

# DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL EM MUDAS DE GOIABEIRA DECORRENTE DA OMISSÃO SIMULTÂNEA DE DOIS MACRONUTRIENTES<sup>1</sup>

JOÃO ODEMIR SALVADOR<sup>2</sup>, ADÔNIS MOREIRA<sup>3</sup> e TAKASHI MURAOKA<sup>4</sup>

**RESUMO** - O trabalho, conduzido em casa de vegetação, objetivou avaliar o desenvolvimento e as alterações morfológicas decorrentes da desordem nutricional em goiabeira, provocada pela omissão combinada de dois nutrientes, estabelecida entre os elementos N, P, K e S. Os tratamentos foram assim constituídos: (1) solução completa (testemunha); (2) menos N; (3) menos NP; (4) menos NK; (5) menos NS; (6) menos P; (7) menos PK; (8) menos PS; (9) menos K; (10) menos KS e (11) menos S. Ocorreram sintomas típicos de carência nutricional referente a cada elemento, bem como os que caracterizam as deficiências simultâneas, cujo diagnóstico visual foi comprovado mediante as concentrações obtidas pela análise do terceiro par de folhas, a partir do ápice. O acúmulo de matéria seca total foi reduzido em todos os tratamentos com omissão dos nutrientes, mormente nos portadores de carência de N e de P, cuja redução chegou a ser de 77% e 54%, respectivamente. A análise revelou também que nos tratamentos com omissão de nutrientes, a concentração encontrada em relação a qualquer elemento omitido foi sempre menor do que a encontrada no tratamento completo, com exceção do K no tratamento -NK. Os sintomas simultâneos de deficiência foram, inicialmente, característicos de cada elemento, e a ocorrência nas folhas novas ou velhas foi determinada pelo grau de mobilidade de cada nutriente. Os resultados indicam que ocorreram deficiências conjugadas de NS, PK, PS e KS.

Termos para indexação: *Psidium guajava*, solução nutritiva, sintomas de deficiência.

## NUTRITIONAL DEFICIENCY ON YOUNG GUAVA PLANTS DUE TO THE SIMULTANEOUS OMISSION OF TWO MACRONUTRIENTS

**ABSTRACT** - This work, carried out under greenhouse conditions, had the objective of evaluating the effects of N, P, K and S deficiencies, when omitted in pairs, on young guava plants. Eleven treatments were applied, namely: complete, minus N, minus NP, minus NK, minus NS, minus P, minus PK, minus PS, minus K, minus KS, and minus S. Typical deficiency symptoms for each individual element and combinations thereof were observed and confirmed through mineral analyses of the third leaf from the tip. Dry matter yield was reduced in all treatments, particularly in the minus N and minus P treatments, in which dry matter reduction was about 77% and 54% respectively. Omission of a given nutrient caused a drop on its concentration with reference to the complete treatment, except for the leaf K level in the minus NK treatment. When a pair of elements was not present in solution, typical visual symptoms for each element were observed, either in the young or older leaves according to its mobility. These results therefore showed that double deficiencies of NS, PK, PS and KS were evident.

Index terms: *Psidium guajava*, nutrient solution, chemical composition, deficiency symptoms.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 22 de abril de 1998.

<sup>2</sup> Biólogo, Seção de Fertilidade do Solo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), USP, Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Pós-graduando do Dep. de Ciência do Solo, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. Bolsista da CAPES.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., Seção de Fertilidade do Solo, CENA/USP. Bolsista do CNPq. E-mail: muraoka@cena.usp.br

## INTRODUÇÃO

Pertencente à família das mirtáceas, nativa da América do Sul, a goiabeira está dispersa nas regiões tropicais e subtropicais, principalmente no Brasil, onde encontra amplas condições de desenvolvimento. Seu produto, além do conteúdo mineral e elevado teor vitamínico, é muito apreciado *in natura* ou

industrializado na forma de doces de massa, compotas, geléias, sucos e licores (Accorsi et al., 1960), qualidades que dão à cultura grande projeção no contexto de nossa fruticultura; é uma das frutíferas mais difundidas, cujo produto, quando proveniente de pomares bem cuidados, compete, inclusive, com espécies estrangeiras (Brasil Sobrinho et al., 1961).

Há algumas décadas, a goiaba, em condições de fruta inferior, era consumida somente pelas colheitas oriundas de plantas de vegetação espontânea (pé franco). Todavia, com as perspectivas promissoras de mercado, com expansão da indústria alimentícia, a abertura do Mercosul e a introdução de cultivares com ótimas qualidades agrônômicas por Pereira (1984), maior atenção foi destinada à cultura, justificando, inclusive, o trabalho de Natale et al. (1996), que condensa os resultados de pesquisas com adubação realizadas nos últimos oito anos, com implicações práticas para o manejo desta cultura.

Por haver, ainda, poucas informações sobre as reais necessidades da frutífera em nutrientes, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento da goiabeira e suas alterações morfológicas decorrentes da desordem nutricional provocada pela omissão combinada de dois nutrientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), localizado no município de Piracicaba, SP, situado a 22°42'30" de LS e 47°38'00" de LW.

As mudas de goiabeira (*Psidium guajava*), resultantes da propagação sexuada (seedlings), com cinco pares de folhas, foram transplantadas para vasos com dois litros de capacidade, com substrato resultante de duas partes de areia fina lavada e uma de sílica grossa, com capacidade de retenção de 450 mL de solução. Durante 65 dias, as plantas permaneceram em solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950), diluída a 1/5 da concentração usual. Após esse período, as plantas foram submetidas aos tratamentos, por 70 dias. Os onze tratamentos, com quatro repetições, originaram-se a partir de uma solução nutritiva completa (testemunha) e suprimindo-se desta os nutrientes N, NP, NK, NS, P, PK, PS, K, KS e S (Tabela 1), dispostos em delineamento inteiramente casualizado. Cada elemento suprimido isoladamente serviu de testemunha para visualizar e distinguir os sintomas individualizados dos considerados múltiplos. Semanalmen-

te, a solução foi monitorada, mantendo o pH entre 5,5 e 6,0, com a adição de HCl 0,1N ou NaOH 0,1N. A solução nutritiva completa teve as seguintes concentrações de nutrientes em mg L<sup>-1</sup>: 182 de N-NO<sub>3</sub>; 42 de N-NH<sub>4</sub>; 31 de P; 195 de K; 120 de Ca; 48 de Mg; 64 de SO<sub>4</sub>; 0,5 de B; 0,02 de Cu; 5,0 de Fe; 0,5 de Mn; 0,05 de Zn e 0,01 de Mo. Para cada troca, feita a cada 25 dias, destinou-se 1 litro de solução, precedendo a lavagem do substrato com 4 litros de água destilada, para a remoção de possíveis resíduos de sais. Procedeu-se à irrigação diária com as soluções, tantas vezes quanto necessárias, sendo o percolado recebido em coletor, e o volume sempre completado a 500 mL com água deionizada.

Aos 63 dias sob os tratamentos, após processada a documentação sobre as alterações morfológicas, foi feita a primeira amostragem, para determinar a concentração dos macronutrientes em estudo, tendo estabelecido como referência a terceira folha, a contar do ápice, seguindo a recomendação de amostragem referente à cultura e adotada por Natale et al. (1994a). Na segunda amostragem, aos 70 dias, foram coletadas três plantas de cada tratamento, separando-as em caule, folhas e raízes, para a determinação do peso da matéria seca de cada segmento e do total por planta. Todo o material colhido foi lavado em água corrente e, posteriormente, em água destilada, evitando, desta forma, possíveis contaminações por fontes externas. Em seguida, as amostras foram secadas em estufa a 65°C, para a determinação do peso da matéria seca, e procedeu-se à moagem e à análise química dos macronutrientes, segundo os métodos descritos por Sarruge & Haag (1974).

A produção de matéria seca foi analisada estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1990).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o período dos tratamentos, obteve-se a evidência dos sintomas foliares individualizados ou conjugados de deficiência, cujas alterações morfológicas encontram-se resumidas na Tabela 2. Os primeiros sintomas observados foram os de falta de N, 25 dias após sua omissão. Constatou-se, inicialmente, que as folhas mais jovens tornaram-se de coloração verde-pálida, com pigmentação vermelho-arroxeadada se concentrando em manchas irregulares nos bordos do limbo das folhas recém-maduras (Fig. 1), prenunciando uma clorose generalizada resultante do decréscimo de clorofila (Jones, 1966). As gemas laterais permaneceram dormentes, e, conseqüentemente, sem ramificações, e com redução no

crescimento. As folhas dispuseram-se em ângulo mais agudo em relação a um caule rígido e mais ereto. O sistema radicular apresentou-se de aspecto mais claro do que o considerado normal. A redução acentuada no crescimento das mudas carentes de N, com desenvolvimento de apenas quatro ou cinco pares de folhas, ajusta-se às afirmações de Raij (1991) e Tisdale et al. (1993), de que o elemento, além de participar da composição da molécula de clorofila, participa também da reação de síntese protéica. A inibição desta síntese (Malavolta et al., 1989) reduz o processo de divisão celular, e, conseqüentemente, afeta o crescimento da planta. Com a omissão de N, a quantidade de matéria seca foi reduzida em 77% (Tabela 3), com concentrações também reduzidas nas folhas, nos tratamentos -N, -NK, -NP e -NS, o que confirma o diagnóstico visual e a importância do nutriente para o desenvolvimento da planta (Tabela 4).

A deficiência de P caracterizou-se por apresentar folhas de aspecto coriáceo e de coloração verde-escura opaca. O limbo foliar estampava faixas de coloração marrom-avermelhada ou aglomerações punctiformes entre as nervuras, em vários graus de intensidade e em vários pontos da planta, permane-

cendo, porém, as nervuras e áreas adjacentes de tonalidade verde. Com o avançar da carência, com o aumento de antocianina no suco celular (Accorsi et al., 1960), síntese favorecida pelo maior acúmulo de açúcares (Mengel & Kirkby, 1987; Silva Junior et al., 1995), as manchas internervais transformaram-se em púrpuras, estendendo-se por toda a lâmina (Fig. 1). Os bordos foliares sofreram um repuxamento, formando ondulações, conferindo às folhas certa tortuosidade. O crescimento lateral se limitou a poucos ramos, de porte raquítico e com folhas pequenas. Entre as importantes funções exercidas pelo P na planta, o relevante papel na síntese de proteínas determina que sua carência se reflita no menor crescimento vegetal (Malavolta, 1980; Marschner, 1995).

Com a carência de P, a redução da quantidade de matéria seca atingiu 54% (Tabela 3), com concentrações também reduzidas nas folhas, notadamente nos tratamentos -P e -PK (Tabela 4).

Em ausência de K, na ordem ascendente das folhas, as nervuras, a começar pela principal, transformaram-se em vermelho bem vivo, com difusão nas porções internervais, formando manchas maiores sobre um fundo verde opaco. Quando a demanda de K excede a taxa de fornecimento, o transporte de

TABELA 1. Solução nutritiva utilizada no cultivo da goiabeira para obtenção de deficiências conjugadas (mL L<sup>-1</sup>).

Substância	Completa	-N	-NP	-P	-NK	-K	-PK	-NS	-S	-PS	-KS
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 1M	1	1							1		
MgSO <sub>4</sub> 1M	2	2	2	2	2	2	2				
KCl 1M	1	3	5					5	1	2	
KNO <sub>3</sub> 1M	3			5					3	3	
NaNO <sub>3</sub> 1M	1			1		2	2		3	3	2
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1M	3			3		3	3		3	3	3
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> 0,05M					10			10			
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 1M	3			2		4	4				2
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 1M						1					1
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1M									2	2	2
CaCl <sub>2</sub> 1M		3	3		2,5			2,5			
KOH 1M		1									
MgCl <sub>2</sub> 0,5M								4			
MICRO (-Fe <sup>1</sup> )	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fe-EDTA <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

<sup>1</sup> Sarruge (1975).

<sup>2</sup> Jacobson (1951).

carboidratos produzidos nas folhas não se faz de maneira adequada (Malavolta, 1979), e a alta concentração de açúcares favorece a síntese de antocianina nas folhas, a qual confere a coloração avermelhada (Mengel & Kirkby, 1987). Com a evolução da deficiência, houve uma descoloração gradativa do vermelho das nervuras, a partir da base do limbo, em direção à ponta; iniciou-se uma clorose que gradualmente foi se intensificando, a começar das margens, envolvendo as áreas internervais. Mais tarde, as manchas cloróticas se intensificaram para lesões necróticas, iniciando no ápice e caminhando, em forma de um "V", dos bordos para o centro do limbo (Fig. 1). A necrose decorreu da possibilidade

de ter havido um acúmulo de putrescina (tetrametileno diamina), cuja síntese é desencadeada pela falta de K (Epstein, 1972; Malavolta, 1980). Nesta fase, na região apical da folha, houve enrolamento para cima da duas faces do limbo, limitado pela nervura principal. A coloração verde das folhas mais jovens contrastava com o amarelo das folhas mais velhas, e a dominância apical foi diminuída.

Feito o contraste entre a média da matéria seca do tratamento com omissão de K com a do tratamento completo, verifica-se que a redução na quantidade produzida de caule, folha e raiz atingiu 37% (Tabela 3), com reduções aproximadamente de três vezes nas concentrações de K nas folhas dos trata-

**TABELA 2.** Descrição dos sintomas visuais de deficiências de nutrientes em mudas de goiabeira.

Tratamento	Sintomas
-N	Ângulo agudo entre o caule e as folhas; dormência das gemas laterais (sem ramificações); plantas sem vigor vegetativo; diluição gradativa da pigmentação arroxeada das folhas emergentes, concentrando-se nos bordos das folhas recém-maduras em forma de manchas avermelhadas, até desaparecerem; clorose generalizada; caule mais ereto e sistema radicular mais claro.
-P	Folhas coriáceas e de coloração verde-escura opaca; nas folhas mais velhas aparecem manchas de coloração marrom-avermelhada internervais e depois púrpuras, com as nervuras e áreas adjacentes permanecendo de tonalidade verde; repuxamento dos bordos das folhas redundando em ondulações marginais; há poucas e raquíticas ramificações.
-K	De maneira ascendente, as nervuras, a começar pela principal, transformam-se em vermelho bem vivo sobre um fundo verde opaco; descoloração gradativa do vermelho das nervuras e clorose, mais intensa nos espaços internervais; necrose em progressão em "V" a começar pelo ápice; enrolamento dos bordos para cima nas partes necrosadas; folhas jovens mais estreitas e maior curvatura do limbo para baixo a partir da base; diminuição da dominância apical.
-S	As folhas mais novas são pequenas, cloróticas, estreitas com recurvamento dos bordos para cima (côncavas); as folhas do terço médio para baixo permanecem verdes; ângulo agudo das folhas; a severidade produz brotações com folhas cada vez menores na região apical, raízes mais escuras.
-NP	Inicialmente clorose generalizada, depois manchas de coloração vermelho-escuro internervais nas folhas mais velhas e de menor intensidade nas medianas; pontuações necróticas avermelhadas no ápice das folhas velhas.
-NK	Intensificação dos efeitos da carência de N. Ao longo das margens das folhas novas forma-se uma extensa área avermelhada e depois necrosada. Segue-se enrolamento dos bordos a partir do ápice igual a uma folha queimada por fogo. A área central permanece clorótica; redução da área foliar.
-PK	Nas folhas mais velhas surgem faixas que simbolizam a deficiência de P, porém mais escuras e de contorno melhor definido, formando ilhas paralelas, com as nervuras e adjacências realçadas em verde; no interior das manchas, surgem pontuações verdes em salpicos até dispersar toda área avermelhada; folhas verde-escuras e formações ondulares nos bordos.
-NS	Sintomas parecidos com os de falta de N.
-PS	Folhas superiores cloróticas, pequenas, estreitas e côncavas; folhas basais com faixas vermelhas internervais em progressão ascendente e gradativa até ocorrer a mescla dos sintomas; ramificações com folhas mais amarelas e com ondulações marginal.
-KS	Folhas novas com sintomas da falta de S inicialmente e depois as características da carência de K, de baixo para cima, até os sintomas se interagirem.

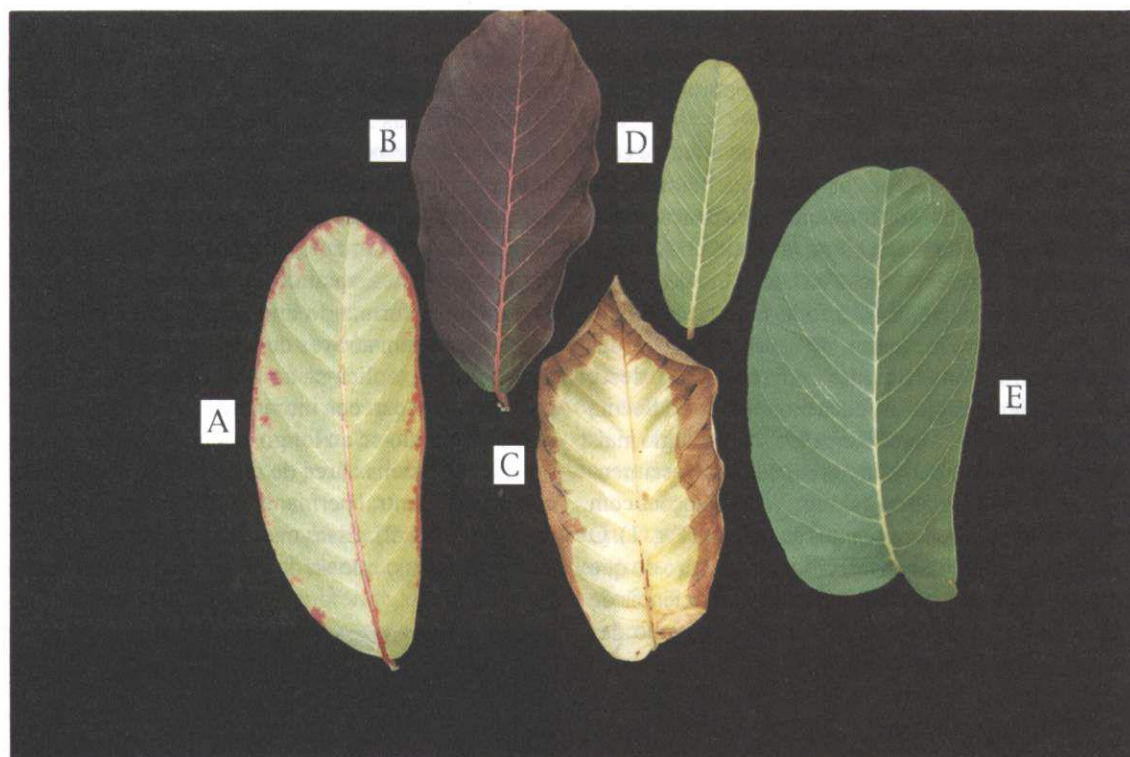


FIG. 1. A - deficiência de nitrogênio; B - deficiência de fósforo; C - deficiência de potássio; D - deficiência de enxofre; E - folha normal.

TABELA 3. Produção de matéria seca pelas partes vegetais, aos 70 dias em tratamentos. Média de três repetições (g vaso<sup>-1</sup>)<sup>1</sup>.

Tratamento	Raiz	Caule	Folha	Total	IR (%) <sup>2</sup>
Testemunha	19,43a	26,24a	28,03a	73,70a	100
-N	7,86bc	4,11c	4,69d	16,66cd	23
-NP	6,56c	4,46c	5,55d	16,57d	22
-NK	7,99bc	4,80c	4,98d	17,77cd	24
-NS	5,10c	4,44c	5,93cd	15,47d	21
-P	9,06bc	12,42bc	12,70bcd	34,18bcd	46
-PK	9,03bc	11,90bc	11,90bcd	32,83bcd	44
-PS	11,28bc	12,21bc	11,65bcd	35,14bcd	48
-K	12,02bc	15,36b	19,28ab	46,66b	63
-KS	12,76b	14,31b	14,51bc	41,58b	56
-S	10,39bc	15,11b	13,12bcd	38,62bc	52
Média	10,13	11,40	12,03	33,56	45

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Índice relativo.



mentos -K, -PK e -KS (Tabela 4). A importância do K para a goiabeira se baseia principalmente no fato de ser considerado o nutriente mais exportado pelos frutos (Natale et al., 1994b).

As plantas deficientes em S apresentaram-se com as folhas do terço superior pequenas, cloróticas, estreitas, com os bordos formando uma concavidade para cima ou encanoadas, como uma colher. A arquitetura das folhas, em relação ao caule, era de formação angular mais aguda. As folhas, do terço médio para baixo, permaneceram, de aspecto normal, demonstrando a insuficiente redistribuição deste macronutriente devido à pouca mobilidade no floema (Malavolta, 1980; Marschner, 1995). Em estágio mais evoluído de carência, houve redução de crescimento, e, próximo à região apical, surgiram brotações com folhas cada vez menores e mais achatadas (Fig. 1). O sistema radicular foi considerado mais escuro do que o normal. Hewitt (1983) destaca que a deficiência de S nas plantas reduz principalmente o tamanho das folhas, a concentração de clorofila e dos pigmentos vermelhos ou purpúreos. Como o S é um dos constituintes dos aminoácidos essenciais cisteína e metionina (Mengel & Kirkby, 1987; Marschner, 1995), e estes, por sua vez, das proteínas (Dell et al., 1995), é concebível que a deficiência do nutriente provoque a inibição da síntese protéica ou um efeito depressivo da sua qualidade (Tanaka et al., 1993), e, conseqüentemente, paralisação no desenvolvimento. A redução da matéria seca resultante da falta de S

atingiu 48% (Tabela 3), com reduzidas concentrações do nutriente nas folhas, mais notadamente nos tratamentos -S, -KS e -PS, (Tabela 4).

As respostas obtidas das descrições sintomatólogicas de elementos deficientes em pares, com as descritas para os elementos omitidos isoladamente, permitem dizer que a falta de N determinou a maior redução do crescimento da planta, razão pela qual outros nutrientes, quando suprimidos juntos com este mineral, formando uma dupla omissão, pouco se pronunciaram através de sintomas foliares. A exceção, porém, aplica-se ao tratamento -NK, onde a carência de K pareceu intensificar os efeitos da falta de N, formando-se ao longo das margens das folhas novas uma extensa área de manchas avermelhadas, com a parte central permanecendo de coloração verde-pálida (Fig. 2). Essas manchas evoluíram para lesões necróticas, que se desenvolveram em direção

**TABELA 4.** Concentração de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) no 3º par de folha, aos 63 dias, em função dos tratamentos. Média de 4 repetições.

Tratamento	N	P	K	S
Testemunha	16,22	1,99	14,62	2,86
-N	7,90	-	-	-
-NP	7,90	1,84	-	-
-NK	9,25	-	23,00	-
-NS	6,97	-	-	1,38
-P	-	0,70	-	-
-PK	-	0,97	5,12	-
-PS	-	1,25	-	0,56
-K	-	-	4,87	-
-KS	-	-	4,75	0,53
-S	-	-	-	0,72



**FIG. 2.** Efeito da omissão simultânea de nitrogênio e potássio.

ao centro da folha. Posteriormente, ocorreu o enrolamento dos bordos da lâmina foliar para cima, a partir do ápice, conferindo-lhes o aspecto de uma folha queimada por fogo. Como a concentração de  $23 \text{ g kg}^{-1}$  de K obtidas nas folhas do tratamento -NK (Tabela 4) não configura deficiência do elemento, é provável que, devido à redução do crescimento da planta, imposta pela carência de N, não tenha ocorrido uma diluição a ponto de reduzir a concentração do nutriente, a qual permaneceu semelhante à obtida no período de preparação das mudas. Outra possível causa, ligada, porém, à redistribuição de nutrientes, é que, em consequência da interrupção do suprimento de K, houve maior mobilização do elemento das folhas velhas para as mais jovens, local, inclusive, da amostragem.

Quando houve a supressão do P e do K, formando um par deficiente (-PK), as plantas apresentaram em suas folhas sintomas que lembraram, de certa forma, a carência de P. As faixas que simbolizavam a deficiência de P eram, porém, mais escuras e de con-

torno melhor definido, formando "ilhas" paralelas, com as nervuras e adjacências realçadas em verde; no interior das manchas surgiram, mais tarde, salpicos de cor verde e vermelho-escura até dispersar toda área avermelhada (Fig. 3). As folhas apresentaram-se, de uma maneira geral, de tonalidade verde mais escura e também com formações ondulares nos bordos. Comparando-se a produção de matéria seca do tratamento completo com as produções dos tratamentos -P, -K e -PK, estima-se que a redução da sua quantidade, no tratamento -PK, esteja mais relacionada com a falta de P (Tabela 3). Todavia, as reduções nas concentrações de P e K, neste tratamento (-PK), inferem haver ocorrido uma deficiência conjugada destes dois elementos (Tabela 4).

As folhas superiores de plantas carentes em P, conjuntamente com S (-PS), apresentaram-se cloróticas, pequenas, estreitas e côncavas (deficiência de S). As folhas basais exibiam faixas vermelhas internervais em progressão ascendente e gradativa (deficiência de P), até ocorrer a mescla dos sintomas



FIG. 3. Folhas com deficiência de fósforo e potássio.



de deficiência conjugada de P e S (Fig. 4), confirmada pela redução nas concentrações dos dois nutrientes nas folhas (Tabela 4).

Ao confrontar os valores médios da quantidade de matéria seca produzida nos tratamentos -P e -S, com a média contida no tratamento -PS, estima-se haver pouca evidência de qual foi o elemento que mais limitou a produção (Tabela 3).

Os sintomas foliares causados pela falta conjunta de K e S, em ocorrência simultânea, foram, inicialmente, distintos e de localização também distinta, caracterizados pelo comportamento de cada nutriente dentro da planta. A mobilidade dos nutrientes, mencionada por Epstein (1972) e Marschner (1995), explica a manifestação dos sintomas de carência de K, elemento móvel, que surge inicialmente nas folhas mais velhas, enquanto os de S, de baixa redistribuição, aparecem nas partes mais jovens.



FIG. 4. A - deficiência de enxofre; B - deficiência de fósforo e enxofre; C - deficiência de fósforo.

Com as reduções de matéria seca de caule, folha e raiz, nos tratamentos -S (48%), -K (37%) e -KS (44%), estima-se que no tratamento -KS, essa redução esteja mais relacionada com carência de S (Tabela 3). O registro dos baixos teores de K e de S no tratamento -KS, além de confirmar o diagnóstico visual, denota haver ocorrido deficiência conjugada entre os dois nutrientes (K e S).

Os sintomas de deficiência no tratamento -NS, embora sejam parecidos com os de falta de N, a redução nas concentrações de N e S nas folhas conduz à suposição de haver ocorrido uma carência conjugada destes dois nutrientes (Tabela 4).

## CONCLUSÕES

1. A omissão dos elementos estudados, isoladamente ou formando pares deficientes, produz alterações morfológicas, detectadas por sintomas visuais de carências nutricionais característicos de cada nutriente.

2. O crescimento da goiabeira é mais afetado pela ausência de N, seguida pela de P, obedecendo à seguinte ordem decrescente nos tratamentos estudados: -K, -KS, -S, -PS, -P, -PK, -NK, -N, -NP, -NS.

3. As concentrações em  $\text{g kg}^{-1}$  obtidas no terceiro par de folhas de N (7,90), P (0,70), K (4,87) e S (0,72), são consideradas baixas, e devem figurar como inadequadas para o crescimento da goiabeira.

4. Dada a possibilidade de ocorrerem carências conjugadas ou múltiplas de nutrientes em condições de campo, o diagnóstico de deficiências minerais em goiabeira, pela análise visual, deve ser confirmado pela diagnose foliar.

## REFERÊNCIAS

- ACCORSI, W.R.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Sintomas externos (morfológicos) e internos (anatômicos), observados em folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), de plantas cultivadas em solução nutritiva com carência de macronutrientes. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.17, n.1, p.3-13, 1960.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; MELLO, F.A.F.; HAAG, H.P.; LEME JUNIOR, J. A composição química da



- goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.18, n.1, p.183-192, 1961.
- DELL, B.; MALAJCZUK, N.; GROVE, T.S. **Nutrient disorders in eucalyptus plantation.** Camberra: ACIAR, 1995. 104p.
- EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives.** New York: John Wiley & Sons, 1972. 412p.
- HEWITT, E.J. The effects of mineral deficiencies and excesses on growth and composition. In: ROBINSON, J.B.D. (Ed.). **Diagnosis of mineral disorders in plants.** London: HMSO, 1983. p.54-110.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soils.** Berkeley: The College of Agriculture University of California, California Agricultural Experimental Station, 1950. 32p. (Circular, 347).
- JACOBSON, L. Maintenance of Fe supply. **Plant Physiology.** Rockville, v.26, n.2, p.411-413, 1951.
- JONES, W.W. Nitrogen. In: CHAPMAN, H.D. (Ed.). **Diagnostic criteria for plants and soils.** Berkeley: University of California-Division of Agricultural Science, 1966. p.310-323.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M.G. (Ed.). **Fisiologia Vegetal.** São Paulo: EPU, 1979. p.97-113.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 1995. 889p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition.** Bern: International Potash Institute, 1987. 685p.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETO, A.E.; BANZATTO, D.A. Influência da época de amostragem na composição química das folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.69, n.3, p.247-255, 1994a.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETO, A.E.; CORTEZ, G.E.P.; FESTUCCIA, A.J. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Científica*, São Paulo v.22, n.2, p.249-253, 1994b.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETO, A.E.; PEREIRA, F.M. **Goiabeira: calagem e adubação.** Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22p.
- PEREIRA, F.M. Rica e Paluma: Novos cultivares de goiabeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1983, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1984. p.524-528.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.** Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.
- SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. *Summa Phytopathologica*, Piracicaba, v.1, n.3, p.231-233, 1975.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas.** Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- SILVA JUNIOR, A.A.; SOPRANO, E.; VIZZOTO, V.J.; MACEDO, S.G. **Caracterização de deficiências nutricionais em pepineiro.** Florianópolis: EPAGRI, 1995. 36p. (Boletim Técnico, 70).
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BORKERT, C.M. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Eds.). **Cultura da soja nos cerrados.** Piracicaba: POTAFOS, 1993. 105-133p.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L. Soil and fertilizer nitrogen. In: TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L. (Eds.). **Soil fertility and fertilizer.** New York: Macmillan Pub. Co, 1993. p.109-175.