES, P. S. N.; CARVALHO, J. G. de; RAMOS, J. D.; GONÇALVES, C. A. A. Marcha de absorção de macronutrientes em mudas de maracujazeiro-doce. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. Manaus: SBCS, 1996.

MACHADO, R. A. F. Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa Deg.). 1998. 93p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254p.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MALDONADO, J. F. M. Utilização de porta-enxertos do gênero *Passiflora* para maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* SIMS. f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz da Almas, v. 13, n. 2, p. 51-54, 1991.
- MANICA, I. Maracujazeiro: taxionomia, anatomia, morfologia. In: MANICA, I. (Ed.). **Maracujá: temas selecionados (1)**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. cap. 1, p. 7-24.
- MANICA, I.; COSTA, C.; COLAUTO, N. M.; GUERRA, G.; BACKES, M. A.; ALCÂNTARA, M. A. K. de. Resposta do maracujazeiro amarelo a três doses de N, P e K. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 227-231, out. 1991.
- MARCHAL, J.; BLONDEAU, J. P.; BERTIN, Y. Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS var. *flavicarpa*). II. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Influences sur la composition minérale des organes de la plante. **Fruits**, Paris, v. 33, n. 10, p. 681-691, oct. 1978.
- MARCHAL, J.; BLONDEAU, J. P.; BERTIN, Y. Carences minérales chez la grenadille *Passiflora edulis* SIMS var. *flavicarpa*. V. Carences partielles en N, P, K, Ca, Mg, S. Influence sur la composition minérale des organes de la plante. **Fruits**, Paris, v. 35, n. 9, p. 529-536, sept. 1980.
- MARCHAL, J.; BOURDEAUT, J. Echantillonnages foliaires de la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS var. *flavicarpa*). **Fruits**, Paris, v. 27, n. 4, p. 307-311, avr. 1972.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1990. 674p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MELETTI, L. M. M.; NAGAI, V. Enraizamento de estacas de sete espécies de maracujazeiro (*Passiflora* spp). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz da Almas, v. 14, n. 2, p. 163-167, 1992.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. Maracujá: produção e comercialização. Campinas: IAC, 1999. 64p. (IAC. Boletim técnico, 181).

MENDONÇA, R. M. N.; CELHO, A. F. da S.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. Resposta de mudas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) cultivadas em solução nutritiva, a diferentes níveis de alumínio. *Revista Ceres, Viçosa*, v. 46, n. 266, p. 357-370, jul./ago. 1999.

MENEZES, J. M. T.; OLIVEIRA, J. C. de; RUGGIERO, C.; BANZATTO, D. A. Avaliação da taxa de pagamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. *Científica, Jaboticabal*, v. 22, n. 1, p. 95-104, 1994.

MENZEL, C. M.; HAYDON, G. F.; DOOGAN, V. J.; SIMPSON, D. R. New standard leaf nutrient concentrations for passionfruit based on seasonal phenology and leaf composition. *Journal of Horticultural Science, Ashford*, v. 68, n. 2, p. 215-229, Mar. 1993.

MENZEL, C. M.; HAYDON, G. F.; SIMPSON, D. R. Effect of nitrogen on growth and flowering of passionfruit (*Passiflora edulis* f. *edulis* x *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) in sand culture. *Journal of Horticultural Science, Ashford*, v. 66, n. 6, p. 689-702, Dec. 1991.

MITIDIERI, F. J. Respostas de cinco gramíneas forrageiras a níveis de calcário em um latossolo vermelho-escuro. 1995. 137p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MORALES-ABANTO, A.; MULLER, L. E. Alteraciones producidas en el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) por deficiencias de magnesio, calcio y azufre. *Turrialba, San Jose, Costa Rica*, v. 27, n. 3, p. 221-225, jul./set. 1977a.

MORALES-ABANTO, A.; MULLER, L. E. Alteraciones producidas en el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) por deficiencias de manganeso, hierro, boro y zinc. *Turrialba, San Jose, Costa Rica*, v. 27, n. 2, p. 163-168, apr./jun. 1977b.

MORALES-ABANTO, A.; MULLER, L. E. Alteraciones producidas en el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) por deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio. *Turrialba, San Jose, Costa Rica*, v. 26, n. 4, p. 331-336, oct./dic. 1976.

- MORANGHAN, J. T.; MASCAGNI, H. J. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. In: MORVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. *Micronutrients in agriculture*. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 371-425. (Book Series)
- NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; ANJOS, J. L. dos. Efeito do alumínio em amostras de dois latossolos sob cerrado sobre o crescimento e absorção de nutrientes por mudas de *Eucaliptus* spp. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 17-28, jan./jun. 1982.
- NOVAIS, R. F.; BAHIA FILHO, A. F. C.; RIBEIRO, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Solubilização de fosfatos incubados com amostras de latossolo submetidas a diferentes números de revolvimentos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 9, n. 1, p. 23-26, jan./abr. 1985.
- OLIVEIRA, J. C. Melhoramento genético. In: RUGGIERO, C. (Ed.). *Cultura do maracujazeiro*. Ribeirão Preto: Legis Summa, 1987. p. 218-246.
- OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, F. R. Variações observadas em frutos de *Passiflora alata* Ait. In: DONADIO, L. C.; LIZANA, A (Ed.). *Proceedings of the tropical region*. Campinas: American Society of Horticultural Science, 1982. v. 25, p. 343-345. (29th Congress).
- OLIVEIRA, J. C.; SCIVITTARO, W. B.; VASCONCELLOS, L. A. B. C. de; Avaliação de mudas de maracujazeiro em função do substrato e do tipo de bandeja. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 261-266, jun./set. 1993.
- OLIVEIRA, J. C.; NAKAMURA, K.; MAURO, A. O.; CENTURION, M. A. P. da C. Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). *Maracujá: produção e mercado*. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. p. 27-37.
- PÁDUA, T. de. Propagação de árvores frutíferas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, n. 101, p. 11-19, maio 1983.
- PAN, W. L.; HOPKINS, A. G.; JACKSON, W. A. Aluminium inhibition of shoot lateral branches of *Glycine max* and reversal by exogenous cytokinin. *Plant and Soil*, The Hague, v. 120, n. 1, p. 1-9, July/Aug. 1989.
- PEIXOTO, J. R.; CARVALHO, M. L. M. Efeito da uréia, do sulfato de zinco e do ácido bórico na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n. 5, p. 325-330, maio 1996.

PEIXOTO, J. R.; PÁDUA, T. de. Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 4, p. 417-422, abr. 1989.

PEIXOTO, J. R.; PAIVA JR., M. C. de; ANGELIS, B. de; OLIVEIRA, J. A. de. Adubação orgânica e fosfatada no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 21, n. 1, p. 49-51, abr. 1999.

PREMAZZI, L. M. Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em cinco forrageiras tropicais. Piracicaba: ESALQ, 1991. 215p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PRIMAVESI, A. C. P. A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VI. Efeito dos macronutrientes no desenvolvimento e composição mineral das plantas. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v. 37, n. 2, p. 609-630, 1980.

PRIMAVESI, A. C. P. A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VII. Efeito dos micronutrientes no desenvolvimento e composição mineral das plantas. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v. 37, n. 2, p. 537-553, 1980a.

PRIMAVESI, A. C. P. A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VIII. Extração de nutrientes e exigências nutricionais para o desenvolvimento vegetativo. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v. 37, n. 2, p. 603-607, 1980b.

QUAGGIO, J. A. Acidez e calagem em solos tropicais. Campinas: IAC, 2000. 111p.

RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1981. 142p.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. rev. atual. Campinas: IAC, 1997. 285p. (IAC-Boletim 100).

- REICHARDT, K. Absorção de nutrientes pelas plantas. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera*. Piracicaba: CENA/Fundação Cargill, 1975. p. 248-262.
- REISENAUER, H. M.; WALSH, L. M.; HOEFT, R. G. Testing soils for sulphur, boron, molybdenum and chlorine. In: WALSH, L. M.; BEATON, J. D. (Ed.). *Soil Testing and plant analysis*. Madison: Soil Science of America, 1973. p. 173-200.
- REISSMANN, C. B.; PREVEDELLO, B. M. S. Influência da calagem no crescimento e na composição química foliar da erva-mate (*Ilex paraguaiensis* ST. HIL.). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Anais. . . São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 625-629.*
- RENGEL, Z. Role of calcium in aluminium toxicity. *New Phytologist*, London, v. 121, n. 3, p. 499-513, July 1992.
- RODRIGUES, L. A. Crescimento e composição mineral na parte aérea e nas raízes de duas variedades de café em resposta à calagem na subsuperfície do solo. 1997. 89p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ROM, R. C.; CARLSON, R. F. *Rootstocks for fruit crops*. New York: John Wiley & Sons, 1987. 494p.
- ROSOLEM, C. A.; VALE, L. S. R.; GRASSI FILHO, H.; MORAES, M. H. de; Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, n. 3, p. 491-497, set./dez. 1994.
- SÃO JOSÉ, A. R.; ALMEIDA, L. P. de; SANTANA, R. G. de; SOUSA, P. J. S. Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) propagados por via sexual e vegetativa. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz da Almas, v. 15, n. 1, p. 159-164, 1993.
- SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; DUARTE FILHO, J.; LEITE, M. J. N. Formação de mudas de maracujazeiros. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). *Maracujá: produção e mercado*. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. p. 41-48.
- SILVA, J. R. da; OLIVEIRA, H. J. de. Nutrição e adubação do maracujazeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 52-58, set./out. 2000.

- SILVA, R. P. da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 23, n. 1, p. 377-381, 2001.
- SOUSA, J. S. I. de; MELETTI, L. M. M. Maracujá: espécies, variedades, cultivo. Piracicaba: FEALQ, 1997. 179p.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. *Soil fertility and fertilizers*. New York: Macmillan Publishing Company, 1985. 754p.
- ULHÔA, M. L. Efeito da calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial e nutrição de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hil). 1997. 74p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- VALE, F. R. do; GUILHERME, L. R.; GUEDES, G. A.; FURTINI NETO, A. E. *Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 171p.
- VALERI, S. V.; AGUIAR, I. B.; CORRADINI, L.; SOUZA, E. C. A.; BANZATO, D. A. Efeito do fósforo e cálcio no desenvolvimento e na composição química foliar de *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN em casa de vegetação. *IPEF, Piracicaba*, n. 29, p. 47-54, abr. 1985.
- VASCONCELLOS, M. A da S. Maracujazeiro-doce: sistema de produção. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 21, n. 206, p. 76-80, set./out. 2000.
- VASCONCELLOS, M. A. da S.; CEREDA, E. O cultivo do maracujá-doce. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). *Maracujá: produção e mercado*. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. p. 71-83.
- VERAS, M. C. M. Fenologia, produção e caracterização físico-química dos maracujazeiros ácido (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. e doce (*Passiflora alata* Dryand.) nas condições de cerrado de Brasília-DF. 1997. 104 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- VERDIAL, M. F.; LIMA, M. S. de; TESSAROLI NETO, J.; DIAS, C. T. dos S.; BARBANO, M. T. Métodos de formação de mudas de maracujazeiro. *Scientia Agricola, Piracicaba*, v. 57, n. 4, p. 795-798, out./dez. 2000.