

FLAVONÓIDES E NUTRIENTES MINERAIS EM FOLHAS DE
MARACUJAZEIRO AMARELO E DEFICIÊNCIA DE
MACRONUTRIENTES E BORO EM MARACUJAZEIRO DOCE

MARTA SIMONE MENDONÇA FREITAS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JANEIRO - 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FLAVONÓIDES E NUTRIENTES MINERAIS EM FOLHAS DE
MARACUJAZEIRO AMARELO E DEFICIÊNCIA DE
MACRONUTRIENTES E BORO EM MARACUJAZEIRO DOCE

MARTA SIMONE MENDONÇA FREITAS

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Pedro Henrique Monnerat

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JANEIRO – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 009/2006

Freitas, Marta Simone Mendonça

Flavonóides e nutrientes minerais em folhas de maracujazeiro amarelo e deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce / Marta Simone Mendonça Freitas. – 2006.

106 f. : il.

Orientador: Pedro Henrique Monnerat

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006.

Bibliografia: f. 96–106.

1. *Passiflora edulis* f. sp. *flavicarpa* 2. *Passiflora alata* 3. Flavonóide
4. Sintoma 5. Deficiência nutricional 6. Qualidade de fruto I.
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de
Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.425891

FLAVONÓIDES E NUTRIENTES MINERAIS EM FOLHAS DE
MARACUJAZEIRO AMARELO E DEFICIÊNCIA DE
MACRONUTRIENTES E BORO EM MARACUJAZEIRO DOCE

MARTA SIMONE MENDONÇA FREITAS

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em 26 de janeiro de 2006

Comissão Examinadora:

Prof. Ivo José Curcino Vieira (D.Sc., Química Orgânica) – UENF

Prof. Eliemar Campostrini (D.Sc., Fisiologia Vegetal) – UENF

Prof. Marco Antonio da Silva Vasconcellos (D.Sc., Horticultura) – UFRuralRJ

Prof. Pedro Henrique Monnerat (Ph.D., Nutrição Mineral de Plantas) – UENF
Orientador

**“Idéias são mais importantes do
que dinheiro e poder”**

(James Lovelock)

Aos meus filhos Maria Maia e João Antônio, por serem o sentido da minha vida. Ao meu eterno companheiro, Almy, pelo amor e companheirismo. Aos meus pais, Nilça e Antônio, meus irmãos e sobrinhos, por todo o incentivo e carinho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

A Almy, que em todos os momentos esteve junto, ajudando tanto na parte científica como em casa, trocando fralda, fazendo mamadeira, enfim cuidando dos nossos filhos.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) pela oportunidade e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa e do auxílio de bancada.

Ao Prof. Pedro Henrique Monnerat, um exemplo de dedicação, pela orientação, ensinamentos e por me oferecer a oportunidade de fazer parte de excelente grupo de trabalho.

Ao Prof. Ivo José Curcino Vieira pelo apoio constante, por acreditar no meu potencial e pelos estímulos para continuar firme na caminhada.

Aos Professores Eliemar Campostrini e Marco Antonio da Silva Vasconcellos pelas sugestões apresentadas que certamente contribuíram para melhorar a apresentação dos resultados obtidos.

Aos meus amigos do Laboratório de Fitotecnia, especialmente, do setor de Nutrição Mineral de Plantas, Anselmo, Raul, Leandro, André, Maria José, Marcelo, Amanda, Acácio, Geísa, Mirian e Fernanda pela ótima convivência.

Se existem anjos, Acácio e Geísa foram os meus anjos, por toda dedicação de vocês, muito obrigada.

Aos meus amigos Leandro e André, que me deram uma, duas.. mãos em etapas importantes da condução dos experimentos.

Aos amigos do LCQUI, especialmente ao Wallace, pela ótima convivência nos intermináveis dias nos quais realizei as análises de cromatografia.

Aos funcionários Adegildo e Senhor Brandão por sempre estarem disponíveis para ajudar, mesmo em tarefas pesadas como carregar galões e mais galões de água para o meu experimento.

Ao estudante de graduação, Rodrigo, pela ajuda tanto no campo quanto na casa de vegetação. Espero que você tenha oportunidade de um dia estar, também, agradecendo àqueles que contribuíram com sua tese de Doutorado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Classificação e caracterização botânica dos maracujazeiros amarelo e doce.....	4
3.1.1. Folhas.....	5
3.1.2. Caule.....	5
3.1.3. Flores e hábito de florescimento.....	6
3.1.4. Frutos.....	7
3.2. Propriedades medicinais.....	9
3.2.1. Flavonóides.....	11
3.3. Idade da folha, estado nutricional e teor de princípios ativos.....	12
3.4. Relação entre nutrição mineral e princípios ativos de plantas	13
3.4.1. Nitrogênio.....	14
3.4.2. Fósforo.....	16
3.4.3. Potássio.....	17
3.4.4. Cálcio.....	18
3.4.5. Magnésio.....	19
3.4.6. Boro.....	19

3.5. Diagnose visual do estado nutricional das plantas.....	20
3.6. Nutrição mineral, produção e qualidade dos frutos.....	22
4. ARTIGO N° 1	
Flavonóides e nutrientes minerais em folhas de maracujazeiro amarelo..	25
5. ARTIGO N° 2	
Deficiência mineral em <i>Passiflora alata</i> Curtis: bioprodução de vitexina..	38
6. ARTIGO N° 3	
Deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce: sintomas visuais.....	52
7. ARTIGO N° 4	
Deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce: qualidade de frutos.....	77
8. RESUMO E CONCLUSÕES.....	94
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

RESUMO

FREITAS, Marta Simone Mendonça; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Janeiro de 2006; Flavonóides e nutrientes minerais em folhas de maracujazeiro amarelo e deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce; Orientador: Prof. Pedro Henrique Monnerat; Co-orientador: Prof. Ivo José Curcino Vieira.

Foram instalados dois experimentos no município de Campos dos Goytacazes-RJ. O primeiro experimento teve como objetivo determinar os teores de rutina, vitexina, flavonóides totais e dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Zn, Mn e Cl em folhas de diferentes posições no ramo de maracujazeiro amarelo. O experimento constou de 10 tratamentos: folhas 1 a 10 de um mesmo ramo, com quatro repetições. A amostragem foliar foi feita em março de 2004 e cada amostra constou de 20 folhas coletadas de 20 plantas. A posição da folha no ramo influenciou os teores de rutina, vitexina e flavonóides totais, os quais foram maiores nas folhas mais jovens. A posição da folha no ramo influenciou a composição mineral do maracujazeiro amarelo, sendo que os teores de N, P, K e Zn decresceram da folha 1 para a folha 10, enquanto os de Ca, Mg, B, Cl e Mn aumentaram. Os teores de S e Fe não variaram significativamente com a posição da folha no ramo. O segundo experimento foi realizado em casa-de-vegetação, no período de setembro de 2004 a novembro de 2005, com os seguintes objetivos: verificar o efeito das deficiências de macronutrientes e B sobre a produção de vitexina, caracterizar sintomas de deficiências visuais em folhas e frutos e verificar o efeito das deficiências de macronutrientes e B sobre a qualidade dos frutos de maracujazeiro doce. A unidade experimental foi uma caixa de plástico com 46 kg de areia do rio, contendo duas plantas por caixa, irrigadas com solução nutritiva.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos de adubação das plantas e quatro repetições, sendo: tratamento completo, com deficiência de nitrogênio (-N), com deficiência de fósforo (-P), com deficiência de potássio (-K), com deficiência de cálcio (-Ca), com deficiência de magnésio (-Mg), com deficiência de enxofre (-S) e com deficiência de boro (-B). A deficiência dos macronutrientes e do B influenciaram os teores de vitexina nas folhas de maracujazeiro doce, onde os maiores teores foram encontrados nas plantas deficientes de N, P ou K, e os menores teores nos tratamentos com deficiência de Ca e B. A seqüência cronológica de surgimento dos sintomas nas folhas foi: N, Ca, Mg, B, P, S e K. As plantas cultivadas sob deficiência de macronutrientes e B apresentaram alterações morfológicas em folhas e frutos, característico de cada. Todas as deficiências reduziram o número de frutos por planta, sendo que o tratamento deficiente em Mg não floresceu. As deficiências de N, P e K reduziram os teores de sólidos solúveis totais, a de K reduziu a acidez total titulável, a de P reduziu o pH e aumentou os teores de vitamina C e as deficiências de N, K e S reduziram os teores de vitamina C no suco. Os tratamentos não influenciaram o peso médio dos frutos, o número de sementes por fruto e a percentagem de suco. As deficiências de N e P provocaram aumento na espessura da casca (epicarpo + mesocarpo).

ABSTRACT

FREITAS, Marta Simone Mendonça; D.Sc, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; January, 2006; Flavonoids and mineral nutrients in yellow passion fruit plant and deficiency of macronutrients and boron in sweet passion fruit plant. Advisor: Prof. Pedro Henrique Monnerat, Counselor: Prof. Ivo José Curcino Vieira.

Two experiments were carried out in Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro State, Brazil. The first experiment had the objective of determining the concentrations of rutin, vitexin, total flavonoids and N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Zn, Mn and Cl in leaves at different positions in the branch of yellow passion fruit plants. The experiment consisted of 10 treatments: leaves 1 to 10 from the same branch, with four replicates. Leaf sampling was carried out in March 2004 and each sample consisted of 20 leaves harvested from 20 different plants. The position of the leaf in the branch affected the concentrations of rutin, vitexin and total flavonoids, which were higher in the youngest leaves. The position of the leaf in the branch also affected its mineral composition, the concentrations of N, P, K and Zn decreased from leaf 1 to leaf 10, while those of Ca, Mg, B, Cl and Mn increased. The concentrations of S and Fe did not vary significantly along with the position of the leaf in the branch. The second experiment was carried out in a greenhouse, from September 2004 to November of 2005, with the following objectives: to evaluate the effect of macronutrient and boron deficiencies on the vitexin production, to characterize visual symptoms of deficiencies in leaves and

fruits, and to observe the effect of macronutrient and boron deficiencies on the quality of fruits of sweet passion fruit. The experimental unity was a plastic box filled with 46 kg of river sand containing two plants irrigated with nutrient solutions. The experimental design was in randomized complete blocks with eight plant fertilization treatments and four replicates, as follows: Complete nutrient solution, nitrogen-deficient (-N), phosphorus-deficient (-P), potassium-deficient (-K), calcium-deficient (-Ca), magnesium-deficient (-Mg), sulphur-deficient (-S) and boron-deficient (-B). The deficiency of macronutrients and of B affected the concentration of vitexin in leaves of sweet passion fruit, in which the highest concentrations were found in plants deficient in either N, P or K, and the lowest concentrations in the -Ca and -B plants. The chronological sequence of deficiency symptoms appearance in leaves was: N, Ca, Mg, B, P, S and K. Plants grown under macronutrients and B deficiencies presented morphological changes, characteristic of each nutrient, in leaves and fruits. All deficiencies reduced the number of fruits per plant, but the plants of the magnesium-deficient treatment did not bloom. The N, P and K deficiencies decreased the total soluble solids; that of K decreased the total titratable acidity; that of P decreased the pH and increased vitamin C concentration, and the deficiencies of N, K and S decreased vitamin C concentration in the juice. The treatments did not affect the mean weight of the fruits, the number of seeds per fruit, and the juice percentage. Nitrogen and phosphorus deficiencies increased epicarp and mesocarp thickness.

1. INTRODUÇÃO

Baseado em informações de campo e de literatura, das 519 espécies do gênero *Passiflora*, Coppens d'Eeckenbrugge (2003) relatou 81 que produzem frutos comestíveis. Entretanto, deste total, somente algumas espécies alcançaram o cultivo com fins comerciais. Entre estas espécies destacam-se a *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., conhecida como maracujazeiro amarelo e a *Passiflora alata* Curtis, conhecida como maracujazeiro doce, que em poucos anos tem sido a segunda espécie de maior importância para o Brasil, particularmente no Estado de São Paulo, onde entre os anos de 2000 e 2004 representou de 3,6 a 5,7%, com média de 4,5% do total de maracujá comercializado na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2005).

Qualidade dos frutos de maracujá doce como, baixa acidez e alto teor de sólidos solúveis totais, o torna bastante aceitável pelos consumidores. Segundo Araújo et al. (2005) para o mercado *in natura*, o comprimento e o diâmetro são as principais características consideradas para a seleção dos frutos. Dentre os fatores que influenciam a qualidade dos frutos, a nutrição mineral é um fator importante, pois, vários autores relatam a influência dos nutrientes minerais na qualidade de diversas frutas, como: maracujá amarelo (Araújo et al., 2005; Fontes, 2005; Carvalho et al., 2000; Carvalho et al., 1999), abacaxi (Spironelho et al., 2004; Razzaque e Hanafi, 2001), laranja (Bologna, 2003), mamão (Marinho et al., 2001), melão (Purquerio e Cecílio Filho, 2005), melancia (Cecílio Filho e Grangeiro, 2004), pêssego (Dolinski et al., 2005) e maçã (Hunsche et al., 2003),

pois nas espécies frutíferas a qualidade dos frutos determina a aceitação e preço do produto.

As espécies de *Passiflora*, além de serem consumidas como frutas, diretamente frescas ou em sucos, sorvetes, geléias e confeitarias, vêm sendo utilizadas como ornamentais e medicinais. As folhas secas da espécie *Passiflora incarnata* L. vêm sendo empregadas tradicionalmente para o tratamento de ansiedade e nevralgia (Soulimani et al., 1997) com atividade ansiolítica em extratos metanólicos (Dhawan et al., 2001). As folhas de *Passiflora alata* e de *Passiflora edulis* possuem atividade ansiolítica, tanto em extrato hidroalcoólico como em extrato aquoso (Paris et al., 2002; Petry et al., 2001).

Os principais constituintes químicos das folhas de *P. alata* Curtis e *P. edulis* f. *flavicarpa* são: flavonóides, alcalóides, saponinas e esteróides (Doyama et al., 2005; Müller et al., 2005; Dhawan et al., 2004; Reginatto et al., 2001; Pereira e Vilegas, 2000; Moraes, 1995). Apesar de as atividades ansiolítica das espécies de *Passiflora* serem atribuídas aos alcalóides, os estudos nos últimos anos têm direcionado para os flavonóides. Betti et al. (2004) demonstraram o envolvimento dos flavonóides na atividade ansiolítica da espécie de *Passiflora alata* Curtis.

A biossíntese dos metabólitos secundários e, conseqüentemente, dos princípios ativos em plantas depende de fatores genéticos, fisiológicos e ambientais. Dentre esses fatores, a idade da folha e o estado nutricional das plantas já foram citados por alguns autores (Freitas et al., 2004; Vyn et al., 2002; Mazzafera, 1999; Lima Filho et al., 1997; Langenheim et al., 1986) em menta, soja, café e estévia como fatores importantes. No entanto, para espécies de *Passiflora*, não se sabe em qual estágio da folha em desenvolvimento se obtém a maior concentração dos flavonóides e nem quais são as exigências nutricionais para que essa cultura produza com qualidade para fins medicinais.

Segundo Vasconcellos et al. (2001), a expansão do cultivo do maracujazeiro doce não tem sido acompanhada pela geração tecnológica, fazendo com que, na maioria das vezes, o próprio produtor tenha que desenvolver técnicas para solucionar os problemas surgidos. Estas novas técnicas, geralmente, estão apoiadas nas informações disponíveis para o cultivo do maracujazeiro amarelo.

Nesse sentido, estudos regionais mais detalhados sobre as espécies de *Passiflora* são necessários, inclusive no que diz respeito à relação entre a nutrição mineral das plantas, a exploração comercial dos princípios ativos de interesse medicinal e a qualidade dos frutos.

2. OBJETIVOS

- 1- Avaliar a bioprodução de flavonóides em cultivos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f.sp. *flavicarpa*) na região Norte Fluminense em função da posição das folhas;
- 2- Verificar o efeito das deficiências de nutrientes minerais sobre a bioprodução do flavonóide vitexina em plantas de *Passiflora alata* Curtis;
- 3- Caracterizar sintomas de deficiências nutricionais em plantas de maracujazeiro doce nas fases de crescimento e frutificação;
- 4- Verificar o efeito das deficiências de nutrientes minerais sobre a qualidade dos frutos de maracujazeiro doce.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Classificação e caracterização botânica dos maracujazeiros amarelo e doce

Segundo Coppens d'Eeckenbrugge (2003), a principal referência de taxonomia do gênero *Passiflora* continua sendo a monografia de Killip (1938) e seu complemento de 1960, pois, poucos autores têm conseguido reunir amostras de espécies representativas para uma análise comparativa, por causa do tamanho e complexidade do gênero. Na Tabela 1 observa-se a classificação taxonômica dos maracujazeiros doce e amarelo.

Tabela 1. Classificação botânica dos maracujazeiros doce e amarelo de acordo com Killip (1960), citado por Coppens d'Eeckenbrugge (2003)

	Maracujazeiro doce	Maracujazeiro amarelo
Família	Passifloraceae	Passifloraceae
Gênero	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora</i>
Subgênero	<i>Granadilha</i>	<i>Granadilha</i>
Série	<i>Quadrangulares</i>	<i>Incarnatae</i>
Espécie	<i>Passiflora alata</i> Curtis	<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.

Dentro da série *Quadrangulares*, o maracujazeiro doce, é a principal espécie cultivada. É uma espécie brasileira, distribuída em todo o País, desde o Estado do Rio Grande do Sul ao Estado do Amapá (Manica, 2005; Coppens d'Eeckenbrugge, 2003). Conhecida no Brasil como maracujá guaçu, maracujá guassu, maracujá de refresco, maracujá de comer e maracujá doce, em outros

países por “sweet maracujá”, sua principal importância econômica é o consumo *in natura* do fruto (Manica, 2005; Vasconcellos et al., 2001).

Dentro da série *Incarnatae*, o maracujazeiro amarelo é a principal espécie cultivada. É uma espécie originária da região tropical da América do Sul, segundo Manica (2005), tem na região Central e Norte do Brasil o seu maior centro de distribuição geográfica. Conhecido no Brasil como maracujá mirim, maracujá suspiro, maracujá azedo, maracujá amarelo, maracujá ácido, sua principal importância econômica é o consumo *in natura* do fruto e principalmente para a indústria de suco (Manica, 2005; Carvalho-Okano e Vieira, 2001).

3.1.1. Folhas

No maracujazeiro doce as folhas são grandes e cordiformes, de 10 a 15 cm de comprimento e 7 a 10 cm de largura (Manica, 2005; Coppens d'Eeckenbrugge, 2003) (Figura 1A).

No maracujazeiro amarelo, as folhas são alternadas. As folhas novas são ovadas, unilobuladas, porém as adultas são formadas por três lóbulos (trilobada) com bordos finamente serrados (Manica, 2005) (Figura1B).



Figura 1. Folha do maracujazeiro doce (A) e do maracujazeiro amarelo (B)

3.1.2. Caule

Em ambas as espécies o caule, na base, é lenhoso e bastante lignificado, diminuído o teor de lignina à medida que se aproxima do ápice da planta. Pode apresentar-se com hastes quadrangulares no maracujazeiro doce (Figura 2A) ou cilíndricas no maracujazeiro amarelo (Figura 2B). A partir do caule surgem as

folhas, gavinhas, gemas vegetativas e reprodutivas e brácteas (Carvalho-Okano e Vieira, 2001).

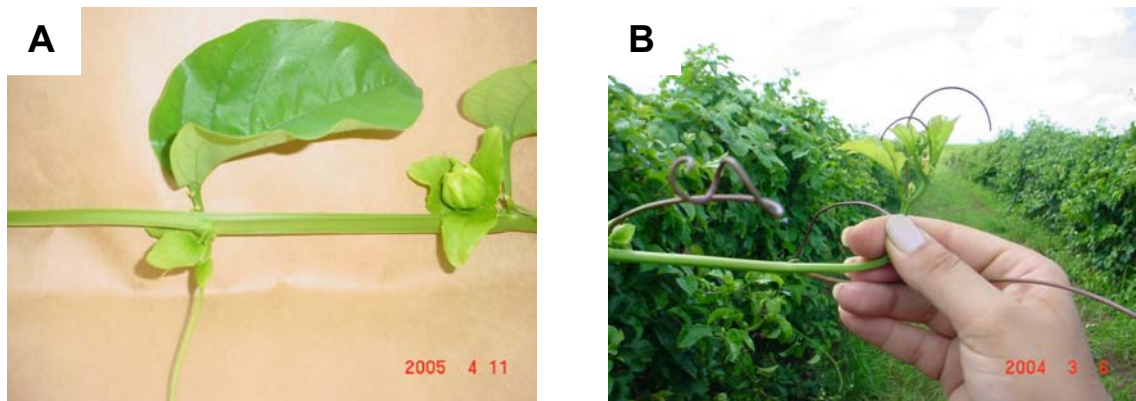


Figura 2. Ramo do maracujazeiro doce (A) e do maracujazeiro amarelo (B)

3.1.3. Flores e hábito de florescimento

No maracujazeiro doce as flores (Figura 3A) são formadas na axila das folhas, são grandes, pesadas, pendentes no ramo (em posição invertida à flor do maracujazeiro amarelo), apresentando um diâmetro de 8 a 13 cm e de 1 a 2 cm entre a antera e a corola. Com coloração vermelho-romã, e filamentos da coroa com cores brancos, purpúreos e violáceos (Manica, 2005).

No maracujazeiro amarelo as flores (Figura 3B) são formadas na axila da folha, apresentam diâmetro de 5,0 a 7,5 cm, 5 sépalas oblongas, de coloração externa verde e de coloração interna branca, com 5 pétalas oblongas de cor branca, 5 estames com grandes anteras, 1 estigma tripartido e uma coroa formada por 4 a 5 séries de filamentos brancos, tingidos por uma coloração purpúrea na base (Manica, 2005; Kavati et al., 1998).

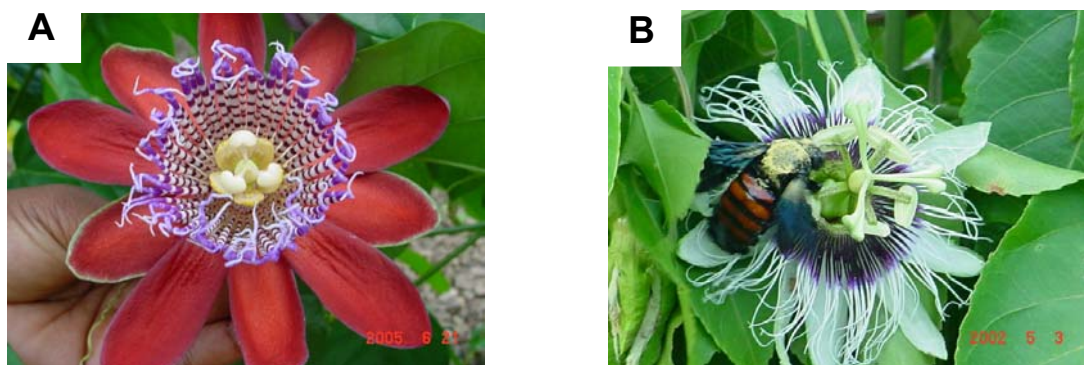


Figura 3. Flor do maracujazeiro doce (A) e do maracujazeiro amarelo (B)

As flores do maracujazeiro doce apresentam um horário de abertura diferente do maracujazeiro amarelo. Vasconcellos et al. (1991) observaram que as flores do maracujazeiro doce abrem por volta das 4-5 horas da manhã e fecham por volta das 18-20 horas, para não mais se abrirem. As flores do maracujazeiro amarelo abrem por volta de 12 horas e fecham após as 20 horas (Manica, 2005; Bruckner e Silva, 2001).

Em Botucatu-SP, localizado a 800 metros de altitude, em plantios de ambas as espécies, maracujazeiros doce e amarelo, no início do mês de maio as plantas de maracujazeiro amarelo pararam de apresentar desenvolvimento do botão floral e flores abertas, entretanto, as plantas do maracujazeiro doce continuavam apresentando florescimento e formação de botões florais (Vasconcellos e Brandão Filho, 2005). Esses autores sugeriram que as plantas do maracujazeiro doce, além de não serem tão exigentes quanto ao fotoperíodo no que diz respeito ao florescimento, também não são no que diz respeito à temperatura.

3.1.4. Frutos

No maracujazeiro doce os frutos apresentam grandes variações quanto ao formato que pode ser ovóide, obovóide ou piriforme, peso que pode variar de 80 a 600 g (Manica, 2005; Silva et al., 2004; Coppens d'Eeckenbrugge, 2003; Meletti et al., 2003; Detoni et al., 2001; Vasconcellos et al., 1993). O tamanho do fruto pode variar de 6,8 a 13,9 cm de comprimento e 4,7 a 8,9 cm de largura (Manica, 2005; Silva et al., 2004; Meletti et al., 2003; Detoni et al., 2001; Vasconcellos et al., 1993). A espessura da casca pode variar de 7,1 a 11,3 mm (Meletti et al., 2003; Detoni et al., 2001). O número de sementes por fruto pode variar de 143 a 350 (Manica, 2005; Meletti et al., 2003, Vasconcellos et al., 1993). O teor do suco pode variar, segundo Manica (2005), de 17 a 27,5%. O fruto possui em torno de 62% de casca, de 15 a 25°Brix e pH entre 3,0 e 3,56 (Manica, 2005; Coppens d'Eeckenbrugge, 2003; Durigan, 1998) (Figura 4A).

No maracujazeiro amarelo, os frutos apresentam uma forma redonda a ovalada, peso médio de 43 a 131 g (Manica, 2005) e 60 a 260 g (Coppens d'Eeckenbrugge, 2003). A cor da casca, quando ainda verde, é verde-brilhante e uma cor amarela brilhante muito atrativa, quando os frutos estão maduros. A

média do número de sementes gira em torno de 250 por fruto e o teor do suco pode variar de 24 a 60% (Manica, 2005). Segundo Durigan (1998) e Coppens d'Eeckenbrugge (2003) o tamanho do fruto pode variar de 6 a 12 cm de comprimento e 4 a 8 cm de largura, espessura da casca variando de 6,3 a 7,1 mm, percentagem de casca variando de 34 a 62%, teores de sólidos solúveis totais variando de 13,8 a 18,5°Brix e pH entre 2,7 a 3,1 (Figura 4B).

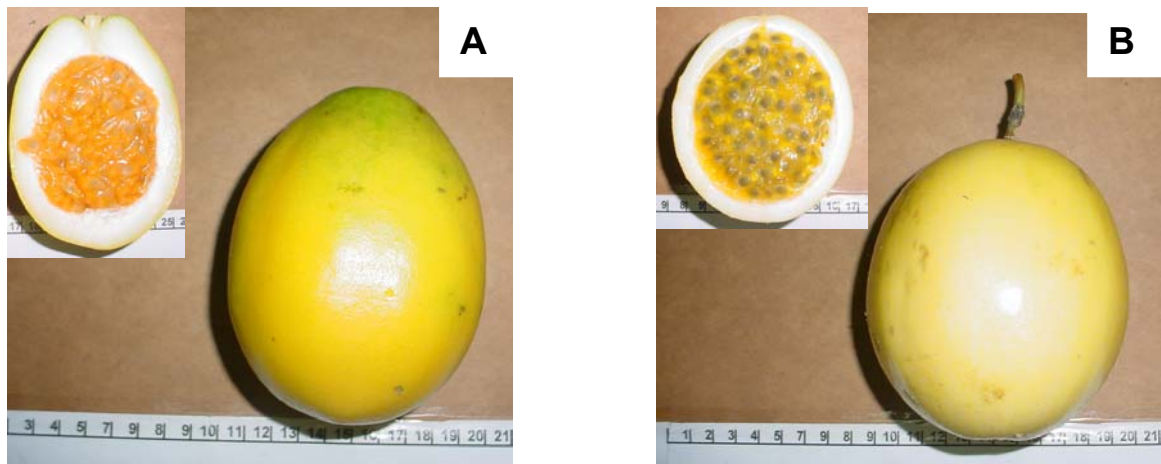


Figura 4. Fruto do maracujazeiro doce (A) e do maracujazeiro amarelo (B).

Segundo Manica (2005), para o maracujazeiro doce o tempo entre a antese até a colheita do fruto pode variar de 60 a 90 dias. Em Botucatu-SP, Vasconcellos (1991) relata variações de 71 a 96 dias para a colheita do fruto do maracujazeiro doce.

Quanto à colheita, Savazaki (2003) relata que para maracujazeiro doce o ponto de colheita é definido conforme o tempo de comercialização, normalmente quando os frutos apresentam a metade colorida. O fruto deve ser colhido, cortando-se o pedúnculo.

Para o maracujazeiro amarelo, o tempo entre a antese e o ponto de colheita pode variar de 48 a 90 dias (Manica, 2005). Veras et al., (2000), avaliando a qualidade dos frutos do maracujazeiro doce e amarelo, nas condições do Cerrado de Brasília-DF, em função de diferentes épocas de colheita (25,3°C e 19,4°C) e do estágio de maturação dos frutos (71 e 75 dias após antese no maracujá doce e 80 e 88 dias após antese no maracujá amarelo), observaram que o maracujá amarelo apresentou atributos de qualidade para o consumo *in natura* e para a indústria nas duas épocas e nos dois estádios de maturação,

enquanto o maracujá doce apresentou maior teor de açúcares no período mais frio. A antecipação da colheita de frutos em até 4 dias no maracujá doce, e em até oito dias no maracujá amarelo não compromete a qualidade, o que possibilita maior prazo para a comercialização e menores riscos de perdas dos frutos.

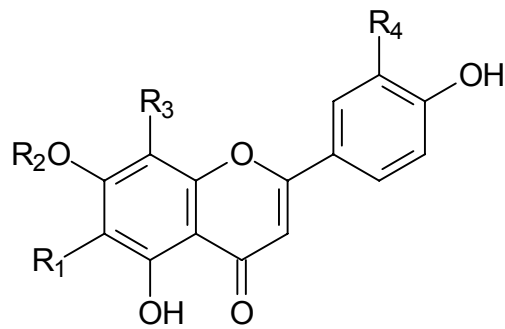
3.2. Propriedades Medicinais

Dentre os principais medicamentos fitoterápicos mais vendidos, dois, Passalix® (Marjan) e Passiflorine® (Millet Roux), são extraídos de folhas de passifloras e ocupam posições de destaque na lista de medicamentos fitoterápicos mais prescritos. Terán (2003) afirma que o Grupo Centroflora, que é atualmente o líder sul-americano em produção e desenvolvimento de extratos vegetais padronizados, destinados às indústrias farmacêutica, consumiu em 2003 um total de 24.300 kg de folhas secas de *Passiflora edulis*, adquiridas com preço no distribuidor de R\$ 6,00 a R\$ 7,90 por kg.

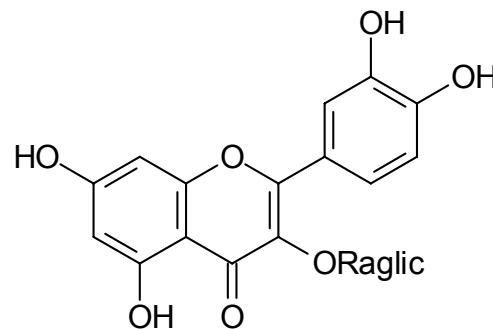
A espécie *Passiflora incarnata* L. é considerada a mais bem estudada no que diz respeito às propriedades medicinais. Essa espécie de *Passiflora* é, segundo Sousa e Meletti (1997), nativa dos Estados Unidos da América, onde é cultivada em larga escala. No Brasil não existem informações de cultivos comerciais desta espécie, sendo, segundo Terán (2003), importada por empresas de fitoterápicos, que pagam valores que variam de US\$ 4 a 5 por kg de folha seca.

Para a Farmacopéia Européia, a espécie *Passiflora incarnata* L., que deve ter um mínimo de 1,5% de flavonóides totais na matéria seca, expressos em vitexina, é considerada a oficial para a produção de fitoterápicos. Na Farmacopéia Brasileira preconiza-se, como oficial para a produção de fitoterápicos, a espécie *P. alata* Curtis.

Os principais constituintes químicos das folhas *Passiflora* são: flavonóides, alcalóides, saponinas e esteróides (Moraes, 1995; Pereira e Vilegas, 2000; Reginatto et al., 2001; Dhawan et al., 2004; Doyama et al., 2005; Müller et al., 2005). Moraes (1995) detectou a presença de oito flavonóides em *P. edulis* f. *flavicarpa*., três identificados como vitexina, orientina e rutina (Figura 5) e seis em *Passiflora alata*, sendo três identificados como vitexina, orientina e, em maior quantidade que na *Passiflora edulis*, a rutina.



R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Flavonóides
H	H	Glic	H	Vitexina
H	H	Glic	OH	Orientina



RUTINA

Raglic = ramnose-glicose

Figura 5. Estruturas dos principais flavonóides das espécies de *Passiflora*.

Müller et al. (2005), utilizando o HPLC, identificaram em folhas de *P. alata* Curtis, dois flavonóides, vitexina e isovitexina, e observaram que os teores destes flavonóides foram maiores nas folhas coletadas no verão. Doyama et al. (2005), analisando folhas de *P. alata* Curtis, identificaram duas saponinas e cinco flavonóides, entre eles a vitexina, a isovitexina e a orientina. Em estudos realizados por Reginatto et al. (2001) com espécies de *Passiflora*, foi verificado que as saponinas somente são encontradas em extratos de folhas de *P. alata* Curtis, não sendo verificada em outras espécies, como *P. edulis* f. *flavicarpa*. Esses resultados foram confirmados por Paris et al. (2002), que também só verificaram saponinas em extrato de *P. alata* Curtis e nos extratos de *P. edulis* f. *flavicarpa* foram verificados os flavonóides vitexina, isovitexina, orientina e isoorientina.

Segundo Dhawan et al. (2004), os alcalóides encontrados nas folhas da espécie *P. edulis* são harmano, haramina, harmalina e harmalol. Apesar de as atividades ansiolítica das espécies de *Passiflora* serem atribuídas aos alcalóides,

os estudos nos últimos anos têm como principal objetivo o estudo e as determinações dos flavonóides. Betti et al. (2004) demonstraram o envolvimento dos flavonóides na atividade ansiolítica da espécie de *P. alata* Curtis.

As folhas secas da espécie *Passiflora incarnata* vêm sendo empregadas tradicionalmente para o tratamento de ansiedade e nevralgia (Soulimani et al., 1997) com atividade ansiolítica em extratos metanólicos (Dhawan et al., 2001). As folhas de *Passiflora alata* e de *Passiflora edulis* possuem atividade ansiolítica, tanto em extrato hidroalcoólico como em extrato aquoso (Paris et al., 2002; Petry et al., 2001).

Prabhakar et al. (1981), citados por Pereira e Vilegas (2000), testaram isoladamente os efeitos terapêuticos de vitexina demonstrando que esse flavonóide tem efeito antiinflamatório, antiespasmódico e antihipertensivo. A rutina possui atividade antiinflamatória e analgésica (Calixto et al., 1998). Os flavonóides possuem atividade antioxidante (Sluis et al., 1997). Estudando os efeitos do chá de folhas de *P. alata* em ratos, Doyama et al. (2005) concluíram que o extrato das folhas de *P. alata* não modificou a concentração do colesterol LDL, porém, alterou o metabolismo dos lipídios, aumentando a concentração do colesterol DHL, ou seja, aumentou o “bom colesterol”. Oliveira et al. (2002) comprovaram que o flavonóide rutina, existente em *P. edulis*, pode ser eficaz na redução do colesterol total.

3.2.1. Flavonóides

Uma das principais classes dos compostos fenólicos é formada pelos flavonóides, cuja produção não ocorre na espécie humana. Estruturalmente, os flavonóides possuem uma unidade básica com 15 átomos de carbono (C₁₅), que inclui dois anéis aromáticos ligados entre si por um fragmento de três carbonos (Mann, 2001) (Figura 6). Esse esqueleto carbônico resulta de rotas biossintéticas separadas: a do ácido chiquímico e a do acetato, via ácido malônico (Mann, 2001; Santos, 2002b). Da primeira origina-se a fenilalanina, que é o precursor do ácido cinâmico, responsável por um dos anéis aromáticos (anel B) e a ponte de três carbonos. A segunda resulta em outro anel aromático (anel A).

Os flavonóides têm uma função importante na formação de pigmentos das plantas, na proteção contra a luz ultravioleta, na interação simbiótica ou patogênica planta-microrganismo e na interação entre plantas parasíticas (Errea,

1998; Croteau et al., 2000). As principais classes de flavonóides são: antocianinas, flavanas, flavanonas, flavonas, flavonóis e isoflavonóides e são encontrados em legumes, frutas, chás de ervas, mel, entre outros produtos de consumo cotidiano (Lopes et al., 2000).

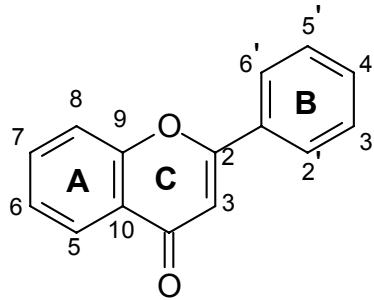


Figura 6. Estrutura básica dos flavonóides e sua numeração.

Diversos ensaios “*in vivo*” e “*in vitro*” vêm comprovando a ampla variedade das atividades farmacológicas desses compostos, destacando-se a vitexina, rutina, apigenina, artemetina, quercetina, morina, naringerina, genisteina, etc. A naringerina reúne atividades indutoras da formação de hemoglobina, antiespasmódico e anti-hepatotóxico (Di Stasi, 1996). A artemetina é utilizada como antiinflamatório, antimicrobianos e diuréticos (Martins et al., 2000). Em plantas do gênero *Phyllanthus* são encontrados vários flavonóides com atividade farmacológicas, como rutina (antiinflamatório e analgésico), quercetina (analgésico), entre outros (Calixto et al., 1998). A genisteina presente na soja reduz a incidência de câncer de mama e próstata em humanos (Croteau et al., 2000). Lopes (2000) demonstrou que associações entre naringina/antocianina e naringina/carmim foram altamente eficientes na redução dos níveis de colesterol e triacilglicerol.

3.3. Idade da folha, estado nutricional e teor de princípios ativos

Vários fatores influenciam a biossíntese dos metabólitos secundários e os teores de nutrientes nas plantas, podendo-se destacar a idade da parte colhida como possível fator de variação.

Com relação aos nutrientes foliares, os teores podem variar em função da idade da folha amostrada, entretanto, a direção da variação depende do nutriente e da espécie em estudo. Possivelmente os nutrientes mais móveis no floema, tais como o N, o P e o K, tendem a diminuir o teor com o aumento na idade da folha, ao passo que nutrientes pouco móveis tais como Ca, B e Mn tendem a aumentar o teor. Santos (2002a), avaliando os teores nutricionais em função da idade da folhas de coqueiro anão verde em Campos dos Goytacazes-RJ, mostrou que os teores de Ca, Mg, Fe e Mn aumentaram das folhas mais novas para as mais velhas e o oposto ocorreu com os teores de P, K, Cu e Zn, já para N houve um incremento e depois uma redução. Para o B houve decréscimo da folha 1 até a folha 6 e depois um incremento até a folha 18.

Langenheim et al. (1986), estudando a influência da idade das folhas de *Copaifera langsdorffii* na concentração de sesquiterpenos e de compostos fenólicos, verificaram que esses metabólitos comportam-se de maneira diferente. Em condições de campo e em plantas adultas, a concentração de sesquiterpenos foi maior em folhas mais velhas, e para compostos fenólicos foi verificada uma maior concentração em folhas novas. As folhas novas apresentaram 46% a mais de compostos fenólicos em relação a uma folha totalmente expandida, que na espécie estudada foi a folha 6. Esses autores observaram que as folhas mais novas apresentavam 36% a mais de N em relação às folhas mais velhas.

Para as espécies de *Passiflora* não se conhece a distribuição dos nutrientes em função da idade da folha, nem a distribuição dos flavonóides em função da idade da folha.

3.4. Relação entre nutrição mineral e princípios ativos de plantas

Os nutrientes minerais são elementos obtidos principalmente na forma de íons inorgânicos do solo. As plantas superiores são organismos autotróficos que podem sintetizar seus componentes orgânicos, essenciais para o seu crescimento e desenvolvimento, a partir de CO₂, água e nutrientes minerais (Taiz e Zeiger, 2004). O suprimento inadequado de um desses nutrientes minerais resulta em distúrbios metabólicos, pois os nutrientes têm papéis fundamentais no metabolismo vegetal.

Dentre os fatores de estresse que podem interferir na biossíntese dos metabólitos secundários, a nutrição mineral é um dos que merece destaque. A deficiência ou excesso de nutrientes pode promover maior ou menor produção de metabólitos secundários.

3.4.1. Nitrogênio

Normalmente, o nitrogênio representa o nutriente mais exigido pelas culturas, uma vez que está presente na estrutura molecular de aminoácidos, ácidos nucleicos, pigmentos e metabólitos secundários (Marschner, 1995; Taiz e Zeiger, 2004). Portanto, a deficiência desse nutriente rapidamente inibe o crescimento vegetal.

Com relação à produção de terpenos, Gershenzon (1984) relata que os efeitos da deficiência de nitrogênio não estão bem estudados, entretanto a adubação pode aumentar o rendimento dos óleos essenciais. Testando o efeito de doses de nitrogênio sob o teor e conteúdo de óleos essenciais de *Artemisia annua* L., Ayanoglu et al. (2002) observaram que, tanto os teores quanto o rendimento foram maiores nos tratamentos com incremento de nitrogênio. Maia (1998), trabalhando em solução nutritiva com plantas de *Mentha arvensis* L., observou que a omissão de N eliminou quase que completamente a presença de limoneno no óleo, reduziu o teor de mentona, além de reduzir a produção de matéria verde dessa planta.

Trabalhando com plantas de *Artemisia annua* L. e doses de N (0, 70, 140, 210 e 280 mg L⁻¹) em solução nutritiva, Figueira (1998) concluiu que o teor de artemisinina, um sesquiterpeno, foi maior no tratamento com omissão de N. Entretanto, o rendimento de artemisinina por planta aumentou proporcionalmente com os níveis de N estudados, onde na dose 280 mg L⁻¹ foram obtidos 2,76 mg/planta de artemisinina. Resultados diferentes para *Artemisia annua* L. foram obtidos por Ayanoglu et al. (2002) em condições de campo. Esses autores relatam que nem o teor, nem o conteúdo de artemisinina foram afetados pelas doses de nitrogênio.

Plantas com deficiência de nitrogênio desenvolvem-se lentamente e acumulam carboidratos que não podem ser usados para a síntese de aminoácidos e outros compostos nitrogenados (Taiz e Zeiger, 2004). Os

carboidratos não utilizados no metabolismo do nitrogênio podem ser usados na síntese de metabólitos secundários como na síntese de compostos fenólicos (Figura 7). Lou e Baldwin (2004) observaram em plantas de *Nicotiana attenuata* deficientes em nitrogênio um incremento nos teores do flavonóide rutina.

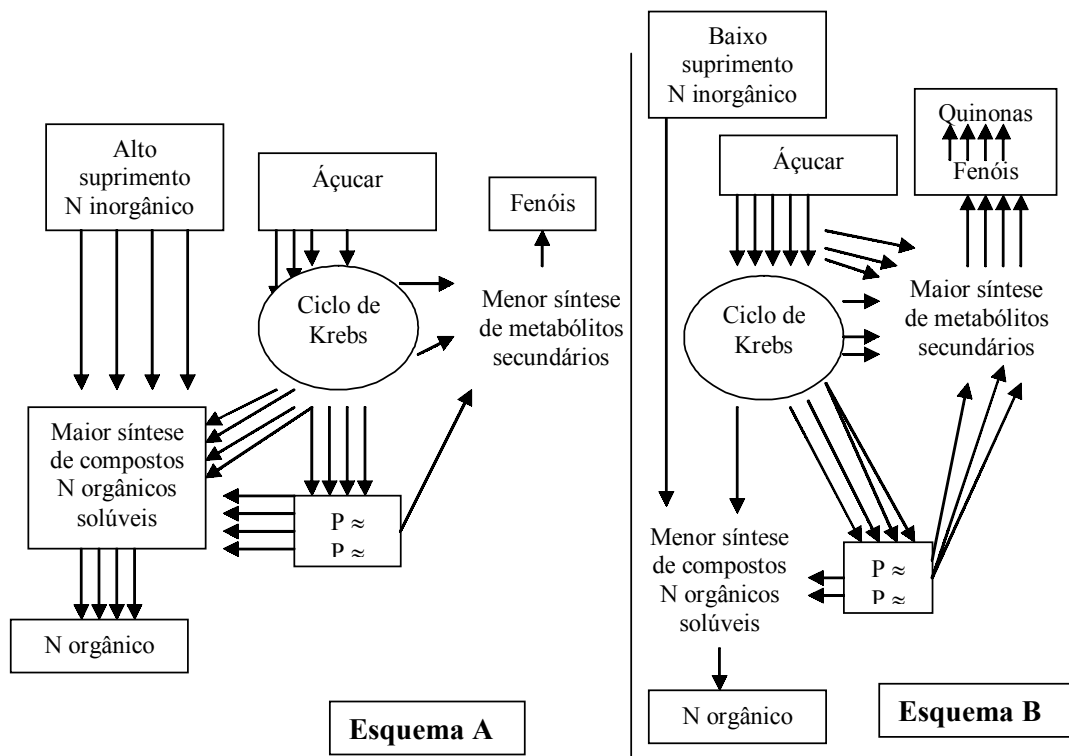


Figura 7. Economia de carboidrato e energia em condições de alto suprimento de nitrogênio (Esquema A) e baixo suprimento de nitrogênio (Esquema B) (Yamada, 2004).

Os alcalóides, metabólitos secundários que possuem um átomo de nitrogênio em sua estrutura, podem ser suscetíveis a variações de seus teores a adubações com nitrogênio, o incremento desse nutriente aumenta a concentração dos alcalóides na maioria das espécies estudadas. Entretanto, esse efeito na biossíntese vai depender em parte da origem das rotas biossintéticas desses alcalóides e do tipo de ambiente com as quais essas plantas estão adaptadas (Gershenzon, 1984).

Lou e Baldwin (2004), avaliando o efeito do suprimento de nitrogênio na biossíntese de três metabólitos secundários (nicotina, tripsina e cafeoilputrecina) encontrados em plantas de *Nicotiana attenuata*, observaram que os teores de

nicotina e tripsina foram maiores nas plantas bem supridas com N, porém não foi observado esse incremento para o composto cafeoilputrecina.

Em raízes de *Atropa belladonna*, Baričević e Zupančič (2002) verificaram que o máximo teor do alcalóide tropânico, hiosciamina, ocorreu quando essas plantas foram submetidas a maior dose de nitrogênio utilizada no experimento. Testando doses de nitrogênio em plantas de quebra-pedra (*Phyllanthus niruri* L.), visando aumentar a produção de matéria seca e os teores de alcalóides, Becker (1997) verificou que, a dose de nitrogênio que proporcionou 90% da máxima produção de matéria seca da parte aérea foi de 79,9 mg dm⁻³ de N no solo, a qual proporcionou uma produção de alcalóides totais de 0,676 mg g⁻¹ de matéria seca da parte aérea.

3.4.2. Fósforo

O fósforo é um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo açúcares fosfatados, intermediário da respiração e fotossíntese, bem como fosfolipídios que compõem as membranas. É também componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético da plantas (como ATP) e no DNA e RNA (Marschner, 1995; Taiz e Zeiger, 2004).

Os óleos essenciais são derivados da rota biossintética do acetato (Mann, 2001) e essa rota requer fósforo inorgânico (Pi) para compor a unidade básica de formação dos óleos essenciais, o chamado isopreno ativo IPP (isopentenil pirofosfato). O fósforo também é importante para a formação do MEP (metileritritol fosfato), que seria uma outra rota de formação dos óleos essenciais. Alguns trabalhos relacionados com doses de P e teores de óleos comprovam que a maior quantidade deste nutriente disponível no solo proporciona incrementos na produção de biomassa e nos teores de óleos essenciais de várias espécies, como em *Achillea millefolium* (Scheffer et al., 1993), em *Ocimum basilicum* (Ichimura et al., 1995) e em *Mentha arvensis* (Freitas et al., 2004).

Plantas deficientes em fósforo acumulam carboidratos, ocorrendo um desvio da rota para formação do ácido chiquímico, produzindo no final do metabolismo as antocianinas, sendo essa responsável pela coloração violeta observada em folhas de plantas deficientes em fósforo (Taiz e Zeiger, 2004). Sendo as antocianinas pertencentes à classe dos flavonóides (Dewick, 1997;

Mann 2001; Zuanazzi, 2002) possivelmente esse nutriente também poderá estar atuando na biossíntese de outros flavonóides.

Com relação à produção de alcalóides, Gershenzon (1984) relata em sua revisão que os efeitos da adição de fósforo são variáveis. Mazzafera (1999), estudando o efeito do suprimento dos nutrientes sobre o teor de cafeína em folhas de café (*Coffea arabica* L.), observou que na ausência de P houve redução no teor desse alcalóide.

3.4.3. Potássio

O potássio é um importante cofator enzimático para muitas reações metabólicas, no metabolismo dos carboidratos. Altas concentrações de potássio são requeridas para regular certas enzimas, particularmente piruvato quinase e fosfoenolpiruvato quinase, sendo um macronutriente essencial envolvido na manutenção do estado hídrico da planta, na turgescência de suas células e na abertura e fechamento dos estômatos (Marschner, 1995, Taiz e Zeiger, 2004).

Trabalhando com deficiência nutricional em *Stevia rebaudiana* (Bert Berton) objetivando avaliar produção de esteviosídeo, Utumi et al. (1999) concluíram que o teor de esteviosídeo nas folhas foi reduzido em plantas com deficiências de K, Ca e S, enquanto todas as deficiências, exceto a de P, diminuíram o conteúdo de esteviosídeo.

Os teores de compostos fenólicos em plantas deficientes de K podem aumentar ou diminuir dependendo da espécie e do composto fenólico em estudo. Por exemplo, plantas de *Nicotiana tabacum* tiveram seus teores de flavonóides glicosilados incrementados na deficiência K, porém em plantas de *Lycopersicon esculentum* a deficiência de K diminui os teores desses compostos (Gershenzon, 1984).

Estudando os efeitos da adubação potássica nos teores de isoflavonóides em soja, Vyn et al. (2002) concluíram que houve incrementos significativos dos isoflavonóides sempre acompanhados de um significativo incremento de potássio nas folhas. Esses autores observaram incrementos de 28% no teor do isoflavonóide genisteína em plantas adubadas com potássio e os teores de potássio foliares eram 33% maiores em relação às folhas de soja sem adubação.

Com relação à produção de alcalóides, Gershenzon (1984) relata que ao

contrário da adubação com nitrogênio, adubações com potássio usualmente decrescem os teores de alcalóides. Pinto e Lameira (2001) mostraram em estudos *in vitro*, que os teores de alcalóides em plantas de *Argyrea nervosa* foram incrementados em meio com baixo teor de potássio, entretanto em plantas de *Rivea corymbosa* esses teores baixos de potássio, diminuíram os teores de alcalóides. Mazzafera (1999), estudando o efeito do suprimento dos nutrientes sobre o teor de cafeína em folhas de café (*Coffea arabica* L.), observou que na ausência de K, houve um incremento no teor de cafeína.

3.4.4. Cálcio

O cálcio é utilizado na síntese de novas paredes celulares, em particular na lamela média e na divisão celular, tendo papel fundamental na estabilidade das membranas, integridade da célula e na regulação de enzimas de síntese (Marschner, 1995; Taiz e Zeiger, 2004). Atribui-se ao cálcio a função de mensageiro secundário em várias respostas da planta a sinais hormonais e ambientais (Sanders et al., 1999). Estudos de Schimitz-Eiberger et al. (2002), mostraram que a atividade da peroxidase é incrementada em folhas de tomate deficientes em cálcio. As peroxidases podem catalisar ligações cruzadas entre os compostos fenólicos e proteínas de parede, pectina e outros polímeros da parede celular (Taiz e Zeiger, 2004).

A influência do estresse nutricional na biossíntese de diterpenos, como esteviosídeo, em plantas de estévia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) foi avaliado por Lima Filho et al. (1997). Esses autores observaram que plantas com baixo nível de cálcio, variando de 1,9 a 3,9 g kg⁻¹, possuíam em média, 5,1% de esteviosídeo e que em plantas consideradas normais sob o ponto de vista nutricional, com teores foliares de Ca variando de 4,8 a 7,4 g kg⁻¹, possuíam 11,4% de esteviosídeo, ou seja, um aumento em torno de 120%. Esses mesmos autores verificaram que a deficiência severa de Ca causa decréscimos na produção de edulcorantes muito maior do que aquela observada na produção de biomassa. Trabalhando também com deficiência nutricional em *Stevia rebaudiana* (Bert Bertoni), Utumi et al. (1999) concluíram que as deficiências de K, Ca, e S reduziram o teor de esteviosídeo nas folhas, enquanto todas as deficiências, exceto a de P, diminuíram o conteúdo de esteviosídeo.

Para compostos fenólicos, estudos de Nakao et al. (1999) com cultura de células de *Polygonum hydropiper*, mostraram que a elevada concentração de cálcio no meio de cultura teve uma função importante na ativação da biossíntese de flavonol, entretanto para outros compostos fenólicos não foi observado esse comportamento.

3.4.5. Magnésio

O magnésio tem um papel específico na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA, além de ser constituinte da molécula da clorofila (Marschner, 1995; Taiz e Zeiger, 2004).

As enzimas que catalizam a síntese dos monoterpenos e diterpenos requerem Mg^{+2} para serem ativadas (Pinto e Lameira, 2001). Nesse sentido, Suh e Park (1999), estudando o efeito de diferentes concentrações de magnésio sobre o teor e o rendimento de óleos essenciais de *Ocimum basilicum*, *Ocimum basilicum* purpurascens e *Ocimum minimum*, concluíram que, com o incremento dos teores de magnésio na solução nutritiva, houve um aumento nos teores e no rendimento dos óleos essenciais das três cultivares. A qualidade dos óleos foi alterada dependendo das concentrações do magnésio na solução e das cultivares em estudo. O teor de linalol no óleo foi incrementado com o aumento da concentração do magnésio para *Ocimum basilicum*, entretanto, para a espécie *Ocimum minimum* houve um decréscimo. Houve um decréscimo nos teores de eugenol, quando as concentrações de magnésio foram incrementadas, para as espécies *Ocimum basilicum* e *Ocimum basilicum* purpurascens.

3.4.6. Boro

O boro está envolvido em três processos principais: síntese da parede celular, integridade da membrana plasmática e atividades metabólicas (Marschner, 1995; Taiz e Zeiger, 2004). Dentre os micronutrientes, Marschner (1995) afirma que o boro pode estar atuando em possíveis pontos das rotas metabólicas, sendo que, um desses pontos é regulando o metabolismo dos compostos fenólicos, nesse sentido alguns trabalhos foram conduzidos.

Rajaratnam e Hock (1975), trabalhando com teores de boro foliar em

plântulas de dendezeiro observaram que, com o aumento do teor de boro foliar ocorria redução na infestação de ácaro vermelho (*Tetranychus pirorei*). Esses autores observaram que havia uma correlação entre teor de boro na folha e a produção de cianidina, ou seja, o aumento do teor de boro na folha aumenta o teor de cianidina na folha e que, possivelmente, esse composto seria tóxico ao ácaro. Cianidina é uma antocianina formada pela mesma rota dos flavonóis (Dewick, 1997).

Estudando teores de fenóis totais em folhas de tabaco cultivado na presença de diferentes concentrações de boro em solução nutritiva, Ruiz et al. (1997) observaram que houve um incremento na concentração de fenóis totais nos tratamentos com dose mínima de boro (0,5 μmol de H_3BO_3) e na dose máxima (20 μmol de H_3BO_3) utilizada no experimento. Também foi observado por esses autores que nesses mesmos tratamentos a atividade da PAL foi incrementada. Camacho-Cristóbal et al. (2002) observaram incrementos nos teores de carboidrato foliar e nos teores de compostos fenólicos em plantas de tabaco crescidas em condições de deficiência de boro, quando comparadas ao controle, com incrementos na atividade da PAL. Nessas condições, tanto a qualidade quanto a quantidade desses compostos foram influenciados.

3.5. Diagnose visual do estado nutricional das plantas

O diagnóstico visual consiste em caracterizar, descrever e/ou, fotografar, mais precoce e detalhadamente possível, os sintomas de deficiência/toxidez na planta-problema e compará-los com os sintomas-padrões de deficiência/toxidez para cada nutriente descrito na literatura, para aquela espécie ou variedade, se possível. Com base nessa comparação, é feito o diagnóstico do estado nutricional da planta (Fontes, 2001).

A diagnose visual é uma das ferramentas utilizadas para avaliar o estado nutricional das plantas. Tem sua importância no campo por ser uma forma muito rápida e pouco dispendiosa de diagnosticar a carência nutricional. Entretanto, deve-se ter em mente que, o sintoma visual individualmente não é suficiente para se fazer um diagnóstico definitivo do status do nutriente de planta. Muitos dos sintomas clássicos da deficiência tais como a queimadura, clorose e a necrose da ponta são características associadas à mais de uma deficiência mineral e também

com outros estresses. As funções desempenhadas por determinado nutriente, como constituinte de compostos orgânicos independe da espécie, razão pela qual os sintomas de carência, em linhas gerais, se assemelham em diferentes espécies de plantas (Malavolta et al., 1997; Sanzonowicz e Andrade, 2005).

Para o maracujazeiro doce sintomas de deficiência visual nas folhas foram relatados por Cereda et al. (1991). No referido estudo, as plantas foram colhidas com 70 dias de idade e os autores obtiveram peso fresco das plantas que variaram de 28,32 g por planta no tratamento sem Mg a 2,00 g por planta no tratamento sem N, sendo que no tratamento completo, o peso obtido foi de 13,47 g por planta. Os autores concluíram, ainda, que em folhas de plantas do tratamento completo os teores de nutrientes foram de 33,3 g kg⁻¹ de N, 2,3 g kg⁻¹ de P, 31,3 g kg⁻¹ de K, 16,0 g kg⁻¹ de Ca, 4,2 g kg⁻¹ de Mg, 5,0 g kg⁻¹ de S, 57,7 mg kg⁻¹ de B, 172 mg kg⁻¹ de Fe, 21 mg kg⁻¹ de Mn, 18 mg kg⁻¹ de Zn e 7,67 mg kg⁻¹ de Cu; em folhas de plantas deficientes os teores encontrados foram 18,2 g kg⁻¹ de N, 0,85 g kg⁻¹ de P, 6,30 g kg⁻¹ de K, 7,1 g kg⁻¹ de Ca, 2,0 g kg⁻¹ de Mg, 1,5 g kg⁻¹ de S, 12,7 mg kg⁻¹ de B, 123 mg kg⁻¹ de Fe, 12 mg kg⁻¹ de Mn, 14 mg kg⁻¹ de Zn e 4,0 mg kg⁻¹ de Cu. Neste trabalho, para a identificação das deficiências de nutrientes em maracujazeiro doce, os autores descrevem e comparam os sintomas observados, em relação às descrições para maracujazeiro amarelo e concluem que os sintomas visuais são semelhantes entre as duas espécies de *Passiflora*.

Fernandes et al. (1991), trabalhando em solução nutritiva com o objetivo de caracterizar os sintomas de deficiência de macronutrientes em maracujazeiro amarelo, concluíram que durante o período de avaliação do experimento (55 dias após o transplante) somente foi possível identificar sintomas visuais de deficiência de N e Mg, iniciados aos oito e quinze dias, respectivamente. Para P, K, Ca e S não foi possível caracterizar sintomas visuais nesse período. No referido estudo, na colheita das plantas aos 55 dias de idade, os autores obtiveram peso fresco da parte aérea que variaram de 71,56 g por planta no tratamento sem S a 2,27 g por planta no tratamento sem N, sendo que no tratamento completo, o peso obtido foi de 54,4 g por planta. Verificou-se na produção de matéria seca total (parte aérea + raízes) a seguinte ordem de redução no incremento, de acordo com a omissão do nutriente: N > Mg > P > Ca = K.

Resultados contraditórios como os verificados nos trabalhos de Cereda et al. (1991) e Fernandes et al. (1991), aliado a ausência de outras informações acerca do desenvolvimento e da sintomatologia do maracujazeiro em função da deficiência nutricional, demonstram a necessidade da realização de estudos nestes sentido, notadamente na avaliação por maior tempo das plantas.

3.6. Nutrição mineral, produção e qualidade dos frutos

Nas espécies frutíferas a qualidade dos frutos determina a aceitação e preço do produto. As características do maracujá doce quanto ao aroma e baixa acidez o tornam bastante aceitável pelos consumidores. Segundo Araújo et al. (2005), para o mercado *in natura*, o comprimento e o diâmetro são as principais características consideradas para a seleção dos frutos. O maracujá doce é comercializado em caixetas com peso de fruto de $\pm 3,5$ kg, onde as caixetas recebem a classificação por tipo 10, 12, 15, 18, 21 e 28, em função da quantidade de frutos nelas armazenadas (Vasconcellos et al., 2001). Savazaki (2003) informa que a classificação pode variar de 9, 12, 15, 18, 21 e 24 frutos e que, dependendo da época do ano, classificações acima de 15 não compensam financeiramente e, assim, os frutos são embalados em caixa tipo K, com 13 kg, e normalmente são destinados ao comércio local e regional. Na CEAGESP (2005) a comercialização do maracujazeiro doce é feita com a seguinte classificação: caixetas com 3,7 kg e classes com 10, 12, 15 e 18/21 frutos.

Vários fatores influenciam a produção e qualidade dos frutos. Crisostol et al. (1997) comentam sobre a importância da nutrição mineral e mais precisamente da importância do N para a qualidade dos frutos. Esses autores relatam que o excesso de adubação nitrogenada atrasou a maturação e afetou a coloração dos frutos da família *Prunus genus* que são pêssegos, nectarinas, ameixas e as cerejas, entretanto, a deficiência de N produziu frutos pequenos e sem sabor. Carvalho et al. (2000), trabalhando com adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro amarelo, avaliando qualidade dos frutos verificaram que a adubação nitrogenada influenciou o número de frutos por ha, entretanto, não influenciou o peso médio dos frutos nem as outras características qualitativas dos frutos.

O efeito da aplicação de doses de N (50, 150, 250 350 e 450 g pl⁻¹ ano⁻¹), aplicadas manualmente e via fertirrigação, na cultura do maracujazeiro amarelo foi avaliada por Fontes (2005). Esse autor observou que o aumento na dose de N provocou redução nos teores de sólidos solúveis totais. Marinho et al. (2001), trabalhando com fontes e dose de N em mamoeiro, verificaram que o aumento das doses de N foi acompanhado por um aumento linear do número de frutos por planta e que o peso médio dos frutos, o pH e o teor de ácido cítrico não foram afetados pelos tratamentos. Concluíram, ainda, que o sulfato de amônio provocou um decréscimo linear dos sólidos solúveis totais com o aumento das doses de N. A aplicação de nitrato de amônio promoveu maior produção de frutos com teor mais elevado de vitamina C.

Segundo Malavolta et al. (1997), os números de frutos e de sementes são reduzidos em plantas com deficiência de P. Spironelho et al. (2004), estudando os efeitos da adubação com NPK na produção e qualidade dos frutos de abacaxizeiro, observaram que não houve efeito das doses de P para o crescimento e produção do abacaxizeiro, o incremento das doses de N diminui os teores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável, e o com o aumento das doses de K houve incrementos nos teores de vitamina C.

O K é requerido em larga quantidade pelas culturas, sendo o cátion mais abundante nos vegetais, afetando o rendimento e a qualidade dos produtos colhidos (Daliparthy et al., 1994). Carvalho et al. (1999), avaliando o efeito da adubação potássica sob diferentes lâminas de irrigação, na produtividade e na qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo, observaram que quanto maior a dose de potássio, maiores foram as concentrações de suco e de sólidos solúveis totais. Araújo et al. (2005), estudando os efeitos da nutrição potássica sobre o crescimento e a produção do maracujazeiro amarelo, verificaram que com o aumento da concentração de potássio na solução nutritiva houve um aumento linear no diâmetro dos frutos e aumento do número de frutos por planta e peso médio dos frutos. Estudando doses de K em abacaxizeiro, Razzaque e Hanafi (2001) observaram que atributos de qualidade de fruto, como o teor de sólidos solúveis totais e a acidez, não foram afetados pelas doses de K, entretanto, o diâmetro e comprimento do fruto foram influenciados pela aplicação de K.

A deficiência de boro causa não somente redução na taxa de crescimento, mas, também, a qualidade do fruto, que pode ser severamente

afetada. Alguns sintomas característicos da deficiência de B são frutos deformados com lesões externas e internas e aspecto de cortiça na casca (Marschner, 1995; Malavolta et al., 1997). Bologna (2003), avaliando os efeitos do uso de fontes de boro, aplicados ao solo em diferentes dosagens, e sua influencia na produção e qualidade da laranja pêra, verificou que o incremento de boro reduziu a porcentagem de suco no fruto, não afetando as demais características do fruto.

4. ARTIGO N° 1

FLAVONÓIDES E NUTRIENTES MINERAIS EM FOLHAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO

Resumo – O trabalho foi realizado a partir da amostragem foliar do maracujazeiro amarelo cultivado em Campos do Goytacazes-RJ com o objetivo de determinar os teores de rutina, vitexina, flavonóides totais e dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Zn, Mn e Cl em folhas de diferentes posições no ramo. O experimento constou de 10 tratamentos, que consistiam na coleta das folhas 1 a 10 de um mesmo ramo, com quatro repetições. A amostragem foliar foi feita em março de 2004 e cada amostra constou de 20 folhas coletadas de 20 plantas. Em relação à folha 1, os teores de rutina na matéria seca da folha 10 decresceram de 5,91 para 3,83 mg g⁻¹ de matéria seca, mas os conteúdos incrementaram de 0,81 para 3,04 mg folha⁻¹; os de vitexina, de 1,33 para 0,76 mg g⁻¹ e 0,18 para 0,60 mg folha⁻¹ e os flavonóides totais, de 24 para 15 mg g⁻¹ e 3,4 para 12,7 mg folha⁻¹. Os teores de N, P, K e Zn foram, respectivamente, 25, 109, 55 e 94% maiores na folha mais jovem (folha 1) em relação à folha mais velha (folha 10), mas os teores de Ca, Mg, B, Cl e Mn foram 66, 32, 29, 59 e 29% menores, respectivamente. Os teores de S e Fe não variaram significativamente com a idade da folha.

Termos para indexação: *Passiflora*, nutrição mineral, rutina e vitexina

FLAVONOIDS AND MINERAL NUTRIENTS OF YELLOW PASSION FRUIT PLANT

Abstract – The research was carried out by sampling leaves of the yellow passion fruit plant grown in Campos dos Goytacazes-RJ, Brazil, with the aim of determining the concentrations of rutin, vitexin, total flavonoids and of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Zn, Mn and Cl in leaves at different positions in the branch. The experiment consisted of 10 treatments: leaves 1 to 10 of the same branch, with four replicates. Leaf sampling was done in March 2004, and each sample consisted of 20 leaves from 20 plants. As compared to leaf 1, rutin concentration in leaf 10 decreased from 5,91 to 3,83 mg g⁻¹ of dry matter, but the content increased from 0,81 to 3,04 mg leaf⁻¹; that of vitexin, from 1,33 to 0,76 mg g⁻¹ of dry matter and 0,18 to 0,60 mg leaf⁻¹ and the total flavonoids, from 24 to 15 mg g⁻¹ of dry matter and 3,4 to 12,7 mg leaf⁻¹. The concentrations of N, P, K and Zn were 25, 109, 55 and 94% higher in the youngest leaf (leaf 1) as compared to the oldest leaf (leaf 10), but the concentrations of Ca, Mg, B, Cl and Mn were 66, 32, 29,59 and 29% lower, respectively. The concentrations of S and Fe did not vary significantly with leaf age.

Key words: *Passiflora*, mineral nutrition, rutin, vitexin

INTRODUÇÃO

As espécies de *Passiflora*, além de serem consumidas como frutas frescas ou em sucos, sorvetes, geléias e doces, vem sendo utilizadas como ornamentais e medicinais. Como medicinais, as folhas secas de *Passiflora incarnata* L. são empregadas tradicionalmente para o tratamento de ansiedade e nevralgia (Soulimai et al., 1997). As folhas de *Passiflora alata* e *Passiflora edulis* possuem atividade ansiolítica, tanto em extrato hidroalcoólico como em extrato aquoso (Petri et al., 2001; Paris et al., 2002).

Os constituintes químicos em espécies de *Passiflora* são: flavonóides, alcalóides, glicosídeos, fenóis e terpenos (Pereira e Villegas, 2000; Dhawan et al., 2004). A Farmacopéia Européia determina que para ser utilizada, a espécie

Passiflora incarnata L., considerada oficial para produção de fitoterápicos, deve possuir o teor mínimo de 1,5% de flavonóides totais na matéria seca, expressos em vitexina. Os flavonóides identificados por Moraes (1995) em *Passiflora edulis* são rutina, vitexina e orientina. A rutina é um flavonóide que possui atividades farmacológicas como antiinflamatória e analgésica (Calixto et al., 1998).

Vários fatores influenciam a biossíntese dos metabólitos secundários e os teores de nutrientes nas plantas, podendo-se destacar a idade da parte colhida como possível causa de variações. Langenheim et al. (1986), estudando a relação entre a idade da folha de *Copaifera langsdorffii* e a concentração de compostos fenólicos, verificaram que em condições de campo e em plantas adultas, a concentração de compostos fenólicos foi maior em folhas novas.

Com relação aos nutrientes foliares, os teores podem variar em função da idade da folha amostrada, entretanto, a direção da variação depende do nutriente e da espécie em estudo. Os nutrientes mais móveis no floema tais como o N, o P e o K, tendem a diminuir o teor com o aumento na idade da folha, ao passo que nutrientes pouco móveis, tais como o Ca, o B e o Mn, tendem a aumentar o teor. Sobral (1998) observou, em estudos realizados com coqueiro-gigante, aumento no teor de N da folha 1 até a folha 6 e depois uma redução constante até a folha 18. Para os teores de P e K houve um decréscimo da folha mais nova para a mais velha e para o Ca e Mg um incremento. Trabalho realizado por Santos (2002) em Campos dos Goytacazes com coqueiro anão verde, mostra que os teores de Ca, Mg, Fe e Mn aumentaram das folhas mais novas para as mais velhas e o oposto ocorreu com os teores de P, K, Cu e Zn, já para N houve um comportamento semelhante ao encontrado por Sobral (1998) e para B houve decréscimo da folha 1 até a folha 6 e depois um incremento até a folha 18.

Para o maracujazeiro amarelo não se conhece o comportamento dos nutrientes em função da idade da folha, nem se sabe em qual folha há maior concentração dos princípios ativos, tais como os flavonóides rutina e vitexina, verificando-se, na verdade, a ausência de critérios para a coleta das folhas que serão utilizadas para fins medicinais.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da posição da folha no ramo do maracujazeiro amarelo sobre os teores de vitexina, rutina, flavonóides totais e dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cl, B, Mn e Fe.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Campos do Goytacazes-RJ, com folhas coletadas em lavoura comercial de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). As sementes foram plantadas no início de setembro de 2002 em caixas de isopor, utilizando vermiculita como substrato. O plantio das mudas no campo ocorreu um mês e meio após a semeadura, em solo classificado como argissolo amarelo distrófico, com espaçamento de 3,5 x 2,0 m. O sistema de condução da cultura foi do tipo espaldeira. A adubação de plantio foi realizada com 1,5 kg de esterco de galinha, 16 g de N, 24,5 g de P, 26,6 g de K e 200 g de calcário dolomítico por cova. A adubação de formação, em cobertura, até 120 dias, foi feita com 35 g de N, 1,3 g de P e 37,4 g de K por planta, parcelada em 2 vezes. As plantas foram irrigadas por gotejamento de acordo com a demanda hídrica da planta e das condições climáticas.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, constando de 10 tratamentos: folhas 1 a 10 de um mesmo ramo crescido a pleno sol e quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 20 folhas coletadas de 20 plantas. Considerou-se como número 1 a folha com cerca de 3 cm de largura, descartando-se a brotação terminal.

A coleta das folhas, sem pecíolo, foi realizada em março de 2004, em plantas com 18 meses de idade, no horário de 7 às 9 horas. Nessa época as plantas apresentavam botões florais. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 45°C, durante 72 horas. O material foi então triturado em moinho (tipo Wiley) com peneira de 30 *mesh* e armazenado em frascos hermeticamente fechados.

Os nutrientes analisados foram: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cloro (Cl) e boro (B). O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965); o P, por colorimetria; o K, por fotometria de chama; Ca, Mg, Fe, Zn e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica; o S, por turbidimetria com cloreto de bário; o Cl, por titulometria com nitrato de prata e o B, pelo método da Azometina-H (Jones Jr. et al., 1991; Malavolta et al., 1997).

Os flavonóides totais, expressos como vitexina e os flavonóides rutina e vitexina foram determinados segundo metodologia de Pereira (2002) com

adaptações: na primeira etapa, 1 g de folha do maracujazeiro amarelo, seca e moída, foi submetido à extração com 10 mL de metanol em agitador, durante 24 horas, à temperatura ambiente. Após esse período, os extratos foram filtrados, utilizando-se papel de filtro de filtração rápida. O extrato recolhido em béquer de 50 mL foi colocado em capela de exaustão para evaporar o metanol, obtendo-se o extrato concentrado. Na segunda etapa, o extrato concentrado foi diluído com 2 mL de metanol:água na proporção de 2:1 e introduzido em cartucho Sep-Pak (Waters), com fase estacionária C-18 e eluído seqüencialmente com os seguintes solventes: a) 10 mL de metanol 60%, para a eluição completa dos flavonóides (Pereira, 2002), b) 5 mL de metanol 80% e 25 mL de metanol puro, para a limpeza do cartucho. Na terceira etapa o extrato eluído na fração metanol 60%, recolhido em béquer de 50 mL, previamente seco e pesado, foi colocado em banho de areia a 50°C, em capela de exaustão, para total evaporação do metanol e da água. Após esse procedimento, o béquer, com o material seco, foi pesado e, por diferença, calculou-se a quantidade de flavonóides nessa fração. Na quarta etapa, esses extratos pesados foram diluídos com 8 mL de metanol: água na proporção 2:1 e injetados 30 µl em cromatógrafo líquido Shimadzu equipado com coluna C-18. As condições cromatográficas foram as seguintes: fluxo de 0,8 mL, fase móvel constituída por solvente A (ácido fórmico 2%) e solvente B (acetonitrila), gradiente de eluição: 0-10 minutos 15% de B em A, 10-40 minutos 15-30% de B em A e de 40-45 minutos 30-15% de B em A. Entre as injeções de cada amostra a coluna foi reequilibrada por 10 minutos.

Para a análise quantitativa dos flavonóides rutina e vitexina, utilizou-se o método do padrão externo, empregando vitexina da marca Fluka[®] e rutina da marca Aldrich[®], como referências. Os pontos da curva padrão foram: 1,0, 0,75, 0,50 e 0,15 mg mL⁻¹, para rutina e 0,250, 0,125, 0,0625 e 0,0312 mg mL⁻¹, para vitexina. As soluções padrões foram preparadas em metanol e injetadas nas mesmas condições das amostras, obtendo-se as respectivas áreas. Com as áreas e as concentrações foram montadas as equações, do tipo $y = a + bx$, onde y = concentração e x = área. As áreas das amostras foram introduzidas nessa equação e obtidas as respectivas concentrações em mg mL⁻¹ e, ao final, multiplicado por 8, para obter as concentrações de rutina e vitexina em mg por grama de matéria seca. Os flavonóides totais, expressos em vitexina, foram

calculados, substituindo-se a área total de cada amostra na equação encontrada para o padrão de vitexina.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Para os dados quantitativos, foi utilizada análise de regressão polinomial, teste F da análise de variância da regressão e coeficientes do modelo estatisticamente significativo e maior R^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de rutina e de vitexina decresceram da folha 1 até a folha 4, estabilizando-se em seguida, entretanto, os conteúdos desses flavonóides incrementaram da folha 1 até a folha 8, estabilizando-se em seguida. Em relação à folha 1, o teor estimado de rutina na matéria seca da folha 10 decresceu de 5,91 para 3,82 mg g^{-1} , mas o conteúdo aumentou de 0,81 para 3,04 mg folha^{-1} (Figura 1A); para a vitexina, o teor diminuiu de 1,33 para 0,76 mg g^{-1} de matéria seca, mas o conteúdo aumentou de 0,18 para 0,60 mg folha^{-1} . (Figura 1B). Portanto, os teores de rutina e vitexina foram 55% e 75%, respectivamente, maiores na folha 1 do que na folha 10, entretanto, os conteúdos foram 73% e 71%, respectivamente, menores na folha 1 do que na folha 10.

Os teores e conteúdos de flavonóides totais expressos em vitexina seguiram o mesmo comportamento da rutina e da vitexina e variaram de 24 a 15 mg g^{-1} de matéria seca das folhas e 3,41 a 12,68 mg folha^{-1} , sendo o teor 60% maior na folha 1 em relação a folha 10 e o conteúdo 73% menor na folha 1 em relação a folha 10 (Figura 2).

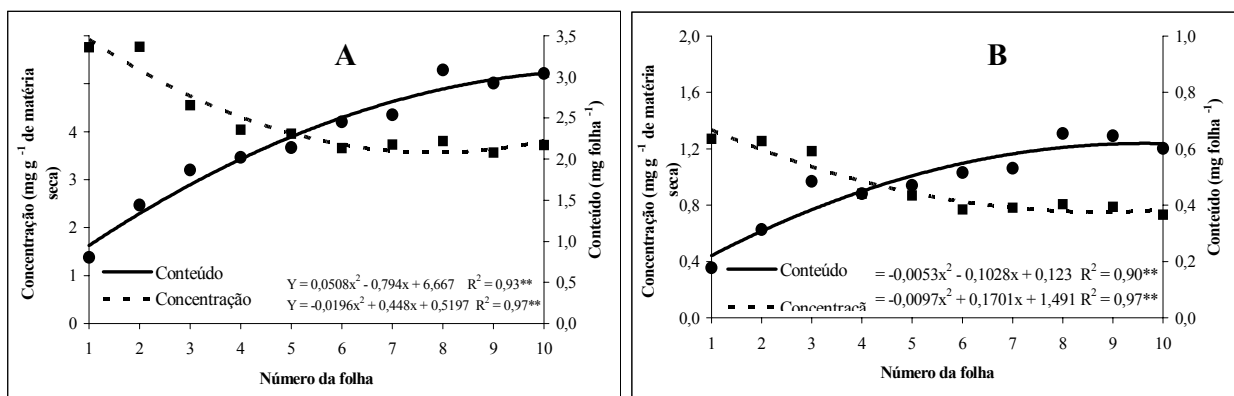


Figura 1. Teores e conteúdos de rutina (A) e vitexina (B) em função da posição da folha no ramo do maracujazeiro amarelo.

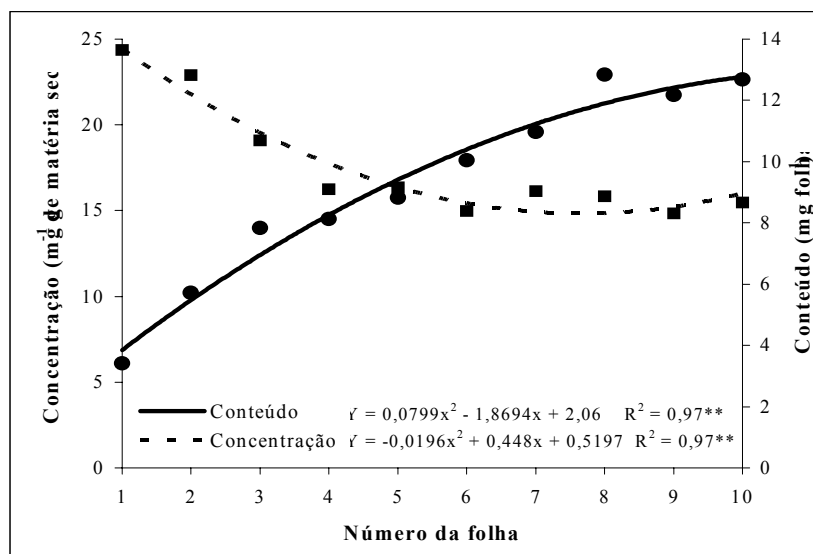


Figura 2. Teor e conteúdo de flavonóides totais, expressos em vitexina, em função da posição da folha no ramo do maracujazeiro amarelo.

Não foram encontradas informações sobre a influência da posição da folha sobre os teores de flavonóides em plantas. Langenheim et al. (1986) estudaram, em folha de plantas adultas de *Copaifera langsdorffii*, a influência da posição da folha na concentração de compostos fenólicos e verificaram que, a concentração desse metabólito era 46% maior em folhas novas, em relação a uma folha mais velha (folha 6). Os resultados encontrados no presente trabalho para teores de rutina, vitexina e flavonóides totais (Figuras 1A e 1B) assemelham-se aos encontrados para compostos fenólicos, onde os maiores teores foram verificados em folhas novas. Os conteúdos desses flavonóides foram, entretanto, mais baixos nas folhas mais novas. Langenheim et al. (1986) não apresentaram dados sobre o conteúdo dos compostos fenólicos nas folhas.

A Tabela 1 apresenta a distribuição percentual dos flavonóides totais contidos nas folhas do ramo do maracujazeiro. A folha 1 contém 3,7% dos flavonóides totais do ramo, enquanto que a folha 10 apresenta 13,6%. A mesma tendência foi observada para os teores de vitexina e rutina (Tabela 1). No presente trabalho, se fossem coletadas as 5 folhas mais novas do ramo de maracujazeiro elas conteriam apenas 36,5% dos flavonóides totais, ao passo que as 5 mais velhas conteriam 63,5% dos flavonóides do ramo; a mesma tendência ocorreu para rutina e vitexina (Tabela 1). Verifica-se, portanto, que é importante

conhecer quanto cada folha contém de flavonóides, pois, apesar de as folhas mais novas terem maior teor, maior rendimento de flavonóides será obtido com as folhas mais velhas, que possuem mais massa, apesar de teores um pouco mais baixos.

Tabela 1. Matéria seca por folha (g), distribuição percentual (%) e distribuição acumulada (%) dos flavonóides totais, vitexina e rutina no ramo do maracujazeiro amarelo.

N° da Folha	Matéria seca por folha	Distribuição percentual de Flavonóides totais em relação ao ramo	Distribuição acumulada de Flavonóides totais	Distribuição de Vitexina em relação ao ramo	Distribuição acumulada de Vitexina	Distribuição de Rutina em relação ao ramo	Distribuição acumulada de Rutina
1	0,14	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6
2	0,25	6,2	9,8	6,5	10,2	6,5	10,1
3	0,41	8,4	18,2	10,0	20,2	8,4	18,4
4	0,50	8,7	27,0	9,1	29,3	9,1	27,5
5	0,54	9,5	36,5	9,7	39,0	9,6	37,1
6	0,67	10,8	47,3	10,7	49,7	11,0	48,1
7	0,68	11,4	58,6	11,0	60,7	11,4	59,5
8	0,81	13,8	72,4	13,5	74,2	13,8	73,3
9	0,82	13,9	86,4	13,4	87,6	13,1	86,4
10	0,81	13,6	100,0	12,4	100,0	13,6	100,0

Os teores de flavonóides totais encontrados nas 10 folhas do ramo do maracujazeiro amarelo variaram de 24 a 15 mg g⁻¹ de matéria seca (Figura 2); portanto, tanto em folhas novas como nas velhas esses teores estavam dentro do preconizado pela Farmacopéia Européia. Pereira (2002) encontrou teores de flavonóides totais, expressos em vitexina, de 11,05 mg g⁻¹ de matéria seca em folhas de *Passiflora edulis* coletadas em junho, na cidade de Ribeirão Preto, e de 17 mg g⁻¹ de matéria seca em plantas coletadas em Minas Gerais, na mesma época. Esse autor não mencionou quais folhas foram coletadas para a realização dessas análises.

A composição mineral em relação à posição da folha no ramo do maracujazeiro amarelo é apresentada na Figura 3. Verifica-se que a folha 1, com teor estimado de 65 g kg⁻¹ de N, apresenta 25 % de N a mais em relação à folha 10 que tem 52 g kg⁻¹ (Figura 3A). Anten et al. (1998) verificaram em dicotiledôneas que o teor de N é determinado pela posição da folha, independente da luz, ou seja, a distribuição de N é regulado por processos ontogenéticos. Langenheim et al. (1986) determinaram o teor de nitrogênio nas folhas de

Copaifera langsdorffii em idades diferentes e verificaram que o teor de nitrogênio decresceu das folhas mais novas para as mais velhas, sendo 36% maior na folha mais nova em relação à folha mais velha, seguindo o mesmo comportamento encontrado no maracujazeiro amarelo. Essa tendência não é geral entre as plantas, pois, em coqueiro anão verde, Santos (2002) observou aumento no teor de N da folha 1 até a folha 6 e depois uma redução constante até a folha 18. Verifica-se, portanto, que a direção da variação nos teores nutricionais depende, tanto do nutriente, quanto da espécie em estudo.

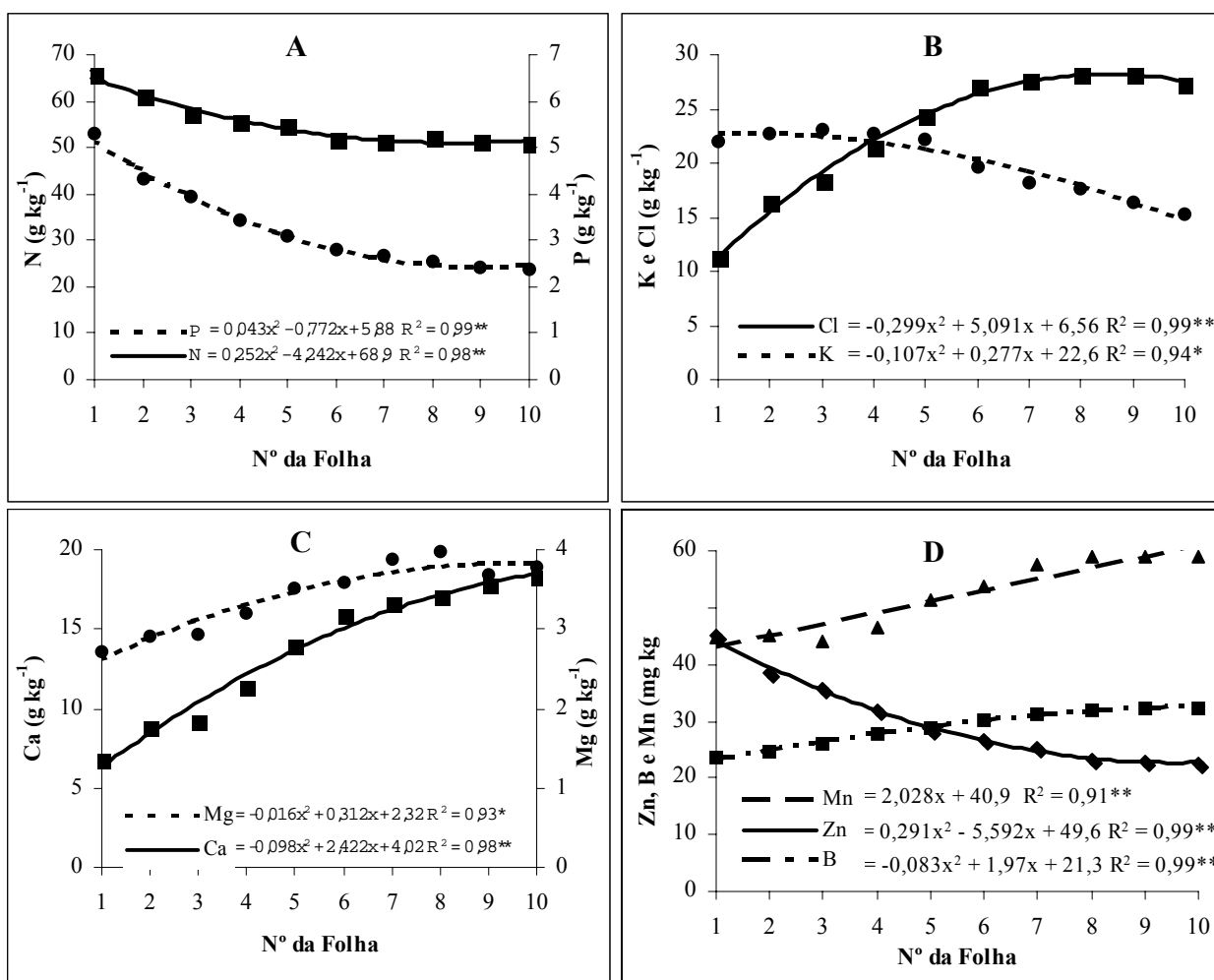


Figura 3. Teores de N, P, K, Cl, Ca, Mg, B, Mn e Zn em função da posição da folha no ramo do maracujazeiro amarelo.

Os teores de P foram maiores nas folhas novas (Figura 3A). A folha 1, com teor de P estimado de $5,15 \text{ g kg}^{-1}$, apresentou 109% de P a mais em relação a folha 10 com teor estimado de $2,46 \text{ g kg}^{-1}$. O fósforo é um nutriente móvel, sendo redistribuído a partir de órgãos mais velhos para órgãos novos, portanto,

uma diminuição do teor desse elemento ocorrerá à medida que as folhas envelhecem (Marschner, 1995; Malavolta et al., 1997). Também foi observado para o K, que a folha 1 com teor estimado de $22,8 \text{ g kg}^{-1}$, apresentava 55% a mais de K em relação a folha 10 (Figura 3B). Os resultados encontrados para os teores de P e K no maracujazeiro amarelo são similares aos encontrados por Sobral (1998) e Santos (2002) em coqueiro gigante e coqueiro anão verde, respectivamente, e Leitão e Silva (2004) em espécies arbóreas.

O incremento nos teores de Ca das folhas mais novas para as mais velhas (Figura 3C) já era esperado, uma vez que esse nutriente tem baixa mobilidade no floema (Marschner, 1995). A folha 1 com teor estimado de $6,3 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca, apresentou 66% a menos de cálcio em relação a folha 10. O Mg, apesar de ser um nutriente móvel no floema (Marschner, 1995), acumulou-se mais em folhas mais velhas, onde se verificou o teor estimado de $3,8 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, ou seja, 32% maiores que nas folhas mais novas (Figura 3C). Quispe (1977), trabalhando com cultivares de tomate e dois níveis de Mg (24 e 2 ppm de Mg) em solução nutritiva, observaram que os maiores teores de Mg foram encontrados em folhas velhas de tomate quando essas foram cultivadas na concentração de 24 ppm de Mg e nas folhas novas quando foram cultivados na dose de 2 ppm de Mg, ou seja, sob deficiência de Mg. Com base nesse trabalho, pode-se concluir que as plantas de maracujazeiro amarelo estavam bem supridas desse nutriente. Os resultados encontrados para Ca e Mg no maracujazeiro amarelo seguem a mesma tendência dos encontrados por Sobral (1998) e Santos (2002) para a cultura do coqueiro e Leitão e Silva (2004) em espécies arbóreas.

Os teores de S não variaram entre as folhas novas e velhas (Figura 3B), semelhante ao que foi encontrado por Santos (2002) em coqueiro anão verde e Leitão e Silva (2004) em espécies arbóreas. Os teores de Cl na folha 1 estimado em $11,3 \text{ g kg}^{-1}$, foram 59% menores que na folha 10 (Figura 3B). Entretanto, para o coqueiro anão verde, Santos (2002) não observou diferença nos teores de Cl entre as folhas mais novas e mais velhas.

Para o Fe não se verificou variação significativa entre as folhas estudadas, mas, para o Zn, verificou-se que a folha 1, com teor estimado de $44,3 \text{ mg kg}^{-1}$, apresentava teores 94% maiores do que a folha 10 (Figura 3D). Para o Mn observou-se que a folha 1, com teor estimado de 43 mg kg^{-1} , apresentava 29% a menos desse nutriente em relação à folha 10 (Figura 3D). Para nutrientes

pouco móveis como Fe, Zn e Mn a tendência é que se acumulem nas folhas mais velhas (Malavolta et al., 1997), entretanto, a variação dos teores de Fe e Zn entre as folhas do maracujazeiro foi diferente. Os teores de Fe não variaram entre as folhas do maracujazeiro amarelo e os teores de Zn foram maiores nas folhas novas do maracujazeiro amarelo. Para o coqueiro anão verde, Santos (2002) observou que os teores de Fe foram maiores nas folhas mais velhas, e os teores de Zn foram maiores nas folhas mais novas. Os teores de manganês foram maiores nas folhas mais velhas. Santos (2002) relata o mesmo comportamento do Mn para o coqueiro anão verde.

Para o boro, o teor estimado da folha 1 do maracujazeiro foi de 23,2 mg kg⁻¹, ou seja 29% menor do que a folha 10 (Figura 3D). O boro pode ser móvel ou imóvel no floema dependendo da espécie em estudo. Dale e Krystyna (1998) concluíram que o movimento do boro no floema depende dos polióis (manitol, sorbitol, etc.). Para o coqueiro anão verde, Santos (2002) observou que o teor de B decresceu da folha 1 até a 6 e aumentou até a folha 18. Trabalhando com folhas maduras de *Olea europaea* L. em idades diferentes, Fernandez-Escobar et. al. (1999), obtiveram maior teor de boro em folhas novas. Esses autores relatam que em *Olea europaea* L. o boro é mobilizado das folhas para flores e frutos. O comportamento diferente do encontrado para maracujazeiro amarelo, mais uma vez confirma que a variação nos teores nutricionais entre folhas de diferentes idades depende, tanto do nutriente quanto da espécie em estudo.

CONCLUSÕES

- A posição da folha no ramo influenciou os teores de rutina, vitexina e flavonóides totais os quais foram maiores nas folhas mais jovens;
- A posição da folha no ramo influenciou a composição mineral do maracujazeiro amarelo, sendo que os teores de N, P, K e Zn decresceram da folha 1 para a folha 10, enquanto que os de Ca, Mg, B, Cl e Mn aumentaram;
- Os teores de S e Fe não variaram significativamente com a posição da folha no ramo.

REFERÊNCIAS

- Antem, N.P.R., Miyazawa, K., Hikosaka, K., Nagashima, H, Hirose, T. (1998) Leaf nitrogen distribution in relation to leaf age and photon flux density in dominant and subordinate plants in dense stands of a dicotyledonous herb. *Oecologia*, v.113, p.314-324.
- Calixto, J.B., Santos, A.R.S., Filho, V.C., Yunes, R.A (1998) A review of the plants of genus *Phyllanthus*: their chemistry, pharmacology and therapeutic potential. *Medicinal Research Review*, v.18, p.225-258.
- Dale, G.B., Krystyna, M.L. (1998) Boron in plant structure and function. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.49, p.481-500.
- Dhawan, K., Dawan, S., Sharma, A. (2004) *Passiflora*: a review update. *Journal of Ethnopharmacology*, v.94, p.1-23.
- Fernandez-Escobar, R., Moreno, R., Garca-Creus, M. (1999) Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Scientia Horticulturae*, v.82, n. 1, p.25- 45.
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Jones Jr., J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991) *Plant Analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 213p.
- Langenheim, C.A., Macedo, C.A, Ross, M.K., Stubblebine, W.H. (1986). Leaf development in the tropical leguminous tree *Copaifera* in relation to microlepidopteran herbivory. *Biochemical Systematics and Ecology*, v.14, p.51-59.
- Leitão, A.C., Silva, O.A. da. (2004) Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea do cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. *Rodriguésia*. v. 55, nº. 84, p.127-136.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of higher plants*. 2 ed. San Diego: Academic Press, 889p.
- Moraes, M. de L.L. (1995) *Extração e análise de flavonóides em espécies brasileiras de Passiflora L.* Tese (Mestrado em Ciências, área de Concentração Química Analítica) - USP - SP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 94p.

- Paris, F de, Petry, R.D., Reginatto, F.H., Gosmann, G., Quevedo, J. Salqueiro, J. B., Kapczynski, F. Ortega, G.G., Schenkel, E.P. (2002) Pharmacochemical study of aqueous extracts of *Passiflora alata* Drynder and *Passiflora edulis* Sims. *Acta Farm. Bonaerense*, v.21, n.1, p.5-8.
- Pereira, C.A.M., Vilegas, J.H.Y. (2000) Constituintes químicos e farmacológicos do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata* Dryander, *P. Edulis* Sims e *P. Incarnata*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v.3, n.1, p.1-12.
- Pereira, C.A.M. (2002) *Estudos cromatográficos (HPLC, HPTLC, LC-MS) e análise microscópica das folhas de espécies de Passiflora L.* Tese (Doutorado em Ciência, área de concentração Química Analítica) - USP – SP, Universidade de São Paulo, 273p.
- Petry, R.D., Reginatto, F., Paris, G., Gosmann, J. Salqueiro, J. Quevedo, F. Kapezinski, G., Ortega, G.G., Schenkel., E.P. (2001) Comparative pharmacological study on hydroethanol extracts of *Passiflora alata* and *Passiflora edulis* leaves. *Pytotherapy Research* v. 15, p.162-164.
- Quispe, R.R. (1977) *Avaliação da “Eficiência em magnésio” de oito cultivares de tomateiro (Lycopersicon Esculentum, Mill) cultivada em solução nutritiva.* Tese Mestrado - Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, 46p.
- Santos, A.L. (2002) *Estabelecimento de normas de amostragem foliar para avaliação do estado nutricional e adubação mineral do coqueiro anão verde na região do norte fluminense.* Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos do Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 82p.
- Soulimani, R., Younos, C., Jarmouni, S., Boust, D.R., Mortier, F. (1997) Behavioral effects of *Passiflora incarnata* L. and its indole alkaloid and flavonoid derivatives and maltol in the mouse. *Journal of Ethnopharmacology*, v.57, n.1, p.11-20.
- Sobral, F.L. (1998) *Nutrição e adubação do coqueiro* In: Ferreira, J.M.S. Warwick, D.R.N., Siqueira, L.A., (eds). *A cultura do coqueiro no Brasil*. Aracaju: EMBRAPA-SPI, p.156-203.

4. ARTIGO N° 2

DEFICIÊNCIA MINERAL EM *PASSIFLORA alata* CURTIS: BIOPRODUÇÃO DE VITEXINA

Resumo - O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito das deficiências de macronutrientes e de boro sobre a bioprodução de vitexina em folhas de maracujazeiro doce. O trabalho foi realizado em casa-de-vegetação, em areia irrigada com solução nutritiva, em blocos casualizados completos, com oito tratamentos: completo, deficiente de nitrogênio (-N), deficiente de fósforo (-P), deficiente de potássio (-K), deficiente de cálcio (-Ca), deficiente de magnésio (-Mg), deficiente de enxofre (-S) e deficiente de boro (-B), com quatro repetições. Após 30 dias de aplicação dos tratamentos, coletou-se a 4ª folha totalmente expandida. Nos tratamentos deficientes, os teores de N, P, K, Ca, Mg, S e B, na matéria seca foliar do maracujazeiro doce, foram, respectivamente, 52, 53, 62, 76, 69, 31 e 80% menores que os do tratamento completo. As deficiências de N, P e K aumentaram os teores de vitexina nas folhas em 46, 16 e 18%, respectivamente, ao passo que as deficiências de Ca e B reduziram os teores de vitexina em 22 e 33%, respectivamente, em relação ao tratamento completo. As deficiências de Mg e S não tiveram efeito significativo nos teores de vitexina na folha. No tratamento completo, os teores de nutrientes e de vitexina obtidos, na matéria seca foliar do maracujazeiro doce, foram: 43,4 g kg⁻¹ de N, 2,47 g kg⁻¹ de P, 27,4 g kg⁻¹ de K, 15,6 g kg⁻¹ de Ca, 3,8 g kg⁻¹ de Mg, 5,28 g kg⁻¹ de S, 64 mg kg⁻¹ de B e 5,57 mg kg⁻¹ de vitexina.

Termos para indexação: nutrição mineral, maracujá doce, flavonóides.

MINERAL DEFICIENCY IN *Passiflora alata* CURTIS: VITEXIN BIOPRODUCTION

Abstract - The objective of the experiment was to evaluate the effect of the macronutrients and boron deficiencies on the bioproduction of vitexin in leaves of sweet passion fruit. The work was carried out in a greenhouse, in sand irrigated with nutrient solutions in randomized complete blocks, with four replications, and eight treatments: complete treatment (contained all essential nutrients), nitrogen-deficient (-N), phosphorus-deficient (-P), potassium-deficient (-K), calcium-deficient (-Ca), magnesium-deficient (-Mg), sulphur-deficient (-S) and boron-deficient (-B). After 30 days of application of the treatments, the fourth fully expanded leaf was harvested. Under the deficient treatments, the sweet passion fruit leaf dry matter concentrations of N, P, K, Ca, Mg, S and B were, respectively, 52, 53, 62, 76, 69, 31 and 80% lower than those in the complete one. Nitrogen, phosphorus and potassium deficiencies increased vitexin leaf concentration by 46, 16 and 18%, respectively, although Ca and B deficiencies decreased vitexin concentration by 22 and 33%, respectively, as compared to the complete treatment. Magnesium and sulfur deficiencies had no significant effect on the vitexin leaf concentration. Under the complete treatment, the concentrations of nutrients and vitexin, in leaf dry matter of the sweet passion fruit plant were: 43.4 g kg⁻¹ of N, 2.47 g kg⁻¹ of P, 27.4 g kg⁻¹ of K, 15.6 g kg⁻¹ of Ca, 3.8 g kg⁻¹ of Mg, 5.28 g kg⁻¹ of S, 64 mg kg⁻¹ of B and 5.57 mg kg⁻¹ of vitexin.

Key words: mineral nutrition, sweet passion fruit, flavonoids

INTRODUÇÃO

A espécie *Passiflora alata* Drynder, cujo classificador recentemente a corrigiu para *Passiflora alata* Curtis (Bernacci et al., 2003), é conhecida no Brasil como maracujá guaçu, maracujá guassu, maracujá de frescos, maracujá de comer, maracujá doce, maracujá do mato e em outros países por “fragrant granadilla” e “sweet passion fruit”. Sua principal importância econômica é o consumo *in natura* do fruto, pois sua polpa é muito saborosa e doce (Vasconcellos et al., 2001).

Essa espécie de *Passiflora* além de ser consumida como fruta, diretamente fresca, vem sendo utilizada como medicinal, sendo a espécie oficial da Farmacopéia Brasileira. As folhas de *Passiflora alata* possuem atividade ansiolítica, tanto em extrato hidroalcoólico como em extrato aquoso (Paris et al., 2002). Os principais constituintes químicos das folhas de *Passiflora alata* Curtis são: flavonóides, saponinas e esteróides (Doyama et al., 2005; Müller et al., 2005; Reginatto et al., 2001; Pereira e Vilegas, 2000, Moraes, 1995). Betti et al. (2004) demonstraram o envolvimento dos flavonóides na atividade ansiolítica da espécie de *Passiflora alata* Curtis.

A biossíntese dos metabólitos secundários, em muitos casos, como resposta aos mecanismos de interação da planta com o ambiente, pode ser desencadeada em condições de estresse. Dentre os fatores de estresse, a nutrição mineral é um dos que merece destaque, alguns autores (Lou e Baldwin, 2004; Mazzafera, 1999; Utumi et al., 1999; Figueira, 1998; Lima Filho et al., 1997), já observaram que a deficiência de nutrientes pode promover maior ou menor produção de metabólitos secundários. Entretanto, o aumento desses metabólitos em relação à disponibilidade de nutrientes no solo, pode variar entre as espécies de planta e com as diferentes rotas de biossíntese desses compostos (Haukioja et al., 1998).

Os flavonóides, pertencentes à classe de compostos fenólicos nas plantas, são derivados da fenilalanina (Mann, 2002; Dewick, 1997), essa reação de biossíntese é catalisada pela fenilalanina amônia liase (Taiz e Zeiger, 2004). Alguns estudos têm demonstrado que a atividade dessa enzima é modificada por fatores ambientais, como níveis de nutrientes (Camacho-Cristóbal et al., 2002; Ruiz et al., 1997; Gershenzon, 1984). No entanto, para espécie de *Passiflora alata* Curtis, não se conhece quais são as exigências nutricionais para que essa cultura produza flavonóides de interesse, em maiores quantidades.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito das deficiências de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e de boro sobre a bioprodução de vitexina em folhas de maracujazeiro doce.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada no Município de Campos dos Goytacazes, RJ, de 30/09/2004 a 29/02/2005. RJ (Latitude = 21° 19' 23"; Longitude = 41° 10' 40" W; Altitude = 14 m). Durante a condução do experimento, dentro da casa de vegetação, as temperaturas diárias máximas variaram, entre os meses, de 29,7 a 38,7°C, com média das máximas igual a 35,8°C, as temperaturas diárias mínimas entre 20,4 e 22,5°C, com média das mínimas igual a 21,6°C e a temperatura média diária variando de 27,4 a 30,9°C, com média igual a 29,6°C.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com oito tratamentos: completo (testemunha), deficiente em nitrogênio (-N), deficiente em fósforo (-P), deficiente em potássio (-K), deficiente em cálcio (-Ca), deficiente em magnésio (-Mg), deficiente em enxofre (-S) e deficiente em boro (-B), com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por uma caixa com 46 litros de areia lavada e duas plantas por caixa.

Foram utilizadas, como material propagativo, sementes retiradas de frutos de maracujazeiro doce, adquiridos no mês de setembro de 2004 no comércio de Campos dos Goytacazes-RJ, cuja origem da produção era a região de Campinas-SP. As sementes foram tratadas para a quebra de dormência utilizando-se de metodologias descritas por Martins et al. (2003) e D'êça et al. (2003), que consistia em escarificação com areia e imersão por 24 horas em ácido giberélico na concentração de 300 mg L⁻¹. A semeadura foi realizada em 30/09/2004 em bandejas de isopor de 72 células com capacidade para 100 mL de substrato/célula. O substrato utilizado foi areia lavada e o tempo de germinação foi em média 30 dias após a semeadura. As plântulas foram, inicialmente, irrigadas uma vez por dia com 5 mL/célula de solução nutritiva completa a 1/4 de força, sendo que este volume foi aumentando com o desenvolvimento das mudas.

No dia 15/11/2004 seis plântulas foram transplantadas por caixa. Essas caixas continham areia lavada, sendo que no fundo da caixa foram colocados oito litros de areia com granulometria maior que 1,5 mm e 38 litros com granulometria maior que 0,6 mm e menor que 1,5 mm (volume final 46 litros de areia por caixa). Essas plântulas foram irrigadas diariamente, por 10 dias, com solução nutritiva

completa de ½ força e depois força total. Com 15 dias que as plantas estavam nas caixas, foi realizado um desbaste, deixando três plantas por caixa. Com 64 dias de plantio eliminou-se uma planta por caixa, deixando ao final, as duas plantas mais uniformes. As plantas foram conduzidas em haste única até atingirem o arame superior da espaldeira, quando foram despontadas, realizando-se a condução de dois ramos laterais. Os ramos laterais (secundários) foram despontados quando atingiam 1,25 m, para induzir o crescimento dos ramos terciários e, assim, formar uma cortina. O espaçamento utilizado foi de 2,0 m entre linhas e 2,5 m caixas na linha.

Com 66 dias de plantio, a solução completa foi reduzida para 50% em todas as parcelas e sete dias após iniciou-se a imposição dos tratamentos, omitindo-se totalmente os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S e B nas parcelas respectivas. As soluções utilizadas no experimento encontram-se na Tabela 1, sendo que o pH delas foi sempre ajustado para 5,4.

Tabela 1. Composição das soluções nutritivas, completa e deficiente em N, P, K, Ca, Mg, S e B, utilizadas no experimento do maracujazeiro doce. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Solução estoque	Tratamentos							
	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B
	-----mL L ⁻¹ -----							
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O (2 mol L ⁻¹)	1,5	-	1,5	1,5	-	1,5	1,5	1,5
KNO ₃ (2 mol L ⁻¹)	2,0	-	2,0	-	2,0	2,0	2,0	2,0
MAP (1 mol L ⁻¹)	0,5	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
MgSO ₄ (1 mol L ⁻¹)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	2,0
FeEDTA (25 g L ⁻¹)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
MICRO*	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
H ₃ BO ₃ (25 mM)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-
(NH ₄) ₂ SO ₄ (1 mol L ⁻¹)	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5
NH ₄ Cl (1 mol L ⁻¹)	-	-	0,5	-	-	-	1,0	-
NaNO ₃ (2 mol L ⁻¹)	-	-	-	2,0	3,0	-	-	-
Na ₂ SO ₄ (1 mol L ⁻¹)	-	-	-	-	-	2,0	-	-
MgCl ₂ (1 mol L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	2,0	-
CaCl ₂ (2 mol L ⁻¹)	-	1,5	-	-	-	-	-	-
KCl (1 mol L ⁻¹)	-	2,5	-	-	-	-	-	-
KH ₂ PO ₄ (1 mol L ⁻¹)	-	0,5	-	-	-	-	-	-
K ₂ SO ₄ (0,5 mol L ⁻¹)	-	1,0	-	-	-	-	-	-

* Micro: ZnSO₄·7H₂O - 578 mg L⁻¹, CuSO₄·5H₂O - 0,125 mg L⁻¹, MnSO₄·H₂O - 845 mg L⁻¹, KCl -3728 mg L⁻¹, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O - 88 mg L⁻¹

A coleta da 4^a folha totalmente expandida, sem pecíolo, realizou-se 30 dias após a aplicação dos tratamentos (103 dias após o plantio), no horário de 7

às 9 horas. Foram coletadas 10 folhas por parcela, sendo que estas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 45°C, durante 72 horas.

O material foi então triturado em moinho (tipo Wiley) com peneira de 30 *mesh* e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Os nutrientes analisados foram: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu), nitrato (NO₃), cloro (Cl) e molibdênio (Mo). O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965); o P, por colorimetria; o K, por fotometria de chama; Ca, Mg, Fe, Zn, Mn e Cu por espectrofotometria de absorção atômica; o S, por turbidimetria com cloreto de bário; o Cl, por titulometria com nitrato de prata e o B, pelo método da Azometina-H (Jones Jr. et al., 1991; Malavolta et al., 1997). A análise de molibdênio foi realizada de acordo com a metodologia do iodeto de potássio, proposta por Yatsimirskii (1964) e descrita por Pessoa (1998).

A vitexina foi determinada segundo metodologia de Pereira (2002) com adaptações: na primeira etapa, 1 g de folha do maracujazeiro doce seca e moída foi submetido à extração com 10 mL de metanol em agitador, durante 24 horas, à temperatura ambiente. Após esse período, os extratos foram filtrados, utilizando-se papel de filtro de filtração rápida. O extrato recolhido em béquer de 50 mL foi colocado em capela de exaustão para evaporar o metanol, obtendo-se o extrato concentrado. Na segunda etapa, o extrato concentrado foi diluído com 2 mL de metanol:água na proporção de 2:1 e introduzido em cartucho Sep-Pak (Waters), com fase estacionária C-18 e eluído seqüencialmente com os seguintes solventes: a) 10 mL de metanol 60%, para a eluição completa dos flavonóides (Pereira, 2002), b) 5 mL de metanol 80% e 25 mL de metanol puro, para a limpeza do cartucho. Na terceira etapa o extrato eluído na fração metanol 60%, recolhido em béquer de 50 mL, previamente seco e pesado, foi colocado em banho de areia a 50°C, em capela de exaustão, para total evaporação do metanol e da água. Após esse procedimento, o béquer com o material seco foi pesado e, por diferença, calculou-se a quantidade de flavonóides nessa fração. Na quarta etapa, esses extratos pesados foram diluídos com 8 mL de metanol: água na proporção 2:1 e injetados 30 µl em cromatógrafo líquido Shimadzu equipado com coluna C-18. As condições cromatográficas foram as seguintes: fluxo de 0,8 mL, fase móvel constituída por solvente A (ácido fórmico 2%) e solvente B

(acetonitrila), gradiente de eluição: 0-10 minutos 15% de B em A, 10-40 minutos 15-30% de B em A e de 40-45 minutos 30-15% de B em A. Entre as amostras, a coluna foi reequilibrada por 10 minutos.

Para a análise quantitativa da vitexina, utilizou-se o método do padrão externo, empregando vitexina da marca Fluka[®], como referências. Os pontos da curva padrão foram: 0,25, 0,50, 0,75 e 1,0 mg mL⁻¹, para vitexina. As soluções padrões foram preparadas em metanol e injetadas nas mesmas condições das amostras, obtendo-se as respectivas áreas. Com as áreas e as concentrações foram montadas as equações, do tipo $y = a + bx$, onde y = concentração e x = área. As áreas das amostras foram introduzidas nessa equação e obtidas as respectivas concentrações em mg mL⁻¹ e, ao final, multiplicado por 8, para obter a concentração de vitexina em mg por grama de matéria seca.

Realizou-se análise de variância para as variáveis quantificadas no experimento, as médias foram comparadas, em relação à testemunha (tratamento completo), pelo teste bilateral de Dunnett a 5% de probabilidade. Utilizou-se o Sistema de Análise Estatística (SANEST), desenvolvido pelo CIAGRI (Centro de Informática na Agricultura) da Universidade de São Paulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas submetidas aos tratamentos com omissão de N na solução nutritiva apresentaram teores de N 52% menores que do tratamento completo. Nessa época, aos 30 dias após o início da aplicação dos tratamentos, as plantas já apresentavam sintomas visuais de deficiência de nitrogênio. O teor de vitexina nesse mesmo tratamento apresentou valores, 46% maiores, que o tratamento completo (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Lou e Baldwin (2004), trabalhando com plantas de *Nicotiana attenuata* em solução nutritiva. Esses autores observaram que os teores de flavonóides, como a rutina, eram maiores em plantas de *Nicotiana attenuata* cultivadas em solução com omissão de nitrogênio. Entretanto, esses autores não determinaram os teores de nitrogênio no tratamento com deficiência de N, nem relataram se as plantas apresentavam algum sintoma visual de deficiência.

Tabela 2. Teores de macronutrientes, boro e vitexina na 4ª folha totalmente expandida de maracujazeiro doce, após 30 dias de aplicação dos tratamentos. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Vitexina
	-----g kg ⁻¹ -----						mg kg ⁻¹	mg g ⁻¹
Completo	43,4	2,47	27,4	15,6	3,80	5,28	64,0	5,57
-N	20,9 ⁻	3,45 ⁺	28,1 ^{ns}	15,8 ^{ns}	4,88 ^{ns}	4,46 ^{ns}	84,7 ⁺	8,14 ⁺
-P	47,1 ^{ns}	1,17 ⁻	24,5 ^{ns}	11,9 ^{ns}	3,53 ^{ns}	4,51 ^{ns}	55,7 ^{ns}	6,46 ⁺
-K	42,9 ^{ns}	2,63 ^{ns}	10,3 ⁻	17,8 ^{ns}	7,68 ⁺	5,58 ^{ns}	77,4 ^{ns}	6,57 ⁺
-Ca	45,6 ^{ns}	2,71 ^{ns}	30,7 ^{ns}	3,77 ⁻	5,97 ⁺	4,32 ^{ns}	70,8 ^{ns}	4,36 ⁻
-Mg	49,0 ⁺	2,68 ^{ns}	33,1 ^{ns}	14,9 ^{ns}	1,18 ⁻	5,51 ^{ns}	99,6 ⁺	5,57 ^{ns}
-S	44,7 ^{ns}	2,57 ^{ns}	25,4 ^{ns}	13,7 ^{ns}	4,05 ^{ns}	3,66 ⁻	70,4 ^{ns}	5,61 ^{ns}
-B	43,9 ^{ns}	2,45 ^{ns}	25,1 ^{ns}	13,5 ^{ns}	3,88 ^{ns}	4,94 ^{ns}	12,8 ⁻	3,76 ⁻
CV (%)	6,21	9,83	12,4	14,5	15,0	14,3	13,2	3,54

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

- Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade.

Normalmente, o nitrogênio representa o nutriente mais exigido pelas culturas, uma vez que está presente na estrutura molecular de aminoácidos, ácidos nucléicos, pigmentos e metabólicos secundários (Taiz e Zeiger, 2004, Marschner, 1995). Portanto, a deficiência desse nutriente rapidamente inibe o crescimento vegetal. As plantas com deficiência de nitrogênio desenvolvem-se lentamente e acumulam carboidratos que não podem ser usados para a síntese de aminoácidos e outros compostos nitrogenados (Taiz e Zeiger, 2004). Diversos grupos de fenólicos, fenilpropanóides e derivados (flavonóides, taninos condensados e ligninas) são produzidos pela fenilalanina e, conseqüentemente, competem diretamente com a síntese de proteínas. Nesse sentido os teores de compostos fenólicos seriam menores em condições de alto suprimento de nitrogênio e maiores em condições de deficiência desse nutriente (Haukioja et al., 1998).

No tratamento com omissão de P houve uma redução de 53% nos teores desse nutriente e um incremento de 16% nos teores de vitexina, em relação ao tratamento completo (Tabela 2). Plantas deficientes de fósforo acumulam carboidratos, ocorrendo um desvio da rota para formação do ácido chiquímico, produzindo no final do metabolismo as antocianinas, sendo estas, responsáveis pela coloração violeta observada em folhas de plantas deficientes de fósforo (Taiz e Zeiger, 2004). As antocianinas pertencem à classe dos flavonóides (Zuanazzi, 2002; Mann, 2001; Dewick, 1997) e, possivelmente, esse nutriente também

poderá estar atuando na biossíntese de outros flavonóides. Mendes et al. (2005), estudando a relação entre concentração de flavonóides totais na folhas de fava d'anta e diferentes níveis de fósforo, em solução nutritiva, observaram que as plantas cultivadas nas menores doses de P tiveram uma produção 20% maior de flavonóides totais. Esses autores não determinaram os teores de fósforo nessas plantas.

A deficiência de K ocasionou a redução deste nutriente em folhas de maracujazeiro doce de 62% em relação ao tratamento completo. Para os teores de vitexina, houve aumento em torno de 18%, quando as plantas foram cultivadas na omissão de K (Tabela 2). Segundo Gershenzon (1984), em plantas com deficiência de K, os teores de compostos fenólicos podem aumentar ou diminuir dependendo da espécie e do composto fenólico em estudo, por exemplo, em plantas de *Nicotiana tabacum* os teores de flavonóides glicosilados foram incrementados na deficiência K, porém em plantas de *Lycopersicon esculentum* a deficiência de K diminui os teores desses compostos.

Estudando os efeitos da adubação potássica nos teores de isoflavonóides em soja, Vyn et al. (2002) concluíram que houve incrementos significativos dos isoflavonóides sempre acompanhados de um significativo incremento de potássio nas folhas. Esses autores observaram incrementos de 28% no teor do isoflavonóide genisteína em plantas adubadas com potássio e os teores de potássio foliares eram 33% maiores em relação às folhas de soja sem adubação.

Os menores teores de vitexina, 4,36 e 3,76 mg g⁻¹ de matéria seca, foram obtidos nas plantas cultivadas na omissão de Ca e B, respectivamente (Tabela 2). Os teores foliares desses nutrientes nesses tratamentos foram 76 e 80% menores em relação ao tratamento completo. Ressalta-se que, na época em que essas análises foram realizadas, as plantas cultivadas sob deficiência de Ca apresentavam sintomas visuais de deficiência, enquanto no tratamento -B as plantas não apresentavam sintomas visuais de deficiência.

As classes dos compostos fenólicos nas plantas são derivadas da fenilalanina, cuja reação de biossíntese é catalisada pela enzima fenilalanina amônia liase (PAL) (Taiz e Zeiger, 2002). Estudos com diversas espécies de plantas têm demonstrado que a atividade da enzima PAL é modificada por fatores ambientais como níveis de nutrientes (Camacho-Cristóbal et al., 2002; Ruiz et al., 1997; Gershenzon, 1984). Estudos de Nakao et al. (1999) com cultura de células

de *Polygonum hydropiper*, mostraram que a elevada concentração de cálcio no meio de cultura teve um papel importante na ativação da biossíntese de flavonol, entretanto, para outros compostos fenólicos não foi observado esse comportamento.

Dentre os micronutrientes, o boro atua em pontos das rotas metabólicas, um dos quais é regulando o metabolismo dos compostos fenólicos (Marschner, 1995). Rajaratnam e Hock (1975), trabalhando com teores de boro foliar em plântulas de dendezeiro, observaram que com o aumento do teor de boro foliar ocorria redução na infestação de ácaro vermelho (*Tetranychus piroeii*). Esses autores observaram que havia uma correlação entre teor de boro na folha e a produção de cianidina, ou seja, o aumento do teor de boro na folha aumenta o teor de cianidina na folha e que, possivelmente, esse composto seria tóxico ao ácaro. Cianidina é uma antocianina formada pela mesma rota dos flavonóis (Dewick, 1997).

Estudando teores de fenóis totais em folhas de tabaco cultivado na presença de diferentes concentrações de boro em solução nutritiva, Ruiz et al. (1997) observaram que houve um incremento na concentração de fenóis totais nos tratamentos com dose mínima de boro (0,5 μmol de H_3BO_3) e na dose máxima (20 μmol de H_3BO_3) utilizada no experimento. Também foi observado por esses autores que nesses mesmos tratamentos a atividade da PAL foi incrementada. Camacho-Cristóbal et al. (2002) observaram incrementos nos teores de carboidrato foliar e nos teores de compostos fenólicos em plantas de tabaco crescidas em condições de deficiência de boro, quando comparadas ao controle, com incrementos na atividade da PAL. Nessas condições, tanto a qualidade quanto a quantidade desses compostos foram influenciados.

As deficiências de Mg e S, apesar de provocarem, respectivamente, redução de 69 e 31% nos teores desses nutrientes, não afetaram os teores de vitexina (Tabela 2). Para o S, Gershenzon (1984) relata que a deficiência pode, dependendo da espécie da planta, aumentar, diminuir ou não ter efeito na produção dos flavonóides glicosilados. Não foram encontrados relatos na literatura sobre o papel do Mg no metabolismo desse composto.

Observa-se que os teores de Fe, Mn, Zn e Cu nas folhas do maracujazeiro doce não foram afetados pelas deficiências minerais induzidas, não diferindo do tratamento completo (Tabela 3). Entretanto, os teores de molibdênio

foram maiores nos tratamentos com deficiência de N, S e B. O efeito inibitório do sulfato na absorção do íon molibdênio pode explicar o aumento do teor de Mo nas plantas deficientes de S (Malavolta et al.; 1997, Marschner, 1995). Os teores de nitrato foram menores apenas no tratamento com omissão de N, conforme esperado. Os teores de cloro foram maiores no tratamento com omissão de S porque nesse tratamento o sulfato foi substituído por cloreto para manter a neutralidade da solução (Tabela 1).

Tabela 3. Teores de micronutrientes na 4ª folha totalmente expandida de maracujazeiro doce, após 30 dias de aplicação dos tratamentos. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	NO ₃	Cl
	-----mg kg ⁻¹ -----				-----g kg ⁻¹ -----		
Completo	116	80	22	2,25	0,22	0,68	4,05
-N	102 ^{ns}	71 ^{ns}	19 ^{ns}	2,18 ^{ns}	0,49 ⁺	0,25 ⁻	3,12 ^{ns}
-P	98 ^{ns}	67 ^{ns}	30 ^{ns}	2,76 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,63 ^{ns}	4,88 ^{ns}
-K	117 ^{ns}	92 ^{ns}	28 ^{ns}	1,96 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,56 ^{ns}	4,15 ^{ns}
-Ca	116 ^{ns}	85 ^{ns}	25 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,67 ^{ns}	3,61 ^{ns}
-Mg	116 ^{ns}	76 ^{ns}	27 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,54 ^{ns}	3,71 ^{ns}
-S	118 ^{ns}	98 ^{ns}	30 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,76 ⁺	0,49 ^{ns}	8,75 ⁺
-B	113 ^{ns}	69 ^{ns}	22 ^{ns}	2,35 ^{ns}	0,47 ⁺	0,71 ^{ns}	3,61 ^{ns}
CV (%)	11,7	20,5	17,7	17,7	27,3	27,2	10,6

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

- Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

ns - Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade

CONCLUSÕES

- As deficiências de N, P e K aumentaram os teores de vitexina nas folhas do maracujazeiro doce em 46, 18 e 16%, respectivamente, mas as deficiências de Ca e B os reduziram em 22 e 33%, respectivamente;
- As deficiências de Mg e S, apesar de terem reduzido os teores foliares desses nutrientes em 61 e 31%, respectivamente, não alteraram os teores de vitexina;
- No tratamento completo, os teores de nutrientes e de vitexina obtidos, respectivamente, na matéria seca foliar do maracujazeiro doce, foram: 43,4 g kg⁻¹ de N, 2,47 g kg⁻¹ de P, 27,4 g kg⁻¹ de K, 15,6 g kg⁻¹ de Ca, 3,8 g kg⁻¹ de Mg, 5,28 g kg⁻¹ de S, 64 mg kg⁻¹ de B e 5,57 mg kg⁻¹ de vitexina.

REFERÊNCIAS

- Bernacci, L.C., Meletti L.M.M., Soares-Scott, M.D. (2003) Maracujá-doce: o autor, a obra e a data da publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol.25, n.2, p.355-356.
- Betti, A. H, Provensi, G, Fenner, R, Kliemann, M, Heckler, A. P.M., Munari, I.M, Fornari, P.E, Gosmann, G., Rates, S. M. K (2004) Investigação da atividade ansiolítica/sedativa de uma fração de flavonóides e uma fração de saponinas purificadas de *Passiflora alata* Dryander (PASSIFLORACEAE). . In: XII Jornadas de Jovens Pesquisadores da Associação de Universidades do Grupo Montevideo, 2004, Curitiba. Resumos. p. 94.
- Camacho-Cristóbal, J.J., Anzelloti, D., Gonzáles-Fontes, A. (2002) Changes in phenolic metabolism of tobacco plants during short-term boron deficiency. *Plant Physiology and Biochemistry*, Elsevier, v.40, p.997-1002.
- D'êça, C.S.,B.D., Rodrigues, E.F., Martins, M.R., Rodrigues, R.C.M. (2003) Efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico sobre a germinação de sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goyatacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Dewick, P.M. (1997) *Medicinal natural products: a biosynthetic approach*. West Sussex (England): John Wiley e Sons, 466p.
- Dhawan, K., Dhawan, S., Sharma, A. (2004) Passiflora: a review update. *Journal of Ethnopharmacology*, v.94, p.1-23.
- Doyama, J.T., Rodrigues, H.G., Novelli, E.L.B., Cereda, E., Vilegas, W. (2005) Chemical investigation and effects of the tea of *Passiflora alata* on biochemical parameters in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, v.96, p.371-374.
- Figueira, G.M. (1998) Nutrição mineral, produção e concentração de artemisinina em *Artemisia annua* L. In: Ming, L.C., coord. *Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica*. Botucatu: UNESP, n.1, p.89-107
- Gershenzon, J. (1984) Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. In: Timmermann, B.N., Steelink, C., Loewus, F.A. (eds.). *Phytochemical adaptations to stress*, p.273-230.
- Haukioja E., Ossipov V., Koricheva, J., Honkanen, T., Larsson, S., Lempa, K. (1998) Biosynthetic origin of carbon-based secondary compounds: cause of variable responses of woody plants to fertilization? *Chemoecology*, v.8, p.133-139.

- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Jones, JR., J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991) *Plant Analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 213p.
- Lima Filho, O.F. de, Malavolta, E. Yabico, H.Y. (1997) Influência de estresses nutricionais no teor e produção de esteviosídeo durante o desenvolvimento da estévia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v.32, n.5, p.135-140
- Lou, Y., Baldwin, I.T. (2004) Nitrogen supply influences herbivore-induced direct and indirect defenses and transcriptional responses in *Nicotiana attenuata*. *Plant Physiology*, American Society of Plant Biologists, v.135, p.496-506.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Mann, J. (2001) *Secondary metabolism*. 2 ed. Oxford: Oxford Science, 374p
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of higher plants*. 2 ed. San Diego: Academic Press, 889p.
- Martins, M.R., Pereira Junior, J.C., Gomes, J.J.A., Rodrigues, R.C.M., Araújo, J.R.G. (2003) Avaliação de métodos de extração da mucilagem e de superação da dormência em sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goyatacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Mazzafera, P. (1999) Mineral nutrition and caffeine content in coffee leaves. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.2, p.387-391.
- Mendes, A.D.R., Martins, E.R., Fernandes, L.A., Marques, C.C.L. (2005) Produção de biomassa e de flavonóides totais por fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth) sob diferentes níveis de fósforo em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v.7, n.2, p.7-112.
- Moraes, M. de L.L. (1995) *Extração e análise de flavonóides em espécies Brasileiras de Passiflora L*. Tese (Mestrado em Ciências, área de Concentração Química Analítica) - USP - SP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 94p.
- Müller, S.D., Vasconcelos, S.B., Coelho, M., Biavatti, M.W. (2005) LC and UV determination of flavonoids from *Passiflora alata* medicinal extracts and leaves. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, v.37, p.399-403
- Nakao, M., Ono, K., Takio, S. (1999) The effect of calcium on flavonol production in cell suspension cultures of *Polygonum hydropiper*. *Plant Cell Reports*, Springer-Verlag, v.18, p.759-763.

- Paris, F. de, Petry, R.D., Reginatto, F.H., Gosmann, G., Quevedo, J. Salqueiro, J.B., Kapczinski, F. Ortega, G.G., Schenkel, E.P. (2002) Pharmacochemical study of aqueous extracts os *Passiflora alata* Drynder and *Passiflora edulis* Sims. *Acta Farm. Bonaerense*, v.21, n.1, p.5-8.
- Pereira, C.A.M., Vilegas, J.H.Y. (2000) Constituintes químicos e farmacológicos do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata* Dryander, *P. Edulis* Sims e *P. Incarnata*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v.3, n.1, p 1-12.
- Pessoa, A.C. dos S. (1998) Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Rajaratnam, J.A., Hock, L.I. (1975) Effect of boron nutrition on intensity of red spider mite attack on oil palm seedlings. *Expl. Agric.* v.2, p.59-63.
- Reginatto, F.H., Kauffmann, C., Schripsema, J., Guillaume, D., Gosmann, G., Schenkel, E.P. (2001) Steroidal and triterpenoidal Glucosides from *Passiflora alata*. *Journal Brazilian Chemical Society*, v.12, n.1, p.32-36.
- Ruiz, J.M., Bretones, G., Bachour, M., Ragala, L., Belakbir, A., Romero, L. (1997) Relationship between boron and phenolic metabolism in *Tabacco* leaves. *Phytochemistry*, v.48, n.2, p.269-272.
- Taiz L., Zeiger E. (2004) *Plant Physiology*. Redwood City (California): The Benjamin/Commings Publishing, 690p.
- Utumi, M.M., Monnerat, P.H., Pereira, P.R.G., Fontes, P.C.R., Godinho, V. de P. C. (1999) Deficiência de macronutrientes em estêvia: sintomas visuais e efeitos no crescimento, composição mineral e produção de esteviosídeo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.6, p.1039-1043.
- Vasconcellos, M.A. da S., Savazaki, E.T., Grassi Filho, H., Busquet, R.N.B., Mosca, J.L. (2001) Caracterização física e quantidade de nutrientes em frutos de maracujá doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.23, n.3, p.690-694.
- Vyn, T.J., Yin, X., Bruulsema, T.W., Jackson, C.C. (2002) Potassium fertilization effects on isoflavone concentrations in soybean [*Glycine max* (L.) Merr. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.50, p. 3501-3506.
- Zuanazzi, J.A.S. (2002) Flavonóides. In: Simões, C.M.O., Schenzel, E.P., Gosmann, G., Melo, J.C.P de, Mentz, L.A., Petrovick, P.R. coord. *Farmacognosia da planta ao medicamento*. Porto Alegre: UFRGS, p. 499-525.

6. ARTIGO N° 3

DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES E BORO EM MARACUJAZEIRO DOCE: SINTOMAS VISUAIS

Resumo - Conduziu-se um experimento em casa de vegetação com o objetivo de caracterizar os sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e de B em folhas e frutos de maracujazeiro doce. A unidade experimental foi uma caixa de plástico com 46 kg de areia lavada, contendo duas plantas por caixa, irrigadas com solução nutritiva. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com oito tratamentos: solução completa, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S e -B, com quatro repetições. Verificou-se, até 85 dias após o início da aplicação dos tratamentos, evidências de sintomas visuais de cada nutriente nas folhas. -N: Clorose generalizada e queda prematura das folhas; -P: Folhas velhas com coloração verde escuro brilhante que com progressão da deficiência surgiam manchas claras; -K: clorose e posterior necrose na porção basal da nervura central das folhas velhas que progrediam para as bordas e queda das folhas; -Ca: deformação e necrose nas bordas das folhas novas; -Mg: Folhas velhas com clorose internerval; -S: Clorose das folhas novas com pequenas manchas mais claras e -B: Folhas novas com aspecto coriáceo e ondulação nos bordos. Os sintomas visuais observados nos frutos foram: -N: cor verde amarelada e aspecto translúcido; -K: enrugamento do epicarpo com conseqüente murchamento do fruto; -Ca: rachaduras no epicarpo e no mesocarpo e podridão apical dos frutos e -B: manchas de cortiça na casca.

Termos para indexação: *Passiflora alata* Curtis, nutrientes minerais, folha, fruto

DEFICIENCY OF MACRONUTRIENTES AND BORON IN SWEET PASSION FRUIT PLANT: VISUAL SYMPTOMS

Summary - An experiment was carried out in a greenhouse with the objective of characterizing the visual symptoms of macronutrients and of B deficiency the in leaves and fruits of sweet passion fruit. The experimental unity was a plastic box filled with 46 kg of river sand containing two plants irrigated with nutrient solutions. The experimental design was in randomized complete blocks with eight treatments and four replicates, as follows: Complete nutrient solution, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S and -B. After 85 days of inducing the deficiencies characteristic visual symptoms of deficiency were evident in the leaves. - N: uniform chlorosis and premature fall of leaves; - P: old leaves with dark green color and, later, white spots on the surface of the leaves; - K: chlorosis and subsequent necrosis of the basal portion of the central rib of old leaves that progressed to the borders, and fall of the leaves; - Ca: deformation and necrosis of the borders of new leaves; - Mg: old leaves with internerval chlorosis; - S: chlorosis of new leaves with small colorless spots and - B: new leaves with coriaceous aspect and undulation in the boards. The visual symptoms of deficiency observed in the fruits were: - N: yellowish green color and translucent aspect; - K: wrinkling of the epicarp with consequent wilting of the fruit; - Ca: cracks in the epicarp and in the mesocarp and apical rot of the fruits and - B: cork stains on the peel.

key words: *Passiflora alata* Curtis, mineral nutrients, leaves, fruit

INTRODUÇÃO

A espécie *Passiflora alata* Curtis, conhecida como maracujá doce, é a segunda espécie de maior importância para o Brasil, particularmente no Estado de São Paulo, onde entre os anos de 2000 e 2004 representou de 3,6 a 5,7%, com média de 4,5% do total de maracujá comercializado na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2005). Entretanto, as informações existentes na literatura sobre nutrição mineral do maracujazeiro doce são escassas, principalmente com relação aos sintomas de deficiência visual nas folhas e frutos.

O diagnóstico visual consiste em caracterizar, descrever e/ou, fotografar, mais precoce e detalhadamente possível, os sintomas de deficiência/toxidez na planta-problema e compará-los com os sintomas-padrões de deficiência/toxidez para cada nutriente descrito na literatura, para aquela espécie ou variedade, se possível. Com base nessa comparação, é feito o diagnóstico do estado nutricional da planta (Fontes, 2001). Segundo Malavolta et al. (1997) e Sanzonowicz e Andrade (2005), as funções desempenhadas por determinado nutriente, como constituinte de compostos orgânicos independe da espécie, razão pela qual os sintomas de carência, em linhas gerais, se assemelham em diferentes espécies de plantas. Entretanto, a deficiência de um nutriente específico não afeta, necessariamente, o mesmo processo metabólico em todas as espécies. Nesse caso, é possível que os sintomas de sua deficiência em uma espécie não sejam os mesmos em outra (Fontes, 2001).

Cereda et al. (1991) relataram os sintomas de deficiência visual nas folhas para o maracujazeiro doce. No referido estudo, as plantas foram colhidas com 70 dias de idade e os autores obtiveram peso fresco das plantas que variaram de 28,32 g por planta no tratamento sem Mg a 2,00 g por planta no tratamento sem N, sendo que no tratamento completo, o peso obtido foi de 13,47 g por planta. Neste trabalho, para a identificação das deficiências de nutrientes em maracujazeiro doce, os autores descrevem e comparam os sintomas observados, em relação às descrições para maracujazeiro amarelo e concluem que os sintomas visuais são semelhantes entre as duas espécies de *Passiflora*.

Fernandes et al. (1991), trabalhando em solução nutritiva com o objetivo de caracterizar os sintomas de deficiência de macronutrientes em maracujazeiro amarelo, observaram que durante o período de avaliação do experimento, 55 dias após o transplante, só foi possível verificar sintomas de deficiência de N e Mg, iniciado aos oito e quinze dias, respectivamente. Para P, K, Ca e S não foi possível caracterizar sintomas visuais nesse período. No referido estudo, os autores obtiveram peso fresco da parte aérea das plantas que variaram de 71,56 g por planta no tratamento sem S a 2,27 g por planta no tratamento sem N, sendo que no tratamento completo, o peso obtido foi de 54,4 g por planta. Martinez e Araújo (2001) relatam em trabalho realizado em Viçosa-MG que, os sintomas de deficiência de potássio em maracujazeiro amarelo não foram muito evidentes durante o tempo de condução do experimento, assim como os sintomas de

deficiência de P, em plantas de 76 dias de idade, mantidas sob omissão de K e P por 36 dias em solução nutritiva.

Resultados contraditórios como os verificados nos trabalhos de Cereda et al. (1991), Fernandes et al. (1991) e nos relatados por Martinez e Araújo (2001), aliado a ausência de outras informações acerca do desenvolvimento e da sintomatologia do maracujazeiro em função de deficiência nutricional, demonstram a necessidade da realização de estudos neste sentido, notadamente na avaliação dos sintomas de deficiência das plantas, por maior tempo de omissão de nutrientes.

O presente trabalho teve, portanto, como objetivo descrever e caracterizar os sintomas de deficiência dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S e B em folhas e frutos de maracujazeiro doce.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada no Município de Campos dos Goytacazes, RJ, de 30/09/2004 a 12/11/2005, (Latitude = 21°19'23"; Longitude = 41°10'40" W; Altitude = 14 m). Durante a condução do experimento, dentro da casa de vegetação, as temperaturas diárias máximas variaram, entre os meses, de 29,7 a 38,7°C, com média das máximas igual a 35,1°C, as temperaturas diárias mínimas entre 17,5 e 22,5°C, com média das mínimas igual a 20,2°C e a temperatura média diária variando de 24,5 a 32,5°C, com média igual a 28,7°C.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com oito tratamentos: completo (testemunha), deficiente em nitrogênio (-N), deficiente em fósforo (-P), deficiente em potássio (-K), deficiente em cálcio (-Ca), deficiente em magnésio (-Mg), deficiente em enxofre (-S) e deficiente em boro (-B), com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por uma caixa com 46 litros de areia lavada e duas plantas por caixa.

Durante o crescimento das plantas sob deficiência, quando essas apresentavam sintomas de deficiência muito severos que conduziram à morte ou que impediriam o florescimento e/ou frutificação, foi necessário reaplicar soluções contendo o nutriente sob deficiência. Neste sentido, aplicou-se, nos tratamentos - N, -K e -Mg, solução completa por um período de cinco dias. Nos tratamentos -

Ca e -B, a solução completa foi colocada por um período de 30 dias. Para os tratamentos -P e -S, aplicou-se, por cinco dias, solução contendo 10 e 20% de cada nutriente específico.

Utilizou-se como material propagativo sementes retiradas de frutos de maracujazeiro doce, adquiridos no mês de setembro de 2004 no comércio de Campos dos Goytacazes-RJ, cuja origem da produção era a região de Campinas-SP. As sementes foram tratadas para a quebra de dormência utilizando-se de metodologias descritas por Martins et al. (2003) e D'êça et al. (2003), que consistia em escarificação com areia e imersão por 24 horas em ácido giberélico na concentração de 300 mg L⁻¹. O plantio foi realizado em 30/09/2004 em bandejas de isopor de 72 células com capacidade para 100 mL de substrato/célula. O substrato utilizado foi areia lavada e o tempo de germinação foi em média 30 dias após o plantio. As plântulas foram, inicialmente, irrigadas uma vez por dia com 5 mL/célula de solução completa 1/4 força, sendo que este volume foi aumentando com o desenvolvimento das mudas.

No dia 15/11/2004 seis plântulas foram transplantadas por caixa. Essas caixas continham areia lavada, sendo que no fundo da caixa colocou-se oito litros de areia com granulometria maior que 1,5 mm e 38 litros com granulometria maior que 0,6 mm, com volume final de 46 litros de areia por caixa. Essas plântulas foram irrigadas diariamente, por 10 dias, com solução nutritiva completa de ½ força e depois força total. Com 15 dias que as plantas estavam nas caixas, foi realizado um desbaste, deixando três plantas por caixa. Com 64 dias de plantio eliminou-se uma planta por caixa, deixando ao final, as duas plantas mais uniformes. As plantas foram conduzidas em haste única até atingirem o arame superior da espaldeira, quando foram despontadas, realizando-se a condução de dois ramos laterais. Os ramos laterais foram podados quando atingiam 1,25 m, para induzir o crescimento dos ramos terciários e, assim, formar uma cortina. O espaçamento utilizado foi de 2,0 m entre linhas e 2,5 m entre caixas na linha.

Com 66 dias de plantio, a solução completa foi reduzida para 50% em todos os tratamentos. Nos tratamentos com deficiência induzida, houve omissão total de N, P, K, Ca, Mg, S e B a partir de 73 dias após o plantio. As soluções utilizadas no experimento encontram-se na Tabela 1, sendo que o pH delas foi sempre ajustado para 5,4.

Tabela 1. Composição das soluções nutritivas, completa e deficiente em N, P, K, Ca, Mg, S e B, utilizadas no experimento do maracujazeiro doce. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Solução estoque	Tratamentos							
	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B
	-----mL L ⁻¹ -----							
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O (2 mol L ⁻¹)	1,5	-	1,5	1,5	-	1,5	1,5	1,5
KNO ₃ (2 mol L ⁻¹)	2,0	-	2,0	-	2,0	2,0	2,0	2,0
MAP (1 mol L ⁻¹)	0,5	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
MgSO ₄ (1 mol L ⁻¹)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	2,0
FeEDTA (25 g L ⁻¹)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
MICRO*	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
H ₃ BO ₃ (25 mM)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-
(NH ₄) ₂ SO ₄ (1 mol L ⁻¹)	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5
NH ₄ Cl (1 mol L ⁻¹)	-	-	0,5	-	-	-	1,0	-
NaNO ₃ (2 mol L ⁻¹)	-	-	-	2,0	3,0	-	-	-
Na ₂ SO ₄ (1 mol L ⁻¹)	-	-	-	-	-	2,0	-	-
MgCl ₂ (1 mol L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	2,0	-
CaCl ₂ (2 mol L ⁻¹)	-	1,5	-	-	-	-	-	-
KCl (1 mol L ⁻¹)	-	2,5	-	-	-	-	-	-
KH ₂ PO ₄ (1 mol L ⁻¹)	-	0,5	-	-	-	-	-	-
K ₂ SO ₄ (0,5 mol L ⁻¹)	-	1,0	-	-	-	-	-	-

* Micro: ZnSO₄·7H₂O - 578 mg L⁻¹, CuSO₄·5H₂O - 0,250 mg L⁻¹, MnSO₄·H₂O - 845 mg L⁻¹, KCl - 3728 mg L⁻¹, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O - 88 mg L⁻¹

Durante todo o experimento foram feitas observações e descrições dos sintomas nas folhas e frutos, até a máxima manifestação visível da deficiência do nutriente, o que ocorreu com 85 dias nas folhas e 240 dias nos frutos, após o início da aplicação do tratamento.

Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos foram determinadas, na 4^a folha totalmente expandida do ramo terciário do maracujazeiro doce, as áreas foliares e a determinação indireta do teor de clorofila, expressa em valores SPAD. Determinou-se a área foliar com um medidor de área foliar, Modelo LI-3100As e a leitura SPAD foi realizada às 9:00 horas, utilizando o Chlorophyll Meter SPAD - 502 (Minolta).

Determinou-se, ainda, aos 280 dias após o início da aplicação dos tratamentos, o comprimento e o número de folhas dos ramos terciários e o peso seco de parte aérea e de raízes. O comprimento dos ramos foi determinado a partir da quantificação em cinco ramos terciários, coletados aleatoriamente por caixa, onde também foi determinado o número de folhas.

Durante todo o tempo de condução do experimento foram quantificados o peso seco das folhas caídas e de ramos e folhas retiradas nas podas realizadas.

Para determinar o teor dos nutrientes, na matéria seca foliar do maracujazeiro doce, amostragens foliares foram realizadas aos 30, 60, 90 e 240 dias após o início da aplicação dos tratamentos. Foram coletadas 10 folhas sem pecíolo por parcela, 4ª folha totalmente expandida. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 45°C, durante 72 horas. O material foi triturado em moinho (tipo Wiley) com peneira de 30 *mesh* e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Os nutrientes analisados foram: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e boro (B). O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965); o P, por colorimetria; o K, por fotometria de chama; Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica; o S, por turbidimetria com cloreto de bário e o B, pelo método da Azometina-H (Jones Jr. et al., 1991; Malavolta et al., 1997).

Foi realizada análise de variância para as variáveis quantificadas no experimento e as médias foram comparadas com a testemunha (tratamento completo), pelo teste bilateral de Dunnett a 5% de probabilidade, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística (SANEST), desenvolvido pelo CIAGRI/USP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomas de deficiência de nutrientes em folhas e frutos

Verificou-se, até 85 dias após o início da aplicação dos tratamentos, evidências de sintomas visuais de cada nutriente específico nas folhas de maracujazeiro doce. Nos frutos, tais evidências, para os tratamentos deficientes em N, K, Ca e B foram verificadas até 240 dias após o início da aplicação dos tratamentos. Os sintomas de deficiência de macronutrientes e de B verificados nas plantas do maracujazeiro doce podem ser observado nas Figura 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e os teores nutricionais nas Tabelas 2, 3, 4 e 7.

As folhas mais velhas do ramo principal do maracujazeiro doce, cultivado sob a deficiência de N, foram as primeiras a apresentar sintomas de deficiência nutricional, o que ocorreu 16 dias após a aplicação da solução nutritiva sem nitrogênio, e tais sintomas se caracterizavam por clorose em todo o limbo foliar (Figura 1A), que progrediu para as folhas superiores e generalizou-se por toda a planta. As folhas velhas que estavam cloróticas tornaram-se necrosadas, com queda prematura (Tabela 5) e os ramos apresentavam-se finos. Os sintomas

verificados na folha do maracujazeiro doce também foram citados por outros autores em diversas culturas (Fernandes et al., 1991; Veloso e Muraoka, 1993; Salvador et al., 1994; Utumi, et al., 1999; Batista et al., 2003; Viégas et al., 2004).

Observa-se na Tabela 2 que o teor de N aos 30 dias após o início da aplicação dos tratamentos, no tratamento deficiente em N era 20,9 g kg⁻¹, ou seja, 51,8% menor que o teor obtido no tratamento completo que foi 43,9 g kg⁻¹. A deficiência de N causou queda prematura dos frutos, que só foi reduzido após a aplicação de solução completa por 10 dias. As flores apresentavam uma coloração desbotada (Figura 1C). Os frutos do tratamento com deficiência de N apresentavam-se com coloração amarelo claro e aspecto translúcido (Figura 1D).

Tabela 2. Teores de macronutrientes e B em folhas de maracujazeiro doce, aos 30 dias após o início do tratamento com omissão dos nutrientes Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹
Completo	43,4	2,47	27,4	15,6	3,80	5,28	64,0
-N	20,9 ⁻	3,45 ⁺	28,1 ^{ns}	15,8 ^{ns}	4,88 ^{ns}	4,46 ^{ns}	84,7 ⁺
-P	47,1 ^{ns}	1,17 ⁻	24,5 ^{ns}	11,9 ^{ns}	3,53 ^{ns}	4,51 ^{ns}	55,7 ^{ns}
-K	42,9 ^{ns}	2,63 ^{ns}	10,3 ⁻	17,8 ^{ns}	7,68 ⁺	5,58 ^{ns}	77,4 ^{ns}
-Ca	45,6 ^{ns}	2,71 ^{ns}	30,7 ^{ns}	3,77 ⁻	5,97 ⁺	4,32 ^{ns}	70,8 ^{ns}
-Mg	49,0 ⁺	2,68 ^{ns}	33,1 ^{ns}	14,9 ^{ns}	1,18 ⁻	5,51 ^{ns}	99,6 ⁺
-S	44,7 ^{ns}	2,57 ^{ns}	25,4 ^{ns}	13,7 ^{ns}	4,05 ^{ns}	3,66 ⁻	70,4 ^{ns}
-B	43,9 ^{ns}	2,45 ^{ns}	25,1 ^{ns}	13,5 ^{ns}	3,88 ^{ns}	4,94 ^{ns}	12,8 ⁻
CV (%)	6,21	9,83	12,4	14,5	15,0	14,3	13,2

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;
 - Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;
 ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade

Nas plantas deficientes em P, os sintomas surgiram com 62 dias após a omissão deste nutriente. Caracterizado por coloração verde escuro brilhante (Figura 2A) nas folhas velhas que com o aumento da intensidade da deficiência surgiam manchas claras pelo limbo (Figura 2B). Para maracujazeiro doce, aos 70 dias após o plantio, Cereda et al. (1991) relatam, como sintoma de deficiência de P, folhas com formato normal e limbo verde escuro. Geralmente as descrições dos sintomas de deficiência de P são folhas verde-escuro (Utumi et al., 1999; Fontes, 2001), entretanto, Fernandes et al. (1991), avaliando por um período de 55 dias após o transplante das mudas, os sintomas de deficiência de macronutrientes em maracujazeiro amarelo, concluíram que os sintomas de deficiência de P não ficaram bem caracterizados no período que foram avaliadas.

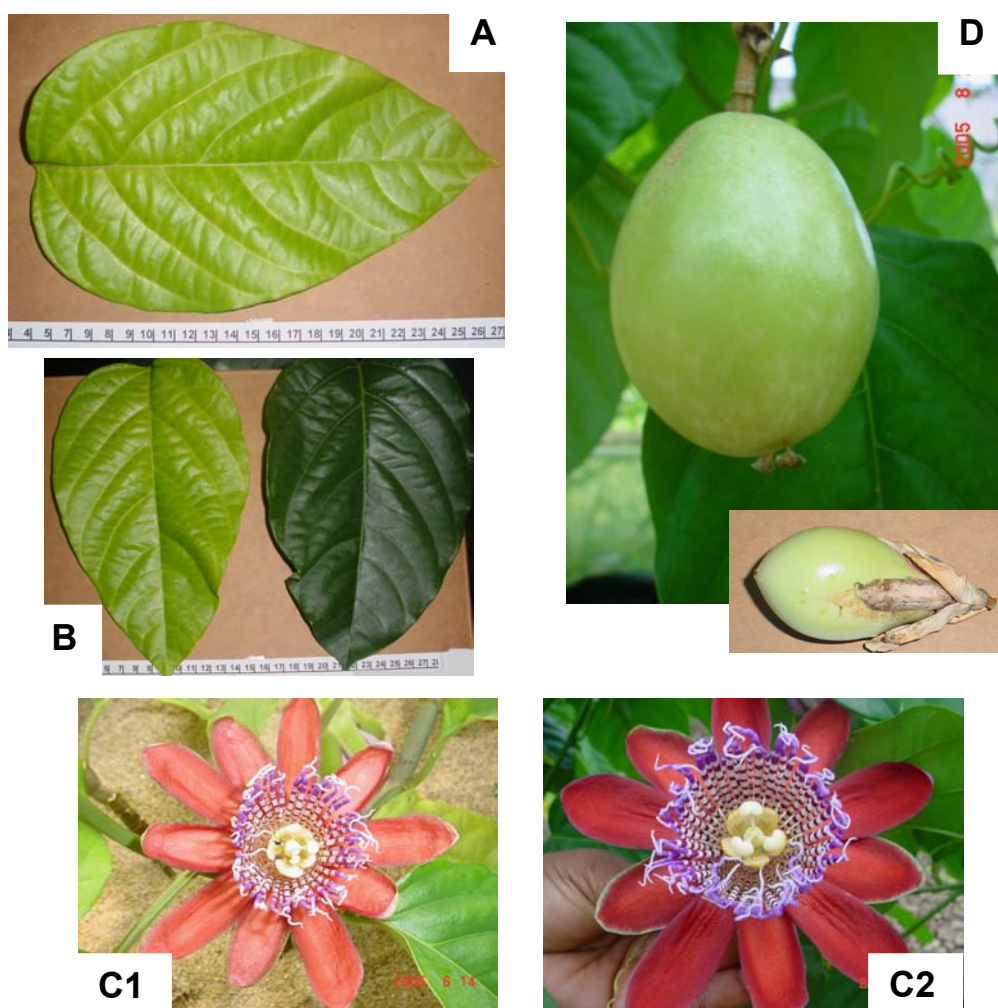


Figura 1. Sintomas de deficiência de nitrogênio em maracujazeiro doce. A – folha com clorose; B – comparação entre folhas com -N e completo; C1 – flor do -N; C2 – flor do tratamento completo; D – fruto do tratamento -N.

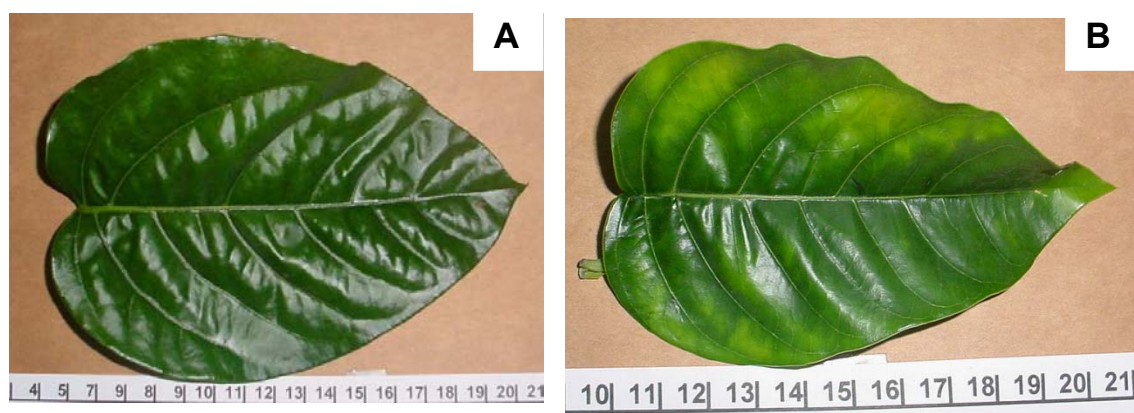


Figura 2. Sintomas de deficiência de fósforo em maracujazeiro doce. A – sintoma inicial e B – sintoma mais avançado da deficiência.

O tempo de avaliação dos sintomas de deficiência na maioria dos trabalhos (Neves et al, 2004; Salvador et. al., 1999; Utumi et al., 1999; Fernandes et al., 1991; Cereda et al., 1991) duram entre 30 e 90 dias, ou seja, um tempo muito curto para se caracterizar os sintomas de deficiência. Foi demonstrado no presente trabalho que no início da deficiência aparece um sintoma característico, entretanto com a evolução da deficiência os sintomas são modificados. Observa-se na Tabela 3 que na época de aparecimento dos sintomas de deficiência de P nas folhas, o teor deste ($1,02 \text{ g kg}^{-1}$) foi 66,4% menor que o teor encontrado no tratamento completo ($3,04 \text{ g kg}^{-1}$). A deficiência de P não afetou visualmente a aparência externa do fruto de maracujazeiro doce.

Tabela 3. Teores de macronutrientes e B em folhas de maracujazeiro doce, aos 60 dias após o início do tratamento com omissão dos nutrientes. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B
	-----g kg ⁻¹ -----						mg kg ⁻¹
Completo	40,0	3,04	29,2	7,91	3,06	4,90	43,4
-N	23,5 ⁻	3,07 ^{ns}	34,8 ⁺	9,19 ^{ns}	3,63 ^{ns}	4,25 ^{ns}	56,5 ^{ns}
-P	40,2 ^{ns}	1,02 ⁻	27,2 ^{ns}	5,03 ⁻	2,90 ^{ns}	4,32 ^{ns}	34,4 ^{ns}
-K	33,5 ^{ns}	2,76 ^{ns}	10,0 ⁻	8,17 ^{ns}	4,31 ⁺	3,90 ⁻	54,3 ^{ns}
-Ca	43,1 ^{ns}	3,22 ^{ns}	32,2 ^{ns}	0,64 ⁻	4,81 ⁺	4,64 ^{ns}	52,9 ^{ns}
-Mg	47,7 ⁺	3,62 ^{ns}	41,7 ⁺	6,52 ^{ns}	0,87 ⁻	5,74 ^{ns}	63,4 ⁺
-S	40,7 ^{ns}	3,11 ^{ns}	31,3 ^{ns}	6,26 ⁻	3,58 ^{ns}	1,66 ⁻	48,8 ^{ns}
-B	38,0 ^{ns}	2,30 ⁻	31,5 ^{ns}	6,42 ⁻	3,75 ⁺	4,20 ^{ns}	3,75 ⁻
CV (%)	8,4	11,4	7,13	11,2	8,51	10,4	13,9

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;
 - Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;
 ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade

Os sintomas de deficiência de K surgiram com 85 dias após a omissão desse nutriente, foram caracterizados por clorose e posterior necrose na nervura central das folhas mais velhas (Figura 3A, 3B e 3C), que progrediam para as bordas, provocando queda das folhas (Tabela 5). Os ramos terciários eram menores e secavam (Figura 3D). Na literatura, alguns autores (Malavolta et al., 1997; Fontes, 2001; Batista et al., 2003; Taiz e Zeiger, 2004) relatam como sintoma de deficiência de potássio, clorose marginal, avançando em direção à parte central das folhas mais velhas e depois necrose das margens e ponta das folhas. Cereda et al. (1991) relatam como sintoma de deficiência de K, folhas encarquilhadas, com necrose marginal e com pintas esbranquiçadas no limbo.

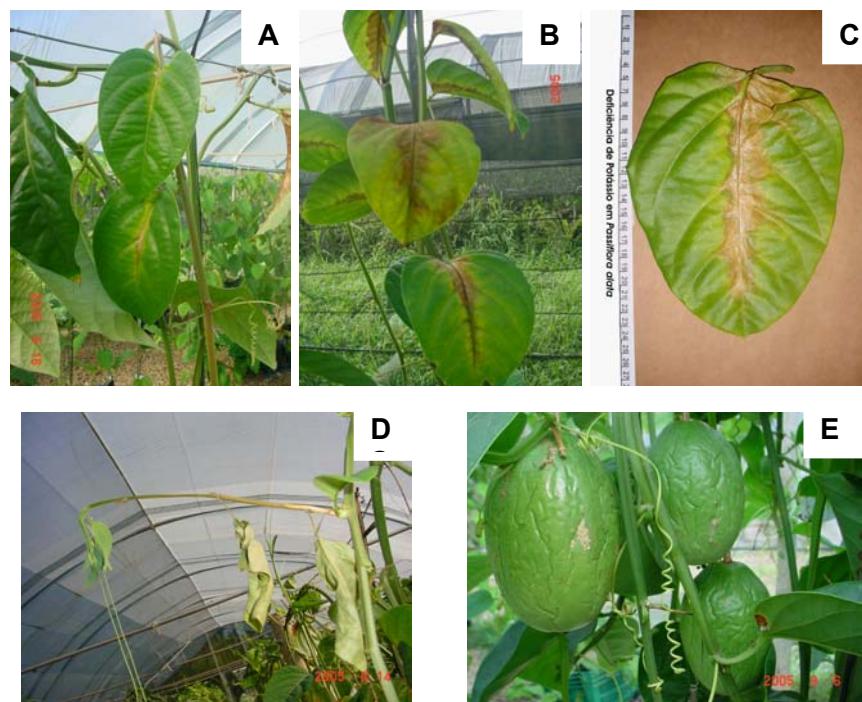


Figura 3. Sintomas de deficiência de potássio em folhas (A, B e C), ramos (D) e frutos de maracujazeiro doce (E).

Observa-se na Tabela 4 que no início do aparecimento de sintomas de deficiência de K nas folhas, o teor desse nutriente ($8,2 \text{ g kg}^{-1}$) foi 70,7% menor que o teor encontrado no tratamento completo (28 g kg^{-1}). Nos frutos de plantas cultivadas sob deficiência de K, os sintomas de deficiência foram verificados aos 220 dias após o início da aplicação do tratamento e se caracterizavam por enrugamento do epicarpo com conseqüente murchamento do fruto (Figura 3E).

Para o tratamento com deficiência de Ca, os sintomas de deficiência foram observados aos 22 dias após o início da aplicação do tratamento e tais sintomas se caracterizaram por encarquilhamento, deformação e necrose nas bordas das folhas novas (Figura 4A e 4B). A mobilidade muito baixa do cálcio na planta determina, segundo Taiz e Zeiger (2004), a expressão de sintomas da deficiência do cálcio em folhas novas. Segundo Lima Filho e Malavolta (1997), o aparecimento dos sintomas de Ca nas bordas da folha pode ser atribuído ao fato de que as células destas regiões possam ter exigências mais elevadas de Ca, ou podem ser as primeiras células privadas do nutriente, conforme a deficiência progride. Observa-se na Tabela 2 que no início do aparecimento dos sintomas de deficiência de Ca nas folhas, o teor deste nutriente ($3,77 \text{ g kg}^{-1}$) foi 75,8% menor que o teor encontrado no tratamento completo ($15,6 \text{ g kg}^{-1}$).

Tabela 4. Teores de macronutrientes e B em folhas de maracujazeiro doce, aos 90 dias após o início do tratamento com omissão dos nutrientes Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Treatamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹
Completo	40,0	2,55	28,0	8,53	3,21	4,15	52,4
-N	25,4 ⁻	3,37 ^{ns}	29,3 ^{ns}	12,2 ⁺	3,98 ^{ns}	4,50 ^{ns}	85,6 ⁺
-P	41,5 ^{ns}	1,70 ^{ns}	24,6 ^{ns}	5,97 ^{ns}	2,94 ^{ns}	3,70 ^{ns}	46,3 ^{ns}
-K	33,0 ^{ns}	2,81 ^{ns}	8,2 ⁻	10,5 ^{ns}	5,55 ⁺	3,24 ^{ns}	55,1 ^{ns}
-Ca	39,7 ^{ns}	2,42 ^{ns}	28,8 ^{ns}	3,14 ⁻	5,33 ^{ns}	3,72 ^{ns}	54,6 ^{ns}
-Mg	39,8 ^{ns}	3,47 ^{ns}	28,1 ^{ns}	8,51 ^{ns}	3,19 ^{ns}	3,90 ^{ns}	87,3 ⁺
-S	39,9 ^{ns}	2,82 ^{ns}	31,2 ^{ns}	3,00 ⁻	4,11 ^{ns}	2,16 ⁻	52,9 ^{ns}
-B	43,5 ^{ns}	2,98 ^{ns}	30,2 ^{ns}	5,62 ^{ns}	3,79 ^{ns}	2,90 ^{ns}	4,95 ⁻
CV (%)	10,2	16,0	17,5	22,0	29,0	18,9	11,6

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

- Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade

O aumento da intensidade da deficiência de Ca no maracujazeiro doce caracterizou-se por queda intensa de folhas (Tabela 5), botões florais e flores e por seca dos ramos. Segundo Marschner (1995), a queda intensa de botões florais e de flores é uma das características de deficiência de Ca. As flores do maracujazeiro doce, cultivadas sob deficiência de Ca apresentavam-se menores e com estigmas menores (Figura 4C) do que aquelas cultivadas sob solução completa (Figura 4D). Verificaram-se rachaduras intensas no epicarpo e no mesocarpo dos frutos (Figura 4E) e podridão apical dos frutos (Figura 4F).

Os primeiros sintomas de deficiência de Mg foram observados 36 dias após o início da aplicação do tratamento. As folhas velhas apresentaram clorose internerval, com uma faixa estreita de tecido verde ao longo das nervuras (Figura 5A) e com a progressão da deficiência as folhas tornaram-se amarelas, com parte das margens necrosada (Figura 5B) e queda intensa de folhas (Tabela 5). Os sintomas verificados na folha do maracujazeiro doce, também foram citados por outros autores (Velooso e Muraoka, 1993; Malavolta et al., 1997; Batista et al., 2003; Fontes, 2001; Taiz e Zeiger, 2004). Observa-se na Tabela 2 que no início do aparecimento dos sintomas de deficiência de Mg nas folhas, o teor deste nutriente (1,18 g kg⁻¹) foi 68,9% menor que o teor encontrado no tratamento completo (3,80 g kg⁻¹). Verificou-se, ainda, que plantas cultivadas sob deficiência de Mg não floresceram, mesmo com a aplicação, a cada 40 dias, de solução completa por 10 dias.

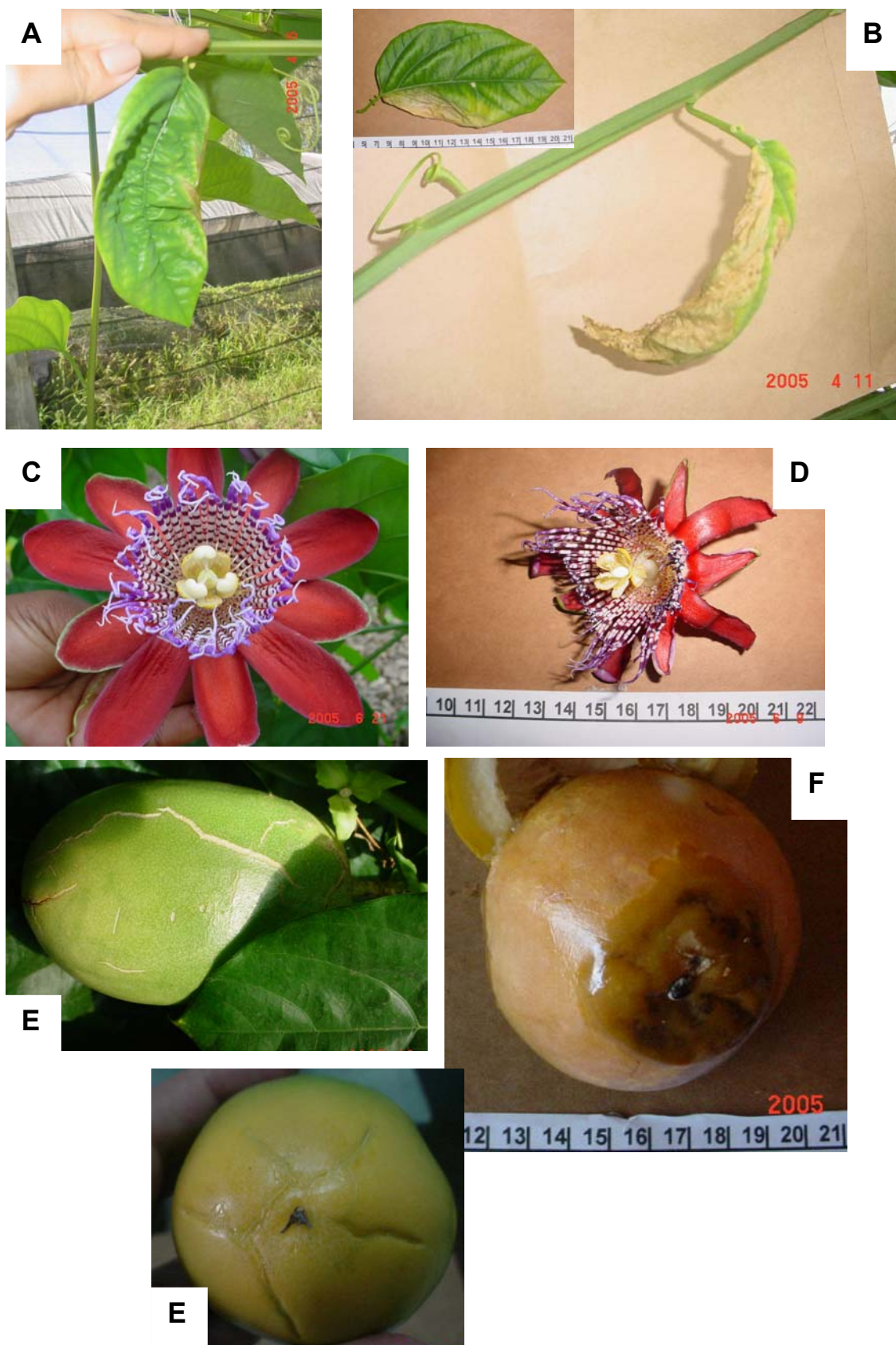


Figura 4. Sintomas de deficiência de cálcio em folhas (A e B), flores (D) e frutos do maracujazeiro doce (E, F). Flor do tratamento completo (C).

Após 72 dias de omissão de S, apareceram sintomas de deficiência desse nutriente em plantas do maracujazeiro doce. Tais sintomas se caracterizavam por redução no tamanho e clorose das folhas mais novas (Figura 6A), sendo que em tais folhas, com a evolução da sintomatologia, apareciam pequenas manchas mais claras no limbo (Figura 6B). As folhas mais velhas do ramo permaneceram com um aspecto normal (Figura 6D). Na Figura 6C, verificam-se diferenças em tamanho e coloração de uma folha do tratamento completo com uma folha menor e mais clorótica do tratamento -S. Observa-se na Tabela 3 que, 12 dias antes ao início do aparecimento de sintomas de deficiência de S nas folhas, o teor deste nutriente ($1,66 \text{ g kg}^{-1}$) foi 66,1% menor que o teor encontrado no tratamento completo ($4,90 \text{ g kg}^{-1}$).

O enxofre é considerado por Fontes (2001), um nutriente de mobilidade intermediária na planta, não sendo tão móvel quanto o N, P e K e nem tão imóvel como Ca. Segundo Marschner (1995), em plantas supridas com quantidade adequada de N, os sintomas de deficiência de S ocorrem primeiro nas folhas novas e, em plantas supridas com quantidades insuficientes de N, os sintomas aparecem primeiro em folhas velhas, indicando que a extensa remobilização e retranslocação das folhas mais velhas depende da taxa de senescência induzida pela deficiência de N na folha. Observa-se na Tabela 3 que as plantas estavam adequadamente supridas com relação ao N, o que está de acordo com a afirmação de Marschner (1995). Os sintomas de deficiência caracterizados para o maracujazeiro doce, por Cereda et al. (1991), foram folhas com coloração verde claro, semelhante à deficiência em N, e bordos serrilhados, diferente daqueles observados no presente trabalho. A deficiência de S não afetou visualmente a aparência externa do fruto de maracujazeiro doce.

Os sintomas de deficiência de boro iniciaram-se 45 dias após a omissão desse nutriente. As folhas novas apresentaram aspecto coriáceo e ondulação nos bordos (Figura 7A), redução do comprimento dos internódios e paralisação do crescimento dos ramos, com necrose da gema apical e perda da dominância apical. Os sintomas verificados na folha do maracujazeiro doce, também foram citados por outros autores (Bell, 1997; Malavolta et al., 1997; Belvins et al., 1998; Taiz e Zeiger, 2004).

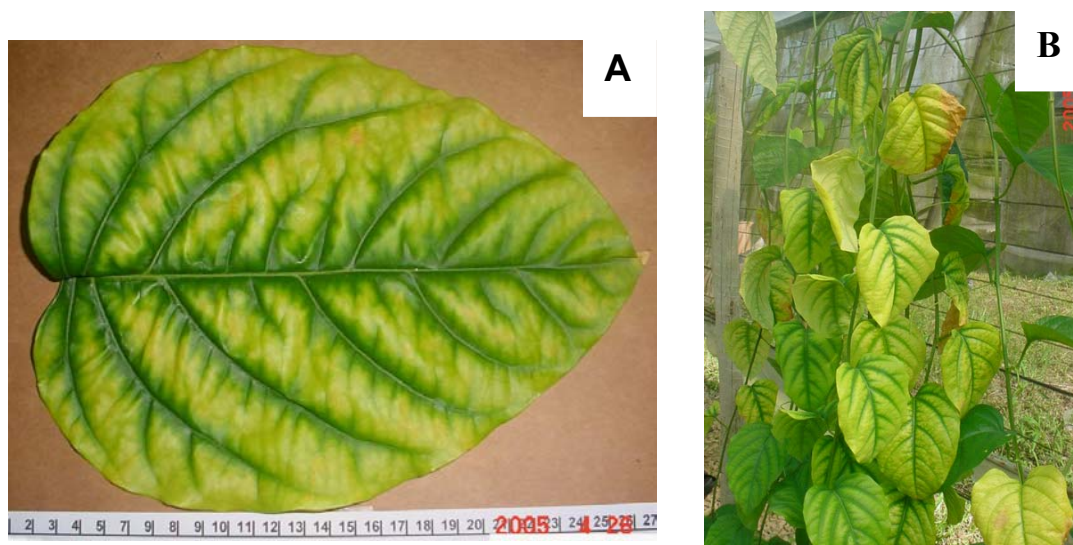


Figura 5. Sintomas de deficiência de magnésio em folha do maracujazeiro doce (A) e na planta toda (B).

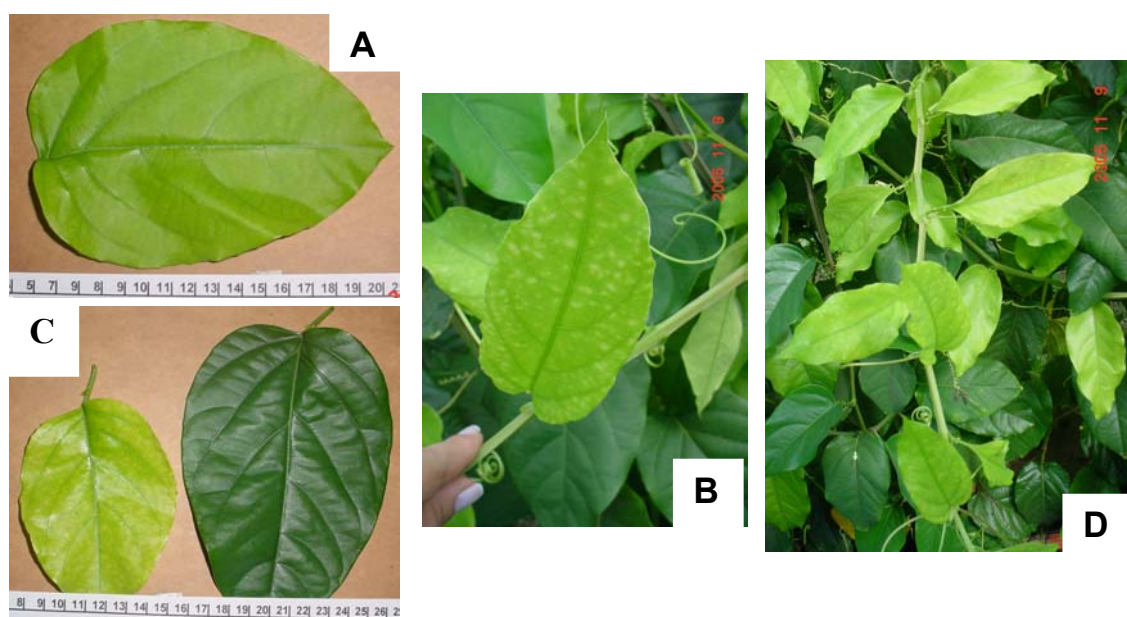


Figura 6. Sintomas de deficiência de enxofre em folha de maracujazeiro doce (A). Folhas com a evolução da sintomatologia (B). Comparação de uma folha do tratamento completo com tratamento -S (C). As folhas mais velhas do ramo permaneceram com um aspecto normal (D).

Observa-se na Tabela 2 que, 15 dias antes do aparecimento dos primeiros sintomas de deficiência de B nas folhas, o teor deste nutriente ($12,8 \text{ g kg}^{-1}$) foi 80% menor que o teor encontrado no tratamento completo (64 g kg^{-1}). Segundo Belvins e Lukaszewski (1998) e Taiz e Zeiger (2004), em plantas com pouca mobilidade do boro, a deficiência resulta em necrose de tecidos meristemáticos na região de crescimento, conduzindo à perda da dominância apical. Verificou-se, ainda, que em plantas deficientes em B, ocorria seca de flores na planta (Figura 7C), além de flores deformadas com aparecimento de número anormal de estiletes, com estigmas maiores que aqueles observados nas flores do tratamento completo (Figura 7F).

Belvins e Lukaszewski (1998) relatam que a deficiência de boro causa esterilização e deformações nas flores de monocotilédones e dicotiledôneas. Os frutos apresentaram, aos 235 dias após o início da aplicação do tratamento, deformações externas, como cortiça na casca (Figura 7D), que, segundo Malavolta et al. (1997), tais deformações são sintomas de deficiência de B.

Verificou-se, ainda, no tratamento onde as plantas foram submetidas à deficiência de B, que após um período de omissão deste nutriente, ocorria redução no crescimento e engrossamento do ramo. Quando se aplicou B neste tratamento, conforme descrito na metodologia, observou-se superbrotações nas regiões apicais da planta (Figuras 7B, 7E e 7G).

Crescimento e medição indireta do teor de clorofila

Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas área foliar, e determinação indireta do teor de clorofila expresso em valores SPAD na 4ª folha totalmente expandida do ramo terciário do maracujazeiro doce e aos 280 dias após o início da aplicação dos tratamentos foram avaliados o comprimento e o número de folhas dos ramos terciários e o peso seco da parte aérea e da raiz.

Na determinação indireta do teor de clorofila, em valores SPAD, o tratamento com deficiência de N (28 unidades SPAD), K (36 unidades SPAD) e S (24 unidades SPAD) foram menores em relação ao tratamento completo (46 unidades SPAD) (Tabela 5). Segundo Fontes (2001), plantas deficientes em N, S e Fe desenvolvem similares padrões de amarelecimento, havendo, redução do teor de clorofila das folhas.

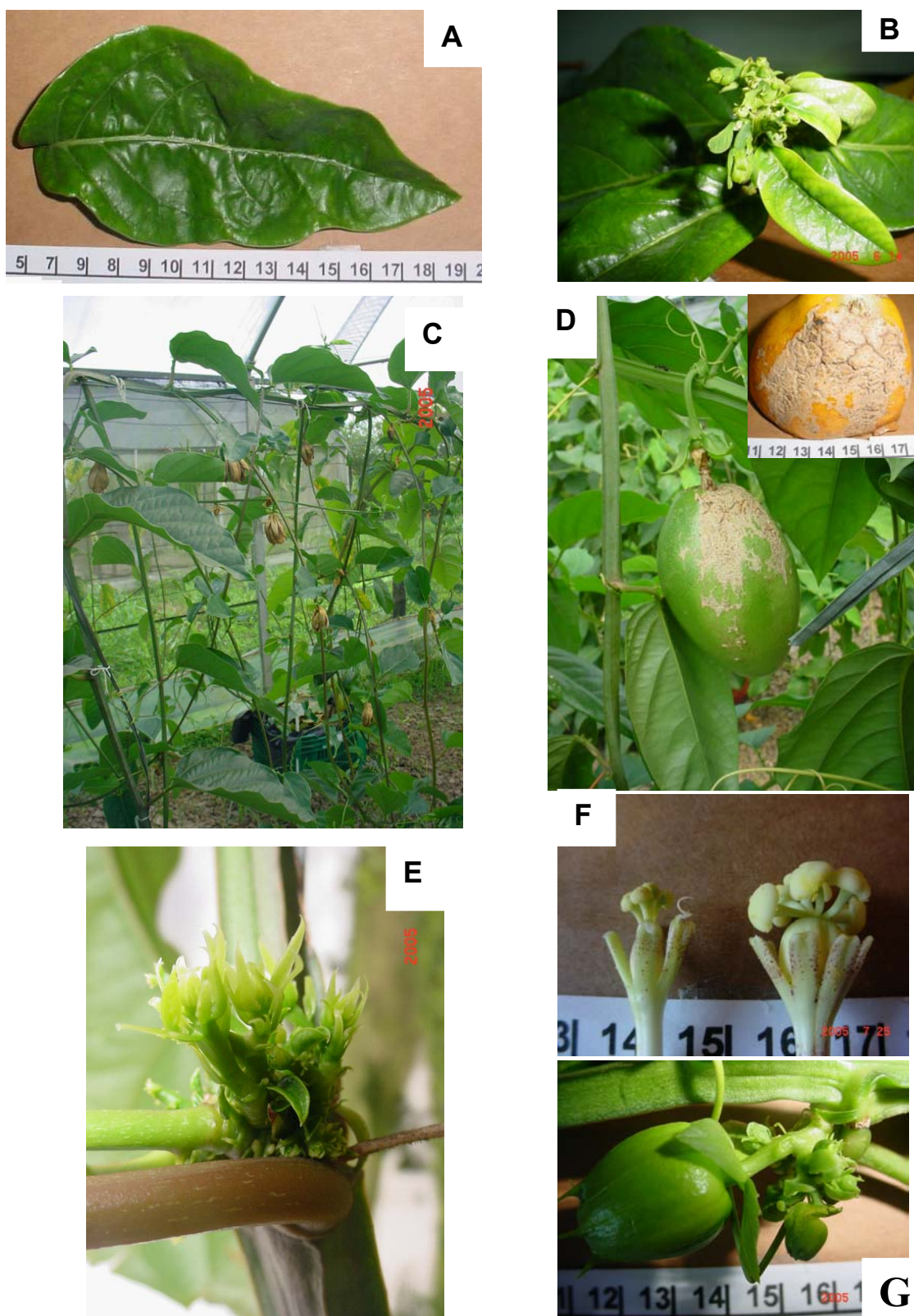


Figura 7. Sintomas de deficiência de boro em folha (A), flores (C e E) e frutos (D) do maracujazeiro doce. Superbrotações nas regiões apicais da planta (B, E e G).

Lima Filho e Malavolta (1997), trabalhando com *Stevia Rebaudiana* Bertoni em solução nutritiva, observaram que as folhas mais velhas do tratamento deficiente em N estavam cloróticas e tinham o teor de clorofila menor que as folhas mais novas, o mesmo não ocorria em plantas cultivadas em solução completa, onde os níveis de clorofila em folhas novas e velhas foram semelhantes. Como o sintoma de deficiência de K foi visualizado com 85 dias após o início da aplicação dos tratamentos, ocorrendo primeiro clorose nas folhas, possivelmente, os teores de clorofila estavam baixos nessas folhas. Para o Mg, apesar de o sintoma de deficiência ter sido caracterizado por clorose, os valores SPAD não diferiram do completo. Yeh et al. 2000 relatam que o teor de clorofila em plantas de lírio da paz, deficiente em Mg, foram menores em relação ao tratamento completo. Os resultado do presente trabalho, pode ser explicado pelo manejo adotado, adição de solução completa no tratamento deficiente em Mg. Observa-se na Tabela 4 que os teores de Mg aos 90 dias após a aplicação do tratamento não diferiu do tratamento completo.

As deficiências de N, P, K e S reduziram a área foliar do maracujazeiro doce (Tabela 5). Em plantas de *Spathiphyllum*, conhecida popularmente no Brasil como lírio da paz, as deficiências de N e P também reduziram o tamanho das folhas (Yeh et al., 2000). Fontes (2001) relata que as folhas das plantas crescidas em condições de deficiência de K têm o tamanho reduzido. Ao estudarem a nutrição potássica do algodoeiro, Reddy et al. (2000) verificaram que a taxa de expansão da área foliar aumentou com um aumento da concentração de K na folha até um máximo de 30 g kg⁻¹ de K. Ao caracterizarem os sintomas de deficiência de macronutrientes em pimenteira, Veloso e Muraoka (1993) constataram que as deficiências de P e S reduziram o tamanho das folhas. Redução no tamanho das folhas de mudas de goiabeira, também foi verificada por Salvador et al. (1998), quando essas foram submetidas à deficiência de S.

Com exceção do tratamento deficiente em S, todos os outros tratamentos apresentaram, aos 280 dias após o início da aplicação dos tratamentos, comprimento de ramos terciários e número de folhas nestes ramos, menores que o observado nas plantas cultivadas sob o tratamento completo (Tabela 5). Fernandes et al. (1991) observaram para o maracujazeiro amarelo que, aos 55 dias após o transplântio, apenas o tratamento com omissão de N provocou decréscimo no número de folhas na planta e a altura da planta foi menor nos

tratamentos sem N e sem Mg, quando comparado ao tratamento completo. Ao estudarem, em solução nutritiva, doses de K em maracujazeiro amarelo Araújo et al. (2005) verificaram que o aumento da concentração de K na solução nutritiva resultou em aumentos lineares no comprimento dos ramos.

Tabela 5. Determinação indireta do teor de clorofila (SPAD), área foliar, comprimento de ramos terciários, número de folhas e quantificação de folhas caídas ao longo do experimento com o maracujazeiro doce. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	SPAD **	Área da 4ª folha (cm ²)**	Comprimento de ramo (m)***	Nº Folhas por Ramo***	Matéria seca das folhas caídas (g planta ⁻¹)*
Completo	46	133	4,09	30	16,93
-N	28 ⁻	74 ⁻	1,88 ⁻	16 ⁻	119,83 ⁺
-P	38 ^{ns}	76 ⁻	2,09 ⁻	17 ⁻	67,82 ^{ns}
-K	36 ⁻	82 ⁻	2,58 ⁻	20 ⁻	118,05 ⁺
-Ca	42 ^{ns}	104 ^{ns}	2,47 ⁻	14 ⁻	115,56 ⁺
-Mg	43 ^{ns}	164 ^{ns}	2,41 ⁻	16 ⁻	244,22 ⁺
-S	24 ⁻	85 ⁻	3,95 ^{ns}	29 ^{ns}	53,55 ^{ns}
-B	47 ^{ns}	104 ^{ns}	1,27 ⁻	12 ⁻	77,27 ^{ns}
CV (%)	10,4	16,6	17,2	13,3	30,1

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

- Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

*Quantificados durante toda a condução do experimento;

** Quantificados aos 90 dias após o início do tratamento;

*** Quantificados ao final do experimento com 280 dias, após o início do tratamento.

Observa-se na Tabela 5 que as deficiências de Mg, N, K e Ca provocaram uma queda intensa de folhas. Alguns autores (Batista et al., 2003; Yeh et al., 2000; Utumi et al., 1999) relatam queda de folhas como sintoma de deficiência dos macronutrientes N, Ca, K e Mg.

Para a produção de raízes, os tratamentos deficientes em S e B não provocaram reduções na matéria seca, quando comparado ao tratamento completo e os decréscimos na produção de raízes foram da ordem de 43,6% para as plantas deficientes em N até 57,4% para as plantas deficientes em K (Tabela 4). Autores como Lima Filho e Malavolta (1997), Belvins e Lukaszewski (1998) e Bologna (2003) relatam sobre importância do boro para o crescimento radicular, em condições de deficiência de B haverá inibição do crescimento das raízes. Provavelmente, as readições de soluções completas no tratamento deficiente em B, podem ter minimizado os efeitos da deficiência no sistema radicular.

Fernandes et al. (1991) observaram para o maracujazeiro amarelo que, aos 55 dias após o transplântio, cultivado em solução sob deficiência dos macronutrientes, a produção de matéria seca de raízes foi menor nos tratamentos deficientes em N, Mg, P e Ca.

A produção de matéria seca da parte aérea do maracujazeiro doce, foi influenciada pelos tratamentos, entretanto os tratamentos deficientes em S, Mg, B e K apresentaram resultados estatisticamente iguais aos obtidos no tratamento completo e a redução observada para os outros tratamentos, variaram de 37,2% para plantas deficientes em P e Ca e de 46,5% para as plantas deficientes em N (Tabela 6). Fernandes et al. (1991) observaram para o maracujazeiro amarelo que, aos 55 dias após o transplântio, cultivado em solução sob deficiência dos macronutrientes, a produção de matéria seca da parte aérea foi menor nos tratamentos deficientes em N, Mg e P. Taiz e Zeiger (2004) relatam que a deficiência de S reduz o crescimento das plantas, o que não foi verificado para o maracujazeiro doce neste experimento. Provavelmente, as readições de soluções durante o período do experimento nos tratamentos deficientes em S, Mg, B e K, influenciaram estas respostas. Esse manejo foi realizado para não ocorrer o colapso das plantas. Entretanto, observa-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 7 que, os teores dos respectivos nutrientes estavam baixos em relação ao tratamento completo. Lima Filho e Malavolta (1997) não observaram em *Stevia Rebaudiana* Bertoni, cultivada sob deficiência de Mg em solução nutritiva, redução da matéria seca da planta. Esses autores observaram acúmulo de amido nessas plantas e relataram que essa seria a causa principal para o aumento da matéria seca.

Em plantas cultivadas sob deficiência de N, Ca e P, a quantidade de matéria seca total produzida foi menor em 46, 38 e 38%, respectivamente, quando comparada ao tratamento completo (Tabela 6). Fernandes et al. (1991) encontraram, para o maracujazeiro amarelo cultivado até 55 dias após o transplântio e em relação ao tratamento completo, menor produção de matéria seca total nos tratamentos deficientes em N, P e Mg.

Para a razão parte aérea/raiz do maracujazeiro doce, as deficiências de K e Mg apresentaram maior quociente, portanto essas deficiências provocaram uma redução na matéria seca de raízes (Tabela 6). Segundo Marschner (1995) a deficiência de Mg provoca uma limitação no suprimento de carboidratos para a raiz impedido o crescimento da mesma, conseqüentemente ocorrerá incrementos

na razão parte aérea/raiz de plantas deficientes em Mg. Yeh et al. (2000) relatam que a razão parte aérea/raiz foi maior em plantas de lírio da paz cultivadas sob a deficiência de Ca e B. Para o maracujazeiro doce não foi observada diferença na razão parte aérea/raiz nos tratamentos de deficientes em Ca e B, talvez as readições de solução completa, durante o período de condução do experimento, nos tratamentos deficientes em Ca e B tenham influenciado essa relação.

Tabela 6. Produção de matéria seca da raiz, da parte aérea, da matéria seca total e a relação entre produção da parte aérea com produção de raízes de plantas de maracujazeiro doce submetidas a deficiências de macronutrientes e boro. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	Matéria Seca da Raiz (g planta ⁻¹)	Matéria Seca da Parte Aérea (g planta ⁻¹)	Matéria Seca Total (g planta ⁻¹)	Relação parte aérea/raiz
Completo	101	1133	1234	11,2
-N	57 ⁻	606 ⁻	663 ⁻	10,6 ^{ns}
-P	54 ⁻	712 ⁻	766 ⁻	13,2 ^{ns}
-K	43 ⁻	813 ^{ns}	856 ^{ns}	18,9 ⁺
-Ca	48 ⁻	711 ⁻	759 ⁻	14,8 ^{ns}
-Mg	44 ⁻	946 ^{ns}	990 ^{ns}	21,5 ⁺
-S	96 ^{ns}	1008 ^{ns}	1104 ^{ns}	10,5 ^{ns}
-B	78 ^{ns}	850 ^{ns}	928 ^{ns}	10,9 ^{ns}
CV (%)	21,4	21,3	20,7	

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;
 - Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;
 ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Teores de macronutrientes e B em folhas de maracujazeiro doce, aos 240 dias após o início do tratamento com omissão dos nutrientes. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹
Completo	41,5	3,05	27,6	7,70	3,92	4,93	49,0
-N	26,6 ⁻	3,19 ^{ns}	36,5 ⁺	8,10 ^{ns}	3,69 ^{ns}	4,44 ^{ns}	65,1 ^{ns}
-P	42,4 ^{ns}	1,91 ⁻	26,6 ^{ns}	6,94 ^{ns}	3,45 ^{ns}	5,22 ^{ns}	55,2 ^{ns}
-K	43,1 ^{ns}	3,02 ^{ns}	12,5 ⁻	10,0 ⁺	5,32 ⁺	4,13 ^{ns}	58,8 ^{ns}
-Ca	44,8 ^{ns}	4,09 ^{ns}	27,6 ^{ns}	2,84 ⁻	5,49 ⁺	5,00 ^{ns}	53,3 ^{ns}
-Mg	48,9 ^{ns}	3,69 ^{ns}	35,7 ⁺	6,65 ^{ns}	1,34 ⁻	5,45 ^{ns}	44,3 ^{ns}
-S	43,8 ^{ns}	3,39 ^{ns}	34,1 ⁺	7,18 ^{ns}	4,48 ^{ns}	0,67 ⁻	51,0 ^{ns}
-B	43,3 ^{ns}	3,20 ^{ns}	27,9 ^{ns}	6,08 ^{ns}	3,95 ^{ns}	4,87 ^{ns}	15,7 ⁻
CV (%)	8,92	16,8	10,4	15,3	15,6	14	19,2

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;
 - Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;
 ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade

CONCLUSÕES

- As plantas cultivadas sob deficiência de macronutrientes e B apresentaram alterações morfológicas em folhas e frutos, caracterizadas como sintomas de deficiência nutricional de cada nutriente;
- Plantas deficientes em N: clorose generalizada e queda prematura das folhas com ramos finos, coloração vermelha claro nas flores e amarela claro com aspecto translúcido nos frutos;
- Plantas deficientes em P: folhas velhas com coloração verde escuro brilhante que com progressão da deficiência surgiam manchas claras no limbo. A deficiência de P não afetou visualmente a aparência externa do fruto de maracujazeiro doce;
- Plantas deficientes em K: clorose e posterior necrose na nervura central das folhas velhas que progrediam para as bordas e queda das folhas. Nos frutos verificou-se enrugamento do epicarpo com conseqüente murchamento do fruto;
- Plantas deficientes em Ca: deformações e necrose nas bordas das folhas novas. Nos frutos verificaram-se rachaduras no epicarpo e no mesocarpo e podridão apical dos frutos.
- Plantas deficientes em Mg: folhas velhas com clorose internerval, com uma faixa estreita de tecido verde ao longo das nervuras. Plantas cultivadas sob deficiência de Mg não floresceram;
- Plantas deficientes S: clorose das folhas mais novas com pequenas manchas mais claras. A deficiência de S não afetou visualmente a aparência externa do fruto de maracujazeiro doce;
- Plantas deficientes B: folhas novas com aspecto coriáceo e ondulação nos bordos. Redução do comprimento dos internódios e paralisação do crescimento dos ramos. Nos frutos verificaram-se deformações externas, como cortiça na casca;
- As deficiências de K e Mg reduziram a matéria seca da raiz do maracujazeiro doce.

REFERÊNCIAS

- Araújo, R. da C., Bruckner, C.H., Martinez, H.P., Salomão, L.C.C., Venegas, V.H.A., Dias, J.M.M., Pereira, W.E., Souza, J.A. (2005) Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-SP, v.271, n.1, p.128 – 131.
- Batista, M.M.F., Viégas, I. de J.M., Frazão, D.A.C., Thomaz, M.A., Silva, R. de C.L. de (2003) Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiência nutricionais e na composição mineral de gravioleiras (*Annona muricata*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.315-318.
- Bell, R.W. (1997) Diagnosis and prediction of boron deficiency for plant production. *Plant and Soil*, v.193, p.149-168.
- Belvis, D.G., Lukaszewski, K.M. (1998) Boron in plant structure and function. *Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology*, v.49, p.481-500.
- Bologna, I.R. (2003) *Adubação boratada em pomar de laranja pêra rio afetada pela clorose variegada dos citros*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 78p.
- Cereda, E., Almeida, I.M.L., Grassi Filho, H. (1991) Distúrbios nutricionais em maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) cultivado em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.13, n.4, p.241-244.
- D’êça, C.S.B.D., Rodrigues, E.F., Martins, M.R., Rodrigues, R.C.M. (2003) Efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico sobre a germinação de sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goyatacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Fernandes, D.M., Silva, J.C. da, Grassi Filho, H., Nakogawa, J. (1991) Caracterização de sintomas de carência de macronutrientes em plantas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) cultivado em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.13, n.4, p.233-240.
- Fontes, P.C.R. (2001) *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa, UFRV. 122p.
- IBGE (2005). Produção Agrícola Municipal. www.sidra.ibge.gov.br. Brasília-DF. Acesso em 02 de agosto de 2005.
- Lima Filho, O.F., Malavolta, E. (1997) Sintomas de desordens nutricionais em estévia *stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 54, n 1/2, p.53-61.

- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of higher plants*. 2 ed. San Diego: Academic Press, 889p.
- Martinez, H.E.P., Araújo, R. da C.A. (2001) Nutrição e adubação. In: Bruckner, C.H., Picanço, M.C. *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes. p.163-188.
- Martins, M.R., Pereira Junior, J.C., Gomes, J.J.A., Rodrigues, R.C.M., Araújo, J.R.G. (2003) Avaliação de métodos de extração da mucilagem e de superação da dormência em sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). *Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro*, Campos dos Goyatacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Neves, O.S.C., Sá, J.R. de, Carvalho, J.G. (2004) Crescimento e sintomas visuais de deficiência de micronutrientes em umbuzeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.306-309.
- Reddy, K.R., Hodges, H.F., Varco, J. (2000) *Potassium nutrition of cotton*. Office of Agricultural Communications: Mississippi State University, Bulletin 1094. <http://msucares.com/pubs/bulletins/b1094.pdf>. (Publicação obtida no dia 12 de Janeiro de 2006).
- Salvador, J.O., Muraoka, T., Rosseto, R., Ribeiro, G. de A. (1994) Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.51, n.3, p.407-414.
- Sanzonowicz, C., Andrade, L.R.M. de. (2005) Nutrição, Adubação e Irrigação. In: Manica, I. Brancher, A., Sanzonowics, C., Icuma, I.M., Aguiar, J.L.P. de, Azevedo, J.A. de, Vasconcellos, M.A. da S., Junqueira, N.T.V. *Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre. p.77-90
- Taiz L., Zeiger E. (2004) *Plant Physiology*. Redwood City (California): The Benjamin/Comings Publishing, 690p.
- Utumi, M.M., Monnerat, P.H., Pereira, P.R.G., Fontes, P.C.R., Godinho, V. de P. C. (1999) Deficiência de macronutrientes em estêvia: sintomas visuais e efeitos no crescimento, composição mineral e produção de esteviosídeo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.6, p.1039-1043.
- Veloso, C.A.C., Muraoka, T. (1993) Diagnóstico de sintomas de deficiência de macronutrientes em pimenteira do reino (*Piper nigrum*, L.) *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.50, n.2, p.232-236.

- Viégas, I. de J.M., Thomaz, M.A.A., Silva, J.F. da, Conceição, H.E.O. da, Naiff, A.P.M. (2004) Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiência nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.315-319.
- Yeh, D.M., Lin, L., Wright, C.J. (2000) Effects of mineral nutrient deficiencies on leaf development, visual symptoms and shoot-root ratio of *Spathiphyllum*. *Scientia Horticulturae*, v.86, p.223-233.

7. ARTIGO N° 4

DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES E BORO EM MARACUJAZEIRO DOCE: QUALIDADE DOS FRUTOS

Resumo: Conduziu-se um experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar a qualidade dos frutos de maracujazeiro doce. A unidade experimental foi uma caixa de plástico com 46 kg de areia do rio, contendo duas plantas por caixa, irrigadas com solução nutritiva. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com o oito tratamentos: solução completa, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S e -B, com quatro repetições. Todas as deficiências reduziram o número de frutos por planta, e sob a deficiência do magnésio nenhuma flor ou fruta foi formada. Nenhuma das deficiências influenciaram o peso médio dos frutos, o número de sementes por fruto, o comprimento do fruto e a porcentagem do suco. As deficiências de N e de P aumentaram a espessura da casca e a concentração de casca no fruto e reduziram a porcentagem de semente no fruto. As deficiências de N, de P e de K reduziram a concentração de sólidos solúveis totais; a de K reduziu a acidez total titulável; a de P reduziu o pH e aumentou a concentração da vitamina C, enquanto a concentração de vitamina C foi reduzida pelas deficiências de N, K e S. Nenhuma daquelas características dos frutos foi influenciada pelas deficiências do Ca e de B.

Termos para indexação: *Passiflora alata* Curtis, nutrição de plantas, °Brix, Vitamina C

MINERAL DEFICIENCY OF MACRONUTRIENTS AND BORON IN SWEET PASSION FRUIT: FRUIT QUALITY

Abstract - An experiment was carried out in a greenhouse with the objective to evaluate the quality of the fruits of sweet passion fruit plant. The experimental unity was a plastic box filled with 46 kg of river sand containing two plants irrigated with nutrient solutions. The experimental design was in randomized complete blocks with eight treatments and four replicates, as follows: Complete nutrient solution, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S and -B. All deficiencies reduced the fruit number per plant, and under Mg deficiency no flowers or fruits were formed. None of the deficiencies influenced the mean weight of the fruits, the number of seeds per fruit, the length of the fruit and the percentage of juice. The deficiencies of N and P increased epicarp and mesicarp thickness and percentage in the fruit and reduced seed percentage in the fruit. The deficiencies of N, P and K reduced the concentration of total soluble solids; that of K reduced the total titratable acidity; that of P reduced the pH and increased the vitamin C concentration, while the vitamin C concentration was reduced by the deficiencies of N, K and S. None of the fruit characteristics were influenced by the deficiencies of Ca and of B.

Key words: *Passiflora alata* Curtis, mineral nutrition , °Brix, vitamin C

INTRODUÇÃO

Os frutos do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Curtis) possuem aroma agradável, baixa acidez, altos valores nutritivos, tamanhos e aparência externa de que os tornam bem aceitos pelos consumidores. Sua principal importância econômica é o consumo *in natura* do fruto, entretanto, alguns problemas, como a elevada espessura de casca e o baixo rendimento do suco, são citados por Junqueira et al. (2005) como motivo de reclamação dos consumidores e atacadistas. Segundo Araújo et al. (2005) para o mercado *in natura*, o comprimento e o diâmetro são as principais características consideradas para a seleção dos frutos. Nas características relativas dos frutos, o teor de sólidos solúveis totais, é o critério responsável pelo estabelecimento dos padrões de

qualidade, que em conjunto com dos ácidos orgânicos, contribui para a avaliação do *flavor* do fruto (Costa et al., 2004).

Dentre os fatores que influenciam a qualidade dos frutos, a nutrição mineral é um dos mais importantes. As adubações nitrogenadas e potássicas são importantes para várias fruteiras, uma vez que não só interferem na quantidade produzida, mas principalmente na qualidade do produto colhido. Carvalho et al. (2000), trabalhando com adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro amarelo, avaliando qualidade dos frutos verificaram que a adubação nitrogenada aumentou o número de frutos por ha, porém, não influenciou o peso médio nem outras características qualitativas dos frutos. Fontes (2005), trabalhando com doses de N aplicadas via fertirrigação em maracujazeiro amarelo, verificou que o aumento na dose do adubo nitrogenado provocou redução nos teores de sólidos solúveis totais.

Ao avaliarem o efeito da adubação potássica, sob diferentes lâminas de irrigação, na produtividade e na qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo Carvalho et al. (1999) verificaram que quanto maiores as doses de K, maiores são as concentrações de suco no fruto e o °Brix deste suco. Trabalhando com adubação potássica em abacaxizeiro, Razzaque e Hanafi (2001) observaram que o teor de sólidos solúveis totais e a acidez do fruto não foram afetados pelas doses de K. Hunsche et al. (2003), trabalhando com doses de K em maçãs Fuji, verificaram que a deficiência de K no solo resulta em frutos pequenos, mais firmes, com menor teor de ácidos e menor coloração vermelha na colheita em comparação aos frutos oriundos de plantas bem supridas de potássio.

Segundo Marschner (1995) e Malavolta et al. (1997), a deficiência de boro causa, não só redução na taxa de crescimento, mas, também, a qualidade do fruto pode ser severamente afetada, principalmente com a produção de frutos deformados, com lesões externas e internas e formação de cortiça na casca. Avaliando os efeitos do uso de fontes de boro aplicados ao solo em diferentes dosagens e sua influência na produção e qualidade da laranja pêra, Bologna (2003) observou que o aumento da dose de boro diminuiu a porcentagem de suco no fruto, não afetando as demais características.

Com relação à qualidade dos frutos do maracujazeiro doce, não foram encontrados, na literatura, resultados científicos estudando os efeitos da nutrição mineral da planta nos aspectos de interesse destes frutos. Nesse sentido o

objetivo deste trabalho foi verificar o efeito das deficiências de N, P, K, Ca, Mg, S e B sobre a qualidade dos frutos do maracujazeiro doce.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada no Município de Campos dos Goytacazes, RJ, de 30/09/2004 a 12/11/2005. (Latitude = 21° 19' 23"; Longitude = 41° 10' 40" W; Altitude = 14 m). Durante a condução do experimento, no período que ocorreu o desenvolvimento e a colheita dos frutos, de maio a outubro de 2005, dentro da casa de vegetação, as temperaturas diárias máximas variaram, entre os meses, de 32,5 a 38,0°C, com média das máximas igual a 34,5°C, as temperaturas diárias mínimas entre 17,5 e 21,5°C, com média das mínimas igual a 18,9°C e a temperatura média diária variando de 24,5 a 32,5°C, com média igual a 27,9°C.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com oito tratamentos: completo (testemunha), deficiente em nitrogênio (-N), deficiente em fósforo (-P), deficiente em potássio (-K), deficiente em cálcio (-Ca), deficiente em magnésio (-Mg), deficiente em enxofre (-S) e deficiente em boro (-B), com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por uma caixa com 46 litros de areia lavada e duas plantas por caixa.

Durante o crescimento das plantas sob deficiência, quando essas apresentavam sintomas de deficiência muito severos que conduziriam à morte ou que impediriam o florescimento e/ou frutificação, foi necessário reaplicar soluções contendo o nutriente sob deficiência. Neste sentido, aplicou-se, nos tratamentos – N, -K e -Mg, solução completa por um período de cinco dias. Nos tratamentos – Ca e –B, a solução completa foi colocada por um período de 30 dias. Para os tratamentos –P e –S, aplicou-se, por cinco dias, solução contendo 10 e 20% de cada nutriente específico.

Utilizaram-se como material propagativo sementes retiradas de frutos de maracujazeiro doce, adquiridos no mês de setembro de 2004 no comércio de Campos dos Goytacazes-RJ, cuja origem da produção era a região de Campinas-SP. As sementes foram tratadas para a quebra de dormência utilizando-se de metodologias descritas por Martins et al. (2003) e D'êça et al. (2003), que

consistia em escarificação com areia e imersão por 24 horas em ácido giberélico na concentração de 300 mg L⁻¹. A semeadura foi realizada em 30/09/2004 em bandejas de isopor de 72 células com capacidade para 100 mL de substrato/célula. O substrato utilizado foi areia lavada e o tempo de germinação foi em média 30 dias após a semeadura. As plântulas foram, inicialmente, irrigadas uma vez por dia com 5 mL/célula de solução nutritiva completa a 1/4 de força, sendo que este volume foi aumentando com o desenvolvimento das mudas.

No dia 15/11/2004 seis plântulas foram transplantadas por caixa. Essas caixas continham areia lavada, sendo que no fundo da caixa foram colocados oito litros de areia com granulometria maior que 1,5 mm e 38 litros com granulometria maior que 0,6 mm e menor que 1,5 mm (volume final 46 litros de areia por caixa). Essas plântulas foram irrigadas diariamente por 10 dias, com solução nutritiva completa de ½ força e depois força total. Com 15 dias que as plantas estavam nas caixas foi realizado um desbaste, deixando três plantas por caixa. Com 64 dias de plantio eliminou-se uma planta por caixa, deixando ao final, as duas plantas mais uniformes. As plantas foram conduzidas em haste única até atingirem o arame superior da espaldeira, quando foram despontadas, realizando-se a condução de dois ramos laterais. Os ramos laterais (secundários) foram despontados quando atingiam 1,25 m, para induzir o crescimento dos ramos terciários e, assim, formar uma cortina. O espaçamento utilizado foi de 2 m entre linhas e 2,5 m entre caixas na linha.

Com 66 dias de plantio, a solução completa foi reduzida para 50% em todas as parcelas e sete dias após iniciou-se a imposição dos tratamentos, omitindo-se, totalmente, os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S e B nas parcelas respectivas. As soluções utilizadas no experimento encontram-se na Tabela 1, sendo que o pH delas foi sempre ajustado para 5,4.

A colheita dos frutos iniciou-se aos 177 dias após o início da aplicação dos tratamentos, estendendo-se até 280 dias, e neste intervalo foram analisados todos os frutos de cada parcela.

Para a determinação das características qualitativas do fruto e do suco, os frutos foram colhidos no estágio pré-climatérico, dado pela mudança da coloração verde claro para amarelo na parte apical do fruto, de acordo com recomendação de Silva e Vieites (2000). Nestes frutos foram determinados a porcentagem de casca e suco, o comprimento e o diâmetro dos frutos, a

espessura da casca (epicarpo + mesocarpo), o pH, o °Brix (sólidos solúveis totais-SST), a acidez total titulável (ATT) e vitamina C.

Tabela 1. Composição das soluções nutritivas, completa e deficiente em N, P, K, Ca, Mg, S e B, utilizadas no experimento do maracujazeiro doce. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Solução estoque	Tratamentos							
	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B
	-----mL L ⁻¹ -----							
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O (2 mol L ⁻¹)	1,5	-	1,5	1,5	-	1,5	1,5	1,5
KNO ₃ (2 mol L ⁻¹)	2,0	-	2,0	-	2,0	2,0	2,0	2,0
MAP (1 mol L ⁻¹)	0,5	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
MgSO ₄ (1 mol L ⁻¹)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	2,0
FeEDTA (25 g L ⁻¹)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
MICRO*	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
H ₃ BO ₃ (25 mM)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-
(NH ₄) ₂ SO ₄ (1 mol L ⁻¹)	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5
NH ₄ Cl (1 mol L ⁻¹)	-	-	0,5	-	-	-	1,0	-
NaNO ₃ (2 mol L ⁻¹)	-	-	-	2,0	3,0	-	-	-
Na ₂ SO ₄ (1 mol L ⁻¹)	-	-	-	-	-	2,0	-	-
MgCl ₂ (1 mol L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	2,0	-
CaCl ₂ (2 mol L ⁻¹)	-	1,5	-	-	-	-	-	-
KCl (1 mol L ⁻¹)	-	2,5	-	-	-	-	-	-
KH ₂ PO ₄ (1 mol L ⁻¹)	-	0,5	-	-	-	-	-	-
K ₂ SO ₄ (0,5 mol L ⁻¹)	-	1,0	-	-	-	-	-	-

* Micro: ZnSO₄·7H₂O - 578 mg L⁻¹, CuSO₄·5H₂O - 0,250 mg L⁻¹, MnSO₄·H₂O - 845 mg L⁻¹, KCl - 3728 mg L⁻¹, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O - 88 mg L⁻¹

Após a coleta, os frutos foram pesados em balança de precisão e as mensurações de comprimento, diâmetro do fruto e espessura da casca (epicarpo + mesocarpo) foram realizadas com paquímetro de 0,1 mm de precisão. A polpa foi pesada e depois com o auxílio de uma peneira fina, o suco foi extraído, separando-o das sementes, então o suco foi pesado e as sementes contadas.

O pH foi determinado através de leitura direta de amostras do suco em potenciômetro digital; o °Brix (SST) obtido com o uso de refratômetro manual; a acidez total titulável (AAT), expressa em g de ácido cítrico por 100 mL de suco, e determinada a partir de 5 mL de suco, usando-se indicador fenolftaleína, seguido por titulação com NaOH 0,1 N, sendo: AAT = (Vol de NaOH x normalidade (0,1N) x 0,064 x 100)/peso da amostra em g; a vitamina C, em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco, obtida através da titulação com 2,6 diclorofenol-indofenol.

Foi realizada análise de variância para as variáveis quantificadas no experimento e as médias foram comparadas com a testemunha (tratamento completo) pelo teste bilateral de Dunnet, a 5% de probabilidade, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística (SANEST), desenvolvido pelo CIAGRI/USP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colheita dos frutos do maracujazeiro doce iniciou-se 250 dias após o plantio nas caixas e 177 dias após o início da aplicação dos tratamentos. Em São Miguel Arcanjo (SP), em cultivo protegido e irrigado pelo sistema de gotejamento, a primeira colheita do maracujazeiro doce ocorreu aos 270 dias do plantio (Manica, 2005).

Os tratamentos deficientes em N, P, K, Ca, S e B produziram menor número de frutos do que o tratamento completo e não houve produção de frutos nas plantas cultivadas sob deficiência de Mg (Tabela 2). Segundo Malavolta et al. (1997), as deficiências de P e Ca reduzem o número de frutos produzidos por planta e a deficiência de P reduz, ainda, o número de sementes por fruto. Trabalhando com fontes e dose de N em mamoeiro, Marinho et al. (2001) observaram que o aumento das doses de N foi acompanhado por um aumento linear do número de frutos por planta. Araújo et al. (2005), estudando os efeitos da nutrição potássica sobre o crescimento e a produção do maracujazeiro amarelo, verificaram que o incremento da concentração de potássio na solução nutritiva provocou aumento linear no número de frutos por planta.

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de fruto do maracujazeiro doce cultivado sob deficiência de macronutrientes e B. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	Número de frutos/planta	Peso de fruto (g)	Diâmetro de fruto (cm)	Comprimento de fruto (cm)	Número de sementes por fruto
Completo	10	199	6,91	9,7	264
-N	2 ⁻	255 ^{ns}	7,75 ⁺	10,8 ^{ns}	183 ^{ns}
-P	3 ⁻	233 ^{ns}	7,64 ^{ns}	12,7 ^{ns}	187 ^{ns}
-K	6 ⁻	158 ^{ns}	6,65 ^{ns}	8,6 ^{ns}	262 ^{ns}
-Ca	6 ⁻	210 ^{ns}	7,15 ^{ns}	9,7 ^{ns}	258 ^{ns}
-Mg	0 ⁻	-	-	-	-
-S	4 ⁻	204 ^{ns}	7,00 ^{ns}	10,3 ^{ns}	205 ^{ns}
-B	7 ⁻	177 ^{ns}	6,85 ^{ns}	8,7 ^{ns}	234 ^{ns}
CV (%)	29,3	15,2	5,2	17,9	18,5

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

- Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade

Quanto aos dados de peso médio, comprimento, diâmetro e número de sementes por fruto, apenas para o tratamento deficiente em N verificou-se incremento do diâmetro, com relação ao tratamento completo (Tabela 2).

O peso médio de frutos do maracujazeiro doce obtido neste trabalho está dentro de faixas relatadas por Manica (2005) e por Coppens d'Eeckenbrugge (2003), segundo os quais os valores podem variar de 80 a 600 g. Meletti et al. (2003), avaliando diferentes genótipos de maracujazeiro doce em diferentes municípios do Estado de São Paulo, encontraram peso de frutos variando entre 151 e 342 g, comprimento de frutos com variação de 7,8 a 13,9 cm, diâmetro variando de 6,9 a 8,9 cm e número de sementes por fruto variando de 172 a 313. Silva et al. (2004), trabalhando com maracujazeiro doce em condições de campo no município de Selvíria-MS, obtiveram peso de frutos de 189 a 198 g, com comprimento médio igual a 10,6 cm e diâmetro médio igual a 7,1 cm. Vasconcellos et al. (1993), cultivando maracujazeiro doce em condições de campo em Botucatu-SP, obtiveram peso médio de frutos igual a 253,13 g, com comprimento de 9,59 cm, diâmetro de 8,16 cm e número de sementes por fruto igual a 303. Detoni et al. (2001), trabalhando com maracujazeiro doce em condições de campo no município de Pato Bragato-PR, obtiveram peso de frutos com média de 141 g, com comprimento médio igual a 9,86 cm e diâmetro médio igual a 9,50 cm.

Para o nitrogênio, os resultados do presente trabalho, com relação ao peso médio dos frutos, corroboram com aqueles encontrados por outros autores em outras fruteiras, como o maracujá amarelo (Carvalho et al., 2000), o mamão (Marinho et al., 2001) e o pêssego (Dolinski et al., 2005). Bhugaloo (1998), trabalhando com abacaxi e doses de N, verificaram aumento no peso dos frutos com incremento de N.

Razzaque e Hanafi (2001) avaliaram, em dois locais de plantio de abacaxi, o efeito do potássio na qualidade dos frutos e observaram que em um local (cultivo contínuo de abacaxi por 24 anos) não houve influência das doses de K com relação ao peso dos frutos, entretanto, no segundo local (cultivo contínuo por aproximadamente 42 anos) o incremento das doses de K reduziram o peso dos frutos de abacaxi. Carvalho et al. (1999) observaram que o incremento na adubação potássica, no campo, proporcionou aumento no peso médio dos frutos do maracujazeiro amarelo.

Com relação ao boro, estudos de Maurer e Taylor (1999) corroboram com o presente trabalho. Esses autores avaliaram, em condições de campo, aplicações foliares de B sob a qualidade das laranjas e verificaram que o peso médio dos frutos não foi afetado pelos tratamentos, apesar de o nível de B nas folhas ter aumentado.

Para o diâmetro do fruto do maracujazeiro doce, observa-se na Tabela 2 que houve um incremento de 12%, quando as plantas foram cultivadas sob deficiência de N. Para os outros tratamentos não foi verificada diferença significativa em relação ao tratamento completo. Martins et al. (2003) estudando catorze características agronômicas de cinco populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis), avaliadas em Jaboticabal, observaram que frutos maiores não necessariamente têm maior rendimento de polpa.

Bhugalo (1998) não verificou diferença significativa no diâmetro do fruto de abacaxi com o incremento de N. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2000) em maracujazeiro amarelo. Razzaque e Hanafib (2001) encontraram, em dois locais diferentes de cultivo de abacaxizeiro, resultados diferentes para diâmetro de fruto. No local 1 (cultivo contínuo de abacaxi por 24 anos) foi verificado incremento no diâmetro do fruto com o aumento da dose de K, entretanto, no local 2 (cultivo contínuo por aproximadamente 42 anos) não foram observados efeitos das doses de K. Maurer e Taylor (1999) não observaram diferenças significativas entre os tratamentos com dose de B com relação ao diâmetro de laranjas. Carvalho et al. (1999) não verificaram influência da adubação potássica no comprimento e no diâmetro de frutos do maracujazeiro amarelo.

Não foi observado efeito dos tratamentos que produziram frutos na concentração de suco do maracujazeiro doce (Tabela 3). Plantas cultivadas sob deficiência de N e de P produziram frutos com maior espessura da casca e maior porcentagem de casca e frutos com menor porcentagem de sementes em relação ao tratamento completo (Tabela 3). Vasconcellos et al. (1993) obtiveram, nas condições de Botucatu-SP, concentração de suco igual a 12,49%. O valor encontrado no presente trabalho para concentração de suco no tratamento completo foi de 22%. Para o maracujazeiro amarelo, Fontes (2005) e Carvalho et al. (2000), não observaram diferenças na concentração de suco em relação ao

aumento na adubação nitrogenada e Carvalho et al. (1999) verificaram que o incremento da adubação potássica aumentou a concentração de suco.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade do fruto do maracujazeiro doce cultivado sob deficiência de macronutrientes e B. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	Casca (%)	Suco (%)	Semente (%)	Espessura da casca (mm)
Completo	69	22	9	9,30
-N	76 ⁺	18 ^{ns}	5 ⁻	11,63 ⁺
-P	76 ⁺	18 ^{ns}	6 ⁻	11,29 ⁺
-K	65 ^{ns}	25 ^{ns}	10 ^{ns}	8,53 ^{ns}
-Ca	68 ^{ns}	24 ^{ns}	8 ^{ns}	9,46 ^{ns}
-S	67 ^{ns}	25 ^{ns}	8 ^{ns}	9,73 ^{ns}
-B	69 ^{ns}	23 ^{ns}	9 ^{ns}	9,45 ^{ns}
CV (%)	2,68	9,54	16,9	8,94

+Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

-Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

ns - Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade

Melleti et al. (2005) encontraram, nas condições do Estado de São Paulo, em cultivos no campo, espessura de casca de frutos do maracujazeiro doce que variaram entre 7,1 a 11,3 mm. Detoni et al. (2001), trabalhando com maracujazeiro doce em condições de campo no município de Pato Bragato-PR, obtiveram espessura da casca com média de 11,2 mm. O valor encontrado no presente trabalho para espessura de casca no tratamento completo foi de 9,30 mm. Maurer e Taylor (1999) avaliaram aplicações foliares de boro sob a qualidade das laranjas e verificaram que este nutriente não afetou a concentração de suco nem a espessura da casca, apesar de os níveis de B nas folhas terem aumentado com as aplicações.

Observa-se na Tabela 4 que plantas de maracujazeiro doce cultivadas sob deficiências de N, P e K produziram frutos com teores de sólidos solúveis totais (SST) menores do que aqueles obtidos em plantas cultivadas sob o tratamento completo.

Tabela 4. Parâmetros de qualidade do fruto do maracujazeiro doce cultivado sob deficiência de macronutrientes e B. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005

Tratamento	SST (°Brix)	ATT (g de ácido cítrico/100 mL de suco)	pH	Vitamina C (mg/100 g de suco)
Completo	20,8	1,70	3,53	12,86
-N	18,6 ⁻	1,56 ^{ns}	3,52 ^{ns}	9,06 ⁻
-P	18,9 ⁻	1,58 ^{ns}	3,42 ⁻	19,65 ⁺
-K	17,8 ⁻	1,36 ⁻	3,46 ^{ns}	10,39 ⁻
-Ca	19,4 ^{ns}	1,79 ^{ns}	3,53 ^{ns}	12,65 ^{ns}
-S	21,0 ^{ns}	1,64 ^{ns}	3,56 ^{ns}	10,31 ⁻
-B	20,0 ^{ns}	1,73 ^{ns}	3,52 ^{ns}	12,16 ^{ns}
CV (%)	4,05	8,09	1,33	4,43

+ Significativo e superior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

- Significativo e inferior à testemunha (Completo), pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade;

ns Não significativo, pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade

Vasconcellos et al. (1993) obtiveram em frutos do maracujazeiro doce cultivado nas condições de Botucatu-SP, teor de sólidos solúveis totais iguais a 18,45°Brix. Veras et al. (2000) obtiveram, nas condições de cerrado de Brasília-DF, teores de sólidos solúveis totais nos valores de 19,75 °Brix para frutos coletados no período de outubro a dezembro e 18,74 °Brix quando coletados no período de abril a julho. Detoni et al. (2001), em condições de Pato Bragato -PR, obtiveram teor médio de SST de 18,4 °Brix. No presente trabalho os valores de SST, para o tratamento completo, foi de 20,8 °Brix, sendo maiores que os encontrados pelos referidos autores.

Faria et al. (2000), avaliando o efeito de níveis de N por fertirrigação e de densidades de plantio na produtividade e qualidade de fruto de melão, observaram que a adubação nitrogenada promoveu o aumento nos sólidos solúveis totais. Dolinsli et al. (2005) e Carvalho et al. (2000) verificaram que a adubação nitrogenada não influenciou os teores de sólidos solúveis totais em pêssego e maracujá amarelo, respectivamente.

Carvalho et al. (1999) observaram que o incremento na adubação potássica promoveu aumento linear na concentração de sólidos solúveis no suco do maracujazeiro amarelo, resultados semelhantes foram encontrados por Cecílio Filho e Grangeiro (2004) trabalhando com melancia. Uma das funções do K é seu importante papel no transporte da sacarose (Marschner, 1995). Razzaque e Hanafi (2001) avaliaram, em dois locais de plantio, efeito do potássio na qualidade do abacaxi, verificaram que não houve influência das doses de K na concentração de sólidos solúveis totais (SST). Para o boro, Maurer e Taylor (1999), avaliando

aplicações foliares de boro sob a qualidade de laranja, observaram que a concentração de sólidos solúveis totais não foi afetada pelos tratamentos.

Observa-se na Tabela 4 que a acidez total titulável (ATT) foi menor no tratamento com deficiência de K. O valor de ATT, 1,70%, no suco do tratamento completo encontra-se acima dos valores encontrados por Veras et al. (2000) quando os frutos foram coletados no período de outubro a dezembro (1,41%) e abaixo quando coletados no período de abril a julho (2,05%). Damatto Júnior et al. (2005) encontraram médias de ATT de 2,21% no suco maracujazeiro doce.

Marschner (1995) relata que mudanças na atividade das enzimas e nos compostos orgânicos que ocorrem durante a deficiência de K afetam a composição nutricional e a qualidade dos produtos colhidos, em muitos casos as desordens tem relação direta com o teor de ácido cítrico. Avaliando a vinhaça como fonte de K para o abacaxizeiro, em substituição ao KCl e seus efeitos sobre as características químicas do solo, Paula et al. (1999) observaram que a acidez (ATT) e teor de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos aumentaram com fornecimento de K, independente da fonte utilizada. Estudando doses de potássio e qualidade dos frutos de maçãs “Fuji”, Hunsche et al. (2003) verificaram que a deficiência de K no solo resulta em frutos com menor teor de ácidos quando comparados aos frutos oriundos de plantas bem supridas de potássio.

Dolinski et al. (2005), trabalhando com dose de N e qualidade de pêssago, observaram que a adubação nitrogenada não influenciou a acidez (ATT) do fruto. Para o boro, Maurer e Taylor (1999) avaliaram, em condições de campo, aplicações foliares de boro sob a qualidade das laranjas e verificaram que acidez (ATT) não foi afetada pelos tratamentos.

A acidez, causada pelos ácidos orgânicos, é uma característica importante no que se refere ao sabor de muitas frutas. A baixa acidez dos frutos do maracujazeiro doce atraem muitos consumidores. No tratamento com deficiência de P, os valores de pH do suco foram mais baixos, ou seja, mais ácido, em relação ao tratamento completo (Tabela 6). O valor de pH 3,53 no suco do tratamento completo encontra-se dentro da faixa de valores de pH 3,0 e 3,6, relatados por Manica (2005). Entretanto, Detoni et al. (2001), em condições de Pato Bragato–PR, verificaram valores médio de pH iguais a 3,82.

Verifica-se na Tabela 4 que as deficiências de N, K e S reduziram os teores de vitamina C dos frutos do maracujazeiro doce enquanto a deficiência de

P incrementou. A redução foi de 29,5% para N, 19,2% para K e 19,8% para S e o incremento foi de 53% para P em relação ao tratamento completo.

Dentro dos fatores que influenciam o teor de vitamina C em frutos e vegetais, Lee e Kader (2000) relatam que altas taxas de fertilizantes nitrogenados tendem a decrescer os teores de vitamina C e ainda que, em geral, os teores de vitamina C correlacionam com os teores de enxofre. Para os autores citados, vegetais que contém altos teores de vitamina C também têm alto teor de compostos com enxofre. Trabalhando com fontes e doses de N em mamoeiro, Marinho et al. (2001) verificaram que a aplicação de nitrato de amônio promoveu maior produção de frutos com teor mais elevado de vitamina C.

Para o K, Carvalho et al. (1999) observaram que o incremento na adubação potássica não afetou a concentração de vitamina C no suco do maracujazeiro amarelo. Spironelho et al. (2004), estudando os efeitos da adubação com NPK na produção e qualidade dos frutos de abacaxizeiro, verificaram que o incremento das doses de K aumentou os teores de vitamina C no suco do abacaxi. Segundo Smirnoff et al. (2001), o suprimento de B afeta a síntese de ácido ascórbico, plantas deficientes em B podem ter baixos teores de ácido ascórbico. Para maracujazeiro doce não foi verificada influência do B no teor de vitamina C.

CONCLUSÕES

- Todas as deficiências estudadas reduziram o número de frutos por planta, com maior intensidade no tratamento deficiente em Mg, que não floresceu;
- A deficiência de N incrementou a porcentagem de casca e a espessura dos frutos e reduziu a porcentagem de semente no fruto, o °Brix e o teor de vitamina C no suco;
- A deficiência de P incrementou a porcentagem de casca e a espessura dos frutos e teor de vitamina C no suco e reduziu a porcentagem de semente no fruto, o °Brix e o pH do suco;
- A deficiência de K reduziu o °Brix, a ATT e o teor de vitamina C no suco;
- A deficiência de S reduziu o teor de vitamina C no suco;

- As deficiências de Ca e B não influenciaram peso, diâmetro, comprimento do fruto, número de sementes por fruto, concentração de casca, do suco e da semente, espessura dos frutos, °Brix, ATT, pH e o teor de vitamina C no suco.

REFERÊNCIAS

- Araújo, R. da C., Bruckner, C.H., Martinez, H.P., Salomão, L.C.C., Venegas, V.H.A., Dias, J.M.M., Pereira, W.E., Souza, J.A. (2005) Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-SP, v.271, n.1, p.128–131.
- Bhugaloo, R.A. (1998) Effect of different levels of nitrogen on yield and quality of pineapple variety queen Victoria. AMAS 1998. *Food and Agricultural Research Council*, Réduit, Mauritiu, p.75-80.
- Bologna, I.R. (2003) *Adubação boratada em pomar de laranja pêra rio afetada pela clorose variegata dos citros*. Tese (Doutora em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 78p.
- Carvalho, A.J.C. de, Martins, D.P., Monnerat, P.H, Bernardo, S. (2000) Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I Produtividade e qualidade dos frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.6, p.1101-1108.
- Carvalho, A.J.C. de, Monnerat, P.H, Martins, D.P., Bernardo, S. (1999) Produtividade e qualidade do maracujazeiro amarelo em resposta a adubação potássica sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-SP, v.21, n.3, p.333 – 337.
- Cecílio Filho, A.B., Grangeiro, L.C. (2004) Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.28, n.3, p.570-576.
- Coppens d’Eeckendrugge, G. (2003) Exploração da diversidade genética das Passifloras. *VI Simpósio Brasileiro sobre a cultura do Maracujazeiro*. Campos dos Goytacazes; UENF/UFRRJ. 25p. (Publicado em CD)
- Costa, C.C., Cecílio Filho, A.B., Cavarianni, R.L.C., Barbosa, J. C. (2004) Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e número de frutos de melão por planta em hidroponia. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.2, p.731-736.
- D’êça, C.S.B.D., Rodrigues, E.F., Martins, M.R., Rodrigues, R.C.M. (2003) Efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico sobre a germinação de sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)

- Damatto Jr., E.R., Leonel, S., Pedroso, C.J. (2005) Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.27, n.1, p.188-190.
- Detoni, A.M, Tesser, Saionara, M., Luchtenberg, W., Ferreira, G. (2001) Desenvolvimento inicial de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryander) no município de Pato Bragado-PR. In: X Encontro Anual de Iniciação Científica, Ponta Grossa: UEPG, v.3, p.21-22.
- Dolinski, M.A., Serrate, B.M., Motta, A.C.V., Cuquel, F.L., Souza, S.R de, Mio, L.L.M. de, Monteiro, L.B., (2005) Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro 'chimarrita' em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.27, n.2, p.295-299.
- Fontes, P.S.F. (2005) *Eficiência da fertirrigação com nitrogênio e avaliação do estado nutricional do maracujazeiro amarelo utilizando o DRIS*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense _UENF, Campos dos Goytacazes, 100p.
- Hunsche, M., Brackmann, A., Ernani, P.R. (2003) Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs "Fuji". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.38, n.4, p.489-496.
- Junqueira, N.T.V., Peixoto, J.R., Brancher, A., Junqueira, K.P., Fialho, J. de F. (2005) Melhoramento Genético do Maracujá-doce. In: Manica, I. Brancher, A., Sanzonowics, C., Icuma, I.M., Aguiar, J.L.P. de, Azevedo, J.A. de, Vasconcellos, M.A. da S., Junqueira, N.T.V. *Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre. p.39-46.
- Lee, S.K., Kader, A.A. (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, v.20, p.207-220.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Manica, I., Oliveira Jr., M.E. de. (2005) Maracujá no Brasil. In: Manica, I. Brancher, A., Sanzonowics, C., Icuma, I.M., Aguiar, J.L.P. de, Azevedo, J.A. de, Vasconcellos, M.A. da S., Junqueira, N.T.V. *Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre. p.11-26
- Marinho, C. S., Oliveira, M. A. B. de, Monnerat, P. H., Vianni, R., Maldonado, J. F. (2001) Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.58, n.2, p.345-348.
- Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. 2.ed. San Diego: Academic Press, 889p.

- Martins, M.R., Pereira Junior, J.C., Gomes, J.J.A., Rodrigues, R.C.M., Araújo, J.R.G. (2003) Avaliação de métodos de extração da mucilagem e de superação da dormência em sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Maurer, M.A., Taylor, K.C. (1999) Effect of Foliar Boron Sprays on Yield and Fruit Quality of Navel Oranges. In: Whright, G., Kilby, M. (ed.). *Citrus and Deciduous Fruit and Nut Research Report*. Tucson: University of Arizona/ College of Agriculture. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1138>. (Publicação obtida no dia 12 de Janeiro de 2006).
- Meletti, L.M.M., Bernacci, L.C., Soares-Scott, M.D., Azevedo Filho, J.A., Martins, L.C. (2003) Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal -SP, v.25, n.2, p.275-278.
- Paula, M.B. de, Holanda, F.S.R., Mesquita, H.A., Carvalho, V.D. (1999) Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.7, p.1217-1222.
- Razzaque, A.H.M., Hanafi, M.M (2001) Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat. *Fruits*. v.56, p.45-49.
- Smirnoff, N., Conklin, P.L., Loewus, F.A. (2001) Biosynthesis of ascorbic acid in plants: a renaissance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.52, p.37-67.
- Silva, A.P. da, Vieites, R.L. (2000) Alterações nas características físicas do maracujá-doce submetido à imersão em solução de cloreto de cálcio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.20, n.1, p.56-59.
- Silva, H.A. da, Corrêa, L. de S., Boliani, A.C. (2004) Efeitos do sistema de condução, poda e irrigação na produção do maracujazeiro doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.26, n.3, p.450-453.
- Spironello, A., Quaggio, J.A., Teixeira, L.A.J., Furlani, P.R., Sigrist, J.M.M. (2004) Pineapple yield and fruit quality effected by npk fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.26, n.1, p.155-159.
- Vasconcellos, M.A. da S., Cereda, E., Andrade, J.M. de B., Brandão Filho, J.U.T. (1993) Desenvolvimento de frutos de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand), nas condições de Botucatu-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.15, n.1, p.153-158.
- Veras, M.C.M., Pinto, A.C. de Q., Meneses, J.B.de (2000) Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.5, p.959-966.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram instalados dois experimentos no município de Campos dos Goytacazes-RJ. O primeiro experimento foi realizado a partir de amostragem foliar de maracujazeiro amarelo com o objetivo de determinar os teores de rutina, vitexina, flavonóides totais e dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Zn, Mn e Cl em folhas de diferentes idades ou posições no ramo. O experimento constou de 10 tratamentos: folhas 1 a 10 de um mesmo ramo, com quatro repetições. A amostragem foliar foi feita em março de 2004 e cada amostra constou de 20 folhas coletadas de 20 plantas.

O segundo experimento foi realizado em casa-de-vegetação, no período de setembro de 2004 a novembro de 2005, com os seguintes objetivos: verificar o efeito das deficiências de macronutrientes e B sobre a produção de flavonóides, caracterizar sintomas de deficiência visuais em folhas e fruto, avaliar o crescimento e verificar o efeito das deficiências de macronutrientes e B sobre a qualidade dos frutos de maracujazeiro doce. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com oito tratamentos de adubação das plantas, sendo: tratamento completo (sem deficiências), com deficiência de nitrogênio (-N), com deficiência de fósforo (-P), com deficiência de potássio (-K), com deficiência de cálcio (-Ca), com deficiência de magnésio (-Mg), com deficiência de enxofre (-S) e com deficiência de boro (-B), com quatro repetições.

As principais conclusões foram:

- A posição da folha no ramo influenciou os teores de rutina, vitexina e flavonóides totais os quais foram maiores nas folhas mais jovens;

- A posição da folha no ramo influenciou a composição mineral do maracujazeiro amarelo, sendo que os teores de N, P, K e Zn decresceram da folha 1 para a folha 10, enquanto que os de Ca, Mg, B, Cl e Mn, aumentaram;
- Os teores de S e Fe não variaram significativamente com a posição da folha no ramo;
- As deficiências de N, P e K aumentaram os teores de vitexina nas folhas do maracujazeiro doce em 46, 18 e 16%, respectivamente, mas as deficiências de Ca e B os reduziram em 22 e 33%, respectivamente;
- As deficiências de Mg e S, apesar de terem reduzido os teores foliares desses nutrientes em 61 e 31%, respectivamente, não alteraram os teores de vitexina;
- No tratamento completo, os teores de nutrientes e de vitexina obtidos, respectivamente, na matéria seca foliar do maracujazeiro doce, foram: 43,4 g kg⁻¹ de N, 2,47 g kg⁻¹ de P, 27,4 g kg⁻¹ de K, 15,6 g kg⁻¹ de Ca, 3,8 g kg⁻¹ de Mg, 5,28 g kg⁻¹ de S, 64 mg kg⁻¹ de B e 5,57 mg kg⁻¹ de vitexina;
- As plantas cultivadas sob deficiência de macronutrientes e B apresentaram alterações morfológicas em folhas e frutos, caracterizadas como sintomas de deficiência nutricional de cada nutriente;
- Plantas deficientes em N: clorose generalizada e queda prematura das folhas com ramos finos, coloração vermelho claro nas flores e amarela claro com aspecto translúcido nos frutos;
- Plantas deficientes em P: folhas velhas com coloração verde escuro brilhante que com progressão da deficiência surgiam manchas claras no limbo. A deficiência de P não afetou visualmente a aparência externa do fruto de maracujazeiro doce;
- Plantas deficientes em K: clorose e posterior necrose na nervura central das folhas velhas que progrediam para as bordas e queda das folhas. Nos frutos verificou-se enrugamento do epicarpo com conseqüente murchamento do fruto;
- Plantas deficientes em Ca: deformação e necrose nas bordas das folhas novas. Nos frutos verificaram-se rachaduras no epicarpo e no mesocarpo e podridão apical dos frutos;
- Plantas deficientes em Mg: folhas velhas com clorose internerval, com uma faixa estreita de tecido verde ao longo das nervuras. Plantas cultivadas sob deficiência de Mg não floresceram;

- Plantas deficientes S: clorose das folhas mais novas com pequenas manchas mais claras. A deficiência de S não afetou visualmente a aparência externa do fruto de maracujazeiro doce;
- Plantas deficientes B: folhas novas com aspecto coriáceo e ondulação nos bordos. Redução do comprimento dos internódios e paralisação do crescimento dos ramos. Nos frutos verificaram-se deformações externas, como aspecto de cortiça na casca;
- Todas as deficiências estudadas reduziram o número de frutos por planta, sendo que, no tratamento deficiente em Mg não houve florescimento;
- A deficiência de N incrementou a porcentagem e a espessura da casca dos frutos e reduziu a porcentagem de semente, o °Brix e o teor de vitamina C no suco;
- A deficiência de P incrementou a porcentagem e a espessura da casca dos frutos e o teor de vitamina C no suco e reduziu a porcentagem de semente no fruto, o °Brix e o pH do suco;
- A deficiência de K reduziu o °Brix, a ATT e o teor de vitamina C no suco;
- A deficiência de S reduziu o teor de vitamina C no suco;
- As deficiências de Ca e B não influenciaram peso, diâmetro, comprimento do fruto, número de sementes por fruto, concentração de casca, do suco e da semente, espessura dos frutos, °Brix, ATT, pH e o teor de vitamina C no suco.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antem, N.P.R., Miyazawa, K., Hikosaka, K., Nagashima, H, Hirose, T. (1998) Leaf nitrogen distribution in relation to leaf age and photon flux density in dominant and subordinate plants in dense stands of a dicotyledonous herb. *Oecologia*, v.113, p.314-324
- Araújo, R. da C., Bruckner, C.H., Matinez, H.P., Salomão, L.C.C., Venegas, V.H.A., Dias, J.M.M., Pereira, W.E., Souza, J.A. (2005) Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.271, n.1, p.128 – 131.
- Ayanoğlu, F., Mert, A., Kirici, S. (2002) The effects of different nitrogen doses on *Artemisia annua* L. *Journal of Herbs, Species and Medicinal Plant*, v.9, n.4, p.399-404
- Baričević, D., Zupančič, A. (2002) The Impact of Drought Stress and/or Nitrogen Fertilization in Some Medicinal Plants. *Journal of Herbs, Species and Medicinal Plant*, v.9, n.2/3, p.53-64.
- Batista, M. M. F., Viégas, I. de J. M., Frazão, D. A. C., Thomaz, M. A., Silva, R. de C. L. de (2003) Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiência nutricionais e na composição mineral de gravioleiras (*Annona muricata*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.25, n.2, p.315-318.
- Becker, L. (1997) *Propagação vegetativa in vitro de Phyllanthus corcovadensis Muell. Arg. e In vitro, indução de calos, nutrição, extração e quantificação de alcalóides na espécie Phyllanthus niruri L. (quebra pedra)*. Tese (Mestrado em Agronomia, área de concentração Fisiologia Vegetal) - UFLA – MG, Universidade Federal de Lavras, 96p.
- Bell, R.W. (1997) Diagnosis and prediction of boron deficiency for plant production. *Plant and Soil*, v.193, p.149-168.

- Belvis, D.G., Lukaszewski, K.M. (1998) Boron in plant structure and function. *Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology*, v.49, p.481-500.
- Bernacci, L.C., Meletti, L.M.M, Soares-Scott, M.D. (2003) Maracujá-doce: o autor, a obra e a data de publicação da *Passiflora alata* (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.25, n.2, p.355-356.
- Betti, A. H, Provensi, G, Fenner, R, Kliemann, M, Heckler, A. P.M., Munari, I.M, Fornari, P.E, Gosmann, G., Rates, S. M. K (2004) Investigação da atividade ansiolítica/sedativa de uma fração de flavonóides e uma fração de saponinas purificadas de *Passiflora alata* Dryander (PASSIFLORACEAE). . In: XII Jornadas de Jovens Pesquisadores da Associação de Universidades do Grupo Montevideo, 2004, Curitiba. Resumos. p. 94.
- Bhugaloo, R.A. (1998) Effect of different levels of nitrogen on yield and quality of pineapple variety queen Victoria. AMAS 1998. *Food and Agricultural Research Council*, Réduit, Mauritiu, p.75-80.
- Bologna, I.R. (2003) *Adubação boratada em pomar de laranja pêra rio afetada pela clorose variegada dos citros*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 78p.
- Bruckner, C.H., Silva, M.M. (2001) Florescimento e frutificação. In: Bruckner, C.H., Picanço, M.P. *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre, p.51-68.
- Calixto, J.B., Santos, A.R.S., Filho, V.C., Yunes, R.A (1998) A review of the plants of genus *Phyllanthus*: their chemistry, pharmacology and therapeutic potencial. *Medicinal Research Review*, v.18, p.225-258.
- Camacho-Cristóbal, J.J., Anzelloti, D., Gonzáles-Fontes, A. (2002) Changes in phenolic metabolism of tobacco plants during short-term boron deficiency. *Plant Physiology and Biochemistry*, Elsevier, v.40, p.997-1002.
- Carvalho, A.J.C. de, Martins, D.P., Monnerat, P.H, Bernardo, S. (2000) Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I Produtividade e qualidade dos frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, V.35, n 6, p.1101-1108.
- Carvalho, A.J.C. de, Monnerat, P.H, Martins, D.P., Bernardo, S. (1999) Produtividade e qualidade do maracujazeiro amarelo em resposta a adubação potássica sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.21, n.3, p.333 – 337.
- Carvalho-Okano, R.M. de, Vieira, M.F. (2001) Morfologia externa e taxionomia. In: Bruckner, C.H., Picanço, M.P. *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre, p.33-49.
- CEAGESP (2005). www.ceagesp.gov.br. São Paulo-SP. Acesso em 02 de agosto de 2005.

- Cecílio Filho, A.B., Grangeiro, L.C. (2004) Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.28, n.3, p.570-576.
- Cereda, E., Almeida, I.M.L., Grassi Filho, H. (1991) Distúrbios nutricionais em maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) cultivado em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas-Ba, v.13, n.4, p.241-244.
- Coppens d'Eeckendrugge, G. (2003) Exploração da diversidade genética das Passifloras. *VI Simpósio Brasileiro sobre a cultura do Maracujazeiro*. Campos dos Goytacazes; UENF/UFRRJ. 25p. (Publicado em CD)
- Costa, C.C., Cecílio Filho, A.B., Cavarianni, R.L.C., Barbosa, J.C. (2004) Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e número de frutos de melão por planta em hidroponia. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS, v.34, n.2, p.731-736.
- Crisostol., C. H., Johnson, R. S., DeJong T. (1997) Orchard Factors Affecting postharvest Stone Fruit Quality. *Hortscience*, v.32, n.5, p.820-823.
- Croteau, R., Kutchan, T.M., Lewis, N.G. (2000) Natural products (secondary metabolites). In: Buchanan, B.B, Gruissem, W., Jones, R.L. *Biochemistry e molecular biology of plant*. American Society of Plant Physiologists. P.1250-1319.
- D'êça, C.S.B.D., Rodrigues, E.F., Martins, M.R., Rodrigues, R.C.M. (2003) Efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico sobre a germinação de sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goyatacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Dale, G.B., Krystyna, M. L. (1998) Boron in plant structure and function. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.49, p.481-500
- Daliparthi, J., Barker, A.V., Mondal, S.S. (1994) Potassium fractions with other nutrients in crops: a review focusing on the tropics. *Journal of Plant Nutrition*, v.17, n.11, p.1859-1886.
- Damatto Jr., E.R., Leonel, S., Pedroso, C.J. (2005) Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.27, n.1, p.188-190.
- Detoni, A.M, Tesser, Saionara, M., Luchtenberg, W., Ferreira, G. (2001) Desenvolvimento inicial de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryander) no município de Pato Bragado-PR. In: X Encontro Anual de Iniciação Científica, Ponta Grossa: UEPG, v.3, p.21-22.
- Dewick, P.M. (1997) *Medicinal natural products: a biosynthetic approach*. West Sussex (England): John Wiley e Sons, 466p.

- Dhawan, K., Kumar, S., Sharma, A. (2001) Anxiolytic activity of aerial and underground parts of *Passiflora incarnata* L.. *Fitoterapia*, v. 72, p. 922-926.
- Dhawan, K., Dawan, S., Sharma, A. (2004) *Passiflora*: a review update. *Journal of Ethnopharmacology*, v.94, p.1-23.
- Di Stasi, L.C. (1996) Química de produtos naturais: principais constituintes ativos. In: Di Stasi, L.C., org. *Plantas medicinais: Arte e ciência – Um guia de estudo interdisciplinar*. São Paulo: UNESP, p.109-127.
- Dolinski, M.A., Serrate, B.M., Motta, A.C.V., Cuquel, F.L., Souza, S.R de, Mio, L.L.M. de, Monteiro, L.B., (2005) Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro 'chimarrita' em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.27, n.2, p.295-299.
- Doyama, J.T., Rodrigues, H.G., Novelli, E.L.B., Cereda, E., Vilegas, W. (2005) Chemical investigation and effects of the tea of *Passiflora alata* on biochemical parameters in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, v.96, p.371-374.
- Durigan, J.F. (1998). Colheita e conservação pós-colheita. In: Ruggiero, C. *Maracujá: do plantio a colheita*. Funep: Jaboticabal, p.257-278.
- Errea, P. (1998) Implications of phenolic compounds in greaft incompatibility in fruit tree species. *Scientia Horticulturae*, n.74, p.195-205.
- Fernandes, D.M., Silva, J.C. da, Grassi Filho, H., Nakogawa, J. (1991) Caracterização de sintomas de carência de macronutrientes em plantas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) cultivado em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas-Ba, v.13, n.4, p.233-240.
- Fernandez-Escobar, R., Moreno, R., Garca-Creus, M. (1999) Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Scientia Horticulturae*, v.82, n.1, p.25- 45.
- Figueira, G.M. (1998) Nutrição mineral, produção e concentração de artemisinina em *Artemisia annua* L. In: Ming, L.C., coord. *Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica*. Botucatu: UNESP, n.1, p.89-107.
- Fontes, P.C.R. (2001) *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa, UFV. 122p.
- Fontes, P.S.F. (2005) *Eficiência da fertirrigação com nitrogênio e avaliação do estado nutricional do maracujazeiro amarelo utilizando o DRIS*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense _UENF, Campos dos Goytacazes, 100p.

- Freitas, M.S.M., Martins, M.A., Curcino, I.J. (2004) Produção e qualidade de óleos essenciais de *Mentha arvensis* em resposta à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v.39, n.9, p.887-894.
- Gershenzon, J. (1984) Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. In: Timmermann, B.N., Steelink, C., Loewus, F.A. (eds.). *Phytochemical adaptations to stress*, p.273-230.
- Haukioja E., Ossipov V., Koricheva, J., Honkanen, T., Larsson, S., Lempa, K. (1998) Biosynthetic origin of carbon-based secondary compounds: cause of variable responses of woody plants to fertilization? *Chemoecology*, v.8, p.133-139.
- Hunsche, M., Brackmann, A., Ernani, P.R. (2003) Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs "Fuji". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.38, n 4, p.489-496.
- Ichimura, M., Ikushima, M., Miyazaki, T., Kimura, M. (1995) Effect of phosphorus on growth and concentration of mineral element and essential oils of sweet basil leaves. *Acta Horticulturae*, ISHS, n.396, p.195-202
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Jones Jr., J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991) *Plant Analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 213p.
- Junqueira, N.T.V., Peixoto, J.R., Brancher, A., Junqueira, K.P., Fialho, J. de F. (2005) Melhoramento Genético do Maracujá-doce. In: Manica, I. Brancher, A., Sanzonowics, C., Icuma, I.M., Aguiar, J.L.P. de, Azevedo, J.A. de, Vasconcellos, M.A. da S., Junqueira, N.T.V. *Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre. p.39-46.
- Kavati, R., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Ferreira, F.R. (1998) Sweet maracuja, a promising newcomer. *Fruittrop*, v.43, p.20-21.
- Langenheim, C.A., Macedo, C.A, Ross, M.K., Stubblebine, W.H. (1986). Leaf development in the tropical leguminous tree *Copaifera* in relation to microlepidopteran herbivory. *Biochemical Systematics and Ecology*, v.14, p.51-59.
- Lee, S. K., Kader, A.A. (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, v.20, p.207-220.
- Leitão, A.C., Silva, O.A. da. (2004) Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea do cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. *Rodriguésia*. v. 55, n°. 84, p.127-136.

- Lima Filho, O.F., Malavolta, E. (1997) Sintomas de desordens nutricionais em estévia *stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.54, n.1/2, p.53-61.
- Lima Filho, O.F. de, Malavolta, E. Yabico, H.Y. (1997) Influência de estresses nutricionais no teor e produção de esteviosídeo durante o desenvolvimento da estévia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v.32, n.5, p.135-140
- Lopes, R.M., Oliveira, T.T. de, Nagem, T.J., Pinto, A. de S. (2000) Flavonóides. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*. n.3, p.18-22.
- Lou, Y., Baldwin, I.T. (2004) Nitrogen supply influences herbivore-induced direct and indirect defenses and transcriptional responses in *Nicotiana attenuata*. *Plant Physiology*, American Society of Plant Biologists, v. 135, p.496-506.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Manica, I. (2005) Taxionomia – Anatomia – Morfologia. In: Manica, I. Brancher, A., Sanzonowics, C., Icuma, I.M., Aguiar, J.L.P. de, Azevedo, J.A. de, Vasconcellos, M.A. da S., Junqueira, N.T.V. *Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre. p.27-33.
- Mann, J. (2001) *Secondary metabolism*. 2 ed. Oxford: Oxford Science, 374p.
- Marinho, C. S., Oliveira, M. A. B. de, Monnerat, P. H., Vianni, R., Maldonado, J. F. (2001) Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.58, n.2, p.345-348.
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of higher plants*. 2.ed. San Diego: Academic Press, 889p.
- Martinez, H.E.P., Araújo, R. da C.A. (2001) Nutrição e adubação. In: Bruckner, C.H., Picanço, M.C. *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes. p.163-188.
- Martins, M.R., Pereira Junior, J.C., Gomes, J.J.A., Rodrigues, R.C.M., Araújo, J.R.G. (2003) Avaliação de métodos de extração da mucilagem e de superação da dormência em sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goyatacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Mazzafera, P. (1999) Mineral nutrition and caffeine content in coffee leaves. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.2, p.387-391.
- Maurer, M. A., Taylor, K. C. (1999) Effect of Foliar Boron Sprays on Yield and Fruit Quality of Navel Oranges. In: Whright, G., Kilby, M. (ed.). *Citrus and Deciduous Fruit and Nut Research Report*. Tucson: University of Arizona/ College of Agriculture. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1138>. (Publicação obtida no dia 12 de Janeiro de 2006).

- Meletti, L.M.M., Bernacci, L.C., Soares-Scott, M.D., Azevedo Filho, J.A., Martins, L.C. (2003) Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agrônômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal -SP, v.25, n.2, p.275-278.
- Mendes, A.D.R., Martins, E.R., Fernandes, L.A., Marques, C.C.L. (2005) Produção de biomassa e de flavonóides totais por fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth) sob diferentes níveis de fósforo em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v.7, n.2, p.7-112.
- Moraes, M. de L.L. (1995) *Extração e análise de flavonóides em espécies Brasileiras de Passiflora L.* Tese (Mestrado em Ciências, área de Concentração Química Analítica) - USP - SP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 94p.
- Müller, S.D., Vasconcelos, S.B., Coelho, M., Biavatti, M.W. (2005) LC and UV determination of flavonoids from *Passiflora alata* medicinal extracts and leaves. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, v.37, p.399-403.
- Nakao, M., Ono, K, Takio, S. (1999) The effect of calcium on flavonol production in cell suspension cultures of *Polygonum hydropiper*. *Plant Cell Reports*, Springer-Verlag, v.18, p.759-763.
- Neves, O.S.C., Sá, J. R. de, Carvalho, J.G. (2004) Crescimento e sintomas visuais de deficiência de micronutrientes em umbuzeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.306-309.
- Nishino, H., Tokuda, H., Satomi, Y., Masuda, M., Bu, P., Onozuka, M., Yamaguchi, S. (1999) Cancer prevention by carotenoids. *Pure Appl. Chemical*, v.71 n.12, p.2273-2278.
- Oliveira, T.T. de, Gomes, S.M., Nagem, T.J., Costa, N.M.B., Secom, P.R. (2002) Efeito de diferentes doses de flavonóides em ratos hiperlipidêmicos. *Revista de Nutrição*, v.15, n.1, p.45-51.
- Paris, F de, Petry, R.D., Reginatto, F.H., Gosmann, G., Quevedo, J. Salqueiro, J. B., Kapczinski, F. Ortega, G.G., Schenkel, E.P. (2002) Pharmacochemical study of aqueous extracts of *Passiflora alata* Dryander and *Passiflora edulis* Sims. *Acta Farm. Bonaerense*, v.21, n.1, p.5-8.
- Paula, M.B. de, Holanda, F.S.R., Mesquita, H.A., Carvalho, V.D. (1999) Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v.34, n.7, p.1217-1222.
- Pereira, C.A.M., Vilegas, J.H.Y. (2000) Constituintes químicos e farmacológicos do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata* Dryander, *P. Edulis* Sims e *P. Incarnata*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v.3, n.1, p.1-12.
- Pereira, C.A.M. (2002) *Estudos cromatográficos (HPLC, HPTLC, LC-MS) e análise microscópica das folhas de espécies de Passiflora L.* Tese (Doutorado em Ciência, área de concentração Química Analítica) - USP – SP, Universidade de São Paulo, 273p.

- Pessoa, A.C. dos S. (1998) *Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Petry, R.D., Reginatto, F., Paris, G., Gosmann, J. Salqueiro, J. Quevedo, F. Kapezinski, G., Ortega, G.G., Schenkel, E.P. (2001) Comparative pharmacological study on hydroethanol extracts of *Passiflora alata* and *Passiflora edulis* leaves. *Pytotherapy Research*, v.15, p.162-164.
- Pinto, J.E.B.P., Lameira, O.A. (2001) *Micropropagação e metabólitos secundários in vitro de plantas medicinais*. Lavras: UFLA, 102p. (Textos Acadêmicos)
- Purquerio, L.F.V., Cecílio Filho, A.B. (2005) Concentração de nitrogênio na solução nutritiva e número de frutos sobre a qualidade de frutos de melão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.3, p.831-836.
- Quispe, R.R. (1977) *Avaliação da "Eficiência em magnésio" de oito cultivares de tomateiro (Lycopersicon Esculentum, Mill) cultivada em solução nutritiva*. Tese Mestrado - Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, 46p.
- Rajaratnam, J.A., Hock, L.I. (1975) Effect of boron nutrition on intensity of red spider mite attack on oil palm seedlings. *Expl. Agric.* V.2, p.59-63.
- Razzaque, A.H.M., Hanafi, M.M (2001) Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat. *Fruits*. v.56 p.45-49.
- Reddy, K. R., Hodges, H.F., Varco, J. (2000) *Potassium nutrition of cotton*. Office of Agricultural Communications: Mississippi State University, Bulletin 1094. <http://msucares.com/pubs/bulletins/b1094.pdf>. (Publicação obtida no dia 12 de Janeiro de 2006).
- Reginatto, F.H., Kauffmann, C., Schripsema, J., Guillaume, D., Gosmann, G., Schenkel, E.P. (2001) Steroidal and triterpenoidal Glucosides from *Passiflora alata*. *Journal Brazilian Chemical Society*, v.12, n.1, p.32-36.
- Ruiz, J.M., Bretones, G., Bachour, M., Ragala, L., Belakbir, A., Romero, L. (1997) Relationship between boron and phenolic metabolism in Tobacco leaves. *Phytochemistry*, v.48, n.2, p.269-272.
- Salvador, J.O., Muraoka, T., Rosseto, R., Ribeiro, G. de A. (1994) Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.51, n.3, p.407-414.
- Sanders, D., Brownlee, C., Harper, J.F. (1999) Communicating with calcium. *The Plant Cell*, American Society of Plant Physiologists, v.11, p.691-706.
- Santos, A.L. dos (2002a) *Estabelecimento de normas de amostragem foliar para avaliação do estado nutricional e adubação mineral do coqueiro anão verde na região Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal, área de concentração Produção Vegetal) - UENF – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 82p.

- Santos, R.I. de. (2002b) Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: Simões, C.M.O., Schenzel, E.P., Gosmann, G., Melo, J.C.P de, Mentz, L.A., Petrovick, P.R. coord. *Farmacognosia da planta ao medicamento*. Porto Alegre: UFRGS, p. 333-364.
- Sanzonowicz, C., Andrade, L.R.M. de. (2005) Nutrição, Adubação e Irrigação. In: Manica, I. Brancher, A., Sanzonowics, C., Icuma, I.M., Aguiar, J.L.P. de, Azevedo, J.A. de, Vasconcellos, M.A. da S., Junqueira, N.T.V. *Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre. p.77-90
- Savazaki, E.T. (2003) A cultura do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand) no Estado de São Paulo. *VI Simpósio Brasileiro sobre a cultura do Maracujazeiro*. Campos dos Goytacazes: UENF/UFRRJ. 4p. (Publicado em Compact Disc)
- Schmitz-Eiberger, M., Haefs, R., Noga, G. (2002) Calcium deficiency – influence on the antioxidative defense system in tomato plants. *Journal of Plant Physiology*, v.159, p.733-742.
- Scheffer, M.C., Ronzelli Júnior, P. Koehler, H.S. (1993) Influence of organic fertilization on the biomass, yield and composition of the essential oil of *Achillea millefolium* L. *Acta Hortivulturæ: Leuven 1* (Bélgica): ISHS, v. 331, p109-114.
- Silva, A. P. da, Vieites, R. L. (2000) Alterações nas características físicas do maracujá-doce submetido à imersão em solução de cloreto de cálcio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.20, n.1, p.56-59.
- Silva, H.A. da, Corrêa, L. de S., Boliani, A.C. (2004) Efeitos do sistema de condução, poda e irrigação na produção do maracujazeiro doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.26, n.3, p.450-453.
- Sluis, A.A., Dekker, M., Jongen, W.M.F. (1997) Flavonoids as bioactive components in apple products. *Cancer Letters*, Elsevier, v.114, p.107-108.
- Smirnoff, N., Conklin, P.L., Loewus, F.A. (2001) Biosynthesis of ascorbic acid in plants: a renaissance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.52, p.37–67
- Sobral, F.L. (1998) *Nutrição e adubação do coqueiro* In: Ferreira, J.M.S. Warwick, D.R.N., Siqueira, L.A., (eds). *A cultura do coqueiro no Brasil*. Aracaju: EMBRAPA-SPI, 156-203p.
- Soulimani, R., Younos, C., Jarmouni, S., Boust, D., Misslin, R., Mortier, F. (1997) Behavioural effects of *Passiflora incarnata* L. and its indole alkaloid and flavonoid derivatives and maltol in the mouse. *Journal of Ethnopharmacology*, v.57, n.1, p.11-20
- Spironello, A., Quaggio, J.A., Teixeira, L.A.J., Furlani, P.R., Sigris, J. M. M. (2004) Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal -SP, v.26, n.1, p.155-159.

- Suh, E.J., Park, K.W. (1999) Effect of magnesium on the content and composition of essential oil of basil cultivars grown in hydroponics. *Journal Korean Society Horticultural Science*, v.40, n.3, p.336-340.
- Taiz L., Zeiger E. (2004) *Plant Physiology*. Redwood City (California): The Benjamin/Comings Publishing, 690p.
- Teràn, E. (2003) Mercado de Fitoterápicos. *VI Simpósio Brasileiro sobre a cultura do Maracujazeiro*. Campos dos Goytacazes: UENF/UFRRJ, 2p. (Publicado em Compact Disc)
- Utumi, M.M., Monnerat, P.H., Pereira, P.R.G., Fontes, P.C.R., Godinho, V. de P. C. (1999) Deficiência de macronutrientes em estêvia: sintomas visuais e efeitos no crescimento, composição mineral e produção de esteviosídeo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.6, p.1039-1043.
- Vasconcellos, M.A. da S., Brandão Filho, J.U.T. (2005) Tratos culturais. In: Manica, I. Brancher, A., Sanzonowics, C., Icuma, I.M., Aguiar, J.L.P. de, Azevedo, J.A. de, Vasconcellos, M.A. da S., Junqueira, N.T.V. *Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre. p.103-112.
- Vasconcellos, M.A. da S., Cereda, E., Andrade, J.M. de B., Brandão Filho, J.U.T. (1993) Desenvolvimento de frutos de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand), nas condições de Botucatu-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.15, n.1, p.153-158.
- Vasconcellos, M.A. da S., Savazaki, E.T., Grassi Filho, H., Busquet, R.N.B., Mosca, J.L. (2001) Caracterização física e quantidade de nutrientes em frutos de maracujá doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.23, n.3, p.690-694.
- Veloso, C.A.C., Muraoka, T. (1993) Diagnóstico de sintomas de deficiência de macronutrientes em pimenteira do reino (*Piper nigrum* L.) *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.50, n.2, p.232-236.
- Veras, M.C.M., Pinto, A.C. de Q., Meneses, J.B.de (2000) Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.5, p.959-966.
- Viégas, I. de J.M., Thomaz, M.A.A., Silva, J.F. da, Conceição, H.E.O. da, Naiff, A.P.M. (2004) Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiência nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.315-319.
- Vyn, T.J., Yin, X., Bruulsema, T.W., Jackson, C.C. (2002) Potassium fertilization effects on isoflavone concentrations in soybean [*Glycine max* (L.) Merr. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.50, p. 3501-3506.

- Yamada, T. (2004) Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? *Informações Agronômicas*, n.108, p.1-7.
- Yeh, D.M., Lin, L., Wright, C.J. (2000) Effects of mineral nutrient deficiencies on leaf development, visual symptoms and shoot-root ratio of *Spathiphyllum*. *Scientia Horticulturae*, v.86, p.223-233.
- Zuanazzi, J.A.S. (2002) Flavonóides. In: Simões, C.M.O., Schenzel, E.P., Gosmann, G., Melo, J.C.P de, Mentz, L.A., Petrovick, P.R. coord. *Farmacognosia da planta ao medicamento*. Porto Alegre: UFRGS, p.499-525.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)