

**MICRONUTRIENTES EM PLANTAS
JUVENIS DE MARACUJAZEIRO DOCE
(*Passiflora alata* Dryand).**

PAULO SERGIO NASCIMENTO LOPES

2000

25981

0

50410
35560

PAULO SERGIO NASCIMENTO LOPES

**MICRONUTRIENTES EM PLANTAS JUVENIS DE MARACUJAZEIRO
DOCE (*Passiflora alata* Dryand).**

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

Orientador

Prof. José Darlan Ramos

BIBLIOTECA CENTRAL

UFLA
N.º CL. S. T634.425981

LOP

N.º S. mic 50410
DATA 23/11/00

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

2000

BIBLIOTECA CENTRAL - UFLA



50410

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

Lopes, Paulo Sergio Nascimento

Micronutrientes em plantas juvenis de maracujazeiro doce (*Passiflora alata*
Dryand) / Paulo Sergio Nascimento Lopes. -- Lavras : UFLA, 2000.
111 p. : il.

Orientador: José Darlan Ramos.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Propagação. 2. Fruticultura. 3. Nutrição. 4. Cobre. 5. Boro. 6. Zinco. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.425981

PAULO SERGIO NASCIMENTO LOPES

**MICRONUTRIENTES EM PLANTAS JUVENIS DE MARACUJAZEIRO
DOCE (*Passiflora alata* Dryand).**

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

APROVADA em 06 de outubro de 2000

Prof. João Batista Donizeti Corrêa

UFLA

Prof. Moacir Pasqual

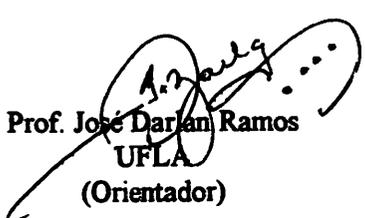
UFLA

Prof. Berildo de Melo

UFU

Pesq. Luís Eduardo Correia Antunes

EPAMIG



Prof. José Darlan Ramos

UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**Aos meus pais, Jandira e Antônio,
Ao meu avô, Lauro,
Ao meu irmão Júnior,
pelo incentivo, paciência e amor
que sempre demonstraram.**

OFEREÇO

**À minha mulher, Fátima, e aos
meus filhos, Pedro e Luiza, que
souberam apoiar e compreender o
tempo que abdiquei deles para me
dedicar ao curso de pós-graduação.**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por conceder-me o dom da vida e conduzir os meus passos.

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

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) pela oportunidade concedida para realizar este curso.

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

Aos Departamentos de Agricultura e Ciências do Solo, pelo apoio recebido e propiciar dar condições para o desenvolvimento do meu trabalho.

Aos professores, José Darlan Ramos, Janice Guedes de Carvalho e João Batista Donizeti Corrêa, pela orientação, confiança e ensinamentos transmitidos.

Aos colegas da UNIMONTES, Maria Valda Soares Dias, Santos D'Angelo Neto, Geraldo Aclécio Melo e Grécia Oiama Dolabela, pelo apoio durante todo o curso de Doutorado.

Aos colegas, Humberto Umbelino de Souza e Elda Bonilha, pela ajuda na condução dos experimentos e pela disponibilidade em tirar dúvidas durante todas as fases deste trabalho.

Aos colegas, Alexandre Hoffmann, Ester Alice, Luis Eduardo, Francisco Rodrigues, Carlos Spaggiari, Paulo Roberto, Berildo de Melo, Ângelo Albérico Alvarenga, Geraldo César, Júlio Bertoni, Haroldo Paiva, Ademir Pereira, Márcio Ribeiro e Elberis Botrel, pelo companherismo e agradável convivência.

Ao Adalberto Ribeiro, do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do DCS/UFLA, pelas análises foliares dos experimentos.

Meu Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
CAPÍTULO 1 Nutrição e adubação com micronutrientes em maracujazeiro doce.....	1
1 Introdução Geral.....	1
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 Maracujazeiro doce.....	3
2.2 Micronutrientes e Estádio Fenológico.....	5
2.3 Adubação com Micronutrientes.....	6
2.4 Micronutrientes no Solo e na Planta.....	8
2.4.1 Boro.....	8
2.4.2 Cobre.....	9
2.4.3 Ferro.....	10
2.4.4 Manganês.....	11
2.4.5 Molibdênio.....	12
2.4.6 Zinco.....	13
2.5 Interações envolvendo Micronutrientes.....	15
2.6 Considerações Gerais.....	17
4 Referências Bibliográficas.....	18
CAPÍTULO 2: Crescimento e acúmulo de micronutrientes em plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva.....	25
Resumo.....	25
Abstract.....	26

1 Introdução.....	27
2 Material e Métodos.....	30
3 Resultados e Discussão.....	32
4 Conclusões.....	41
5 Referências Bibliográficas.....	42
CAPÍTULO 3: Efeito de micronutrientes e da matéria orgânica sobre o crescimento e nutrição mineral de plantas de maracujazeiro doce em fase vegetativa.....	45
Resumo.....	45
Abstract.....	47
1 Introdução.....	49
2 Material e Métodos.....	51
3 Resultados e Discussão.....	55
4 Conclusões.....	74
5 Referências Bibliográficas.....	75
CAPÍTULO 4: . Efeito do cobre e zinco no crescimento e nutrição mineral de plantas de maracujazeiro doce em fase vegetativa.....	79
Resumo.....	79
Abstract.....	80
1 Introdução.....	81
2 Material e Métodos.....	83
3 Resultados e Discussão.....	86
4 Conclusões.....	105
5 Referências Bibliográficas.....	106
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	110

RESUMO

LOPES, Paulo Sergio Nascimento. **Micronutrientes em plantas juvenis de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand)**. Lavras: UFLA, 2000. 111p. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)*

Visando estudar o efeito dos micronutrientes no crescimento e nutrição de plantas juvenis de maracujazeiro doce, foram desenvolvidos três experimentos em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras - MG. No primeiro avaliou-se o crescimento e acúmulo de micronutrientes em mudas cultivadas em solução nutritiva, obtendo-se os seguintes resultados: para todos os micronutrientes analisados, com exceção do Zn, observou-se um acúmulo crescente dos mesmos na matéria seca ao longo das épocas, acompanhando a curva de crescimento da planta, sendo que a quantidade de nutrientes acumulada na matéria seca da parte aérea seguiu a seguinte ordem decrescente: Fe>B>Mn>Zn>Cu. No segundo estudou-se o crescimento e a nutrição mineral de plantas em estado juvenil cultivadas em solo (Latossolo Vermelho Escuro Argiloso) com adição ou não de matéria orgânica, além da omissão de cobre, zinco e boro, permitindo, assim, os seguintes resultados: no solo sem matéria orgânica, os micronutrientes não influenciaram o crescimento de plantas, enquanto no solo com matéria orgânica, a omissão de zinco e cobre atuaram negativamente no ganho de massa seca deste vegetal, sendo que os teores foliares de todos os nutrientes avaliados, independente do substrato, foram influenciados pela presença ou ausência dos micronutrientes. No terceiro estudo testou-se a influência das doses de cobre e zinco via solo (Latossolo Vermelho Escuro Argiloso) sobre crescimento e a nutrição mineral de plantas, obtendo-se os seguintes resultados: as doses de cobre e zinco que proporcionaram o melhor crescimento de plantas de maracujazeiro doce foram, respectivamente: 2,17 e 10 ppm, enquanto os teores foliares dos nutrientes foram alterados pelas doses cobre e/ou zinco, com exceção do nitrogênio e boro.

*Comitê de Orientação: José Darlan Ramos (Orientador), Janice Guedes de Carvalho (UFLA).

ABSTRACT

LOPES, Paulo Sergio Nascimento. **Micronutrients in juvenile plants of sweet passion fruit (*Passiflora alata* Dryand)**. UFLA, 2000. 111p. (Thesis – doctorate in Agronomy/Crop Science)*

Aiming to investigate the effect of micronutrients upon growth and nutrition of juvenile plants of sweet passion fruit three experiments in greenhouse were developed in the Soil Science Department of the Universidade Federal de Lavras (Federal University of Lavras) – UFLA, Lavras – MG. In the first one were evaluated the growth and accumulation of micronutrients into seedlings grown in nutrient solution, obtaining the following results for all the analyzed micronutrients with the exception of Zn, a growing accumulation of the same ones in the dry matter along the times, accompanying the growth curve of the plant being that amount of nutrients accumulated in the dry matter of the shoot followed the following decreasing order: Fe>B>Mn>Cu. In second, both growth and mineral nutrition of plants in juvenile stage grown in Clayey Dark Red Latosol with the addition or not of organic matter were investigated, in addition to omission of copper, zinc and boron, allowing this way the following results: in the soil without organic matter, micronutrients did not influence the growth of plants while in the soil with organic matter, the omission of zinc and copper negatively acted on the dry matter gain of this plant, being that the leaf contents of all the nutrients evaluated, regardless of the substrate were influenced by the presence or absence of micronutrients. In the third study, the influence of doses of zinc and copper applications in soil were studied (Clayey Dark Red Latosol) upon growth and mineral nutrition of plants, obtaining the following results: the doses of copper and zinc which provided the best growth of sweet passion plants were, respectively: 2.17 and 10 ppm, while the leaf contents of nutrients were altered by the doses copper and/or zinc with the exception of nitrogen and boron.

*Guidance Committee : José Darlan Ramos (Adviser), Janice Guedes de Carvalho (UFLA).

CAPÍTULO 1

NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MARACUJAZEIRO DOCE

1 INTRODUÇÃO GERAL

O maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) é uma frutífera nativa do Brasil, que nos últimos anos tem sido bastante explorada, atingindo um aumento de dez vezes no volume de frutos comercializados na COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZENS GERAIS DE SÃO PAULO (CEAGESP) entre 1984 e 1999 (Vasconcellos e Cereda, 1994; Piza Júnior, 1998; CEAGESP, 1999).

Um dos principais fatores que têm despertado o interesse dos produtores sobre essa cultura é o ótimo preço que os frutos alcançam no mercado (Piza Júnior, 1998). Entretanto, sua exploração é dificultada por sérios problemas ligados à produção, pois, como a cultura é recente, ainda não existe um protocolo do cultivo racional, ao contrário do que acontece para o maracujazeiro azedo. Desta forma, Vasconcellos e Cereda (1994) têm alertado para a necessidade de trabalhos de pesquisa em praticamente todas as etapas de produção, em especial à propagação e formação de mudas, sistema de condução, nutrição e adubação, controle fitossanitário, colheita e pós-colheita, de forma que possibilite uma maior produtividade, associada a uma melhor qualidade dos frutos, além da redução nos custos de produção.

Os conhecimentos sobre nutrição mineral são muito importantes para o sucesso do cultivo, pois através destas informações, aliadas aos dados de solos, é que se pode lançar mão da quantidade de fertilizante que deve ser utilizada na

época de aplicação, fonte do adubo e forma de aplicação, garantindo safras elevadas e de excelente qualidade, com os menores custos possíveis (Vale, Guedes, Guilherme, 1993; Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

Atualmente, as pesquisas sobre micronutrientes têm sido incrementadas em função dos problemas acarretados por estes em algumas culturas, a exemplo dos cítricos (Tiritan, 1996); feijoeiro (Lima, 1997; Scaramuzza, 1998); maracujazeiro amarelo (Machado, 1998) e em cafeeiro (Souza, 1999). Desta forma, apesar dos micronutrientes serem exigidos em pequenas quantidades, a sua deficiência ou excesso pode levar a drásticas reduções de produção (Dechen, Haag, Carmello, 1991a; Lopes, 1991; Römheld, e Marschner, 1991).

Em maracujazeiro, tanto doce quanto azedo, as pesquisas com micronutrientes são bastante restritas, revelando que as práticas das adubações com os mesmos são baseadas na aplicação de segurança, que visa adicionar ao solo quantidades empíricas, sem a preocupação com as necessidades específicas das culturas e níveis de disponibilidade no solo (Lopes, 1991). Tal prática é desaconselhável, pois corre-se o risco de aplicar elementos desnecessários à cultura, gerando desperdício de recursos, com o agravante da chance de aplicação de quantidades insatisfatórias ou excessivas, resultando em perda na produção e na qualidade do produto. Enfim, tal técnica é recomendada quando não se conhecem as exigências nutricionais do vegetal, como, até então, no caso do maracujazeiro doce.

Visando auxiliar na solução desse problema e contribuir com informações que possam ajudar na elaboração de um protocolo de exploração racional do maracujazeiro doce, o presente estudo objetivou estudar as exigências nutricionais em termos de micronutrientes para o maracujazeiro doce (*P. alata* Dryand), bem como a influência do boro, cobre e zinco sobre o desenvolvimento inicial desta espécie.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Maracujazeiro Doce:

Os maracujazeiros pertencem à família *Passifloraceae*, da ordem *Passiflorales*, que compreendem 12 gêneros e aproximadamente 500 espécies, das quais cerca de 150 são do gênero *Passiflora* e nativas do Brasil. Entre as espécies desse gênero, mais de 60 são comestíveis, com aproveitamento de diversas formas, destacando-se as espécies de *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., *Passiflora quadrangularis* L., *Passiflora ligulares* Juss., *Passiflora laurifolia* L., *Passiflora maliformes* L., *Passiflora caerulea* L. e o *Passiflora alata* Dryand, que é conhecido, também, vulgarmente, como maracujazeiro 'doce', 'maracujá de refresco', 'maracujá grande' e 'maracujá alado' (Hoehne, 1946; Teixeira et al., 1994).

O maracujazeiro doce possui caule quadrangulado e fortemente alado, com flores grandes, de coloração vermelho romã, coroa com cores brancas, purpúrea e violeta, com frutos ovais, obovais e piriformes, com 10 cm de comprimento por 7,00 cm de largura e peso médio de 197,4 g, e de coloração alaranjada quando maduros (Teixeira et al., 1994; Veras, 1997; Piza Júnior, 1998).

O maracujazeiro doce tem sido explorado comercialmente com algumas finalidades, a exemplo de medicinal, ornamental, como porta-enxerto e alimentar. O seu uso como planta medicinal deriva da utilização de suas folhas para fabricação de chá que auxiliam no tratamento de excitações nervosas, ansiedade e insônia. Sua utilização como ornamental está em função de suas flores coloridas e perfumadas, além de ser uma trepadeira de crescimento vigoroso, sendo também indicada para a formação de pérgolas, caramanchão e cercas. Como porta-

enxerto, alguns autores têm recomendado devido a sua tolerância às principais doenças que atacam a cultura do maracujazeiro amarelo, a "fusariose" e "morte prematura". Entretanto, o principal objetivo dos plantios comerciais dessa espécie é a obtenção de frutos para atender exclusivamente o mercado de frutas frescas (Yamashiro e Landgraf, 1979; Vasconcellos e Cereda, 1994; Lorenzi e Souza, 1995; São José e Ataíde, 1996).

Com relação à oferta de frutos no mercado de maracujá doce tem-se observado, através da análise dos dados de volume de caixas comercializadas na CEAGESP-SP um aumento de mais de 1.000% entre os anos de 1984 e 1996, o que reflete, também, progresso da área plantada nestes últimos anos (Vasconcelos e Cereda, 1994; Piza Júnior, 1998). Um dos principais aspectos que tem levado o agricultor a se dedicar ao cultivo dessa frutífera são as elevadas cotações que seus frutos adquirem no mercado. De acordo com Piza Júnior (1998), uma caixa contendo de 9 a 12 frutos é cotada no mercado, durante todo ano, em média, em torno de US\$ 4,97, o que representa quase US\$ 0,50 por fruto, conferindo a esse, provavelmente, um dos primeiros lugares entre frutas de preço mais elevado. Entretanto, apesar do excelente preço, pode ser arriscado investir em grandes plantios comerciais dessa frutífera, pois o mercado de consumo é restrito e não existem informações suficientes sobre todos os aspectos de produção que possam assegurar, em base sólida, a implantação de grandes pomares. Diante do exposto, Vasconcellos e Cereda (1994) chamam atenção da necessidade de estudos em todas as áreas científicas, inclusive na nutrição e adubação, com intuito de possibilitar uma exploração mais racional, com custos reduzidos, alta produtividade e qualidade de fruto, além de um trabalho de divulgação que possibilite ampliar o mercado interno e conquistar o mercado externo.

2.2 Micronutrientes e Estádio Fenológico

A fenologia é o ramo da ecologia que visa, basicamente, em vegetais, estudar as causas e as manifestações fisionômicas dos fenômenos repetitivos de floração, frutificação, queda de folhas e brotação de plantas, denominados de fenofases ou estágio fenológico (Fournier, 1976 citado por Vilela, 1998).

O estágio fenológico do vegetal é um dos fatores que influenciam grandemente os teores de nutrientes em determinado órgão da planta, ou seja, em função de cada fenofase existirá uma concentração adequada de macro e micronutrientes (Malavolta, 1980; Shear e Faust, 1980).

Desta forma, justificam-se os estudos de acúmulo de marcha de absorção que objetivam conhecer cada estágio fenológico e correlacioná-los com os nutrientes no órgão amostrado de determinada espécie. Portanto, através desses estudos, é possível prever qual a época ou épocas de maior exigência nutricional e onde há maior probabilidade de aparecerem sintomas de carência (Malavolta, 1980).

Em maracujazeiros, os estudos sobre marcha de absorção são concentrados na espécie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener e *Passiflora edulis*. Entre esses trabalhos destaca-se o de Haag et al. (1973), no qual os autores observaram, em plantas cultivadas à campo, que a demanda por nutrientes acompanha o acúmulo de matéria seca na planta. Desta maneira, inicialmente, quando o crescimento é lento, a exigência nutricional é pequena; entretanto, a partir de 250 dias após o plantio, o crescimento torna-se vigoroso e começa a floração/frutificação, resultando na absorção intensa de micronutrientes. Esses micronutrientes se apresentam em maior quantidade na folha, seguido pelo caule, fruto e finalmente raiz (Haag et al., 1973). Em termos de exportação de micronutrientes, através do fruto, a seguinte ordem decrescente foi observada Mn, Zn, Cu, Fe e B, entretanto, em termos de porcentagem em

relação à quantidade acumulada no fruto e na planta inteira, destacam-se o Zn e o Cu (Haag et al., 1973).

Outro trabalho relevante, também realizado a campo, foi o de Menzel et al. (1993) avaliando as variações mensais nos teores de nutrientes nas folhas, em quatro pomares de híbridos *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* x *Passiflora edulis*, durante dois anos. Nesse estudo, a concentração de nutrientes variou conforme os fluxos de vegetação, floração e frutificação. Portanto, após um fluxo de vegetação seguido de floração o teor de nutrientes móveis aumenta, sendo que logo em seguida sofre uma redução em função da redistribuição para os frutos. Como os micronutrientes Mn, Zn, Cu e B são menos móveis, são menos sensíveis às variações em função dos fluxos, apesar de sempre apresentarem uma queda após o fluxo vegetativo. Assim sendo, as informações acima são extremamente valiosas, pois foi a partir destas que Piza Júnior et al. (1996) reformularam a principal recomendação de adubação para o maracujazeiro amarelo. A recomendação indicava, até então, que a dose de fertilizante anual deveria ser parcelada em oito aplicações, mas a partir do trabalho acima citado, o parcelamento foi reduzido a 4 ou 5 aplicações, fazendo-as coincidir com os principais fluxos de floração (Quaggio e Piza Júnior, 1998), sendo, portanto, de suma importância estudos dessa natureza.

2.3 Adubação com Micronutrientes

Há algumas respostas de culturas à adubação com micronutrientes. Em feijoeiro a utilização de 1,5 kg/ha de boro no solo proporciona aumento de 20% na produção em relação à não aplicação deste (Oliveira e Katto, 1983); entretanto, Scaramuzza (1998) observou que não houve efeito de doses crescentes de B e Zn sobre a produção de feijão cultivar Ouro, enquanto para a cultivar Ouro Negro, o efeito foi depressivo. Em contraste, para cafeeiro, doses

crescentes de Zn proporcionaram ganhos significativos tanto de produção como em crescimento vegetativo, como demonstrado por Melo (1997) e Souza (1999). Com relação ao maracujazeiro amarelo, Baungartner, Malavolta e Lourenço (1978) verificaram, a campo, que essa planta não responde à adubação com B; contudo, Machado (1998) observou que a dose de 5 mg dm^{-3} de Zn no solo proporciona obtenção de mudas de boa qualidade desta frutífera. Quanto ao cobre, em cana-de-açúcar, não se observou o efeito de doses crescentes (Andrade, 1990); enquanto, que feijão, o Cu proporcionou um aumento em produtividade até a dosagem de 0,5 % da solução de sulfato de cobre via foliar (Scaramuza, 1998). Contradizendo essa informação, Bertoni et al. (2000) verificaram que a aplicação de cobre em cultura de arroz inundado influenciou negativamente todas as variáveis de crescimento avaliadas, mesmo quando aplicados em doses pequenas, como $0,75 \text{ mg kg}^{-1}$ de solo. Observa-se, pelo exposto, que a resposta das plantas à adubação com micronutrientes é bastante variável, sendo dependente de diversos fatores, e entre esses destacam-se as condições do solo e as exigências de cada espécie, da variedade e do estágio fenológico.

Como não existe recomendação de adubação para o maracujazeiro doce, a maioria dos produtores tem adotado a mesma adubação que é feita para o maracujazeiro amarelo. Alguns autores têm recomendado a aplicação de micronutrientes, tanto via solo como foliar, na cultura do maracujazeiro amarelo. Na adubação via solo são indicados, por ocasião do plantio e repetidos anualmente, 20 g de sulfato de zinco e 10 g de bórax ou 50 g/planta/ano de FTE BR-12. No segundo caso, via foliar, são sugeridas pulverizações com sulfato de zinco a 0,3% e ácido bórico a 0,1% (Silva, 1994; Piza Júnior, 1996; Quaggio e Piza Júnior, 1998). Contudo, tais recomendações são indicadas sem levar em consideração as necessidades específicas da cultura nem os níveis dos micronutrientes disponíveis no solo. Desta forma, essa adubação com

micronutrientes pode ser sub ou superestimada, podendo ter como consequência o uso desnecessário de alguns nutrientes, gerando desperdício de recursos, e o mais grave, o excesso ou a carência de elementos, possibilitando reduções nos lucros em decorrência de perdas de produção e qualidade.

2.4 Micronutrientes no Solo e na Planta.

2.4.1 Boro

O boro está incluso no grupo de micronutrientes que têm provocado quedas significativas de produção nas várias culturas em diferentes partes do mundo e do Brasil, em função da sua deficiência no solo (Malavolta, 1980 e Dantas, 1991).

Quanto ao maracujazeiro amarelo, a concentração de boro, segundo Kliemann et al. (1986), é em média superior à maioria dos vegetais. Entretanto, não existe consenso entre os autores em relação à exigência e à interferência desse elemento no crescimento do maracujazeiro azedo (Haag et al., 1973; Morales-Abanto, 1977; Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980b); porém, em maracujazeiro doce, Cereda, Almeida e Grassi Filho (1991) concluíram que o boro é o segundo elemento mais absorvido e o primeiro que mais deprime o crescimento desta frutífera. O boro é um não-metal que ocorre, em geral, no solo, nas seguintes formas: na rocha e em minerais, adsorvido às argilas, combinado na matéria orgânica e na solução do solo como H_3BO_3 e na forma de $H_2BO_3^-$ em solos com pH acima de 7,0. Entretanto, a fonte de B mais importante para a planta é a matéria orgânica, a qual, através da mineralização, libera-o para a solução do solo (Malavolta, 1980; Tisdale et al., 1993; Raij, 1991). As plantas expressam sintomas de carência de B quando cultivadas em solos que apresentam as seguintes características: pobres em B total, alcalinos, com baixo teor de matéria orgânica, com alto teor de argila, com déficit hídrico e elevada

concentração de cálcio (Malavolta, 1980; Dantas, 1991; Raij, 1991; Tisdale et al., 1993). O boro é absorvido pelas raízes na forma de H_3BO_3 e $H_2BO_3^-$, quando a faixa de pH está entre 4,0-8,0, sendo que este se concentra mais no caule e nas folhas em plantas de maracujazeiro amarelo (Malavolta, 1980; Primavesi e Malavolta, 1980a). O transporte desse elemento dentro da planta é feito de forma unidirecional no xilema, sendo que o mesmo é imóvel no floema, o que impede a sua redistribuição ao longo do vegetal. As conseqüências da falta de redistribuição do boro levam as plantas carentes desse nutriente a expressarem seus sintomas nos órgãos jovens e regiões de crescimento, como no caso de espécies de maracujazeiros que, em deficiências mais agudas, apresentam atrofia e posterior necrose da gema apical (Malavolta, 1980; Ruggiero, 1987; Quaggio, Piza Júnior, 1998). As funções do boro no vegetal podem, assim, ser resumidas de acordo com Marschner (1995): transporte de açúcar, síntese da parede celular, lignificação, metabolismo do carboidrato, metabolismo do RNA, respiração, metabolismo do AIA, metabolismo de fenóis.

2.4.2 Cobre

O cobre, ao contrário do boro, não tem, freqüentemente, afetado diretamente a produção das culturas; sendo assim, é menos comum encontrar, no campo, sintomas de deficiências. Entretanto, para o maracujazeiro azedo, o Cu é considerado o principal micronutriente que interfere no crescimento vegetal, influenciando diretamente na produção da matéria seca da raiz e da parte aérea, apesar de ser absorvido em pequena quantidade pela planta (Haag et al., 1973; De Paula, Lourenço e Malavolta, 1974; Aguirre, 1977; Fernandes et al., 1977; Primavesi e Malavolta, 1980a). O cobre no solo está preferencialmente na forma cúprica adsorvido aos minerais de argila, aos hidróxidos de ferro e à matéria orgânica, sendo que quase a totalidade do Cu disponível às plantas se apresenta

como trocável e complexado por moléculas orgânicas (quelatos), o que constitui uma fração muito pequena em relação à quantidade total deste nutriente no sistema (Malavolta, 1980; Ferreira e Cruz, 1991; Tisdale et al., 1993). Os principais fatores que tornam o Cu indisponível no solo e provocam deficiências em plantas são: solos pobres em Cu total, pH elevado do solo e alto teor de matéria orgânica (Malavolta, 1980; Ferreira e Cruz, 1991; Raij, 1991). O cobre é absorvido na forma de Cu^{+2} , concentrando-se no caule de espécies de maracujazeiro, sendo portanto considerado de mobilidade intermediária (Aguirre, 1977; Malavolta, 1980; Primavesi e Malavolta, 1980c). Os sintomas de deficiências de cobre, tanto para o maracujazeiro doce ou azedo, são semelhantes, caracterizados por apresentar folhas maiores e mais largas, de cor verde escura e com a perda parcial de turgor (Aguirre, 1977; Cereda, Almeida e Grassi Filho, 1991; Quaggio e Piza Júnior, 1998). A função do cobre nas plantas é fundamentalmente participar como ativador enzimático de diversas enzimas, em várias rotas metabólicas (Marschner, 1995).

2.4.3 Ferro

O ferro, apesar de ocorrer em níveis totais bastante elevados nos solos, apresenta teores solúveis extremamente baixos, o que proporciona o aparecimento de sintomas de deficiências, especialmente quando as condições favorecem a insolubilização (Bataglia, 1991). Em espécies de maracujazeiro, tanto em plantas jovens como adultas, esse nutriente é apontado por diversos autores como um dos mais absorvidos pelas plantas, entretanto, existem divergências entre esses quanto à interferência do Fe no desenvolvimento do vegetal (Haag et al., 1973; Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980b; Cereda, Almeida e Grassi Filho, 1991). No maracujazeiro amarelo, Aguirre (1977) e Malavolta e Primavesi (1980b) verificaram que a deficiência de Fe não afeta muito o desenvolvimento das

plantas, porém, Cereda, Almeida e Grassi Filho (1991), trabalhando com plantas jovens de maracujazeiro doce, observaram que a ausência desse elemento proporcionou um desenvolvimento inferior quando comparado à omissão de outros micronutrientes no meio de cultivo. O ferro se apresenta no solo nas seguintes formas: minerais primários e secundários, quelatos na matéria orgânica, adsorvidos superficialmente à argila e à matéria orgânica (trocável) e solúvel nas formas de Fe^{+3} , Fe^{+2} , $\text{Fe}(\text{OH})^{+2}$ e $\text{Fe}(\text{OH})^{+2}$ (Malavolta, 1980). Em geral, as quantidades de ferro no solo são bastante elevadas nos vários tipos de solos, portanto, a carência desse elemento está ligada aos fatores que controlam sua disponibilidade (Bataglia, 1991; Tisdale et al., 1993). Os principais fatores que levam a planta a apresentar deficiência nesse nutriente são: solos pobres em Fe total, solo alcalino, altas concentrações de P, Cu, Mn ou Zn no meio de cultivo, solo encharcado, com alto teor de matéria orgânica e deficiência de K (Malavolta, 1980). A absorção de ferro pelas raízes é feita na forma de Fe^{+2} e Fe^{+3} , sendo que este nutriente, em maracujazeiro, é considerado praticamente imóvel com difícil redistribuição das partes mais velhas para as mais novas, sendo que o sistema radicular é o que mais concentra este elemento (Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980b). Em função da sua baixa mobilidade, os sintomas de carência iniciam pelas folhas novas, através do aparecimento de uma clorose internerval, com a permanência da coloração verde-escura das nervuras, conferindo à folha um aspecto de reticulado fino (Aguirre, 1977, Quaggio e Piza Júnior, 1998 e Cereda, Almeida e Grassi Filho, 1991).

2.4.4 Manganês

O manganês é um dos micronutrientes mais comuns na litosfera e está entre os três primeiros micronutrientes mais absorvidos pelas plantas de maracujazeiro azedo e doce (Haag et al., 1973; Primavesi e Malavolta, 1980c;

Primavesi e Malavolta, 1980b; Cereda, Almeida e Grassi Filho, 1991). Entretanto, para o maracujazeiro amarelo, o Mn é o segundo micronutriente que mais afeta o crescimento da planta (Primavesi e Malavolta, 1980b), enquanto, para o doce, está entre os últimos. O manganês presente no solo está nas seguintes formas: Mn^{+2} na solução, Mn^{+2} trocável, organicamente complexado e na estrutura de minerais (Borkert, 1991; Tisdale et al., 1993). A disponibilidade desse nutriente para as plantas é influenciada por quatro fatores básicos que levam as plantas à apresentarem deficiências: pH elevado do solo; excesso de matéria orgânica no meio de cultivo; altos teores de P, Cu e Zn; e déficit hídrico (Malavolta, 1980). O manganês é absorvido ativamente pela planta como Mn^{+2} , sendo também transportado na corrente transpiratória nessa forma (Malavolta, 1980). Esse elemento é considerado de difícil redistribuição, mostrando-se praticamente imóvel no floema de plantas de maracujazeiro e concentra-se no sistema radicular (Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980c; Menzel et al., 1993). Como consequência da redistribuição insuficiente do Mn^{+2} , os sintomas de carência ocorrem nas folhas mais novas, que inicialmente apresentam uma clorose internerval, e mais tarde toda a folha adquire uma coloração amarelada, com o encurvamento dos bordos do limbo para baixo (Aguirre, 1977; Morales-Abanto, 1977; Quaggio e Piza Júnior, 1998). As funções de Mn^{+2} nas plantas são: ativador de diversas enzimas, doador de elétrons para clorofila ativada, síntese de clorofila, formação e multiplicação e funcionamento dos cloroplastos.

2.4.5 Molibdênio

O molibdênio é o micronutriente encontrado em menor teor nos solos e, de maneira geral, o menos exigido pelas culturas (Malavolta, 1980). Essa tendência também é encontrada em maracujazeiros, sendo o nutriente menos absorvido e, também, sob condições de deficiência, o que menos interfere no desenvolvimento

do sistema radicular e da parte aérea (Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980c; Primavesi e Malavolta, 1980b; Oliveira Júnior et al., 1994). O molibdênio no solo se apresenta em forma de minerais primários e secundários, adsorvido a óxidos hidratados de Fe e Al, na solução do solo e complexado na matéria orgânica (Malavolta, 1980; Tisdale et al., 1993). Alguns fatores podem afetar a disponibilidade de molibdênio no solo, levando ao surgimento de sintomas de deficiência em plantas. As condições que contribuem para o aparecimento da carência desse elemento nos vegetais são as seguintes: solos pobres em teor total de Mo; solos ácidos; solos ricos em óxidos de Fe e Al; adubações mais pesadas com enxofre e cobre (Tisdale et al., 1993). A absorção do molibdênio pelas raízes é feita, predominantemente, na forma de MoO_4^{2-} . A mobilidade desse nutriente dentro do maracujazeiro é considerado intermediária, sendo as folhas os órgãos que mais concentram tal elemento (Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980c). Os sintomas de deficiência desse elemento em maracujazeiros são folhas mais velhas, com manchas cloróticas e internervais, com a permanência de tecido verde ao redor das áreas descoloridas, bem como acentuado encurvamento das margens para cima ('cupping') (Aguirre, 1997; Quaggio e Piza Júnior, 1998). As funções do Mo na planta está relacionada com o metabolismo do nitrogênio, fazendo parte de duas metaloenzimas (Dechen, Haag, Carmello, 1991b).

2.4.6 Zinco

O zinco é o micronutriente que mais atenção tem recebido dos pesquisadores em função do aparecimento constante das carências nas diversas culturas (Malavolta, 1980; Souza e Ferreira, 1991; Tisdade et al., 1993). Apesar de ser considerado um micronutriente de destaque para diversas culturas (Malavolta, 1980; Souza e Ferreira, 1991), em espécies de maracujazeiros não alcança a mesma importância. Nessa frutífera, o Zn é encontrado em

concentração pouco superior à média da planta, estando entre o terceiro e quarto micronutrientes mais absorvidos, sendo considerado, por vários autores, em situações de deficiência, o que menos interfere no crescimento deste vegetal (Haag et al., 1973; Morales-Abanto e Muller, 1977; Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980b; Cereda, Almeida e Grassi Filho, 1991; Menzel et al., 1993; Oliveira Júnior et al., 1994). O zinco ocorre na forma de Zn^{+2} nas superfícies das argilas e matéria orgânica, além de organicamente complexado, enquanto em minerais primários e secundários, a forma de Zn prevalece (Malavolta, 1980; Tisdale et al., 1993).

Fatores ligados ao solo têm levado as plantas a apresentarem sintomas de carência de Zn, entre estes destacam-se: baixo teor de Zn total, pH elevado, encharcamento, adubação fosfatada pesada e alto teor de argila (Tisdale et al., 1993). O sistema radicular absorve zinco na forma de Zn^{+2} , sendo este considerado pouco móvel nas plantas (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997). Os sintomas de deficiência em maracujazeiros têm início com áreas cloróticas, que vão progredindo das folhas mais velhas para as mais novas (Aguirre, 1977; Cereda, Almeida e Grassi Filho, 1991). Contudo, Morales-Abanto e Muller (1977) discordam, descrevendo que as primeiras manifestações da carência desse elemento são percebidas nas folhas superiores e em algumas no terço médio das plantas, em forma de pequenas manchas necróticas de aspecto esbranquiçado, rodeadas de um halo amarelado, enquanto as folhas inferiores permanecem normais. Entretanto, os autores acima concordam que a ausência de Zn provoca encurtamento do entrenó, formação de folhas deformadas, pontiaguadas, lanceoladas e com bordos ondulados.

As principais funções do zinco na planta são síntese do triptofano e RNA, além da redução do nitrato e oxidases (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

2.5 Interações envolvendo Micronutrientes

As interações entre os nutrientes são extremamente importantes para a nutrição do vegetal, sendo consideradas tão relevantes quanto o estado de carência ou excesso destes elementos. Essas interações podem ser antagônicas ou sinérgicas. O primeiro caso ocorre quando a presença de um elemento diminui a absorção do outro e o segundo ocorre quando a presença de um aumenta a absorção do outro (Kabata-Pendias, Pendias, 1984; Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997). As reações de interações entre os elementos são muito complexas e variáveis, podendo ocorrer no interior das células, dentro das membranas e também na superfície das raízes das plantas (Kabata-Pendias, Pendias, 1984). Alguns autores têm estudado as interações que envolvem os micronutrientes. Com relação ao boro, as principais interações são com o nitrogênio (NO_3^- e NH_4^+) e zinco (Zn^{+2}), sendo consideradas, para ambos, interações não competitivas (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997). O nitrogênio, como comprovado por Gupta (1973) e Salinas Cerda e Romero (1981), afeta significativamente a absorção de B pelas plantas, sendo que altas doses de N levam a uma redução drástica dos teores foliares de boro. Ao contrário, a deficiência de B aumenta o teor solúvel de nitrogênio na planta, como constatado por Shelp (1990) em couve-flor e por Aguirre (1977) em maracujazeiro amarelo. Ainda, segundo este último autor, a carência de B também aumenta o teor de fósforo e enxofre nas gavinhas, além do Mn na haste e nas folhas. Entretanto, o boro e zinco possuem um comportamento no qual o aumento da concentração do primeiro elemento no meio promove a redução na absorção do outro, como comprovado por Salinas Cerda e Romero (1981) em ervilhas e Singh, Dahiya e Narwal (1990) em trigo.

Quanto ao cobre, este interage antagonicamente com o zinco, como relatado por Bowen (1969) em cana-de-açúcar. Em contraste, Barbosa Filho, Dynia e Fageria (1994) observaram efeito contrário para arroz no qual doses

crescentes de cobre estimularam a sua absorção. Outra interação do cobre é com o molibdênio (MoO^{-2}_4), sendo do tipo inibição competitiva. Tal afirmação é constatada por Aguirre (1977), Primavesi e Malavolta (1980b), segundo os quais, na ausência de cobre, os teores de Mo aumentaram em toda planta do maracujazeiro amarelo.

Nas interações com outros nutrientes, o zinco se destaca com maior volume de trabalhos científicos. Em meio de cultivo exposto a níveis excessivos de Zn, as plantas tendem a apresentar sintomas de deficiência de ferro, como observado por Chaney (1993). O contrário também é verdadeiro, ou seja, em situação de carência de Zn o Fe é mais absorvido, como verificado por Aguirre (1977) em maracujazeiro amarelo. A explicação, segundo Chaney (1993), provavelmente está associada ao fato de o zinco interferir na absorção e na translocação do ferro ou na sua utilização nas folhas (biossíntese de clorofila). Outra interação que também é descrita é a do fósforo com zinco, sendo percebida comumente em situações de aplicações maciças de fertilizantes fosfatados em solos pobres em zinco, induzindo, assim, nas plantas, a deficiência deste último (Malavolta, 1980; Carmak e Marschner, 1987).

Em maracujazeiro amarelo, Machado (1998), testando doses de fósforo e zinco, verificou que o P interage com o Zn de modo depressivo, diminuindo a sua disponibilidade, fato explicado pela possível redução na sua mobilidade e solubilidade, resultante da formação de $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ nas raízes.

É importante ressaltar, também, que não apenas o fósforo pode influenciar o zinco, mas que a ação é recíproca (Scaramuzza, 1998). Em feijoeiro, verificou-se que doses crescentes de zinco levam à diminuição de P no teor foliar, entretanto, em maracujazeiro amarelo, situações de carência de Zn não alteraram o teor deste macronutriente nos tecidos (Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980b).

Além do fósforo e ferro, o zinco pode interagir com outros elementos, a exemplo de Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} , Cu^{+2} , Mn^{+2} (Aguirre, 1977; Malavolta, 1980, Marschner, 1995; Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

2.6 Considerações Gerais

São poucos os trabalhos sobre nutrição de espécies de maracujazeiro, sendo em número menor ainda os que abordam os micronutrientes. Entre esses a maioria versa sobre temas que investigam quais os nutrientes mais absorvidos pelas plantas e a influência da carência dos micronutrientes sobre o crescimento vegetal, principalmente em solução nutritiva. Apesar de poucos, os estudos têm demonstrado de maneira inequívoca a importância dos micronutrientes para os maracujazeiros. Contudo, os estudos que avaliam o efeito da aplicação de doses de micronutrientes sobre os maracujazeiros são ainda mais raros, impedindo que se faça a recomendação, em base segura, de doses destes nutrientes para as diversas espécies de maracujazeiro.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, A.C.P. **Nutrição mineral do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.).** Piracicaba: ESALQ, 1977. 116 p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- ANDRADE, L.A. de B. **Efeitos das aplicações de fontes de Boro, Cobre e Zinco em duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.).** Jaboticabal: UNESP, 1990. 155p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- BARBOSA FILHO, M.P.; DYNIA, J.F.; FAGERIA, N.K. **Zinco e ferro na cultura do arroz.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 71p. (EMBRAPA-CNPAP, Documentos, 49).
- BATAGLIA, O.C. **Ferro.** In: **SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. Anais...** Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 159-172.
- BAUMGARTNER, J.G.; MALAVOLTA, E.; LOURENÇO, R.S. **Estudos sobre a nutrição mineral e adubação do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). V. Adubação Mineral.** Científica, Piracicaba, v.6, n.3, p.361-367, 1978.
- BERTONI, J.C.; HOLANDA, F.S.R.; CARVALHO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; ASSIS, M.P. de. **Efeito do Cobre no crescimento do arroz irrigado por inundação e eficiência do extrator DPTA na predição da disponibilidade de Cobre.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.1, p.62-73, jan./mar. 2000.
- BORKERT, C.M. **Manganês.** In: **SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. Anais...** Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 173-190.
- BOWEN, J.E. **Absorption of copper, zinc and manganese by sugarcane leaf tissue.** *Plant Physiology*, Baltimore, v.44, n.2, p.255-261, Feb. 1969.

- CARMAK, I.; MARSCHNER, H. Mechanism of phosphorus - induced zinc deficiency in cotton, III. Changes in physiological availability of zinc plants. *Physiologia plantarum*, Ottawa, v.70, n.1, p.13-20, may. 1987.
- 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.31, n.4, p. 241-244, out. 1991.
- CHANEY, R.L. Zinc phytotoxicity. In: ROBSON, A.D. (ed.). *Zn in soils and plants*. London: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.135-150.
- COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZENS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP. *Boletim Mensal*. São Paulo, 1999.
- DANTAS, J.P. Boro. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 113-130.
- DE PAULA, O.F.; LOURENÇO, R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral e a adubação do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) 1. Extração de macro e micronutrientes na colheita. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.49, n.2/3, p.61-66, nov. 1974.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A. de C. Avaliação do estado nutricional da planta e disponibilidade no solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991a. 273-288p.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Funções do micronutriente nas plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991b. 65-78p.
- FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, G.D.; RUGGIERO, C.; HAAG, H.P. Extração de nutrientes durante o desenvolvimento do fruto do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). *O Solo*, Piracicaba, v.49, n.1, p.16-21, 1977.

- FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da. Cobre. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 131-158.
- GUPTA, V.C. Boron Nutrition of crops. *Advances in Agronomy*, New York, v.31, p.273-307, 1979.
- HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BORDUCCHI, A.S.; SARRUGE, J.R. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. *Anais da E.S.A.Q*, Piracicaba, v.25, p. 267-279, 1973.
- HOEHNE, F.C. *Frutas indígenas*. São Paulo: Secretaria de Agricultura Industria e Comércio. Estado de São Paulo, 1946. 88p. (Pub. Série D).
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. *Trace elements in soil and plants*. Boca Raton: CRC Press, 1984. 325p.
- KLIEMANN, J.H.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; AZEVEDO, J.A.de; GUILHERME, M.R.; GENÚ, 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.
- LIMA, S.F. *Comportamento do Feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) submetido à aplicação foliar de doses de boro, molibdênio e zinco*. Lavras: UFLA, 1997. 76p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- LOPES, A.S. Micronutrientes: Filosofias de aplicação, fontes, eficiência agrônômica e preparo de fertilizantes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 357-390.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de. *Plantas ornamentais do Brasil : arbustivas, herbáceas e trepadeiras*. Nova Odessa: Plantarum, 1995. 720p.
- MACHADO, R.A.F. *Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.)*. Lavras: UFLA, 1998. 93p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1980. 253p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MELO, E.M. de. **Efeito da aplicação foliar de sulfato de zinco na produção e na composição mineral das folhas de cafeeeiro (*Coffea arabica* L.).** Lavras: UFLA, 1997. 66p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- MENZEL, C.M.; HAYDON, G.F.; DOOGAN, V.J.; SIMPSON, D.R. **New standard leaf nutrient concentrations for passionfruit based on sasonal fenology and leaf composition.** *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.68, n.2, p.215-229, mar. 1993.
- MORALES-ABANTO, A., MÜLLER, L.E. **Alteraciones producidas en el maracujá (*Passiflora edulis* Sims) por deficientes de manganeso, hierro, boro y zinc.** *Turrialba, Turrialba*, v. 27, n. 2, p. 163-168, abr./jun. 1977.
- OLIVEIRA, JÚNIOR, FONSECA, E.B.A.; PAULA, A.M.P. de; GAZZOLA; R. **Efeito da omissão de B, Cu, Mo e Zn no substrato para a formação de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger).** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 11, 1994, Petrolina. *Anais...* Petrolina: SBCS/EMBRAPA/CPATSA, 1994. p. 426-427.
- OLIVEIRA, S.A. de; KATO, E. **Influência do boro sobre a produção e nutrição mineral do feijoeiro.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.12, p. 13734-1375, dez. 1983.
- PIZA JÚNIOR, C. de T. **A cultura do maracujá na região sudeste do Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5, 1998, Jaboticabal, *Anais...* Jaboticabal: Funep, 1998. p.20-48.

- PIZA JÚNIOR, C.T.; QUAGGIO, J.A.; SILVA, J.R.; KAVATI, R.; MELETTI, L.M.M.; SÃO JOSÉ, A.R.** Adubação do maracujá. In: **RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.** **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 148-149.
- 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 E.S.A.Q., Piracicaba, v. 37, p. 603-607, 1980c.**
- PRIMAVESI, A.C.P.A.; MALAVOLTA, E.** Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VI. Efeito dos macronutrientes no desenvolvimento e composição mineral de plantas. **Anais da E.S.A.Q., Piracicaba, v.37, p. 609-630, 1980a.**
- PRIMAVESI, A.C.P.A.; MALAVOLTA, E.** Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VII. Efeito dos micronutrientes no desenvolvimento e composição mineral de plantas. **Anais da E.S.A.Q., Piracicaba, v.37, p. 537-553, 1980b.**
- QUAGGIO, J. A.; PIZA JÚNIOR, C. de T.** Nutrição Mineral e adubação da cultura do maracujá. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5, 1998, Jaboticabal, Anais...** Jaboticabal: Funep, 1998. p.130-156.
- RAIJ, B.V.** Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- RÖMHELD, V.; MARSCHNER, H.** Function of micronutrients in plants. In: **MORTVEDT, I.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.M.** **Micronutrients in Agriculture.** 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p.297-328.
- RUGGIERO, C.** Cultura do maracujazeiro. Ribeirão Preto: Editora Legis Summa, 1987. 250p.
- SALINAS, M.R.; CERDA, A.; ROMERO, A. et al.** Boron tolerance of pea (*Pisum sativum*). **Journal of Plant Nutrition, New York, v.4, p.205-210, 1981.**

- SÃO JOSÉ, A.R.; ATAÍDE, E.M. Comportamento de três espécies de maracujazeiro em relação à morte prematura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14., 1996, Curitiba. Anais... Londrina: IAPAR, 1996. 328p.
- SCARAMUZA, J.F. Produtividade de grãos e teores foliares de nutrientes em feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta à aplicação de Boro, Zinco e Cobre, via foliar ou no sulco de plantio. Viçosa: UFV, 1998. 79p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- SHEAR, C.B.; FAUST, M. Nutricional ranges in deciduous tree fruits and nuts. *Horticultural Reviews*, New York, v.2, 146-63p. 1980.
- SHELP, B.J. The influence of boron nutrition on nitrogen partitioning in brocoli plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Monticello, v.21, n. 1-2, p.49-60, 1990.
- SILVA, J.R. da. Nutrição e adubação. In: SÃO JOSÉ, A.R. Maracujá: Produção e Mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. p.84-90.
- SINGH, J.P.; DAHIYA, D.J.; NARWAL, R.P. Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. *Fertilizer Research*, Dordvcht, v.24, p.105-110, 1990.
- SOUZA, C.A.S. Aplicação de zinco via solo em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em casa de vegetação. Lavras: UFLA, 1999. (Tese - Doutorado em Fitotecnia)
- SOUZA, E.C.A.; FERREIRA, M.E. Zinco. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 219-242.
- TEIXEIRA, C.G.; CASTRO, J.V. de; TOCCHINI, R.P. et al. Maracujá: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL, 1994. 267p.
- TIRITAN, C.S. Aplicação foliar de micronutrientes em Citros. Piracicaba: ESALQ, 1996. 64p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L. **Soil fertility and fertilizers**. 5. ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1993. 634p.
- VALE, F.R. do; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. de A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1993. 171p.
- VASCONCELLOS, M.A. da S.; CEREDA, E. O cultivo do maracujazeiro 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**. Lavras: UFLA, 1997. 105p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- VILELA, G.F. **Variações em populações naturais de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae): fenológicas, genéticas e de valores nutricionais de frutos**. Lavras: UFLA, 1998. 88p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- YAMASHIRO, T.; LANDGRAF, J. H. Maracujá-Açú (*Passiflora alata* Ait) porta-enxerto resistente a fusariose do maracujazeiro (*Passiflora edulis*. F. *flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas, Anais... Pelotas: SBF, 1979. p. 918-921.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES EM PLANTAS DE MARACUJAZEIRO DOCE CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

RESUMO

LOPES, Paulo Sergio Nascimento. Crescimento e acúmulo de micronutrientes em plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva. Lavras: UFLA, 2000. p.25-44. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e o acúmulo de micronutrientes em plantas de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) cultivados em solução nutritiva. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. Utilizaram-se plantas obtidas a partir de sementes, que foram semeadas em bandeja plástica com volume de 20 dm³, contendo como substrato vermiculita expandida. Aos 42 dias pós semeadura, as plantas foram repicadas para uma bandeja contendo 40 L de solução de Hoagland e Arnon. Nessa bandeja, as plantas foram dispostas conforme delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e sete plantas por parcela. Os tratamentos corresponderam às épocas das retiradas das plantas da solução nutritiva a cada 10 dias, totalizando 5 épocas. As características avaliadas foram altura, matéria seca e acúmulo de micronutrientes na raiz, parte aérea e planta inteira. Para todos os micronutrientes avaliados, com exceção do Zn, observou-se um acúmulo crescente na matéria seca ao longo das épocas, acompanhando a curva de crescimento da planta. Com relação à parte da planta em que os micronutrientes se encontraram em maior quantidade, verificou-se que o B, Cu e Zn acumularam mais na parte aérea, e o Mn e Fe no sistema radicular. Observou-se, também, que a quantidade acumulada de nutrientes na matéria seca da parte aérea seguiu a seguinte ordem decrescente: Fe>B>Mn>Zn>Cu.

*Comitê de Orientação: José Darlan Ramos (Orientador), Janice Guedes de Carvalho (UFLA).

CHAPTER 2

GROWTH AND ACCUMULATION OF MICRONUTRIENTS IN PLANTS OF SWEET PASSION FRUIT GROWN IN NUTRIENT SOLUTION.

ABSTRACT

LOPES, Paulo Sergio Nascimento. Growth and accumulation of micronutrients in plants of sweet passion fruit grown in nutrient solution. Lavras: UFLA, 2000. p.25-44. (Doctorate Thesis in Agronomy/Crop science).

The present work was designed to evaluate the growth and the accumulation of micronutrients in plants of sweet passion fruit (*Passiflora alata* Dryand) grown in nutrient solution. The experiment was conducted in greenhouse in the Soil Science Department of the Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG. Plants obtained from seeds which were sown in plastic trays with volume of 20 dm³ containing as a substrate expanded vermiculite. At 42 days post-sowing, the plants were transplanted to a tray containing 40 l of Hoagland and Arnon solution. In that tray, the plants were arranged according to a completely randomized design with four replicates and seven plants per plot. The treatments corresponded to the times of the removal of the plants from the nutrient solution every ten days , amounting 5 times. The characteristics were height, dry matter and micronutrient accumulation in the root, shoot and whole plant. To all the micronutrients evaluated, with the exception of Zn, a growing accumulation of them in the dry matter along the times, was observed accompanying the growth curve of the plant. As regards the part of the plant in which micronutrients were in greatest amount, it was found that B, Cu and Zn accumulated the most in the shoot and Mn and Fe in the root system. It was noticed also the amount accumulated of nutrients in the shoot dry matter followed the following decreasing order : Fe>B>Mn>Zn>Cu.

*Guidance Committee : José Darlan Ramos (Adviser), Janice Guedes de Carvalho (UFLA).

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) vem apresentando grande potencial de mercado como planta ornamental, na indústria farmacêutica, e principalmente na produção de frutos que atendem exclusivamente o mercado fruta fresca, no qual alcança elevadas cotações (Vasconcelos e Cereda, 1994; Piza Júnior, 1998).

Num sistema de produção de frutas, um dos insumos mais importante é a muda, pois o sucesso na implantação do pomar depende, entre outros fatores, da produção de plantas vigorosas, sadias, de bom pegamento e crescimento rápido no campo (Lopes et al., 1997). Para produzir plantas com essas características, é necessário conhecer o comportamento das plantas na fase juvenil através do acúmulo da matéria seca e dos nutrientes no vegetal, quantificando as exigências nutricionais da espécie para posteriormente determinar, de maneira racional, o protocolo de adubação (Malavolta, 1980; Guimarães, 1994; Silva, 1998).

Em maracujazeiros, os trabalhos sobre crescimento e acúmulo de micronutrientes são bastante restritos, sendo a maioria referente às espécies *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener (maracujazeiro amarelo) e *Passiflora edulis* Sims (maracujazeiro roxo). Dentre esses trabalhos, destacam-se Haag et al. (1973), Aguirre (1977), Primavesi e Malavolta (1980), Menzel et al. (1993) e Oliveira Júnior (1994). Apesar desses trabalhos terem sido realizados em plantas com estádios fenológicos diferentes, o que influencia na demanda de nutrientes do vegetal (Malavolta, 1980; Shear e Faust, 1980), existem algumas similaridades entre os resultados obtidos pelos mesmos. Um dos pontos de concordância entre Haag et al. (1973) e Menzel et al. (1993) consiste no fato de que a demanda por nutrientes acompanha a curva de acúmulo de matéria seca da

planta, ou seja, como o maracujazeiro tem um crescimento lento na fase inicial, a exigência nutricional é pequena (Quaggio e Piza Júnior, 1998), enquanto em fase posterior, de pleno crescimento vegetativo, floração e frutificação, essa exigência aumenta substancialmente. Isso também é demonstrado, de maneira geral, para diversas plantas, conforme Malavolta (1980). Outro aspecto que é de concordância entre os pesquisadores citados acima refere-se à ordem decrescente de absorção de micronutrientes. Observa-se, em plantas cultivadas à campo, que apesar de serem utilizados solos e variedades diferentes, a ordem decrescente de absorção é idêntica a de Haag et al. (1973) no Brasil e Menzel et al. (1993) na Austrália, com a seguinte série: Mn>Fe>Zn>B>Cu. Contudo, quando se utiliza solução nutritiva como meio de cultivo, essa ordem altera um pouco. Primavesi e Malavolta (1980) e Aguirre (1977) encontraram, respectivamente, a série Fe>B>Mn>Zn>Cu>Mo e Fe>B>Zn>Mn>Cu>Mo, diferindo somente na terceira e quarta posições entre zinco e manganês. Possivelmente, as alterações da ordem de absorção de micronutrientes em meio de cultivo diferentes podem ser explicadas pelos fatores que interferem na disponibilidade dos nutrientes no solo.

Com relação ao acúmulo de micronutrientes nos órgãos vegetais, Primavesi e Malavolta (1980) verificaram que o boro e o zinco apresentam-se com elevadas quantidades nas folhas e caule; o ferro e o manganês nas folhas e raízes; o cobre no caule e o molibdênio nas folhas. Entretanto, a variação da concentração dos micronutrientes no órgão, em relação à idade da planta, foi estudada por Haag et al. (1973), que observaram as seguintes situações: o boro mantém uma pequena variação no seu teor na folha de plantas com idade até 250 dias; o cobre apresenta diminuição na raiz à medida que a planta envelhece, mas no caule, frutos e folhas há pouca oscilação; o ferro não apresenta uma seqüência de acordo com idade; o manganês diminui na raiz com o avançar do tempo e

aumenta na folha e fruto; e o zinco alterna bastante o seu teor nos diversos órgãos ao longo do tempo.

Quanto à nutrição do maracujazeiro doce, são poucos os trabalhos que versam sobre este tema, citando somente o de Cereda, Almeida e Grassi Filho (1991), que verificaram, para plantas em fase de muda cultivadas em solução nutritiva, que a ordem decrescente de absorção de micronutrientes é idêntica à de Primavesi e Malavolta (1980).

Finalmente, considerando a inexistência de informações sobre nutrição mineral do maracujazeiro doce e sendo este um dos principais fatores que interferem na obtenção de plantas de excelente qualidade, torna-se fundamental estudar tal assunto com intuito de subsidiar estudos futuros que visem estabelecer um protocolo de adubação que permita a formação de plantas de elevado padrão. Portanto, os objetivos do trabalho foram avaliar o crescimento das plantas e a variação quantitativa de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) em plantas do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) cultivadas em solução nutritiva.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo, na Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, Minas Gerais.

Foram utilizadas plantas obtidas de sementes extraídas de frutos sadios, e de alta qualidade, de maracujazeiro doce, adquiridos junto ao Setor de Fruticultura da UFLA.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, conduzindo-se sete plantas por parcela. Os tratamentos corresponderam às épocas de retiradas das plantas da solução nutritiva, sendo estas coletadas em intervalos de 10 dias, totalizando, assim, cinco épocas (0, 10, 20, 30 e 40 dias).

As plantas foram produzidas a partir da sementeira em bandeja plástica com volume de 20 dm³, contendo, como substrato, vermiculita expandida.

Aos 25 dias após a sementeira, iniciou a emergência das plantas, quando também iniciaram as adubações, três vezes por semana, com uma solução de Hoagland e Arnon (1950) a 10% da sua concentração normal, até a época de instalação do experimento (transplântio).

Aos 42 dias pós-plantio, as plantas foram selecionadas quanto à altura e número de folhas com a finalidade de conseguir melhor homogeneidade.

Após a seleção, cada plântula foi repicada para um recipiente plástico (bandeja) contendo cerca de 40 litros de solução nutritiva de Hogland e Arnon (1950) a 20%. A solução nutritiva foi trocada a cada 15 dias, sendo utilizada, para a primeira troca, metade da concentração da solução de Hogland e Arnon (1950) e, para a segunda, a concentração total. O nível diário da solução era

mantido por adição de água destilada. Para o ferro é importante salientar que foi necessário duplicar a dose deste micronutriente da referida solução, pois as plantas apresentaram sintomas de deficiência.

Em cada época de coleta, a muda foi avaliada inicialmente em relação à altura, sendo em seguida seccionada em raiz e parte aérea. Cada segmento desse vegetal foi lavado em água destilada e colocado para secar em estufa (65 - 70 °C) com circulação de ar forçada. Após atingir peso constante, foi determinada, para cada parte e para todo o vegetal, em balança de precisão (0,01g), a matéria seca. Após esse procedimento, o material foi moído em moinho do tipo Willey e encaminhado para análise química dos nutrientes na matéria seca da raiz, parte aérea e na planta inteira.

Após digestão nítrico-perclórica, os teores de Fe, Mn, Cu e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de boro, após digestão por incineração, foram obtidos por colorimetria (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997). Os conteúdos dos micronutrientes estudados na raiz, parte aérea e na planta inteira foram calculados com base nos teores e nas produções de matéria seca.

As características avaliadas em cada época de coleta foram: altura (cm), peso da matéria seca da raiz (g), parte aérea (g) e planta inteira (g); e os conteúdos de B, Cu, Fe, Mn e Zn nas partes avaliadas da planta.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SANEST. Os resultados cujas médias apresentaram diferenças significativas foram submetidos à análise de regressão, sendo as equações selecionadas pelo Teste F ao nível de significância de 1 e 5 % de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises dos valores observados para as características de crescimento e das quantidades de micronutrientes na raiz, folha e caule revelam que houve efeito significativo das épocas de coleta das plantas de maracujazeiro doce, cultivadas em solução nutritiva (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1. Resumo das análises de variância para altura (ALT), peso matéria seca da raiz (MSR), da parte aérea (MPA) e da planta inteira (MSPI) de plantas de maracujazeiro doce, em cinco épocas de coleta. UFLA, Lavras - MG, 2000.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Alt	MSR	MPA	MSPI
Épocas	4	829,29**	0,5629**	10,43**	15,66**
Resíduo	15	1,24	0,0092	0,06	0,107
CV (%)		4,96	26,80	14,33	15,75

** ; * Significativo ao nível 1,0% e 5,0% de probabilidade pelo Teste F.

A altura de plantas apresentou comportamento quadrático crescente, com valores mais elevados entre as épocas 20 e 40 dias (Figura 1). Corroborando esse resultado, Guimarães (1994) constatou, em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica*) propagadas em saco plástico, que o crescimento em altura é lento nos primeiros estádios, porém intensificado em fases posteriores.

De maneira semelhante à altura de plantas, porém mais acentuado, a matéria seca da parte aérea, raiz e total apresentaram comportamento quadrático crescente, com maiores ganhos entre 20 e 40 dias (Figura 2).

TABELA 2. Resumo das análises de variância para o conteúdo de micronutrientes na raiz, parte aérea e planta inteira de plantas de maracujazeiro doce, em cinco épocas de coleta. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Quadrados Médios (Raiz)						
FV	GL	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Épocas	4	232,5**	97,50**	265658**	25811**	367,8**
Resíduo	15	0,4	0,05	12,6	885	0,3
CV (%)		10,84	4,43	1,19	22,89	2,87
Quadrados Médios (Parte Aérea)						
Épocas	4	7020**	194,2	20387,1**	2718,6**	651**
Resíduo	15	110	0,1	41,2	56,5	1,0
CV (%)		23,25	3,51	5,79	14,58	4,16
Quadrados Médios (Planta inteira)						
Épocas	4	8252**	544,4**	428400**	47435**	1842**
Resíduo	15	161,2	0,2	98,9	1620,9	1,4
CV (%)		26,33	2,77	2,42	23,02	2,84

** e * Significativo ao nível 1,0% e 5,0% de probabilidade pelo Teste F.

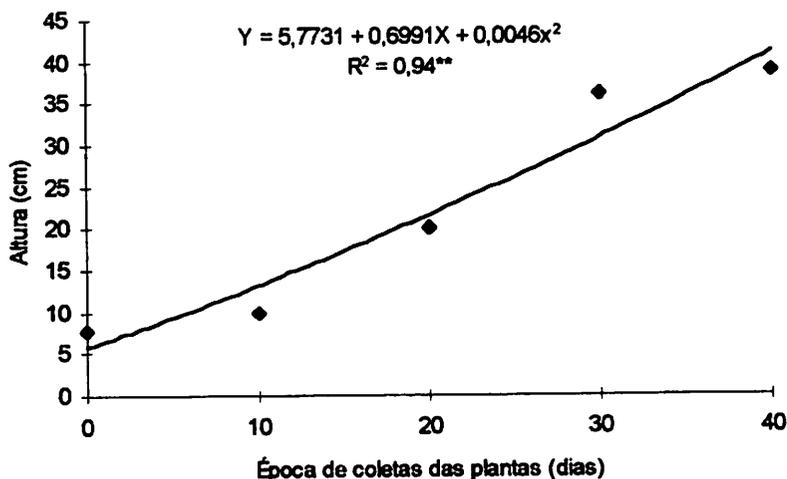


FIGURA 1. Altura média de plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva e coletadas em cinco épocas diferentes de desenvolvimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

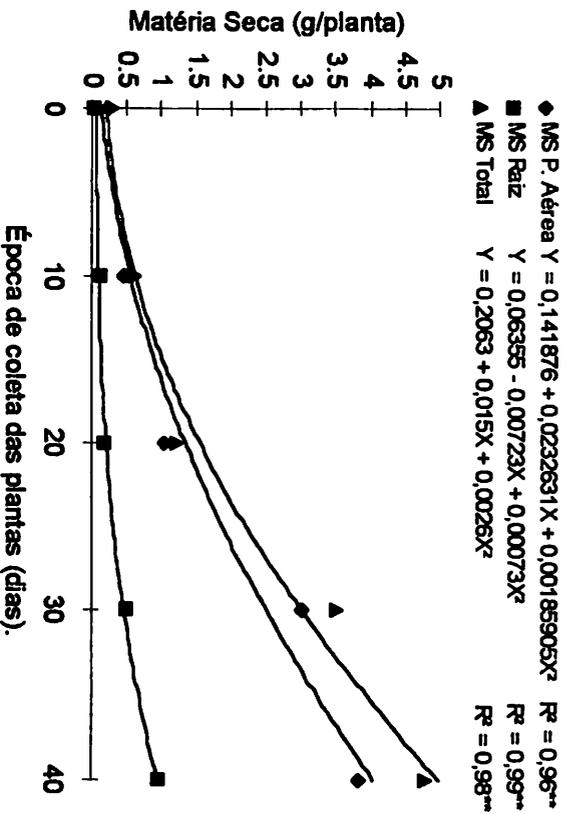


FIGURA 2. Matéria seca da parte aérea, raiz e total de plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva e coletadas em cinco épocas diferentes de desenvolvimento. UFPA, Lavras - MG, 2000.

Tal comportamento também foi observado em outras espécies, a exemplo de Guimarães (1994) em cafeeiro, Lima Filho (1995) em estêvia (*Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni) e Silva (1998) em aceloreira (*Malpighia glabra* L.). Esse resultado sugere uma tendência normal, pois a curva de crescimento dos vegetais é caracteristicamente uma curva sigmóide com três fases: uma inicial com crescimento lento, seguida de uma etapa de rápido aumento de tamanho, e finalmente um decréscimo no acúmulo de matéria seca - senescência (Magalhães, 1985). Entretanto, neste trabalho, como enfoca somente o estágio de muda, verificaram-se apenas as duas primeiras fases da curva de crescimento. Desta forma, a primeira fase vai até aos 20 dias, quando a muda cresceu lentamente, sugerindo que a plântula depende das reservas da semente para a produção de seus órgãos, e também pelo fato de que, nos estádios iniciais, a massa da planta é

pequena, acarretando baixa taxa de crescimento. A segunda fase, entre as épocas 20 e 40 dias, é caracterizada por rápido crescimento, propiciando acréscimos elevados de matéria seca em todas as partes do vegetal, pois os órgãos estão em fase adiantada.

A absorção dos nutrientes do solo pelas plantas não ocorre nas mesmas proporções durante seus vários estádios de crescimento. De acordo com Malavolta (1980), a absorção de nutrientes pelos vegetais segue a mesma tendência da curva sigmóide de crescimento, ou seja, quando a planta é nova, a extração dos nutrientes do solo é muito pequena; em contraste, num período intermediário, torna-se logarítmica, caracterizando-se por uma grande absorção dos nutrientes; e num período final, em que a planta entra em maturação, há uma fase de estabilização, na qual a absorção é muito pequena ou mesmo nula.

Neste trabalho, verificou-se, para todos os micronutrientes avaliados (Figuras 3, 4, 5 e 6), com exceção do zinco, o comportamento relatado anteriormente por Malavolta (1980) e confirmado nos trabalhos de Haag et al. (1973), Menzel et al. (1993) e Silva (1998), segundo os quais, em fases de menor crescimento vegetativo, as plantas absorvem pequenas quantidades de nutrientes, e a partir daí, quando os órgãos vegetais encontram-se em franco crescimento, a extração de nutrientes aumenta drasticamente.

Com relação ao conteúdo de boro presente na matéria seca de raiz, parte aérea e total, observa-se que o acúmulo deste nutriente em função da idade da planta segue uma curva quadrática crescente (Figura 3). Verifica-se, ainda, que o B foi acumulado em maior quantidade na parte aérea do que no sistema radicular, sendo essa situação comum na maioria dos vegetais, e também em maracujazeiro amarelo (Haag et al., 1973; Primavesi e Malavolta, 1980; Dechen, Haag e Carmello, 1991).

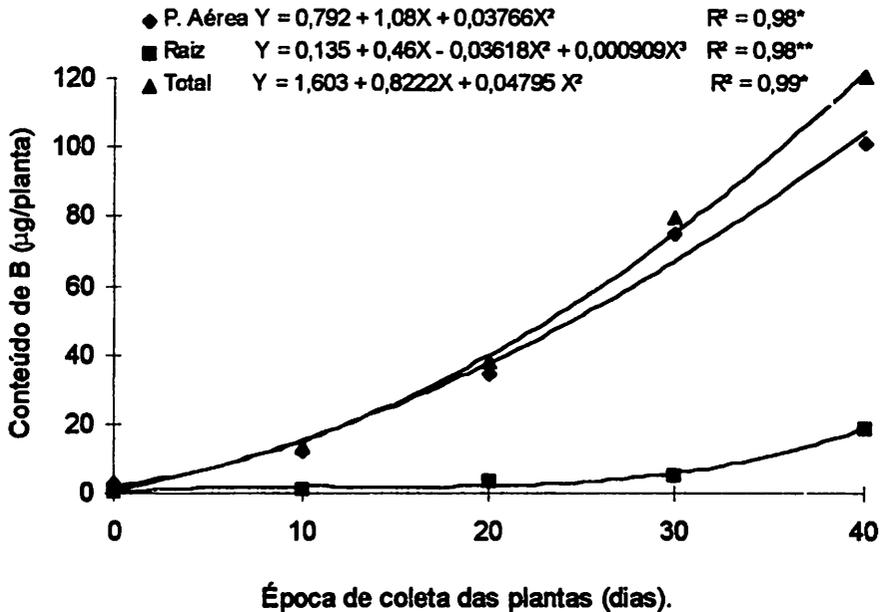


FIGURA 3. Conteúdo de boro na matéria seca da parte aérea, raiz e total de plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva e coletadas em cinco épocas diferentes de desenvolvimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Quanto ao conteúdo de cobre acumulado na parte aérea, os valores se ajustaram a uma equação linear crescente, implicando em um aumento gradual da quantidade de cobre ao longo das épocas (Figura 4). Esse comportamento pode ser aceito pela pouca variação na concentração do Cu no caule e nas folhas à medida que a planta envelhece (Haag et al., 1973). Contudo, a quantidade nas raízes e na planta inteira apresentaram um comportamento quadrático acompanhando a curva de crescimento e absorção de nutrientes relatada por Malavolta (1980) e Magalhães (1985).

Os valores de conteúdo de ferro na raiz e na planta inteira se ajustaram a uma curva quadrática crescente, enquanto, para a parte aérea, este ajuste foi linear com inclinação baixa, traduzindo em aumento lento ao longo das épocas

(Figura 5). Ainda com relação ao ferro na raiz, este se acumula em maior quantidade neste órgão, concordando, assim, com o trabalho de Primavesi e Malavolta (1980).

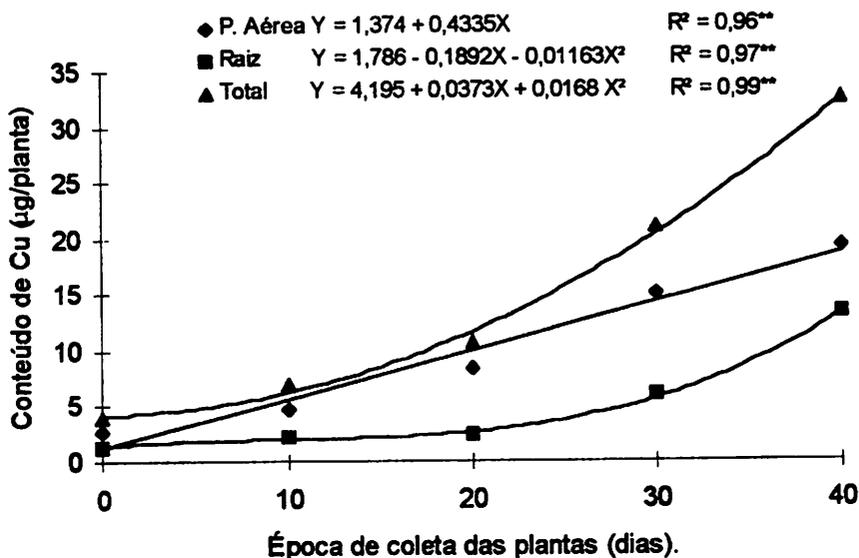


FIGURA 4. Conteúdo de cobre na matéria seca da parte aérea, raiz e total de plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva e coletadas em cinco épocas diferentes de desenvolvimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

O conteúdo de manganês nas três partes da planta ao longo das épocas segue um comportamento linear crescente, porém o sistema radicular acumula mais este elemento do que a parte aérea (Figura 6), como observado para o Fe e também no trabalho de Primavesi e Malavolta (1980).

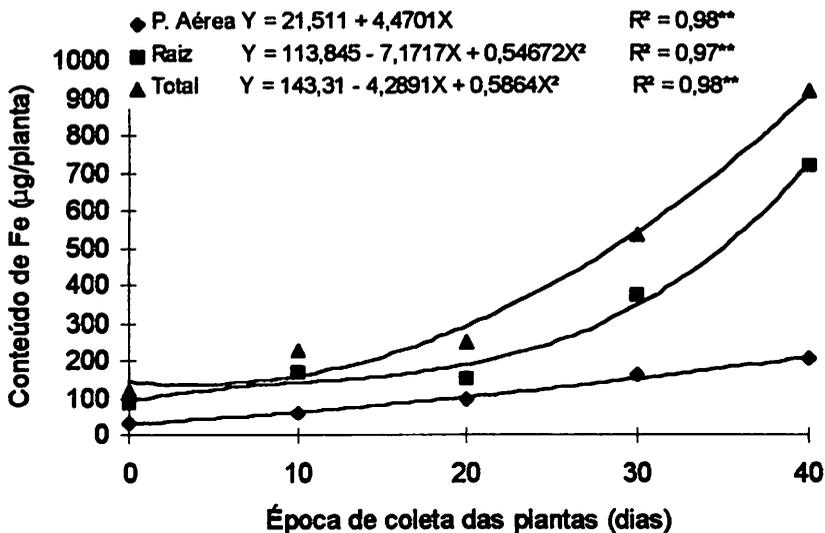


FIGURA 5. Conteúdo de ferro na matéria seca da parte aérea, raiz e total de plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva e coletadas em cinco épocas diferentes de desenvolvimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

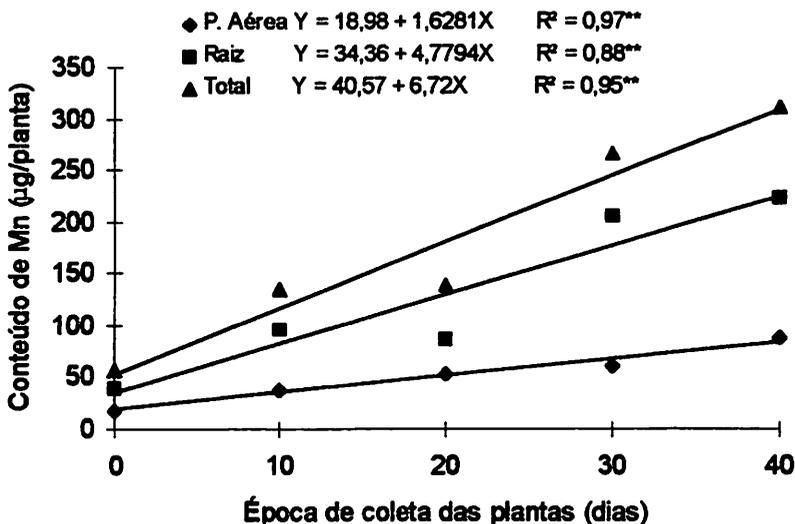


FIGURA 6. Conteúdo de manganês na matéria seca da parte aérea, raiz e total de plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva e coletadas em cinco épocas diferentes de desenvolvimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Os valores para as quantidades de Zn na matéria seca da raiz, parte aérea e planta inteira se ajustaram de maneira quadrática crescente. Até 30 dias, o conteúdo deste nutriente foi crescente, e a partir desta época, começou a estabilizar (Figura 7). Tal fato está de acordo com o que foi observado por Lima Filho et al. (1997), que verificaram, para a estêvia, que o Zn acumula na planta com maior intensidade nos estágios iniciais do crescimento, enquanto os outros micronutrientes (B, Fe, Mn, Cu) acumulam em estágios mais avançados. Observa-se, ainda, que a diferença entre a quantidade de Zn na parte aérea e sistema radicular é pequena, sendo este resultado confirmado por Dechem, Haag e Carmello (1991), os quais relatam que plantas sob substratos ricos em Zn apresentam teores elevados deste nas raízes.

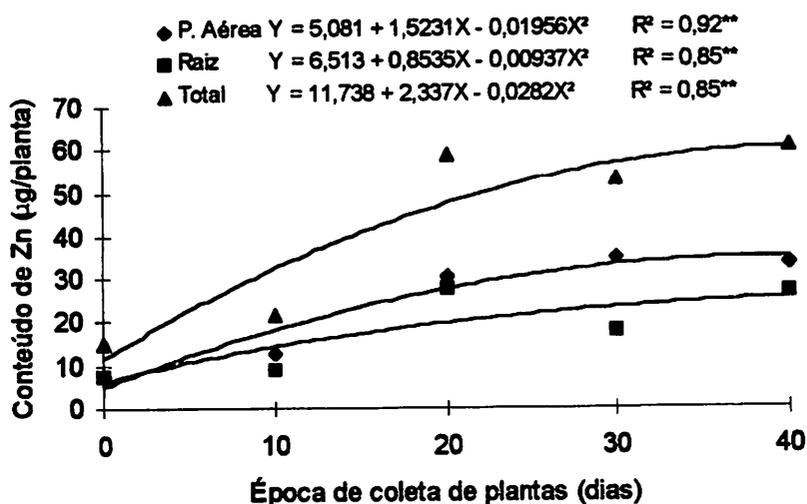


FIGURA 7. Conteúdo de zinco na matéria seca da parte aérea, raiz e total de plantas de maracujazeiro doce cultivadas em solução nutritiva e coletadas em cinco épocas diferentes de desenvolvimento. UFLA, Lavras - MG, 2000

As plantas de maracujazeiro doce com 40 dias após repicagem em solução nutritiva acumularam as seguintes quantidades de nutrientes: B = 109,64; Cu = 32,56; Fe = 901,00; Mn = 309,64 e Zn = 60,22 mg planta⁻¹, sendo que o acúmulo na parte aérea foi de: B = 104,00; Cu = 18,71; Fe = 200,315; Mn = 84,104 e Zn = 34,709 mg planta⁻¹.

Esses valores verificados permitem estabelecer uma ordem decrescente de exigência quanto aos micronutrientes para essa espécie na fase de muda. Na parte aérea, obteve-se a seguinte ordem: Fe>B>Mn>Zn>Cu, o que está de acordo com a sequência obtida por Cereda, Almeida e Grassi Filho (1991) em maracujazeiro doce com 70 dias, e diferindo dos resultados do trabalho de Oliveira et al. (1994) com plantas do maracujazeiro amarelo cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo, os quais determinaram a seguinte ordem: Fe>Mn>Zn>B>Cu. Desta forma, é importante ressaltar que essas diferenças entre as quantidades de micronutrientes absorvidas pelas duas espécies, apesar de terem sido cultivadas em meios diferentes (solução nutritiva e solo), revelam a necessidade de dar a cada uma um tratamento distinto no momento em que se proceder a adubação, evitando, assim, desperdícios de adubos e especialmente riscos de toxidez e deficiências, visto que, para micronutrientes, a faixa que as separa é muito estreita.

4 CONCLUSÕES

- Os micronutrientes avaliados (B, Cu, Fe e Mn) acumulam de forma crescente na matéria seca ao longo das épocas, acompanhando a curva de crescimento do vegetal.
- O B, Cu e Zn acumulam mais na parte aérea da planta, enquanto o Mn e Fe estão em maior parte no sistema radicular.
- A quantidade acumulada de micronutrientes na matéria seca da parte aérea segue a seguinte ordem decrescente: Fe>B>Mn>Zn>Cu.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, A.C.P. **Nutrição mineral do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), Piracicaba: ESALQ, 1977. 116 p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).**
- 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.31, n.4, p. 241-244, out. 1991.**
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, C. **Mecanismo de absorção e de translocação de micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 79-98p.**
- GUIMARÃES, R.J. **Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), durante seus estádios de desenvolvimento em substrato padrão. Lavras:ESAL, 1994. 113p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).**
- HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BORDUCCHI, A.S.; SARRUGE, J.R. **Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. Anais da E.S.A.Q, Piracicaba, v.25, p. 267-279, 1973.**
- HOGLAND, D.R.; ARNON, O.I. **The water culture method for growing plants without soil. California: California Agricultural Experimental Station, 1950. 32p. (Circular 347).**
- LIMA FILHO, O.F. de. **Distúrbios nutricionais, marcha de absorção de nutrientes, análise do crescimento e teor de esteviosídeo em estêvia (*Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni). Piracicaba: ESALQ/CENA/USP, 1995. 212p. (Tese - Doutorado Energia Nuclear na Agricultura).**

LIMA FILHO, O.F. de; MALAVOLTA, E.; SENA, J.O.A. de; CARNEIRO, J.W.P. Absorção e acumulação de nutrientes em estévia (*Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni): II Micronutrientes. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.54, p.23-30, jan./ago. 1997.

LOPES, P.S.N.; RAMOS, J.D.; RODRIGUES, M.G.V.; VICENTINI, S. Efeito de nitrocálcio e cloreto de potássio sobre o desenvolvimento de mudas de maracujá amarelo propagadas em tubetes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.19, n.3, p.387-392. Dez. 1997.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 1985. v.1, p.333-350.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 253p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

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.

OLIVEIRA, JÚNIOR, FONSECA, E.B.A.; PAULA, A.M.P. de; GAZZOLA, R. Efeito da omissão de B, Cu, Mo e Zn no substrato para a formação de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 11., 1994, Petrolina. *Anais...* Petrolina: SBCS/EMBRAPA/CPATSA, 1994. p. 426-427.

PIZA JÚNIOR, C. de T. A cultura do maracujá na região sudeste do Brasil. In: In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5, 1998, Jaboticabal, *Anais...* Jaboticabal: Funep, 1998. p.20-48.

- 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 E.S.A.Q, Piracicaba, v. 37, p. 603-607, 1980.**
- QUAGGIO, J. A.; PIZA JÚNIOR, C. de T.** Nutrição Mineral e adubação da cultura do maracujá. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5, 1998, Jaboticabal, Anais... Jaboticabal: Funep, 1998. p.130-156.**
- SHEAR, C.B.; FAUST, M.** Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. **Horticultural Reviews, New York, v.2, 146-63p. 1980.**
- SILVA, G.D. da.** Absorção de macro e micronutrientes pela aceloreira (*Malpighia glabra L.*). Viçosa: UFV, 1998. 61p. (Dissertação - Mestrado Fitotecnia).
- VASCONCELLOS, M.A. da S.; CEREDA, E.** O cultivo do maracujazeiro doce. In: **SÃO JOSÉ, A.R. (ed.). Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. p.71-83.**

CAPÍTULO 3

EFEITO DE MICRONUTRIENTES E DA MATÉRIA ORGÂNICA SOBRE O CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO DOCE EM FASE VEGETATIVA

RESUMO

LOPES, Paulo Sergio Nascimento. Efeito de micronutrientes e da matéria orgânica sobre o crescimento e nutrição mineral de plantas de maracujazeiro doce em fase vegetativa. Lavras: UFLA, 2000. p.45-78. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento e nutrição mineral de plantas em estado juvenil de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand), cultivadas em substratos com e sem matéria orgânica e com a omissão de cobre, zinco e boro. O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. Utilizaram-se plantas obtidas a partir de sementes, que foram semeadas em bandejas plásticas, com volume de 20 dm³, contendo como substrato vermiculita expandida. Aos 40 dias pós semeadura, as plantas foram repicadas para vasos com um volume de quatro litros de substrato com Latossolo Vermelho Escuro Argiloso. Os tratamentos consistiram na adição ou não de matéria orgânica ao solo de cultivo, sendo que em cada uma das situações omitiu-se o B, Cu e Zn (testemunha); aplicou-se o B, Cu e Zn (completa); omitiu-se o B; omitiu-se o Cu; e omitiu-se o Zn. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 (presença e ausência de M.O.) X 5 (aplicação ou omissão de B, Cu e Zn), com quatro repetições, duas plantas por parcela, totalizando 80 plantas. Após 105 dias da repicagem, quando as primeiras plantas atingiram uma altura aproximada de dois metros, estas foram avaliadas quanto à produção de matéria seca na raiz, parte aérea e planta inteira, e teor de nutrientes na folha. No substrato que não se adicionou matéria orgânica, os micronutrientes não influenciaram o crescimento de plantas na fase juvenil, enquanto no substrato com matéria orgânica, a omissão de zinco e cobre foram os tratamentos que mais atuaram negativamente no ganho de massa seca deste vegetal.

*Comitê de Orientação: José Darlan Ramos (Orientador), Janice Guedes de Carvalho (UFLA).

Os teores foliares de todos os nutrientes avaliados, independentemente do substrato, foram influenciados pela presença ou ausência dos micronutrientes, sendo que a adição de esterco ao solo aumentou a concentração foliar de zinco e diminuiu a de cobre.

CHAPTER 3

EFFECT OF MICRONUTRIENTS AND ORGANIC MATTER UPON THE GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF SWEET PASSION FRUIT PLANTS AT THE VEGETATIVE PHASE.

ABSTRACT

LOPES, Paulo Sergio Nascimento. **Effect of micronutrients and organic matter upon the growth and mineral nutrition of sweet passion fruit plants at the vegetative phase.** Lavras: UFLA, 2000. p.45-78. (Thesis – doctorate in Agronomy/Crop Science).

The present work was intended to evaluate growth and mineral nutrition of plants at the juvenile stage of sweet passion fruit (*Passiflora alata* Dryand) grown in substrates with and without organic matter and with the omission of copper, zinc and boron. The experiment was developed in greenhouse of the Soil Science Department of the Universidade Federal de Lavras (Federal University of Lavras) – UFLA, Lavras, MG. Plants obtained from seeds which were sown on plastic trays with the volume of 20 dm³ containing as the substrate expanded vermiculite. At 40 days post-sowing, the plants were transplanted to pots with a volume of four liters of substrate with Clayey Dark Red Latosol. The treatments consisted of adding or not organic matter into the growing soil being that in each of the situations, B, Cu and Zn (check) were omitted; B, Cu and Zn (complete) were applied, B was omitted; Cu was omitted and Zn was omitted. The design adopted was that of randomized blocks a factorial scheme 2 (presence and absence of OM) x 5 (application or omission of B, Cu and Zn) with four replicates, two plants per plot, amounting to 80 plants. After 105 days from transplanting, when the first plants reached a height of about two meters, these ones were evaluated as to the root, shoot and whole plant dry matter yield and leaf nutrient content. In the substrate in which no matter organic was added, micronutrients did not influence the growth of plants at the juvenile phase while in the substrates with organic matter, the omission of zinc and copper were the treatments which acted the most negatively on the dry matter gain of this plant.

*Guidance Committee : José Darlan Ramos (Adviser), Janice Guedes de Carvalho (UFLA).

The leaf contents of all the nutrients evaluated regardless of the substrate, were influenced by the presence or absence of micronutrients being that addition of manure to the soil increased the leaf concentration of zinc and decreased that of copper.

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) é uma frutífera nativa do Brasil que, nos últimos anos, tem despertado o interesse de vários agricultores de diversas regiões do país. O principal motivo dessa procura são as elevadas cotações que os frutos têm alcançado no mercado (Vasconcellos e Cereda, 1994 e Piza Júnior, 1998).

Entretanto, como o maracujazeiro doce é uma espécie domesticada muito recentemente, pois que somente a partir de meados da década de oitenta a CEAGESP (COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZENS GERAIS DE SÃO PAULO) começou a registrar um volume considerável de frutos comercializados, vários aspectos da sua produção ainda não foram investigados, entre estes, destaca-se a nutrição mineral, notadamente no que se refere aos micronutrientes (Vasconcellos e Cereda, 1994).

Os relatos sobre a importância do boro, cobre e zinco para os vegetais datam da segunda metade do século XX, sendo que atualmente existem vários estudos que têm demonstrado a influência predominante do uso de micronutrientes sobre a produção vegetal (Graham, 1987; Haque, Aduayi e Sibanda, 1993; Scaramuzza, 1998). Contudo, trabalhos sobre espécies de maracujazeiros são restritos, destacando-se o de Aguirre (1977), Morales-Abanto e Müller (1977), Primavesi e Malavolta (1980), Oliveira Júnior et al. (1994), que sugerem, como principais micronutrientes limitadores do crescimento do maracujazeiro azedo, o Cu, Mn e B. Para o maracujazeiro doce, praticamente inexistem estudos que contemplem este tema, a exemplo de Cereda, Almeida e Grassi Filho (1991), que observaram, para plantas em fase de muda, cultivadas

em solução nutritiva, que os principais micronutrientes que mais deprimem o crescimento deste vegetal são o Fe, B e Zn.

Além da escassez de informações sobre a nutrição de maracujazeiros, a maioria dos trabalhos desconsidera o uso das adubações orgânicas, que são comumente adotadas pelos fruticultores e que interferem de maneira significativa na disponibilidade dos micronutrientes para os vegetais (Malavolta, 1980; Tisdale et al., 1993; Bertoni et al., 2000).

Desta forma, em função da pouca disponibilidade de informações que elucidem situações de campo, e também por ser o uso de micronutrientes um fator preponderante na produção vegetal, torna-se fundamental investigar tal assunto, visando estabelecer as necessidades nutricionais e orientar futuros estudos sobre a prática da adubação para o maracujazeiro doce.

Portanto, os objetivos desse trabalho foram verificar a influência da aplicação de micronutrientes (B, Cu e Zn) e da matéria orgânica em Latossolo Vermelho Escuro argiloso sobre o crescimento e nutrição do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) na fase juvenil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, Minas Gerais.

Foram utilizadas plantas obtidas de sementes extraídas de frutos sadios de alta qualidade de maracujazeiro doce, colhidos junto ao Setor de Fruticultura da UFLA.

Os tratamentos consistiram:

Presença de Matéria Orgânica	Adição de Cu, Zn e B	Completa
Presença de Matéria Orgânica	Adição de Cu e Zn	Omissão de B
Presença de Matéria Orgânica	Adição de Cu e B	Omissão de Zn
Presença de Matéria Orgânica	Adição de Zn e B	Omissão de Cu
Presença de Matéria Orgânica	Omissão de Cu, Zn e B	Testemunha.
Ausência de Matéria Orgânica	Adição de Cu, Zn e B	Completa
Ausência de Matéria Orgânica	Adição de Cu e Zn	Omissão de B
Ausência de Matéria Orgânica	Adição de Cu e B	Omissão de Zn
Ausência de Matéria Orgânica	Adição de Zn e B	Omissão de Cu
Ausência de Matéria Orgânica	Omissão de Cu, Zn e B	Testemunha.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 (presença e ausência de matéria orgânica) X 5 (aplicação ou omissão de B, Cu e Zn), com quatro repetições e duas plantas por parcela, totalizando 80 plantas.

As plantas foram produzidas a partir da semeadura em uma bandeja plástica, com volume de 20 dm³, contendo como substrato vermiculita expandida. Aos 40 dias após a semeadura, as plantas apresentavam aproximadamente 5 cm

de altura, quando foram selecionadas quanto à altura e número de folhas, com finalidade de obter melhor homogeneidade. Após a operação de seleção, as plantas foram repicadas para vasos com capacidade para quatro litros de solo.

O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho Escuro com textura argilosa, sendo que os resultados da análise química e granulométrica encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Resultados de análise química e granulométrica de amostras de Latossolo Vermelho Escuro, utilizado no experimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Parâmetro *	Unidade	Resultado	Interpretação
pH em água (1:2,5)		5,5	Acidez média
P (Fósforo Mehlich I)	mg/dm ³	3,0	Baixo
K (Potássio Mehlich I)	mg/dm ³	67,0	Médio
Ca (Cálcio)	cmol./dm ³	2,1	Médio
Mg (Magnésio)	cmol./dm ³	0,8	Médio
Al (Alumínio)	cmol./dm ³	0,0	Baixo
H + Al (Acidez Potencial)	cmol./dm ³	2,9	Médio
S.B. (Soma de Bases)	cmol./dm ³	3,1	Médio
t (CTC efetiva)	cmol./dm ³	3,1	Médio
T (CTC a pH 7,0)	cmol./dm ³	6,0	Médio
m (Saturação por Alumínio)	%	0,0	Baixo
V (Saturação por Bases)	%	51,4	Médio
Matéria Orgânica	dag/kg	2,6	Médio
Areia	%	17,0	
Silte	%	24,0	
Argila	%	59,0	
S-Sulfato	mg/dm ³	21,4	Alto
Boro (Água quente)	mg/dm ³	0,3	Médio
Zinco (DTPA)	mg/dm ³	0,8	Médio
Cobre (DTPA)	mg/dm ³	2,5	Alto
Manganês (DTPA)	mg/dm ³	4,7	Médio
Ferro (DTPA)	mg/dm ³	5,0	Médio

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

Durante trinta dias esse solo foi incubado, sendo corrigido com calcário dolomítico com intuito de elevar a saturação de bases para 80%, mantendo-se a umidade em torno de 30%. Juntamente com a calagem, nos tratamentos que continham matéria orgânica, adicionou-se o esterco de curral na dosagem de 0,16 litros por quilo de solo, o que corresponde à recomendação de São José (1994), que indica a aplicação de 20 L de esterco de curral em uma cova de 0,125 m³ para o plantio de maracujazeiro azedo.

Uma semana antes da repicagem das plantas realizou-se, em todos os vasos, uma adubação com 200 ppm de fósforo, utilizando-se como fonte o superfosfato simples. Quinze dias após a repicagem, adicionaram-se ou não, conforme cada tratamento, os seguintes micronutrientes, nas respectivas dosagens e fontes: boro 0,5 ppm (ácido bórico P.A.), cobre 1,5 ppm (sulfato de cobre P.A.) e zinco 5,0 ppm (sulfato de zinco P.A.). Nitrogênio e potássio foram aplicados em cobertura em todos os tratamentos, nas dosagens respectivas de 300 e 180 ppm, parcelados em três vezes, em intervalos quinzenais contados a partir da repicagem. As fontes desses dois macronutrientes foram uréia e cloreto de potássio.

Aos 105 dias após a repicagem, quando as primeiras plantas atingiram altura aproximada de dois metros, as mesmas foram colhidas e seccionadas em raiz, caule e folhas, sendo que cada um destes segmentos foi lavado em água destilada e colocado para secar em estufa (65 - 70 °C) com circulação de ar forçada. Após atingir peso de equilíbrio, determinou-se a massa da raiz, caule e folhas e massa total da planta em balança de precisão (0,01g). Após esse procedimento, o material foi moído em moinho do tipo Willey e encaminhado para análise química da matéria seca no Laboratório de Química da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Após digestão nítrico-perclórica, os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, o P por colorimetria, o K por fotometria e o S por turbidimetria. Os teores de boro, após digestão por incineração, foram obtidos por colometria e os de N, após digestão sulfúrica, foram obtidos pelo método de Kjeldahl (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

Foram avaliadas as seguintes características: peso da matéria seca da raiz (g), parte aérea (g) e planta inteira (g); e teor de nutrientes na folha (mg/g).

Os dados observados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico SANEST. Os resultados cujas médias apresentaram diferenças significativas foram submetidos ao Teste de Duncan ao nível de significância de 1 a 5 % de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância, para o peso da matéria seca da raiz, parte aérea e total pode ser observado na Tabela 2, através da qual verifica-se que houve efeito significativo para a matéria orgânica (MO), micronutrientes (MIC) e interação para o peso da matéria seca da planta inteira e parte aérea. Observa-se, ainda, que somente os micronutrientes afetaram a matéria seca da raiz.

TABELA 2. Resumo das análises de variância para peso da matéria seca da raiz (MSR), da parte aérea (MPA) e da planta inteira (MSPI) de maracujazeiro doce na fase juvenil. UFLA, Lavras - MG, 2000.

FV	GL	Quadrados Médios		
		MSR	MPA	MSPI
MO	1	0,4495	80,912**	93,483**
Mic	4	8,8619*	27,882*	65,220**
MoxMic	4	6,5043	31,648*	49,862*
Resíduo	27	2,5190	9,128	12,193
CV (%)		8,70	4,47	4,07

** ; * Significativo ao nível 1,0% e 5,0% de probabilidade pelo Teste F.

Numa análise mais detalhada da matéria seca da raiz (MSR), observa-se que os tratamentos que propiciaram maior ganho de massa foram a testemunha, omissão de boro e completa, enquanto a omissão de cobre e zinco foram responsáveis pela menor produção de matéria seca do sistema radicular do maracujazeiro, conforme Figura 1.

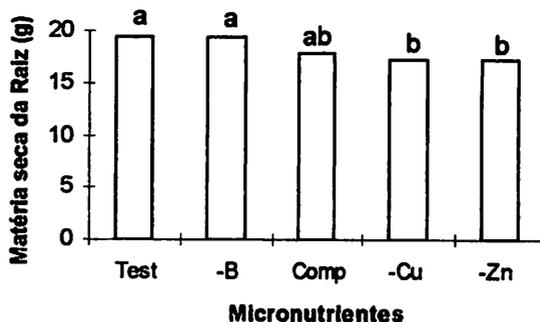


FIGURA 1 - Matéria seca da raiz de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Quanto à matéria seca da parte aérea (MPA) e da planta inteira (MSPI), verifica-se que quando se adicionou matéria orgânica, o tratamento testemunha foi o que apresentou maior valor médio, enquanto a omissão de zinco e cobre propiciaram menores valores médios. É importante salientar que no substrato que não recebeu esterco de curral, os tratamentos não diferiram significativamente, como registrado nas Figuras 2 e 3.

Os valores observados para matéria seca da raiz, parte aérea e planta inteira, no substrato com matéria orgânica, apresentaram uma mesma tendência, com a testemunha proporcionando os melhores resultados, enquanto o cobre e zinco foram os principais limitadores do crescimento.

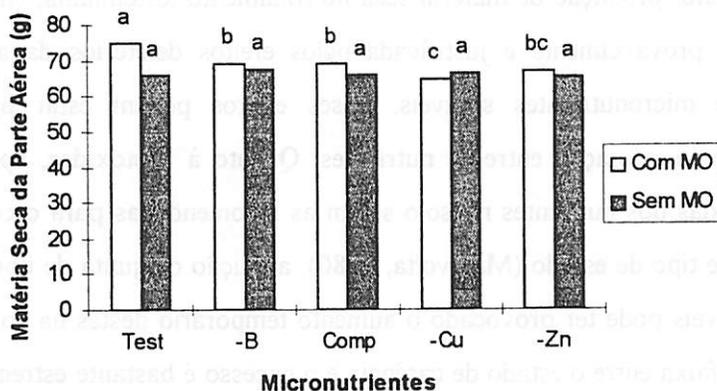


FIGURA 2 - Matéria seca da parte aérea de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

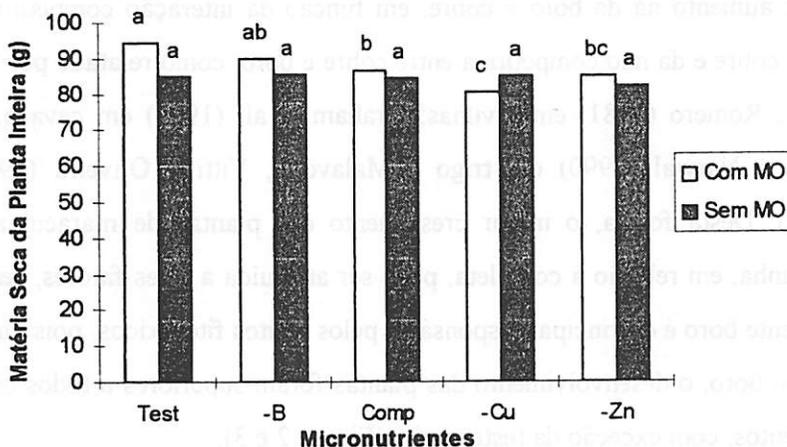


FIGURA 3 - Matéria seca total de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

A maior produção de matéria seca no tratamento testemunha, em relação à completa, provavelmente é justificada pelos efeitos deletérios da aplicação conjunta de micronutrientes solúveis. Esses efeitos podem estar ligados à fitotoxidez e/ou interação entre os nutrientes. Quanto à fitotoxidez, apesar das doses aplicadas dos nutrientes no solo serem as recomendadas para o cultivo de plantas nesse tipo de estudo (Malavolta, 1980), a adição conjunta de boro, cobre e zinco solúveis pode ter provocado o aumento temporário destes na solução do solo, pois a faixa entre o estado de carência e o excesso é bastante estreita, sendo a redução na matéria de plantas muitas vezes atribuída aos efeitos depressivos da toxicidade destes nutrientes (Kabadas e Kabadas-Pendias, 1985; Dechen, Haag e Carmello, 1991a; Souza, 1998; Bertoni et al., 2000). Além disso, a fitotoxidez pode ser maximizada pela interação entre os nutrientes, pois quando estes três micronutrientes são aplicados juntos, pode ocorrer diminuição na absorção do zinco e aumento na de boro e cobre, em função da interação competitiva entre zinco e cobre e da não competitiva entre cobre e boro, como relatado por Salinas, Cerda e Romero (1981) em ervilhas; Graham et al. (1987) em cevada, Singh, Dahiya e Narwal (1990) em trigo e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) em cafeeiro. Desta forma, o maior crescimento das plantas de maracujazeiro na testemunha, em relação à completa, pode ser atribuída a estes fatores, sendo que o nutriente boro é o principal responsável pelos efeitos fitotóxicos, pois quando se omitiu o boro, o desenvolvimento das plantas foram superiores a todos os outros tratamentos, com exceção da testemunha (Figura 2 e 3).

Contudo, os melhores resultados de crescimento das plantas na testemunha, em relação aos outros tratamentos nos quais se omitiram o zinco e o cobre, se deve, possivelmente, além da fitotoxidez e da interação entre os nutrientes, aos níveis de micronutrientes adequados que se encontravam no solo utilizado neste estudo (Tabela 1). Desta forma, nesses dois tratamentos, quando

se omite um nutriente e se adicionam os outros dois, os níveis de micronutrientes no solo passam a não ser mais adequados para o vegetal, pois aquele elemento não aplicado podem-se tornar o limitador do crescimento das plantas, à semelhança da idéia da "lei do mínimo" de Liebig (Raij, 1991), justificando, assim, também, o menor crescimento do maracujazeiro na ausência de zinco e cobre.

Os resultados do peso da matéria seca de plantas cultivadas na ausência de cobre (Figuras 2 e 3) sugerem que a carência desse elemento seja a principal responsável pelo menor crescimento das plantas, pois neste tratamento, a interação entre boro e zinco pode ter atenuado os efeitos fitotóxicos promovidos pelo boro quando este foi adicionado ao solo. Estes resultados são corroborados por Aguirre (1977); Primavesi e Malavolta (1980) e Oliveira Júnior et al. (1994), que detectaram a importância do cobre como principal limitador do crescimento para o maracujazeiro. Esse menor crescimento da planta em situações de carência de cobre pode ser inferido pela importância deste elemento como agente catalisador nas reações de fotossíntese, o que interfere na eficiência da redução de carbono atmosférico em compostos orgânicos, determinando, assim, um menor ganho de matéria seca (Haque, Aduayi e Sibanda, 1993 e Marschner, 1995).

Quanto ao zinco, este é considerado um micronutriente importante para as diversas culturas, pois o mesmo está ligado à síntese de fitohormônios responsáveis pelo crescimento dos vegetais (Dechen, Haag e Carmello, 1991b). Entretanto no caso do maracujazeiro amarelo (Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980) e o doce (Cereda, Almeida e Grassi Filho, 1991), cultivados em solução nutritiva, esse elemento parece não apresentar notoriedade, pois estes autores verificaram que o zinco não afeta significativamente a produção de matéria seca. Desta forma, os resultados deste trabalho são contrastantes com os

dos pesquisadores acima; porém, neste caso, o fator predominante que reduziu a matéria seca parece não estar ligado à carência de zinco, mas sim ao excesso de boro, concordando, assim, com o trabalho de Peixoto e Carvalho (1996), que detectaram uma diminuição linear na produção de matéria seca, tanto na raiz como na parte aérea, em função da aplicação de doses crescentes de boro em mudas de maracujazeiro amarelo.

Com relação aos teores de nutrientes nas folhas, constatou-se o efeito na interação entre os micronutrientes e a matéria orgânica para todos os elementos, com exceção do boro, cobre e zinco (Tabelas 3 e 4). Com relação ao cobre e zinco, estes foram influenciados de maneira isolada pela matéria orgânica e pelos micronutrientes, enquanto o boro foi somente pelos micronutrientes.

TABELA 3. Resumo das análises de variância para teor de macronutrientes em folhas de maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Quadrados Médios							
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
MO	1	57,12**	0,63*	86,44**	181,90**	0,70**	0,01
Mic	4	12,45**	0,37*	3,11**	17,94**	0,42**	0,55**
MOxMic	4	11,53**	0,38**	1,31*	16,38**	0,23**	0,37*
Resíduo	27	2,80	0,09	0,42	1,64	0,07	0,13
CV (%)		5,74	7,13	3,60	5,50	8,51	10,34

** e * Significativo ao nível 1,0% e 5,0% de probabilidade pelo Teste F.

Com relação ao nitrogênio, observou-se, no substrato com matéria orgânica, que a omissão de cobre e zinco foram os que permitiram maior teor de nitrogênio nas folhas de maracujazeiro (Tabela 5 e Figura 4). A provável explicação para este fato está relacionada ao efeito da diluição, pois as plantas cultivadas nos substratos sem cobre e zinco foram as que apresentaram os menores valores para crescimento quando comparados aos outros, concentrando,

assim, mais o nitrogênio em seus tecidos. Quanto ao substrato sem matéria orgânica, verificou-se que o teor de nitrogênio não variou em função dos tratamentos.

TABELA 4. Resumo das análises de variância para teor de micronutrientes em folhas de maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Quadrados Médios						
FV	GL	B	Cu	Fe	Mn	Zn
MO	1	18,41	0,462*	169,07*	99,98**	25,28*
Mic	4	843,86**	0,60**	32,25	19,28**	16,31*
MOxMic	4	10,36	0,027	111,63*	14,77**	6,937
Resíduo	27	42,92	0,088	31,83	1,82	4,415
CV (%)		24,39	12,47	8,43	9,27	10,97

** e * Significativo ao nível 1,0% e 5,0% de probabilidade pelo Teste F.

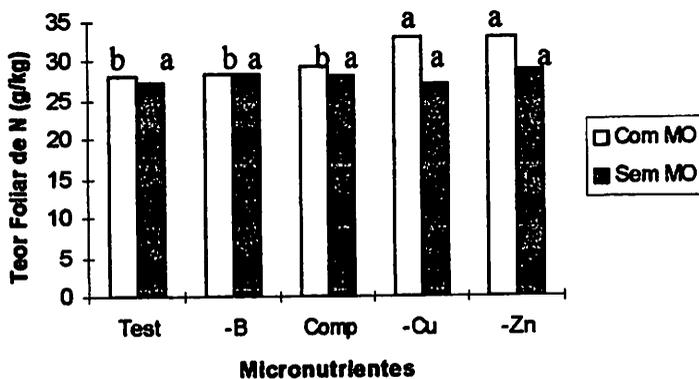


FIGURA 4 - Teor foliar de nitrogênio em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

TABELA 5. Teor foliar de macronutrientes (g/kg) em plantas de maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Trat.	N		P		K	
	MO*	S/MO**	MO	S/MO	MO	S/MO
Test.	28,10b	27,40a	4,18a	4,60a	19,90a	16,18bc
B -	28,40b	28,23a	4,43a	4,10bc	19,63ab	16,98ab
Com	29,38b	28,10a	4,38a	3,73c	19,80a	16,60b
Cu -	32,85a	27,10a	4,28a	3,68c	18,78b	16,98ab
Zn -	32,83a	28,88a	4,53a	4,43ab	19,58ab	17,90a

Trat.	Ca		Mg		S	
	MO	S/MO	MO	S/MO	MO	S/MO
Test.	22,42ab	26,70b	2,95bc	3,17a	2,83c	3,20a
B -	19,83c	28,88a	3,25ab	3,03a	3,73ab	3,53a
Com	22,73a	25,43bc	3,43a	3,08a	3,28bc	3,48a
Cu -	20,06bc	24,30c	3,30ab	2,58b	3,98a	3,38a
Zn -	20,28c	21,88d	2,78c	2,52b	3,28bc	3,68a

TABELA 6. Teor foliar de micronutrientes (mg/kg) em plantas de maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Trat	B	Cu	Fe	
			MO*	S/MO**
Com	39,13a	2,71a	66,97a	72,03ab
Zn -	33,65ab	2,53ab	60,22a	74,95a
B -	15,92c	2,40ab	64,15a	70,77ab
Cu -	16,76c	2,00c	66,45a	65,03bc
Test.	28,80b	2,23bc	66,41a	62,00c

Trat	Mn		Zn
	MO	S/MO	
B -	17,78a	16,63a	21,588a
Cu -	16,73ab	11,00b	18,800b
Com	16,60ab	12,40b	19,037b
Test.	15,40bc	12,45b	18,012b
Zn -	14,13c	12,33b	18,263b

*Substrato com adição de Matéria Orgânica.

**Substrato sem adição de MO.

Médias seguidas por letras iguais dentro do mesmo substrato não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Duncan.

Quanto às alterações nos teores de fósforo na folha, causadas pela presença ou ausência de micronutrientes, notou-se efeito significativo somente para o substrato sem esterco de curral (Tabela 5 e Figura 5). Neste substrato, nos tratamentos que aplicaram o zinco, o teor de fósforo na folha das plantas diminuiu, indicando uma provável interação entre estes elementos. Essa interação pode ser resultado da formação $Zn_3(PO_4)_2$, que é acumulado no sistema radicular, impedindo o transporte de zinco e fósforo para a parte aérea, como observado por Aguirre (1977) e Machado (1998), em maracujazeiro e por Sakal e Sinha (1983) em arroz. Contudo, no substrato com matéria orgânica, o efeito do Zn sobre o fósforo não foi verificado pela possível complexação do Zn com a matéria orgânica (Stevenson e Ardakani, 1972).

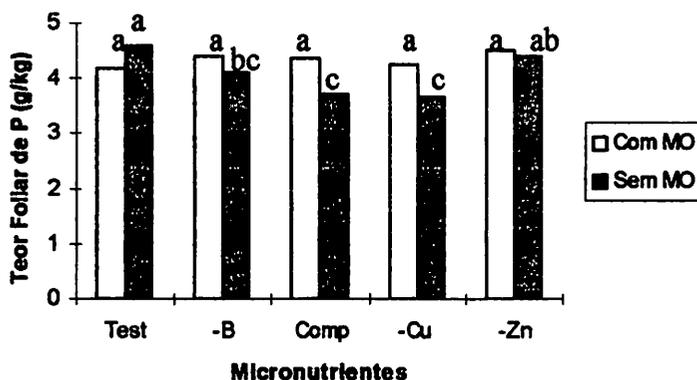


FIGURA 5 - Teor foliar de fósforo em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Em relação ao potássio, verificou-se, no substrato sem matéria orgânica, uma tendência: nos tratamentos que omitiram o zinco, os teores de K foram os mais elevados (Tabela 5 e Figura 6). Essa afirmativa é corroborada por Malavolta (1980), afirmando que a absorção de zinco é afetada pelo cátion K^+ , e

com os resultados de Machado (1998) e Scaramuzza (1998), que observaram que doses crescentes de zinco, respectivamente em maracujazeiro e feijoeiro, levaram também a um menor teor de K na parte aérea e folhas. Entretanto, quando se utilizou matéria orgânica, esse efeito pode ter sido atenuado em função da complexação deste íon com a fração orgânica.

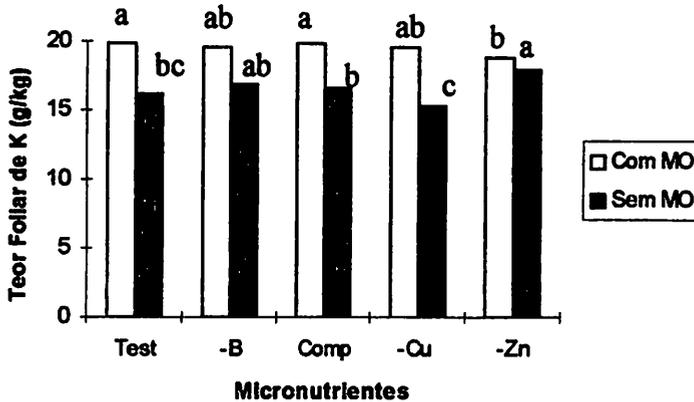


FIGURA 6 - Teor foliar de potássio em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

A omissão de boro no substrato sem esterco de curral proporcionou os maiores teores foliares de cálcio (Tabela 5 e Figura 7). Pode-se inferir que este fato está relacionado com o antagonismo entre o boro e cálcio descrito por Salinas, Cerda e Romero (1981), Kabadas e Kabadas-Pendias (1985), Matos Viegas e Oliveira (1996) e Motta, Lacerda e Lanza (1996). Com relação ao substrato com adição de esterco de curral, provavelmente, os teores foliares de cálcio inferiores, que foram obtidos nos tratamentos sem cobre, zinco e boro, indicam que cada um desses influência negativamente ou positivamente na absorção de cálcio, como relatado por Salinas, Cerda e Romero (1981),

Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e Kadas e Kadas-Pendas (1985), sendo também observado por Oliveira Júnior et al. (1994) em mudas de maracujazeiro amarelo.

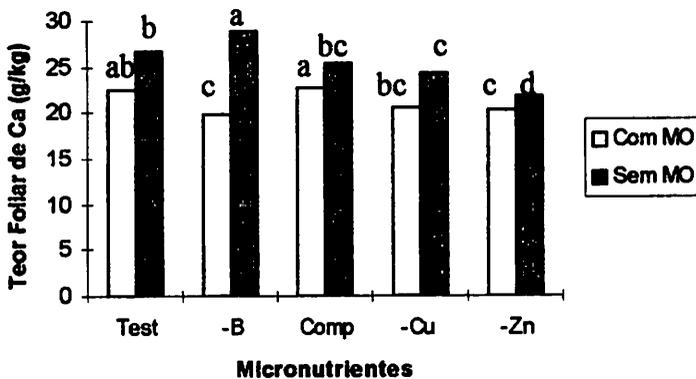


FIGURA 7 - Teor foliar de cálcio em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Os teores foliares de magnésio nas plantas cultivadas em substrato sem adição de esterco de curral apresentaram a mesma tendência dos teores de cálcio, com os resultados inferiores obtidos na ausência de cobre e zinco (Tabela 5 e Figura 8). Tal resultado talvez possa ter sido devido à presença de boro nestes tratamentos, o que diminuiu a absorção de magnésio, como constatado por Matos Viégas e Oliveira (1996) em mogno (*Swietenia macrophylla*); e de um menor teor de zinco no substrato, pois a presença deste aumenta a absorção de magnésio (Kadas e Kadas-Pendas, 1985). Além disso, os tratamentos que receberam doses de cobre e zinco podem ter provocado o deslocamento do magnésio do sítio de adsorção, aumentando a sua absorção pelas plantas (Bertoni et al., 1999).

Quanto os teores de magnésio nas folhas das plantas desenvolvidas sobre substrato com matéria orgânica, detectou-se que a presença de todos os

micronutrientes (completa) e ausência de zinco, respectivamente, provocaram os maiores e menores resultados.

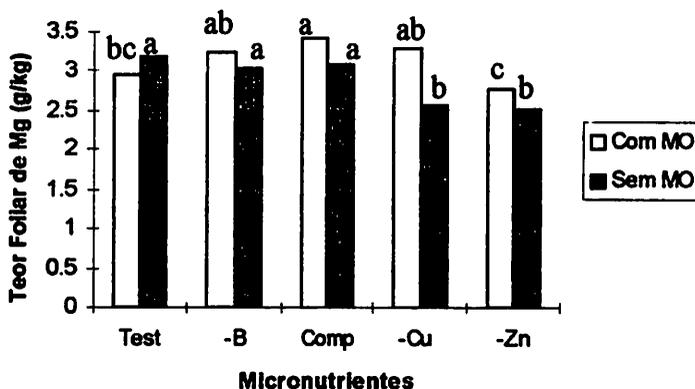


FIGURA 8 - Teor foliar de magnésio em plantas maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFPA, Lavras, MG, 2000.

Para o teor de enxofre nas folhas, observou-se apenas efeito no substrato com matéria orgânica. Foi verificado que a ausência de cobre e boro foram as que permitiram maiores teores de enxofre nas folhas, enquanto a testemunha proporcionou o menor teor (Tabela 5 e Figura 9). Tal comportamento pode ser atribuído, em parte, à absorção de magnésio nesses tratamentos. Desta forma, como o magnésio é um importante íon acompanhante do enxofre, um teor mais elevado deste macronutriente secundário nos tecidos reflete, também, uma maior concentração de enxofre (Malavolta, 1980). Portanto, pode-se observar que existe uma tendência de que as plantas dos tratamentos (omissão de cobre e boro) que tiveram maior teor de enxofre nas folhas apresentem, também, um elevado teor quanto ao magnésio. O contrário também se verifica, pois plantas com baixos

teores de enxofre (testemunha) possuem menores concentrações de magnésio nas folhas.

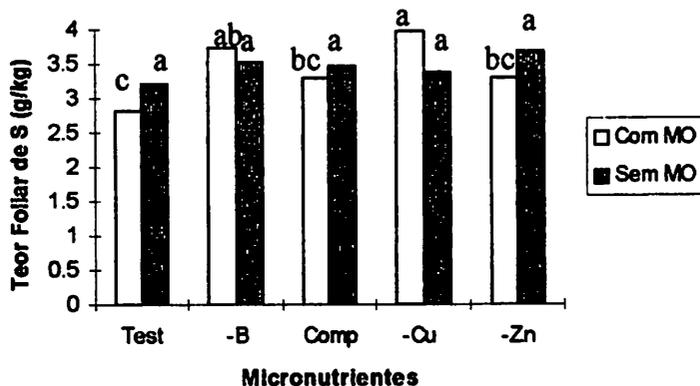


FIGURA 9 - Teor foliar de enxofre em plantas maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Os menores teores de boro na folha das plantas de maracujazeiro, independente do substrato, ocorrem no tratamento que omitiu o boro, como já era esperado (Tabela 6 e Figura 10). Entretanto, nas folhas das plantas crescidas no tratamento completo e na ausência de zinco, o teor de boro foi elevado em função, provavelmente, da ocorrência do processo de inibição não competitiva entre o boro e zinco e de inibição competitiva entre o cobre e o zinco, como relatado por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e constatado por Salinas, Cerda e Romero (1981) em ervilhas, Graham (1987) em cevada e Singh, Dahiya e Narwal (1990) em trigo. Ainda de acordo com Graham (1987), a absorção de boro em plantas de cevada com a omissão do zinco no meio de cultivo foi duas vezes maior do aquelas que receberam este nutriente.

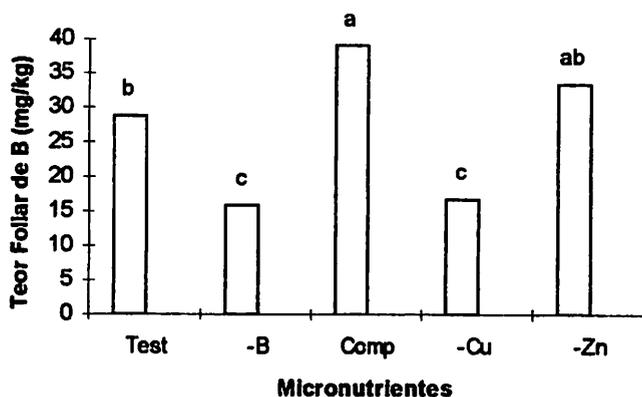


FIGURA 10 - Teor foliar de boro em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Desta forma, nestes tratamentos nos quais o teor de boro foi elevado, a produção de matéria seca das plantas de maracujazeiro foi menor do que quando não se aplicou nenhum micronutriente (testemunha), sugerindo talvez, nestes tratamentos, que o principal responsável pelo menor crescimento vegetativo seja os efeitos da fitotoxidez do boro, maximizados pelo fenômeno da inibição.

As concentrações de cobre na folha diminuem quando se adiciona matéria orgânica ao solo (Figura 11), sendo isto possivelmente explicado pela forte complexação deste micronutriente com os colóides orgânicos do solo, reduzindo a sua disponibilidade para os vegetais (Malavolta, 1980; Tisdale et al., 1995; Bertoni et al., 2000).

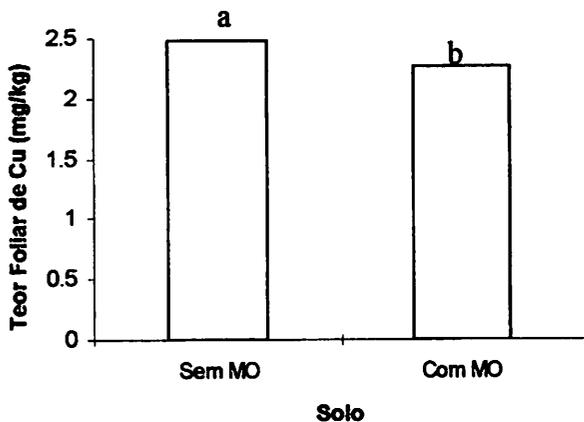


FIGURA 11 - Teor foliar de cobre em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Já em relação ao teor foliar de cobre em função dos micronutrientes, percebe-se que os menores resultados são obtidos quando não se aplica cobre no solo (Tabela 6 e Figura 12), como já era esperado. Entretanto, observa-se que o tratamento que mais limitou o crescimento vegetal foi a omissão de cobre. Deduz-se, então, que a ausência deste no solo foi o responsável pela redução no ganho de matéria seca de plantas de maracujazeiro. Esse comportamento está de acordo com os trabalhos de Aguirre (1977); Primavesi e Malavolta (1980) e Oliveira Júnior et al. (1994), que indicam o cobre como principal limitador do crescimento em espécies de maracujazeiros.

No substrato com matéria orgânica, os teores foliares de ferro não foram influenciados pelos tratamentos devido à forte ligação que se estabelece entre os colóides orgânicos e o ferro, sendo a sua absorção influenciada quando se têm teores elevados de matéria orgânica no solo (Malavolta, 1980 e Santos, 1993). Entretanto, no substrato sem matéria orgânica, o ferro é encontrado em teores superiores em plantas nos tratamentos que não receberam zinco (Tabela 6 e

Figura 13), como verificado em maracujazeiro amarelo (Aguirre, 1977). Esse comportamento pode estar associado ao fato de que a ausência de zinco diminuí a interferência na absorção e na translocação de ferro ou na sua utilização nas folhas (Chaney, 1993).

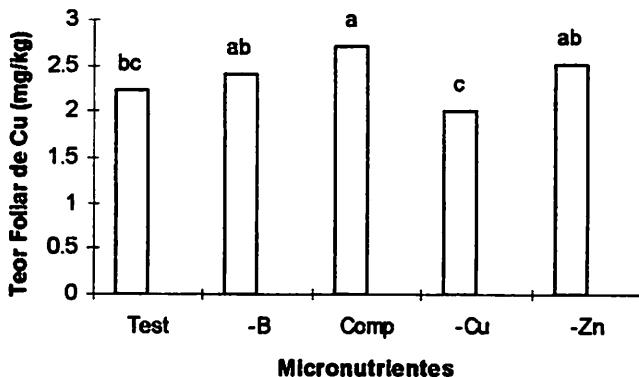


FIGURA 12 - Teor foliar de cobre em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes. UFLA, Lavras, MG, 2000.

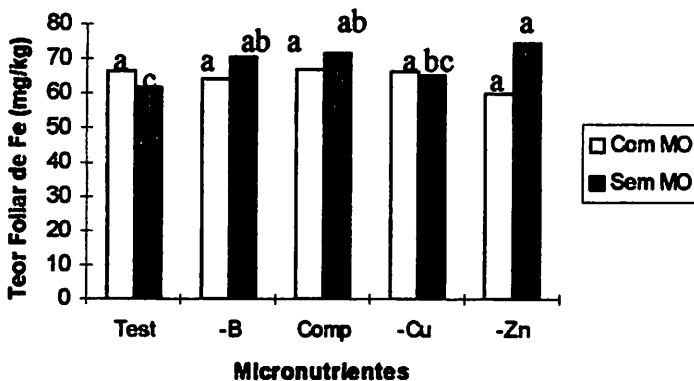


FIGURA 13 - Teor foliar de ferro em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

O teor de manganês nas folhas das plantas de maracujazeiro, independente da adição de matéria orgânica no solo, teve uma tendência de ser mais elevado no tratamento que omitiu o boro (Tabela 6 e Figura 14), concordando com o trabalho de Aguirre (1977), segundo o qual plantas de maracujazeiro azedo com deficiência de boro concentraram maiores quantidades de manganês nas folhas. Em contraste, os teores mais baixos foram obtidos na ausência de zinco com aplicação de boro, demonstrando que há um possível antagonismo entre o boro e manganês (Kabadas e Kabadas-Pendias, 1985).

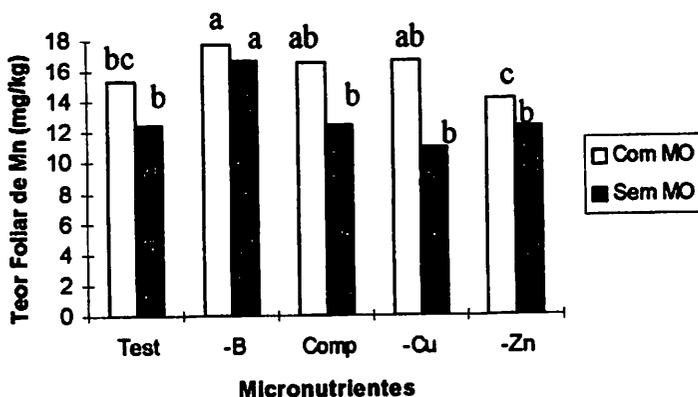


FIGURA 14 - Teor foliar de manganês em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes e da matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Os valores observados para os teores foliares de zinco indicam a existência da inibição não competitiva entre o zinco e o boro, como também verificado anteriormente para este último elemento (Marschner, 1995; Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997). Essa inibição é percebida no tratamento que omitiu o boro, no qual a menor concentração deste elemento no solo aumentou a absorção de zinco (Tabela 6 e Figura 15). Além disso, observa-se que as concentrações de zinco não variaram entre os tratamentos testemunha, e o que omitiu este nutriente,

indicando, realmente, que a menor produção neste último tratamento pode ser devida à fitotoxidez do boro, como explicado anteriormente.

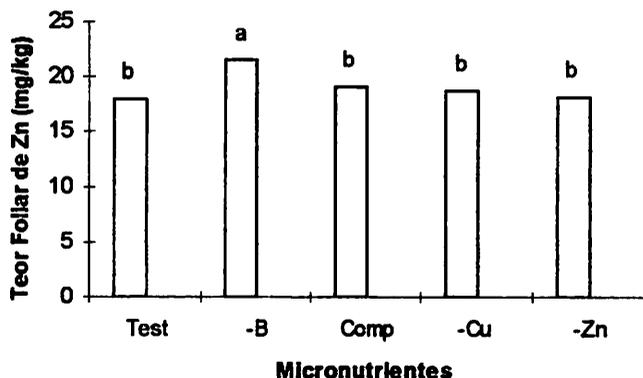


FIGURA 15 - Teor foliar de zinco em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de micronutrientes. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Com relação às plantas cultivadas no substrato com matéria orgânica, verificou-se um aumento no teor foliar de zinco em comparação com os vegetais que cresceram sobre o solo sem adição de matéria orgânica (Figura 16). Isso sugere que o zinco pode ter se ligado aos colóides orgânicos, o que veio aumentar a sua disponibilidade as plantas, como relatado por Stevenson e Ardakani (1972) e Silveira et al, (1975).

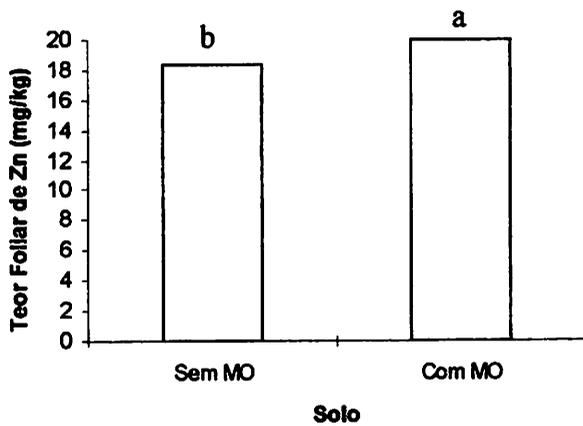


FIGURA 16 - Teor foliar de zinco em plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função da presença e ausência de matéria orgânica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

4 CONCLUSÕES

- No solo sem adição de matéria orgânica, os micronutrientes não influenciam o crescimento de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, enquanto nos tratamentos com adição de matéria orgânica, a omissão de zinco e cobre interferem negativamente no ganho de matéria seca e ausência de boro não interfere.
- Os teores foliares de todos os nutrientes avaliados nas plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, independente do substrato, são afetados pela presença ou ausência dos micronutrientes, sendo que a adição de matéria orgânica no solo aumenta a concentração de zinco nas folhas e diminui a de cobre.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, A.C.P. Nutrição mineral do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), Piracicaba: ESALQ, 1977. 116 p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BERTONI, J.C.; HOLANDA, F.S.R.; CARVALHO, J.C.; DE PAULA, M.B.; ASSIS, M.P. de. Efeito do Cobre na nutrição do arroz irrigado por inundação - Teores e acúmulo de Nutrientes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.23, n.3, p.547-559, jul./set. 1999.
- BERTONI, J.C.; HOLANDA, F.S.R.; CARVALHO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; ASSIS, M.P. de. Efeito do Cobre no crescimento do arroz irrigado por inundação e eficiência do extrator DPTA na predição da disponibilidade de Cobre. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.1, p.62-73, jan./mar. 2000.
- 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.31, n.4, p. 241-244, out. 1991.
- CHANEY, R.L. Zinc phytotoxicity. In: ROBSON, A.D. (ed.). *Zn in soils and plants*. London: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.135-150.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A. de C. Avaliação do estado nutricional da planta e disponibilidade no solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991a. 273-288p.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Funções do micronutriente nas plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991b. 65-78p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Manual de análise de Solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1998. 212p.

- FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da.** Simpósio sobre micronutrientes na agricultura, 1. Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 734p.
- GRAHAM, R.D.; WELCH, R.N.; GRUNES, D.L.; CARY, E.E.; NORVELL, W.A.** Effect of zinc deficiency on the accumulation of boron and other mineral nutrients in barley. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.51, n.2, p.652-657, mar./apr. 1987
- HAQUE, I.; ADUAYI, E.A.; SIBANDA, S.** Copper in soils, plants, and ruminant animal nutrition with special reference to sub-Saharan Africa. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.16, n.11, p.2149-2212, nov. 1993.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H.** Trace elements in soil and plants. Boca Raton: CRC Press, 1985. 325p.
- MACHADO, R.A.F.** Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Lavras: UFLA, 1998. 93p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- MALAVOLTA, E.** Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 253p.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. de.** Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H.** Mineral nutrition of higher plants. 2ª ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MATOS, A.O.; VIÉGAS, I.J.; OLIVEIRA, R.P.** Efeito das doses de boro na nutrição mineral de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla*). I - Macronutrientes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 12, 1996, Manaus, AM. Resumos expandidos... Manaus, AM: SBCS/UA/EMBRAPA-CPAAO/INPA, 1996. v.1, p.138-139.
- MORALES-ABANTO, A., MÜLLER, L.E.** Alteraciones producidas en el maracujá (*Passiflora edulis* Sims) por deficientes de manganeso, hierro, boro y zinc. Turrialba, Turrialba, v. 27, n. 2, p. 163-168, abr./jun. 1977.

- MOTTA, P.E.F.; LACERDA, M.P.C.; LANZA, T.C.L. Efeito da deficiência de macro e micronutrientes sobre o teor de boro, cobre e de ferro em paricá (*schilozobium amazonicum*). i - Macronutrients. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 12., 1996, Manaus, AM. **Resumos expandidos...** Manaus, AM: SBSCS/UA/EMBRAPA-CPAAO/INPA, 1996. v.1, p.383-384.
- OLIVEIRA, JÚNIOR, FONSECA, E.B.A.; PAULA, A.M.P. de; GAZZOLA; R. Efeito da omissão de B, Cu, Mo e Zn no substrato para a formação de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 11., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBSCS/EMBRAPA/CPATSA, 1994. p. 426-427.
- PEIXOTO, J.R.; CARVALHO, M.L. de. Efeito da uréia, do sulfato de zinco e do ácido bórico na formação de mudas do maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.5, p.325-330, maio 1996.
- PIZA JÚNIOR, C. de T. A cultura do maracujá na região sudeste do Brasil. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO**, 5, 1998, Jaboticabal, **Quinto...** Jaboticabal: Funep, 1998. p.20-48.
- PRIMAVESI, A.C.P.A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VII. Efeito dos micronutrientes no desenvolvimento e composição mineral de plantas. **Anais da E.S.A.Q.**, Piracicaba, v.37, p. 537-553, 1980.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- SAKAL, R.; SINHA, R.B. Phosphorus and potassium nutrition of rice as influenced by zinc and iron application. **The Madras Agricultural Journal**. Coimbatore, v.70, n.7, p.458-461, July 1983.
- SALINAS, M.R.; CERDA, A.; ROMERO, A. et al. Boron tolerance of pea (*Pisum sativum*). **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.4, p.205-210, 1981.

- SANTOS, L.P.** Efeito de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição do substrato para formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras: ESAL, 1993. 72p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SÃO JOSÉ, A.R.** Maracujá: Produção e Mercado. Vitória da Conquista - BA.: DFZ/UESB, 1994. 255p.
- SCARAMUZZA, J.F.** Produtividade de grãos e teores foliares de nutrientes em feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta à aplicação de Boro, Zinco e Cobre, via foliar ou no sulco de plantio. Viçosa:UFV, 1998. 79p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- SILVEIRA, R.I.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S.; SARRUGE, J.R.** Influência do pH e dos teores de fosfato solúvel e matéria orgânica sobre a fixação de zinco pelo solo. Anais da E.S.A.Q, Piracicaba, v.32, n.3, p.283-295, 1975.
- SINGH, J.P.; DAHIYA, D.J.; NARWAL, R.P.** Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. Fertilizer Research, Dordrecht, v.24, p.105-110, 1990.
- SOUZA, C.A.S.** Aplicação de zinco via solo em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em casa de vegetação. Lavras: UFLA, 1999. (Tese - Doutorado em Fitotecnia)
- STEVENSON, R.C.; ARDAKANI, M.S.** Organic matter reactions involving micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (eds). Micronutrients in agriculture. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p.79-214.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L.** Soil fertility and fertilizers. 5ª ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1993. 634p.
- VASCONCELLOS, M.A. da S.; CEREDA, E.** O cultivo do maracujazeiro doce. In: SÃO JOSÉ, A.R. Maracujá: Produção e Mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. p.71-83.

CAPÍTULO 4

EFEITO DO COBRE E ZINCO VIA SOLO NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO DOCE NA FASE VEGETATIVA

RESUMO

LOPES, Paulo Sergio Nascimento. Efeito do cobre e zinco no crescimento e nutrição mineral de plantas de maracujazeiro doce em fase vegetativa Lavras: UFLA, 2000. p.79-109. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e nutrição mineral de plantas de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) em estado juvenil, cultivadas em vasos com capacidade de dez litros contendo o Latossolo Vermelho Escuro Argiloso, adubado com cobre e zinco. O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG. Utilizaram-se plantas obtidas a partir de sementes, que foram semeadas em bandejas plásticas, com volume de 20 dm³, contendo como substrato vermiculita expandida. Aos quarenta dias pós-semeadura, as plantas foram repicadas para vasos com um volume de substrato de 10 litros. Os tratamentos consistiram na aplicação de 5 doses de cobre (0; 0,75; 1,50; 3,00 e 4,50 ppm) e 4 de zinco (0; 5; 10 e 15 ppm). O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 (doses de Cu) X 4 (doses de Zn), com quatro repetições e uma planta por parcela, totalizando 80 plantas. Após 150 dias da repicagem, as plantas foram avaliadas quanto à altura, matéria seca da raiz, parte aérea e planta inteira; e o teor de nutrientes na folha. As doses de cobre e zinco que propiciaram melhor crescimento foram, respectivamente, 2,17 e 10 ppm. Após as análises foliares, observou-se, também, que todos os nutrientes, com exceção do nitrogênio e boro, foram alterados pelas doses de cobre e/ou zinco.

*Comitê de Orientação: José Darlan Ramos (Orientador), Janice Guedes de Carvalho (UFLA).

CHAPTER 4

EFFECT OF COPPER AND ZINC ON THE GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF SWEET PASSION FRUIT PLANTS AT THE VEGETATIVE PHASE

ABSTRACT

LOPES, Paulo Sergio Nascimento. Effect of copper and zinc on the growth and mineral nutrition of sweet passion fruit plants at the vegetative phase. Lavras: UFLA, 2000. p.79-109. (Thesis – doctorate in Agronomy/Crop Science).

The present work aimed to evaluate the growth and mineral nutrition of plants of sweet passion fruit (*Passiflora alata* Dryand) at the juvenile stage, grown in 10 liter pots containing the Clayey Dark Red Latosol, fertilized with copper and zinc. The experiment was developed in greenhouse of the Soil Science department of the Universidade Federal de Lavras (Federal University of Lavras) - UFLA, Lavras, MG. Plants obtained from seeds which were sown on plastic trays with the volume of 20 dm³, containing as the substrate expanded vermiculite. At 40 days post-sowing, the plants were transplanted to pots with a substrate volume of 10 l. The treatments consisted of the application of 5 doses of copper (0; 0.75; 1.50; 3.00 and 4.50 ppm) and 4 of zinc (0. 5, 10 and 15 ppm). The design utilized was that of randomized blocks in factorial scheme 5 (doses of Cu) x 4 (doses of Zn), with four replicates, one plant per plot, amounting to 80 plants. After 150 days from the transplanting the first plants were evaluated as to height, root, shoot and whole plant dry matter and nutrient content in the leaf. The doses of copper and zinc which yielded the best growth of sweet passion fruit plant were, respectively, 2.17 and 10 ppm. After leaf analyses, it was also found that all nutrients with the exception of nitrogen and boron were altered by the doses of copper and/or zinc.

*Guidance Committee : José Darlan Ramos (Adviser), Janice Guedes de Carvalho (UFLA).

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) é uma frutífera nativa do Brasil tendo seu cultivo incrementado devido aos ótimos preços de seus frutos no mercado de frutas frescas. Entretanto, sua exploração ainda é restrita em função da falta de informações sobre o processo de produção, principalmente quanto à adubação e nutrição (Vasconcellos e Cereda, 1994; Piza Júnior, 1998).

A adubação com micronutrientes em algumas culturas tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores (Galvão, 1989; Scaramuzza, 1998; Galvão, 1999, Souza, 1999; Bertoni et al., 2000), revelando a importância desta prática de manejo produtivo na agricultura moderna.

Contudo, para o maracujazeiro, os trabalhos com micronutrientes são extremamente escassos, destacando-se os de Aguirre (1977), Primavesi e Malavolta (1980); Cereda, Almeida e Grassi Filho (1991); Oliveira et al. (1994), Peixoto e Carvalho (1996) e Machado (1998). Somente os dois últimos versaram sobre o uso da adubação com zinco e boro em mudas de maracujazeiro amarelo.

Apesar de existirem poucas informações, a recomendação da adubação com micronutrientes, tanto para o maracujazeiro amarelo como o doce, é feita de maneira empírica, sem levar em consideração as necessidades específicas do vegetal, nem os níveis dos micronutrientes disponíveis no solo. Então, a aplicação de adubos segundo essa prática pode sub ou superestimar o uso de insumos, podendo ter como consequência o uso desnecessário de alguns nutrientes, gerando desperdício de recursos, e o mais grave, o excesso ou a carência de elementos que podem possibilitar reduções nos lucros em decorrência de perdas de produção e qualidade (Lopes, 1991).

Assim sendo, o presente trabalho objetivou testar o efeito das doses de cobre e zinco via solo sobre o crescimento e nutrição do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) na fase juvenil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, Minas Gerais.

Foram utilizadas plantas obtidas de sementes extraídas de frutos sadios e de alta qualidade de maracujazeiro doce, produzidos junto ao Setor de Fruticultura da UFLA.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (5x4), sendo cinco doses de cobre e quatro doses de zinco, com quatro repetições, conduzindo-se uma planta por parcela, totalizando 80 plantas. Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco doses de cobre (0,0; 0,75; 1,5; 3,0 e 4,5 ppm) e quatro doses de zinco (0; 5; 10 e 15 ppm) via solo.

As plantas foram produzidas a partir da semeadura em bandeja plástica contendo como substrato vermiculita expandida. Aos 40 dias após a semeadura, as plantas apresentavam aproximadamente 5 cm de altura, quando foram selecionados quanto à altura e número de folhas, com a finalidade de conseguir melhor homogeneidade, sendo em seguida repicadas para vasos de plástico com capacidade para dez litros de solo.

O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa, cujos resultados de análise química e granulométrica são apresentados na Tabela 1. Esse solo recebeu calagem com calcário dolomítico para elevar a saturação por bases para 80%, trinta dias antes da instalação do experimento. Sete dias antes da implantação do presente trabalho, foi feita uma aplicação de superfosfato simples na dosagem de 200 ppm, visando elevar o nível de fósforo no solo.

TABELA 1. Resultados de análise química e granulométrica de amostras de um Latossolo Vermelho Escuro textura argilosa que foi utilizado no experimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Parâmetro*	Unidade	Resultado	Interpretação
pH em água (1:2,5)		5,5	Acidez média
P (Fósforo Mehlich I)	mg/dm ³	3,0	Baixo
K (Potássio Mehlich I)	mg/dm ³	67,0	Médio
Ca (Cálcio)	cmol/dm ³	2,1	Médio
Mg (Magnésio)	cmol/dm ³	0,8	Médio
Al (Alumínio)	cmol/dm ³	0,0	Baixo
H + Al (Acidez Potencial)	cmol/dm ³	2,9	Médio
S.B. (Soma de Bases)	cmol/dm ³	3,1	Médio
t (CTC efetiva)	cmol/dm ³	3,1	Médio
T (CTC a pH 7,0)	cmol/dm ³	6,0	Médio
m (Saturação por Alumínio)	%	0,0	Baixo
V (Saturação por Bases)	%	51,4	Médio
Matéria Orgânica	dag/kg	2,6	Médio
Areia	%	17,0	
Silte	%	24,0	
Argila	%	59,0	
S-Sulfato	mg/dm ³	21,4	Alto
Boro (Água quente)	mg/dm ³	0,3	Médio
Zinco (DTPA)	mg/dm ³	0,8	Médio
Cobre (DTPA)	mg/dm ³	2,5	Alto
Manganês (DTPA)	mg/dm ³	4,7	Médio
Ferro (DTPA)	mg/dm ³	5,0	Médio

* Análise realizada pelo Laboratório de Análises de Solo do Depto de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Determinação segundo Metodologia de EMBRAPA (1998).

A aplicação dos tratamentos foi efetuada 15 dias após a repicagem. Adicionaram-se de cobre e zinco, utilizando como fonte, respectivamente, sulfato de cobre e sulfato de zinco. Aplicou-se também, via solo, em todos os tratamentos, os seguintes nutrientes, nas respectivas dosagens e fontes: boro 0,5 ppm (ácido do bórico) e molidênio 0,1 ppm (molibdato de amônio). O nitrogênio (na forma de uréia) e potássio (cloreto de potássio) foram incorporados em todos

os tratamentos, nas dosagens respectivas de 300 e 180 ppm, parcelados em três vezes, em intervalos quinzenais contados a partir da repicagem.

Após 150 dias da repicagem, avaliou-se a altura e logo após as plantas foram colhidas e separadas em raiz, caule e folhas, sendo lavadas em água destilada e colocados para secar em estufa (65 - 70 °C) com circulação forçada de ar. Após atingir peso de equilíbrio, foi determinada a massa seca em balança de precisão (0,001 g). Após esse procedimento, as folhas foram moídas em moinho do tipo Willey e encaminhadas para análise química de macro e micronutrientes.

Depois da digestão nítrico-perclórica, os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica; o P por colorimetria, o K por fotometria e o S por turbidimetria. Os teores de boro, após digestão por incineração, foram obtidos por colometria, e os de N, após digestão sulfúrica, foram obtidos pelo método de Kjeldahl (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

Os resultados obtidos para as características avaliadas foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico SANEST. Os resultados que apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) foram submetidos à análise de regressão, sendo as equações selecionadas pelo Teste F ao nível de significância de 1 a 5 % de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se, para todas as características de crescimento avaliadas, efeito significativo para as doses de cobre, enquanto as de zinco influenciaram a altura e a matéria seca da raiz (Tabela 2). Verificou-se, ainda, que a interação cobre e zinco afetaram significativamente todas as características, com exceção da matéria seca da raiz.

TABELA 2. Resumo das análises de variância para altura de plantas (ALT), matéria seca da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e da planta inteira (MSPI) de maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

FV	GL	Quadrados Médios			
		ALT	MSR	MSPA	MSPI
Cobre	4	0,16**	2,67*	108,79*	134,65*
Zinco	3	0,23**	6,19**	71,96	78,90
Cobre x Zinco	12	0,09*	1,06	67,35*	85,48*
Resíduo	57	0,04	0,92	29,85	38,44
CV (%)		10,65	17,05	14,29	14,16

** e * Significativo ao nível 1,0% e 5,0% de probabilidade pelo Teste F.

Com relação à altura das plantas, observou-se que somente a dose de 10 ppm de zinco foi influenciada pelas aplicações de concentrações crescentes de cobre (Figura 1). Nota-se, nessa dosagem de zinco, que os valores médios de altura apresentam um ajuste quadrático, tendo um incremento até atingir 2,15 metros na dose de 2,22 ppm de cobre, sendo que a partir daí ocorre efeito depressivo para esta característica de crescimento à medida que aumentam as concentrações de Cu.

Quanto às doses de 0, 5 e 15 ppm de zinco, provavelmente, a não influência das concentrações crescentes de Cu sobre a altura de plantas pode estar relacionada com a carência ou excesso de zinco. Então, nas doses de 0 e 5 ppm, o Zn pode ter limitado o crescimento das plantas, impedindo que houvesse efeito do cobre nessas dosagens. Para a dose de 15 ppm de zinco, este elemento pode ter sido aplicado em excesso, provocando toxidez e impedindo que ocorresse o efeito das doses de cobre. Comportamento semelhante também foi constatado por Machado (1998) em maracujazeiro amarelo e Souza (1999) em cafeeiro, no quais o zinco, tanto em baixas como em altas doses, influenciou negativamente a altura de plantas.

Com relação à matéria seca das raízes, verificou-se que a dose de cobre de 4,5 ppm e a de zinco de 5,78 ppm foram as que propiciaram as maiores produções, da ordem de 6,09 g e 5,99 g, respectivamente (Figuras 2 e 3).

Tanto o excesso quanto a carência de cobre influenciam o crescimento do sistema radicular. Alguns autores consideram que danos causados nas raízes são mais severos do que os causados parte aérea (Aguirre, 1977; Kumar, Yadav e Yadav, 1990; Bertoni et al., 2000). Entretanto, neste trabalho não foi constatado o efeito deletério das doses elevadas de cobre sobre o sistema radicular, apesar de se observar, através dos dados originais (Figura 2), uma pequena queda na matéria seca na dose de 4,5 ppm de Cu. Contudo, para o zinco, verificou-se que os menores valores de matéria seca da raiz foram encontrados nas menores e maiores doses de Zn. Nas doses menores ocorre aparecimento de carências, e nas doses maiores ocorre a toxicidade das plantas, como observado também por Souza (1999) em mudas de cafeeiro.

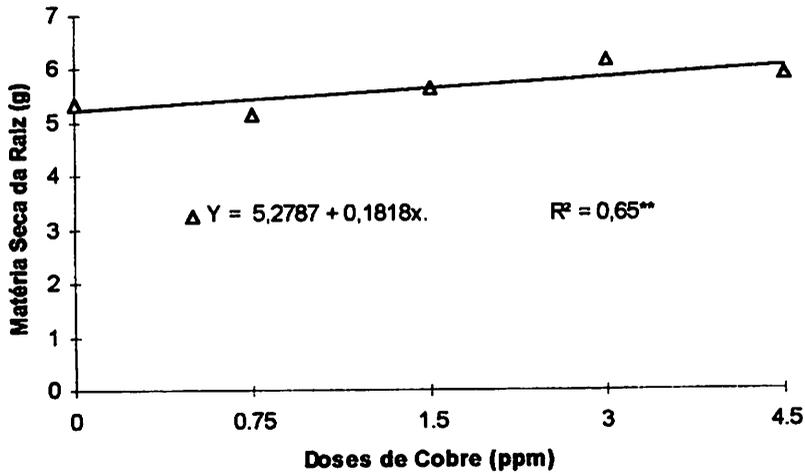


FIGURA 2 - Matéria seca da raiz das plantas de maracujazeiro doce em fase juvenil, em função das doses de Cobre. UFLA, Lavras, MG, 2000.

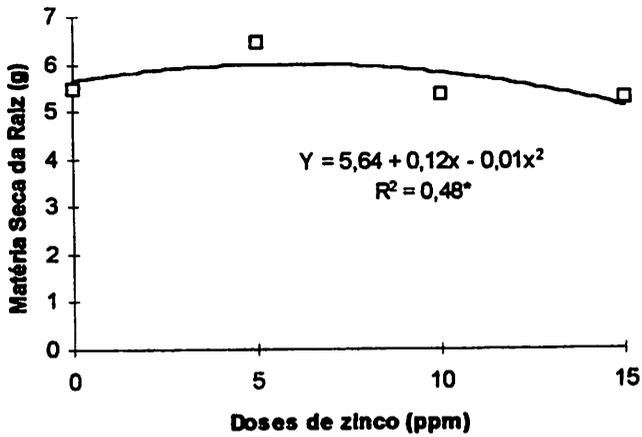


FIGURA 3 - Matéria seca da raiz das plantas de maracujazeiro doce em fase juvenil, em função das doses de zinco. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Na matéria seca da parte aérea verificou-se que o maior ganho nas doses de zinco, 0 e 5 ppm, foi quando se aplicaram 4,5 ppm de cobre, atingindo, assim, respectivamente, 41,30 e 44,50 g, enquanto a dose de 10 ppm de zinco, provocou, para esta característica, um ganho de massa até a concentração de 2,18 ppm de Cu (47,61g), registrando, a partir daí, tendência de queda (Figura 4).

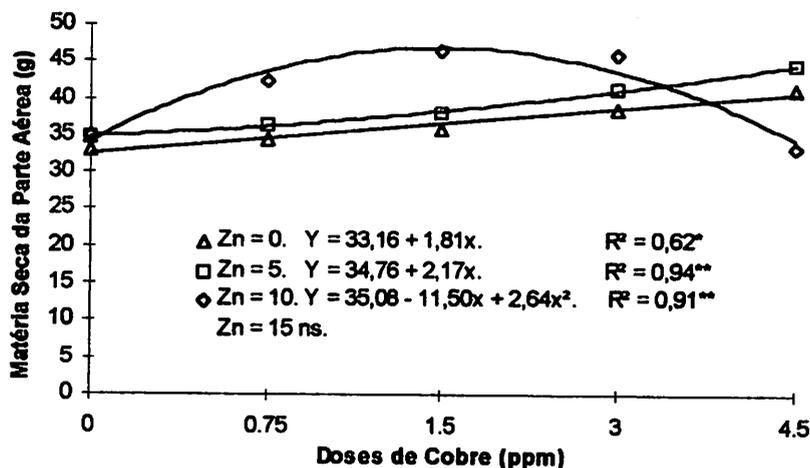


FIGURA 4 - Matéria seca da parte aérea de plantas maracujazeiro doce em fase juvenil, em função das doses de zinco. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Esses resultados permitem afirmar que o aumento nas doses de cobre até 4,5 ppm, na presença de níveis baixos de zinco (0 e 5 ppm), proporciona um incremento crescente no ganho da massa da matéria seca da parte aérea, sem atingir um ponto em que a dose de cobre torna-se prejudicial ao crescimento das plantas, como observado por Lindon e Henriques (1993) em arroz. Entretanto, observa-se, na literatura, que a resposta das plantas aos níveis de Cu são muito variáveis entre espécies ou mesmo entre variedades (Alva e Chen, 1995). Por outro lado, Galvão (1999) constatou que os melhores resultados para o

rendimento da soja são nas doses mais elevadas deste nutriente. Quanto aos resultados na dose 10 ppm de zinco, estes demonstram que as baixas doses de cobre não foram suficientes para suprir as exigências da planta em Cu, o que limitou seu crescimento. Alguns trabalhos concordam com esses resultados, pois verificaram que plantas de maracujazeiro cultivadas sob baixos níveis de Cu apresentaram reduzida massa de matéria seca (Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980; Oliveira et al., 1994).

Quando doses altas de cobre foram aplicadas (acima de 2,18 ppm), dentro de 10 ppm de zinco, houve redução na massa da matéria seca da parte aérea, indicando um provável efeito deletério, em conjunto do Zn e do Cu, sobre esta característica. Esse efeito pode estar relacionado com a interação desses nutrientes com o ferro e o manganês, pois estes últimos têm a sua absorção pelas plantas inibida na presença de altas doses de Cu e Zn (Kabadas-Pendias e Pendias, 1985). Tal comportamento também foi constatado por Galvão (1989), Holanda et al. (1992), Lindon e Henriques (1992), Machado (1998), Bertoni et al. (1999) e Soares (1999), que verificaram, nas doses mais elevadas de zinco e cobre, uma menor absorção de Fe e Mn. Deste modo, como o ferro e o manganês em situação de carência são considerados importantes limitadores do crescimento de plantas de maracujazeiro (Aguirre, 1977; Primavesi e Malavolta, 1980; Cereda, Almeida e Grassi Filho, 1991), então a queda na produção de matéria seca da parte aérea a partir da dose de 2,18 ppm de Cu, com aplicação de 10 ppm de Zn, é devida, provavelmente, à menor absorção de Fe e Mn.

Quanto à matéria seca da planta inteira, verificou-se que o maior ganho de massa das plantas que tiveram o solo tratado com 0, 5, 10 ppm de zinco foram, respectivamente, 47,44; 51,66 e 53,71 g, sendo as duas primeiras (0 e 5ppm) atingidas na dose de 4,5 ppm de Cu, e a outra (10 ppm) na de 2,17 ppm de

Cu. Entretanto, na dose de 15 ppm de Zn, não se observou efeito das doses de cobre sobre essa característica (Figura 5).

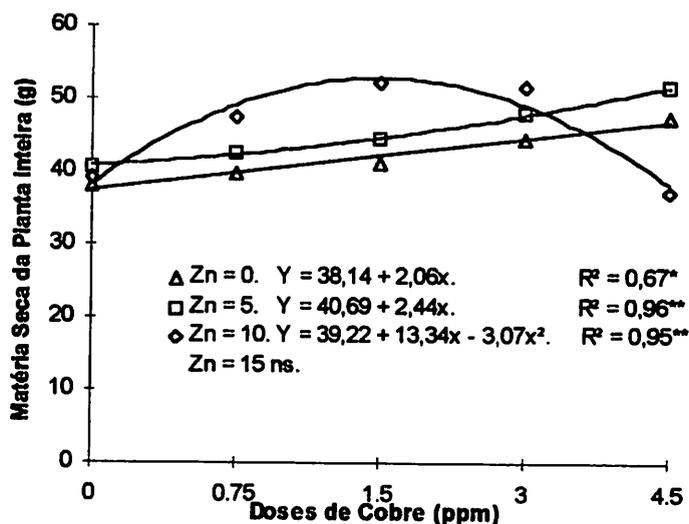


FIGURA 5 - Matéria seca total das plantas de maracujazeiro doce em fase juvenil, em função das doses de zinco. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Os resultados acima apresentam um comportamento semelhante ao da matéria seca da parte aérea, demonstrando que nas duas primeiras doses de zinco e na terceira, até a dose de 2,17 ppm de Cu, ocorre um incremento crescente na matéria seca da planta. Esse incremento em função das doses crescentes de Cu pode ser inferido pela maior tolerância do maracujazeiro a níveis mais altos deste elemento no solo e a importância do Cu na nutrição desta frutífera, atuando com um agente catalisador de reações de fotossíntese e, conseqüentemente, interferindo na eficiência da redução do carbono atmosférico em compostos orgânicos, determinando, assim, o ganho de massa em matéria seca dos vegetais (Primavesi

é Malavolta, 1980; Oliveira et al., 1994 e Marshner, 1995). Em doses acima de 2,17 ppm de Cu no nível de 10 ppm de Zn, estes nutrientes podem ter interagido com os outros, principalmente com o Fe e Mn, como sugerido para a característica anterior.

Com relação aos teores de nutrientes nas folhas, constatou-se o efeito da interação Cu e Zn para fósforo, potássio, magnésio, enquanto os outros nutrientes foram influenciados por um ou por ambos os micronutrientes de maneira isolada, com exceção do nitrogênio e boro (Tabelas 3 e 4).

TABELA 3. Resumo das análises de variância para macronutrientes nas folhas de maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

FV	GL	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Cobre	4	8,49	0,05*	12,86*	41,77**	0,09*	0,098
Zinco	3	5,70	0,03	2,30	6,75	0,06	0,265**
Cu x Zn	12	6,23	0,06**	8,19*	7,14	0,16**	0,096
Resíduo	57	3,66	0,02	3,60	2,49	0,03	0,059
CV (%)		6,18	10,96	9,62	8,84	9,10	6,93

** ; * Significativo ao nível 1,0% e 5,0% de probabilidade pelo Teste F.

TABELA 4. Resumo das análises de variância para micronutrientes nas folhas de maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento. UFLA, Lavras - MG, 2000.

FV	GL	Quadrados Médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cobre	4	10,42	1,07*	2601,91**	750,63*	22,30
Zinco	3	26,19	0,35	1663,83*	1111,31**	1349,26**
Cu x Zn	12	34,93	0,46	362,30	504,58	38,49
Resíduo	57	28,17	0,32	504,40	265,89	64,23
CV (%)		12,77	11,36	16,75	20,76	27,44

** ; * Significativo ao nível 1,0% e 5,0% de probabilidade pelo Teste F.

A aplicação de cobre e zinco não apresentou efeito significativo sobre os teores foliares de nitrogênio. Esse resultado são corroborados por Lindon e Henriques (1993), Scaramuzza (1998) e Bertoni et al. (1999) que verificaram, que a aplicação de doses crescentes, respectivamente de cobre em solução nutritiva, zinco e cobre via solo, não alteram as concentrações de nitrogênio na folha. Entretanto, Kabata-Pendias e Pendias (1985) relatam que o cobre pode interferir no metabolismo do nitrogênio em função da interação antagonica deste micronutriente com o molibdênio, influenciando a redução do NO_3 . Contudo, os autores acima mencionam que essa interferência do cobre sobre o N é altamente variável dependendo da espécie vegetal, e que, em geral, esse antagonismo ocorre quando se usa como fonte nitrogenada o nitrato, o que não é o caso do presente estudo.

A interação Cu-Zn influenciou significativamente os teores de fósforo na folha, observando-se que nas três primeiras doses de zinco, 0, 5, 10 ppm, respectivamente, a concentração máxima deste macronutriente foi de 1,36, 1,37 e 1,39 g.Kg^{-1} , atingidas nos seguintes níveis de Cu: 2,44; 2,60 e 2,47 ppm (Figura 6). Esse comportamento de elevação dos teores de fósforo, com aumento das doses de cobre até determinado ponto e depois a queda, foi constatado, também, por Lindon e Henriques (1993) em arroz. O decréscimo na absorção de P a partir de certa dose de Cu é provavelmente pela inibição da atividade da fosfatase pelo cobre, diminuindo, assim, a disponibilidade do fósforo (Kabata-Pendias e Pendias, 1985).

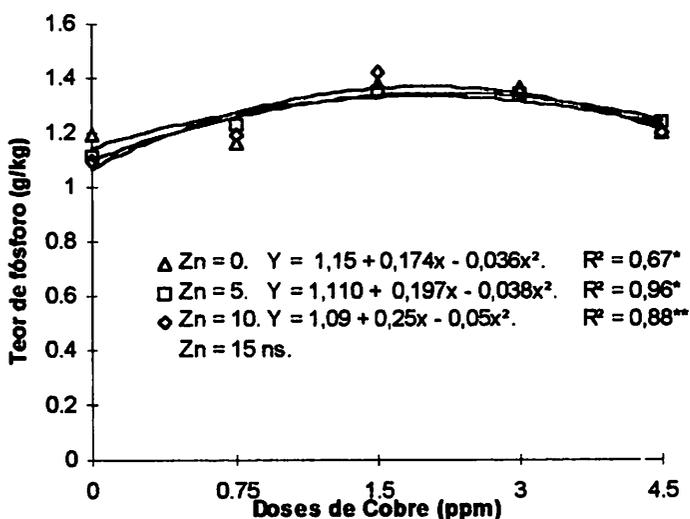


FIGURA 6 - Teor de fósforo nas folhas de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de zinco e cobre. UFLA, Lavras, MG, 2000.

As doses crescentes de cobre em cobertura induziram redução dos teores de potássio quando não se utilizou adubação com zinco. Entretanto, dentro das doses de 5, 10 e 15 ppm de Zn, não se obteve efeito significativo para a aplicação de cobre sobre os teores foliares de potássio (Figura 7). A diminuição no teor de K com a aplicação de doses crescentes de cobre não foi observada por Soares (1999); contudo, este mesmo autor verificou que as quantidades de potássio acumuladas declinavam com o aumento das doses de Cu. Isso revela, segundo o autor acima, que a maior concentração de K em altas doses de cobre era devida ao efeito da diluição e que este micronutriente, em concentrações elevadas, realmente limita a absorção de K.

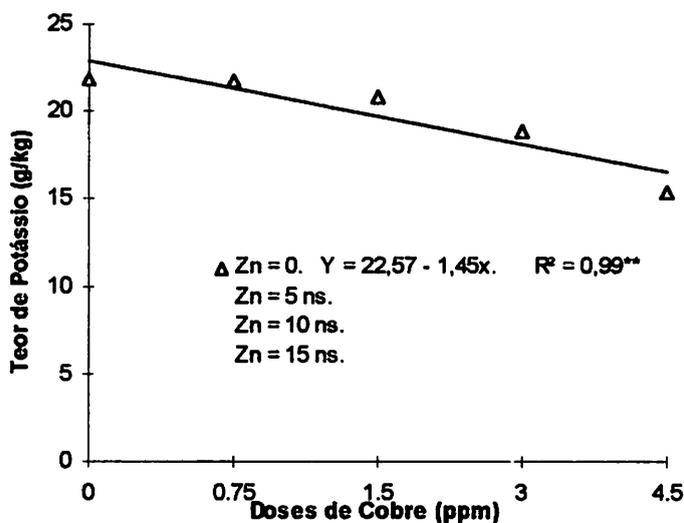


FIGURA 7 - Teor de potássio nas folhas de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de zinco e cobre. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Para a concentração de cálcio nas folhas, observa-se, na Figura 8, uma redução no teor deste macronutriente com aplicação crescente de cobre, sendo que em seguida o teor de Ca passa a aumentar, atingindo um ponto de máximo e voltando novamente a declinar. Tal comportamento também foi verificado por Soares (1999) para duas espécies de eucalipto, nas quais as primeiras doses de cobre provocaram uma queda na concentração de Ca nas plantas, sendo seguida por um aumento e depois um novo declínio. Isso demonstra que a interação de Ca-Cu é extremamente complexa, dependendo da situação ter um caráter antagonístico ou sinérgico, como descrito por Kabata-Pendias e Pendias (1985).

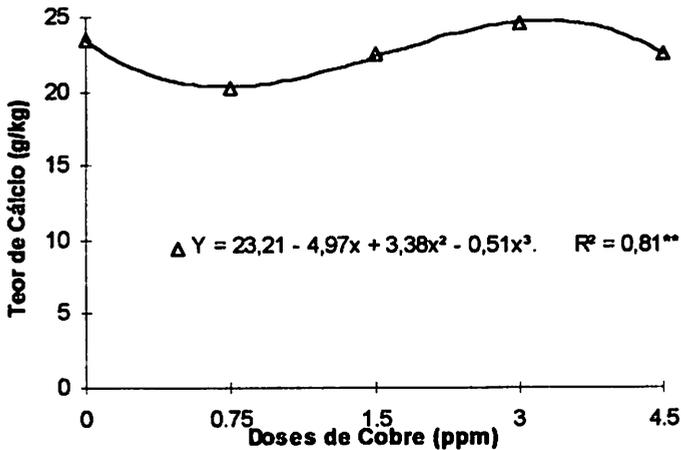


FIGURA 8 - Teor de Cálcio nas folhas de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de zinco e cobre. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Avaliando os teores de magnésio nas folhas, observa-se, para a dose 0 de Zn, uma diminuição deste macronutrientes até 1,72 g kg⁻¹ de Mg quando se aplicaram 3,075 ppm de Cu. Para a dose de 5 ppm de Zn, os teores de magnésio na folha não foram influenciados pelas doses de Cu, enquanto para 10 e 15 ppm, verifica-se que as maiores concentrações de Mg, foram atingidas com 2,03 ppm de Cu (1,95 g kg⁻¹ Mg) e 2,44 ppm de Cu (2,05 g kg⁻¹ Mg), respectivamente (Figura 9). O comportamento dos teores foliares de magnésio na dose de 0 ppm de zinco é bastante semelhante ao verificado por Lindon e Henriques (1993) em arroz cultivado sob concentrações crescentes de cobre em solução nutritiva.

Contudo, quando se adiciona zinco ao solo, este comportamento se inverte, indicando que provavelmente o zinco pode ter tido um efeito sinérgico sobre a absorção de magnésio (Kabata-Pendias e Pendias, 1985) até certa dose de cobre,

sendo que a partir daí este efeito é anulado pelas altas concentrações deste último micronutriente.

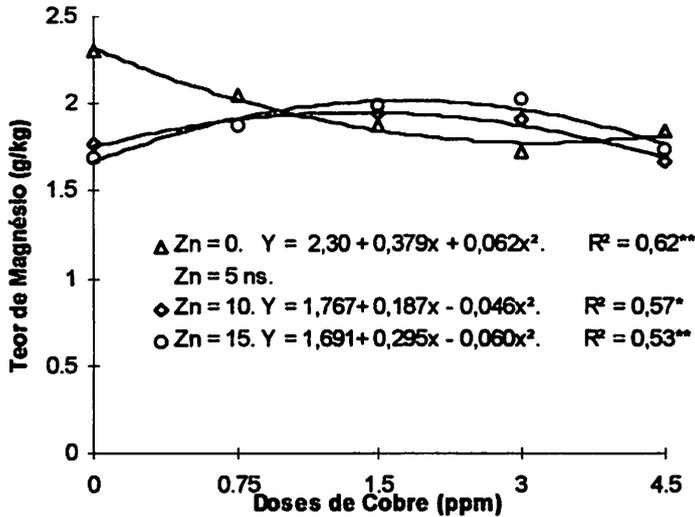


FIGURA 9 - Teor de Magnésio nas folhas de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de zinco e cobre. UFLA, Lavras, MG, 2000.

As variações nos teores de enxofre foram somente influenciadas pelo zinco, que possibilitou um decréscimo na concentração deste macronutriente até a dose de 9,76 ppm de Zn ($3,42 \text{ g kg}^{-1} \text{ S}$), sendo que em seguida ocorre um aumento no teor deste. Machado (1998) também verificou, em mudas de maracujazeiro amarelo, independentemente das doses de fósforo, que o zinco, tanto em dose 0 ppm como 10 ppm, proporcionou uma maior concentração de S na matéria seca do que a dose intermediária de 5 ppm. Isso demonstra a tendência da absorção de enxofre descrever uma quadrática decrescente em função das doses de Zn (Figura 10).

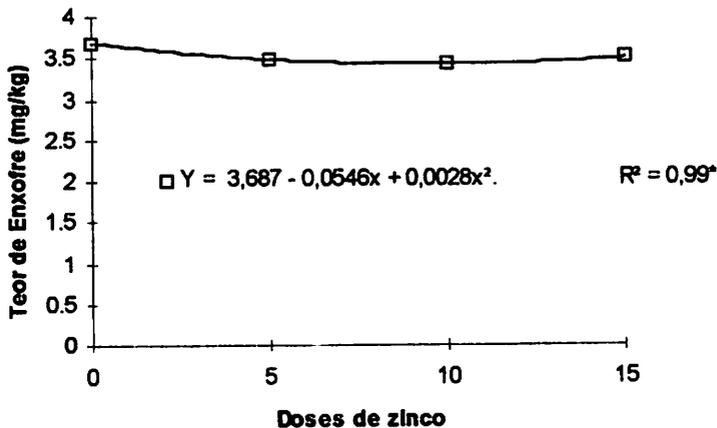


FIGURA 10 - Teor de enxofre nas folhas de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de zinco. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Para a concentração de boro nas folhas, não houve efeito do cobre, do zinco e nem da interação entre eles. Apesar da literatura relatar a possibilidade da interação entre zinco e boro (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997), alguns trabalhos não têm detectado esta interação, dependendo da espécie e das doses utilizadas. Um exemplo disso é o estudo de Scaramuzza (1998), que variando doses de boro e zinco, somente observou o efeito do primeiro sobre os teores foliares de B.

Os teores de Cu na folha aumentaram até a dose de 2,14 ppm de cobre, atingindo $5,27 \text{ g. kg}^{-1}$ deste micronutriente, sendo que a partir deste ponto ocorre queda na concentração foliar (Figura 11). Estes resultados não concordam com os obtidos por Kumar, Yadav e Yadav (1990) e Lindon e Henriques (1993) que verificaram aumento linear nos teores de Cu com o aumento das doses do mesmo. Entretanto, no presente estudo, através da análise dos dados originais (Figura 11), observa-se que até a dose de 3 ppm de Cu, o aumento na concentração é

crescente, concordando, em parte, com o trabalho de Bertoni et al. (1999). Contudo, a partir da dose de 3 ppm de Cu, ocorreu diminuição na absorção do mesmo, sendo isso possivelmente explicado pelos efeitos do aumento da disponibilidade do cobre na solução do solo em função de altas concentrações iniciais deste no solo (Tabela 1), associado à maior dose aplicado deste micronutriente. Esses efeitos referem-se às alterações que podem ter sido induzidas sobre permeabilidade da membrana das células das raízes, causando a diminuição da absorção (inclusive do cobre) e o vazamento de íon previamente absorvidos, além da imobilização do cobre no sistema radicular (Kabadas e Kabadas e Pendias, 1985; Dechen, Haag, Carmello, 1991 e Weeler e Power, 1995). Além disso, outro fator que pode ter determinado a queda na absorção de cobre em razão da aplicação de doses crescentes, deve-se ao efeito diluição, pois as plantas de maracujazeiro nas doses mais baixas de zinco (0 e 5 ppm) tiveram um aumento na matéria seca com a elevação das doses de cobre.

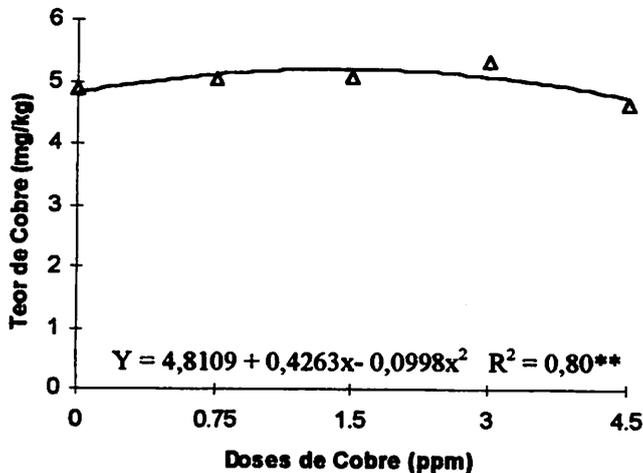


FIGURA 11 - Teor de cobre nas folhas de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de cobre. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Os dados de teores de ferro na folha apresentaram um ajuste do tipo linear decrescente dentro das doses de Cu, enquanto dentro das de zinco a concentração aumenta, atingindo um ponto máximo de 143,05 g.kg⁻¹ de Fe com a dose de 6,24 ppm de Cu (Figuras 12 e 13). Vários autores têm observado a redução no teor de ferro nas plantas quando se aplicam doses crescentes de cobre, atribuindo esse comportamento ao efeito antagônico entre estes micronutrientes e às desordens no metabolismo do ferro provocadas pelo excesso de Cu (Lindon e Henriques, 1992; Holanda et al., 1992; Bertoni et al., 1999).

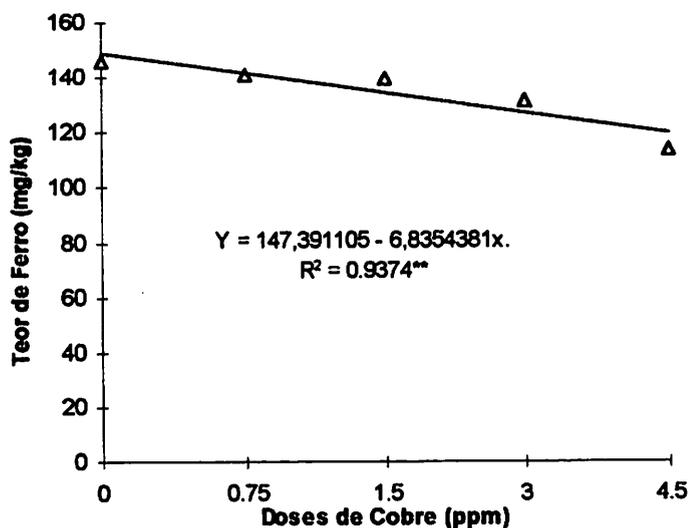


FIGURA 12 - Teor de ferro nas folhas das plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de cobre. UFLA, Lavras, MG, 2000.

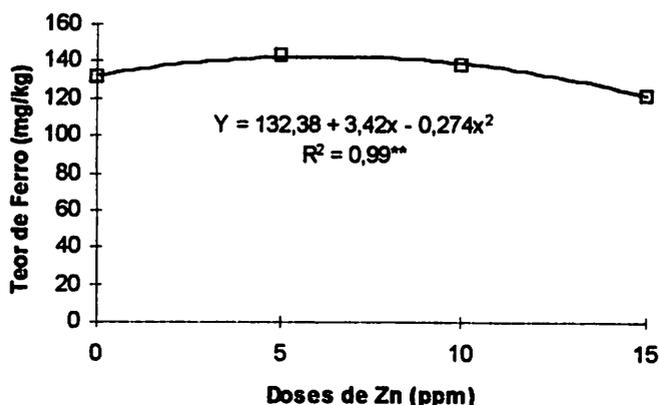


FIGURA 13 - Teor de ferro nas folhas de plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de zinco. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Quanto ao efeito do zinco sobre o teor de ferro na folha, observa-se que esse micronutriente pode ter tido um efeito benéfico sobre a absorção de ferro em doses pequenas; entretanto, nas maiores doses, provavelmente o antagonismo entre esses tenha prevalecido, levando a uma menor absorção de ferro (Kabadas-Pendias, Pendias, 1985; Machado, 1998 e Soares, 1999).

Os teores de manganês na folha tiveram uma diminuição com a aplicação de doses crescentes de cobre, enquanto dentro das de zinco, a concentração de Mn atingiu um ponto mínimo de $72,70 \text{ g kg}^{-1}$ com a aplicação de $4,68 \text{ ppm}$ de Zn (Figura 14 e 15). A menor absorção de Mn na presença de doses crescentes de Cu é devida, provavelmente, ao efeito antagônico entre estes, como descrito por Kabata-Pendias e Pendias (1985), Galvão (1989) e Lindon e Henriques (1992).

Com relação aos teores de zinco na folha, verifica-se um aumento linear com a aplicação de doses crescentes deste micronutriente (Figura 16). Tal comportamento também foi verificado por Scaramuzza (1998) quando aplicou, via solo, doses crescentes de sulfato de zinco.

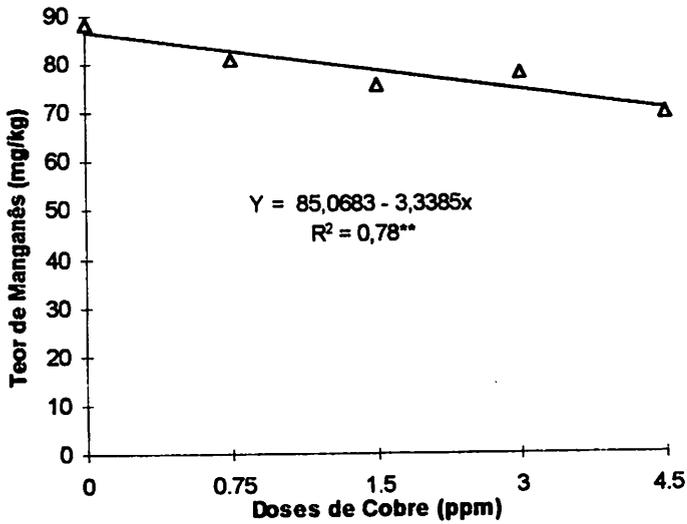


FIGURA 14 - Teor de manganês nas folhas das plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de cobre. UFLA, Lavras, MG, 2000.

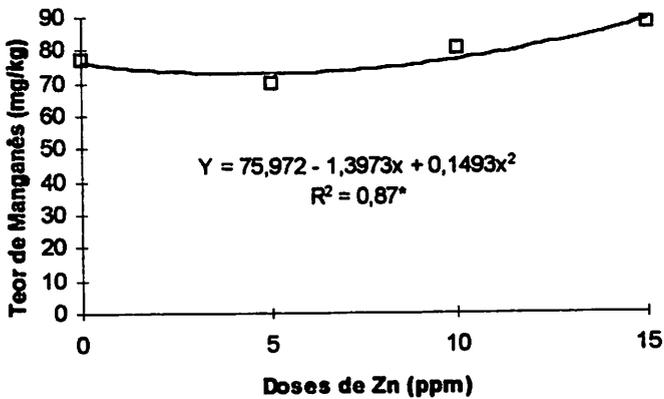


FIGURA 15 - Teor de manganês nas folhas das plantas de maracujazeiro doce na fase juvenil, em função das doses de zinco. UFLA, Lavras, MG, 2000.

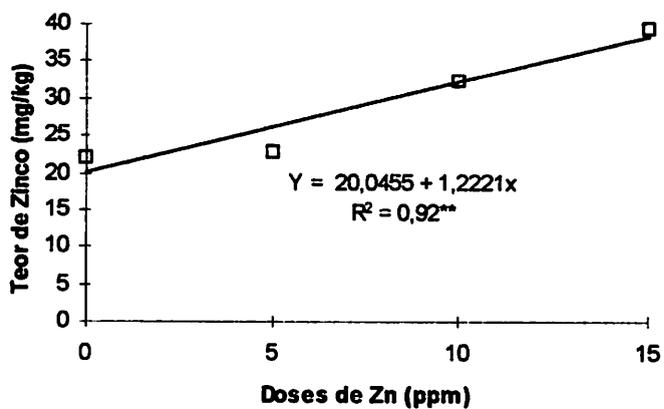


FIGURA 16 - Teor de zinco nas folhas das plantas de maracujazeiro doce em fase juvenil, em função das doses de zinco. UFLA, Lavras, MG, 2000.

4 CONCLUSÕES

- A aplicação via solo de cobre e zinco nas doses, 2,17 e 10 ppm, respectivamente, proporcionou melhor crescimento de plantas de maracujazeiro doce, mesmo que níveis destes micronutrientes sejam considerados alto e médio no solo.
- O peso da matéria seca das raízes é influenciado positivamente pela aplicação crescente das doses de cobre, enquanto o zinco provoca um aumento até determinada dose, declinando a partir daí.
- De maneira geral, independentemente das doses de zinco, o aumento crescente das doses de cobre propicia uma diminuição na absorção do potássio, ferro e manganês, enquanto o fósforo, o magnésio e o cobre provocam um aumento até determinada dose, declinando a partir daí.
- Aplicação de doses crescentes de zinco influencia de maneira isolada os teores foliares de enxofre, manganês, zinco e ferro, sendo que os dois primeiros (S e Mn) ajustam-se a uma equação do tipo quadrática com ponto de mínima, o terceiro (Zn) a uma linear crescente e o quarto (Fe) a uma quadrática com ponto de máxima.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, A.C.P. **Nutrição mineral do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.).** Piracicaba: ESALQ, 1977. 116 p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- ALVA, A.K.; CHEN, E.Q. **Effects of external copper concentrations on uptake of trace elements by citrus seedlings.** *Soil Science*, Baltimore, v.159, n.1, p.59-64, Jan. 1995.
- BERTONI, J.C.; HOLANDA, F.S.R.; CARVALHO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; ASSIS, M.P. de. **Efeito do Cobre no crescimento do arroz irrigado por inundação e eficiência do extrator DPTA na predição da disponibilidade de Cobre.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.1, p.62-73, jan./mar. 2000.
- BERTONI, J.C.; HOLANDA, F.S.R.; CARVALHO, J.G. de; PAULA, M.B. de; ASSIS, M.P. de. **Efeito do cobre na nutrição do arroz irrigado por inundação - teores e acúmulo de nutrientes.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.23, n.3, p.547-559, jan./mar. 1999.
- 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.31, n.4, p. 241-244, out. 1991.
- DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A. de C. **Avaliação do estado nutricional da planta e disponibilidade no solo.** In: **SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA**, 1., 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991a. 273-288p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análise de solo.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1998. 212p.
- FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da. **Simpósio sobre micronutrientes na agricultura**, 1. Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 734p.

- GALRÃO, E.Z. Efeito de micronutrientes e do cobalto na produção da soja em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, n.1, p.41-44, jan./abr. 1989.
- GALRÃO, E.Z. Métodos de aplicação de cobre e avaliação de sua disponibilidade para a soja num latossolo vermelho-amarelo franco-argiloso-arenoso, fase cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.23, p.265-272, abr./jun. 1999.
- HOLANDA, F.S.R.; CARVALHO, J.G. de; PAULA, M.B.; SANTOS, J.N. dos. Efeito de doses de cobre em arroz sob dois níveis de água em solos de várzea de Minas Gerais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ, 1992. p.26-31.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soil and plants. Boca Raton: CRC Press, 1985. 325p.
- KUMAR, V.; YADAV, D.V.; YADAV, D.S. Effects of nitrogen sources and copper levels on yield, nitrogen and copper contents of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant and Soil*, Netherlands, v.126, n.1, p.79-83, Aug. 1990.
- LINDON, F.C.; HENRIQUES, F.S. Copper toxicity in rice: diagnostic criteria and effect on tissue Mn and Fe. *Soil Science*, Baltimore, v. 154, n2, p.130-135, Aug. 1992.
- LINDON, F.C.; HENRIQUES, F.S. Effects of copper toxicity on growth and the uptake and translocation of metals in rice plants. *Journal of plant nutrition*, v.16, n.8, p.1449-1464, Aug. 1993.
- LOPES, A.S. Micronutrientes: Filosofias de aplicação, fontes, eficiência agrônômica e preparo de fertilizantes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. 357-390.
- MACHADO, R.A.F. Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Lavras: UFLA, 1998. 93p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.**
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2ª ed. London: Academic Press, 1995. 889p.**
- OLIVEIRA, JÚNIOR, FONSECA, E.B.A.; PAULA, A.M.P. de; GAZZOLA; R. Efeito da omissão de B, Cu, Mo e Zn no substrato para a formação de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 11., 1994, Petrolina. Anais... Petrolina: SBCS/EMBRAPA/CPATSA, 1994. p. 426-427.**
- PEIXOTO, J.R.; CARVALHO, M.L.M. de. Efeito da uréia, do sulfato de zinco e do ácido bórico na formação de mudas do maracujazeiro amarelo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.31, n.5, p.325-330, maio 1996.**
- PIZA JÚNIOR, C. de T. A cultura do maracujá na região sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998, Jaboticabal. Quinto... Jaboticabal: Funep, 1998. p.20-48.**
- PRIMAVESI, A.C.P.A; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VII. Efeito dos micronutrientes no desenvolvimento e composição mineral de plantas. Anais da E.S.A.Q, Piracicaba, v.37, p. 537-553, 1980.**
- SCARAMUZA, J.F. Produtividade de grãos e teores foliares de nutrientes em feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta à aplicação de Boro, Zinco e Cobre, via foliar ou no sulco de plantio. Viçosa:UFV, 1998. 79p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).**
- SOARES, C.R.F.S. Toxidez de zinco, cobre, cádmio e chumbo para o Eucalipto em solução nutritiva. Lavras: UFLA, 1999. 132p. (Dissertação - Mestrado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas).**
- SOUZA, C.A.S. Aplicação de zinco via solo em plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em casa de vegetação. Lavras: UFLA, 1999. (Tese - Doutorado em Fitotecnia)**

VASCONCELLOS, M.A. da S.; CEREDA, E. O cultivo do maracujazeiro doce.
In: SÃO JOSÉ, A.R. Maracujá: Produção e Mercado. Vitória da
Conquista: DFZ/UESB, 1994. p.71-83.

WHEELER, D.M.; POWER, I.L. Comparison of uptake and toxicity of various
ions in wheat. *Plant and Soil*, Netherlands, v.172, n.2, p.167-173, May
1995.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com relação ao primeiro experimento observa-se que a ordem de absorção para o maracujazeiro doce difere do maracujazeiro azedo cultivado em solo no mesmo estágio fenológico encontrado na literatura, indicando que se deve dar um tratamento diferente quanto à nutrição e adubação para ambas espécies. Ainda neste mesmo estudo, percebe-se que o ferro deve ter uma atenção especial quando se utilizam substratos pobres ou com pouca disponibilidade deste micronutriente para as plantas, pois mesmo em solução nutritiva, constataram-se sintomas de deficiência de Fe, sendo necessário, portanto, dulicar a sua dose na solução.

No segundo experimento verifica-se a importância do cobre no crescimento inicial, principalmente quando se adiciona a matéria orgânica ao solo, que é uma prática bastante comum entre os fruticultores no momento após a abertura da cova. Desta forma, sugere-se adubar via solo ou foliar com o cobre visando propiciar bom desenvolvimento das plantas. A adubação via foliar pode ser feita utilizando produtos à base de cobre que já são recomendados para o controle das principais doenças da parte aérea do vegetal.

No último estudo, estabeleceu-se que doses de 2,22 ppm de Cu e 10 ppm de Zn proporcionam bom desenvolvimento das plantas em solo considerado relativamente rico nestes nutrientes. Contudo, neste trabalho deduz-se que uma planta por parcela, não é recomendável, pois a variabilidade genética em maracujazeiro é muito grande em função do processo de fecundação cruzada. Desta forma, sugere-se que futuros experimentos desta natureza tenham, no mínimo, duas plantas por parcela ou sejam conduzidos com plantas propagadas assexuadamente.

Finalmente, sugere-se que novos experimentos devam ser realizados com o intuito de verificar a influência dos micronutrientes também na fase reprodutiva, sendo que estes devem ser realizados à campo. Além do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand), o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) também deve ser investigado com relação à importância dos micronutrientes, pois apesar desta última espécie possuir mais informações sobre sua nutrição, ainda estes são insuficientes para preconizar uma programa de adubação.