

# SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum*) CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

J.O. SALVADOR; T. MURAOKA<sup>1</sup>

Centro de Energia Nuclear na Agricultura - C.P. 93, CEP: 13400-970 - Piracicaba, SP

R. ROSSETTO

Estação Experimental de Piracicaba/IAC - C.P. 28, CEP: 13400-970 - Piracicaba, SP

G. de A. RIBEIRO

Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/INPA - C.P. 478, CEP: 69083-000 - Manaus, AM

**RESUMO:** Com a finalidade de induzir os sintomas visuais de deficiência nutricional no cupuaçuzeiro, realizou-se em casa de vegetação, um experimento com solução nutritiva onde omitiu-se os seguintes elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Um tratamento completo serviu de comparação. Todos os sintomas foram caracterizados e apresentaram semelhanças com os observados para o cacauzeiro, sendo relacionados em tabela para a identificação. Para determinar as concentrações de nutrientes, foram coletadas folhas em diversas partes da planta e em duas épocas de amostragem. Os teores encontrados nas folhas em que o elemento foi omitido foram sempre inferiores daqueles encontrados no tratamento completo, demonstrando que os sintomas descritos foram realmente devidos ao efeito da omissão. Embora os teores apresentados nas folhas com sintomas de deficiência tenham sido sempre menores que os obtidos nas demais amostragens, a folha de referência indicada pela literatura para o cacauzeiro (3ª a partir do ápice), mostrou-se adequada para identificar deficiências nutricionais no cupuaçuzeiro, exceto para o cobre.

**Descritores:** deficiência nutricional, sintomas de deficiência, cupuaçu, *Theobroma grandiflorum*

## SYMPTOMS OF MINERAL DEFICIENCIES IN CUPUAÇU PLANTS (*Theobroma grandiflorum*) GROWN IN NUTRIENT SOLUTION

**SUMMARY:** With the objective of obtaining the visual symptoms of cupuaçu nutritional deficiencies, seedlings were grown in a greenhouse, in nutrient solution, omitting N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn, in comparison to a complete treatment. All symptoms were described and presented as an identification table, which shows great similarity with cocoa plants. To assess nutrient concentrations, leaves were collected at different parts of the plants, in two samplings. Concentrations found in leaves from plants in which an element was omitted were always lower than those found in the complete treatment, thereby demonstrating that the symptoms were really due to the induced deficiency. Although the mineral contents of leaves with deficiency symptoms were always lower than those found in other samplings, the reference leaf, recommended in the literature for cocoa (3<sup>rd</sup> leaf starting from tip), was also adequate for cupuaçu, except in the case of Cu.

**Key Words:** nutritional deficiency, deficiency symptoms, cupuaçu, *Theobroma grandiflorum*

### INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Sterculaceae) é uma espécie frutífera perene e arbórea, originária da Amazônia, com possibilidades promissoras para exploração comercial. O fruto, conhecido como cupuaçu ou cupu, apresenta ótimas características para industrialização e tem

despertado grande interesse no mercado regional e nas regiões sul e sudeste do Brasil. O cupuaçu pode ser utilizado ao natural ou preparado industrial e domesticamente em sorvetes, licores, sucos, compotas, néctar enlatado e geléias. Das sementes, se obtém ainda chocolate e uma gordura fina semelhante à manteiga de cacau (CAVALCANTE, 1976).

<sup>1</sup> Bolsista do CNPq.

Como o interesse pela sua produção vem aumentando bastante nos últimos anos, com grandes possibilidades do cupuaçuzeiro constituir-se em alternativa econômica, verificou-se que existem poucas informações sobre suas exigências nutricionais, adubação e práticas agrônômicas. Este trabalho propôs-se contribuir com alguns aspectos relacionados à nutrição mineral do cupuaçuzeiro, visando caracterizar os sintomas específicos e visíveis de deficiência de macro e micronutrientes, pelo efeito da omissão de nutrientes.

Embora, o proposto fosse apenas obter um quadro sintomatológico dos elementos, informações adicionais foram também inseridas como as análises químicas de diferentes tipos de folhas, determinando-se a concentração de nutrientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação. As plantas utilizadas foram obtidas através de sementes germinadas em bandejas contendo vermiculita expandida. Do estágio de plântulas até a altura de 30 cm, as plantas foram mantidas em bandejas de plástico com capacidade para 30 litros, contendo solução nutritiva completa nº 1, de HOAGLAND & ARNON (1950), diluída a 1/5 da concentração usual (ver TABELA 1). Após esse período, as plantas selecionadas por sua uniformidade, foram transferidas para vasos plásticos de 2,5 litros de capacidade e submetidas aos tratamentos, partindo-se da solução nutritiva de HOAGLAND & ARNON (1950), modificada por JACOBSON (1951), e omitindo-se um elemento de cada vez. Os tratamentos com as quatro repetições foram: omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e completo.

Durante todo o experimento foram feitas observações e descrições dos sintomas, até a manifestação máxima visível da deficiência do elemento. Os sintomas observados foram descritos e agrupados em tabela para facilitar a identificação da deficiência. Numa amostragem feita oito meses após o início dos tratamentos para determinar o teor de nutrientes nas folhas, estabeleceu-se como padrão de referência a 3ª folha, a partir do ápice, lançamento recém amadurecido, seguindo a mesma recomendação utilizada para o cacau (MALAVOLTA, 1989). Como as manifestações de deficiência ocorrem obedecendo a um gradiente, foi analisada também a 3ª folha basal para se obter informações dos teores em folhas novas e velhas. Em outra amostragem, realizada dois meses após a

primeira, selecionaram-se somente as folhas, que mostravam os sintomas agudos de deficiência. Os resultados analíticos, associados aos da amostragem de referência, formaram um conjunto de dados úteis na interpretação dos resultados.

Para a análise química das plantas, as amostras de matéria seca foram submetidas à digestão nitro-perclórica e sulfúrica (SARRUGE & HAAG, 1974). Os extratos obtidos foram utilizados para a determinação dos teores de P, por colorimetria de molibdato-vanadato; K, por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrometria de absorção atômica; S, por turbidimetria do sulfato de bário. A determinação do N foi feita utilizando-se a digestão sulfúrica e determinada por método semi micro-Kjeldahl. O B foi determinado por colorimetria de azometina H, seguindo-se a metodologia descrita por MALAVOLTA *et al.* (1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas das deficiências de macro e micronutrientes foram, de um modo geral, bastante semelhantes aos citados por MALAVOLTA (1987), para a cultura do cacaueiro. A TABELA 2, resume os principais sintomas observados nos diversos tratamentos.

Após 210 dias sob os tratamentos, obteve-se a evidência de todos os sintomas induzidos e esperados. As figuras 1 e 2 ilustram os sintomas obtidos nas folhas comparando-as com o tratamento completo. O primeiro a manifestar-se foi o do N, observado aos 140 dias. Constatou-se, inicialmente, que as folhas mais velhas tornaram-se cloróticas. Com o decorrer do tempo, a clorose estendeu-se por toda planta, havendo inclusive paralisação do crescimento.

A deficiência de K ocorreu logo após a de N e caracterizou-se pelo aparecimento de uma clorose marginal nas folhas mais velhas, avançando em direção à parte central por entre as nervuras, com posterior necrose nos bordos.

Nas plantas carentes de Mg, as folhas velhas exibiram clorose internerval mais intensa, contrastando com o verde acentuado das nervuras.

No tratamento com omissão de P, as folhas velhas apresentaram-se pequenas, com manchas cloróticas verde-limão e irregulares, evoluindo em direção à base da folha. No ápice do limbo foliar, formou-se uma área necrótica e houve encarquilhamento. Na parte apical do caule e, em parte da extensão dos ramos jovens, houve uma

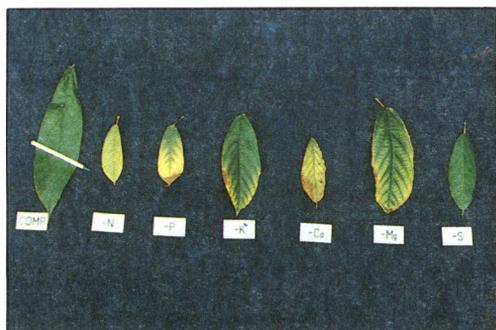


Figura 1 - Deficiência de macronutrientes.

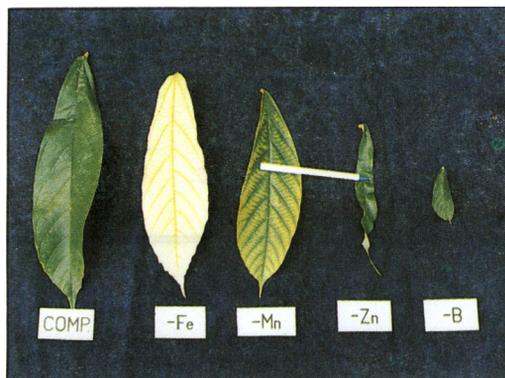


Figura 2 - Deficiência de micronutrientes.

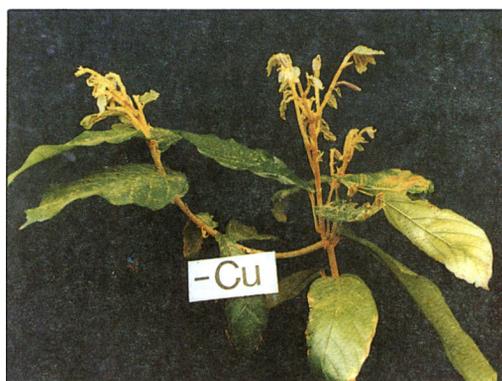


Figura 3 - Deficiência de Cobre.

formação exagerada de gemas dormentes com ausência de folhas. A escassez de cálcio acarretou anormalidades, visíveis inicialmente nas folhas mais novas, mostrando-se inicialmente enrugadas e com bordos recurvados para cima. Apresentavam também clorose reticulada em todo o limbo. Com a evolução dos sintomas, houve uma queda prematura dessas folhas, surgindo nas jovens remanescentes, pontos necróticos entre as nervuras, que com a fusão desses, formaram grandes ilhas limitadas pelas nervuras; as plantas sofreram redução no crescimento pela paralisação do desenvolvimento apical.

Em plantas com falta de S, houve poucas ramificações e, conseqüentemente, um menor número de folhas. O verde foliar foi de tom mais claro que o observado nas folhas normais, com as nervuras mais pálidas em relação ao limbo. Houve também formação de gemas dormentes no ponteiro, semelhantes às descritas no tratamento -P.

Para os micronutrientes a sintomatologia de deficiência de Zn foi caracterizada nas folhas mais novas. Essas folhas apresentaram distorções e ondulações marginais, sendo estreitas e alongadas em relação ao seu tamanho. Houve presença marcante de uma clorose entre as nervuras avançando por todo o limbo. Para o Mg, os sintomas foram evidentes também nas folhas mais novas em forma de clorose internerval reticulada, não havendo, no entanto, uma redução no desenvolvimento da planta. Com o avanço da deficiência, as folhas medianas também apresentaram os sintomas.

A omissão de Cu afetou os pontos vegetativos, ocasionando a morte das gemas apicais. Nesses pontos, originaram-se excessivos lançamentos, com folhas de tamanho reduzido e mal formadas (Figura 3). O limbo das folhas mais velhas apresentou-se de cor verde mais escura do que o das folhas mais novas. Por outro lado, os sintomas visuais de deficiência de Fe, apareceram na forma de clorose (amarelo vivo), somente nas folhas mais novas, com as nervuras permanecendo verdes e bem destacadas. Com o avanço da deficiência, houve tendência para a folha tornar-se esbranquiçada. As folhas mais velhas, no entanto, permaneceram normais em relação a tamanho e cor.

Em ausência de B, as plantas perderam a dominância apical, originando três ou quatro ramos plagiotrópicos, com internódios curtos e folhas cada vez menores. O caule dessas plantas apresentaram um certo engrossamento.

Tabela 1. Composição das soluções nutritivas estoques, utilizadas no experimento

| Sol. Estoque   | Molar | TRATAMENTOS    |     |    |    |     |     |    |    |     |     |     |     |
|--|-------|----------------|-----|----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|  |       | Comp           | -N  | -P | -K | -Ca | -Mg | -S | -B | -Cu | -Fe | -Mn | -Zn |
|  |       | -----ml/l----- |     |    |    |     |     |    |    |     |     |     |     |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                                    | 1     | 1              |     |    |    | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| KNO <sub>3</sub>   | 1     | 5              |     | 6  |    | 5   | 6   | 6  | 5  | 5   | 5   | 5   | 5   |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O               | 1     | 5              |     | 4  | 5  |     | 4   | 4  | 5  | 5   | 5   | 5   | 5   |
| MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O                               | 1     | 2              | 2   | 2  | 2  | 2   |     |    | 2  | 2   | 2   | 2   | 2   |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                     | 0,5   |                | 5   |    |    |     | 3   |    |    |     |     |     |     |
| Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O | 0,05  |                | 10  |    | 10 |     |     |    |    |     |     |     |     |
| CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O                               | 0,01  |                | 200 |    |    |     |     |    |    |     |     |     |     |
| Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O               | 1     |                |     |    |    |     |     | 2  |    |     |     |     |     |
| *Micro -Fe   |       | 1              | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1  |    |     | 1   |     |     |
| *Micro -B  |       |                |     |    |    |     |     |    | 1  |     |     |     |     |
| *Micro -Cu   |       |                |     |    |    |     |     |    |    | 1   |     |     |     |
| *Micro -Mn   |       |                |     |    |    |     |     |    |    |     |     | 1   |     |
| *Micro -Zn   |       |                |     |    |    |     |     |    |    |     |     |     | 1   |
| **Fe-EDTA  |       | 1              | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   |     | 1   | 1   |

\*Composição: H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 2,86 g/l; MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 1,81 g/l; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0,22 g/l; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O 0,08 g/l; H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O 0,02 g/l.

\*\* Fe-EDTA (JACOBSON, 1951)

A TABELA 3 apresenta os teores dos elementos obtidos nos diversos tratamentos, quando foi efetuada amostragem na 3ª folha a partir do ápice (folha referência). O efeito da omissão dos nutrientes, bem como os casos de redistribuição dos elementos nas folhas, podem ser melhor percebidos analisando-se os dados de cada tratamento em relação ao completo.

Convém salientar que, para alguns elementos em nível de deficiência, não houve diferenças consideráveis nos teores encontrados nas folhas velhas e novas, com destaque para o N, P, K e S. Isso pode indicar que, em condições severas de deficiência, os elementos que apresentam boa redistribuição na planta, passam a exibir uma mobilidade moderada em virtude da paralisação do seu crescimento. Não fora assim, as folhas velhas poderiam apresentar teores bem mais baixos que as folhas jovens.

Quanto ao Ca, mesmo no tratamento em que esse elemento foi fornecido, o teor nas folhas velhas foi cerca de três vezes superior ao encontrado nas folhas novas, evidenciando sua imobilidade na planta como citam EPSTEIN (1975); MARSCHNER (1986) e MENGEL & KIRKBY (1987). Na omissão de Mg, as folhas velhas apresentaram um teor quatro vezes menor.

No caso dos micronutrientes, verifica-se que não houve mobilidade para Mn, B e Fe. Pequena mobilidade foi mostrada para o Zn.

Sob condições de deficiência de Cu, o teor encontrado em folhas cujas plantas demonstravam claramente sintomas de deficiência, foi muito próximo do valor observado para o tratamento completo (sem qualquer sintoma característico). Isto sugere que a diagnose foliar para Cu pode ficar comprometida em função da dificuldade analítica em se separar os teores adequados dos

TABELA 2 - Identificação de deficiência no cupuaçuzeiro através de sintomas visuais.

| Características dos Sintomas |   |
|------------------------------|---|
| N                            | Clorose intensa e generalizada (folhas novas e velhas). Redução do tamanho da planta e na quantidade e tamanho das folhas. Pontuações necróticas na zona apical e bordos do limbo nas folhas mais velhas.   |
| P                            | Folhas velhas pequenas com manchas necróticas e irregulares, com formação necrótica no ápice e com encarquilhamento. Formação exagerada de gemas folhíferas apicais e laterais dormentes.   |
| K                            | Clorose e depois necrose das margens e pontas das folhas, inicialmente nas mais velhas. O crescimento do caule, o número de folhas e a área foliar são reduzidos.   |
| Ca                           | Folhas novas anormais com enrugamento e recurvamento dos bordos para cima com queda prematura; nas jovens remanescentes há fusão de pontos necróticos entre as nervuras formando grandes ilhas. Paralisação do crescimento.                                   |
| Mg                           | Clorose internerval nas folhas velhas, com a permanência de um verde intenso nas nervuras; há formações de pontos necróticos, às vezes circundados por um halo amarelo, nas pontas e margens das folhas.  |
| S                            | Uma leve clorose em todas as folhas, porém sem redução no seu tamanho. As nervuras são mais pálidas do que o limbo. Há formação de gemas dormentes nos ponteiros e paralisação do crescimento.  |
| Zn                           | Folhas novas apresentando distorções e muito estreitas em relação ao comprimento; ondulação marginal e limbo, às vezes, em forma de foice. Clorose entre as nervuras formando um reticulado, avançando por todo o limbo.                                      |
| Mn                           | Clorose internerval nas folhas mais novas em forma reticulada, formando uma rede verde grossa das nervuras sobre fundo amarelo. Não há redução no tamanho da planta e das folhas.   |
| Cu                           | Morte da gema apical, originando excessivos lançamentos na região; folhas novas de tamanho reduzido e mal formadas, com certa rugosidade entre as nervuras e encarquilhamento. Presença de pontos necróticos nas margens e nas pontas das folhas mais velhas. |
| B                            | Perda da dominância apical originando brotações laterais com folhas novas cada vez menores; internódios curtos. Engrossamento do caule.   |
| Fe                           | Clorose somente nas folhas mais novas, cor amarelo vivo, com nervuras verdes, formando uma rede fina sobre um fundo amarelado, sem redução no tamanho ou espessura. As folhas velhas apresentam aspecto normal.   |

deficientes, que podem estar muito próximos. É possível também que a folha referência (3ª a partir do ápice) não seja a mais adequada para demonstrar a deficiência desse elemento.

Quando ocorreu omissão de Zn verificou-se que a diferença entre o teor nas folhas velhas e folhas novas foi pequena. O esperado era que as folhas jovens tivessem teores mais baixos. Como a deficiência prejudicou o desenvolvimento e o crescimento da planta, as folhas novas foram lançadas muito lentamente, em relação ao tratamento completo, sendo que, entre as folhas novas e velhas amostradas, houve consequentemente pouca diferença no teor de Zn, pois eram praticamente folhas sucessivas num mesmo ramo, com internódios curtos.

A TABELA 4, apresenta os teores dos elementos observados nos diversos tratamentos, nas folhas que apresentaram os sintomas, e para o tratamento completo, nas folhas novas e nas velhas.

Verifica-se que os sintomas de deficiência manifestaram-se nas folhas velhas ou novas, dependendo da mobilidade e da disponibilidade do nutriente no substrato. Assim, a sua maior ou menor concentração, seja nas folhas velhas ou novas, dependeu exclusivamente da facilidade de redistribuição do elemento.

Observando-se a TABELA 4, verifica-se que as plantas que cresceram em substrato contendo todos os nutrientes mostraram para alguns elementos, concentrações similares nas folhas velhas e novas, indicando a mobilidade destes

TABELA 3 - Teores de nutrientes da terceira folha de cupuazeiro, a partir do ápice e em folhas velhas, aos oito meses, em função dos tratamentos.

| Tratamentos   | Folhas Novas    |         | Folhas Velhas |        |
|---------------|-----------------|---------|---------------|--------|
|               | %               |         | %             |        |
| Omissão de N  | 1,01            | (2,24)* | 1,11          | (2,02) |
| Omissão de P  | 0,13            | (0,23)  | 0,09          | (0,15) |
| Omissão de K  | 0,65            | (1,43)  | 0,54          | (0,80) |
| Omissão de Ca | 0,17            | (0,40)  | 0,54          | (1,42) |
| Omissão de Mg | 0,20            | (0,30)  | 0,05          | (0,34) |
| Omissão de S  | 0,18            | (0,28)  | 0,20          | (0,40) |
|               | ----- ppm ----- |         |               |        |
| Omissão de B  | 6,2             | (29,3)  | 39,0          | (98,5) |
| Omissão de Cu | 3,0             | (3,0)   | 3,0           | (3,5)  |
| Omissão de Fe | 61              | (118)   | 344           | (242)  |
| Omissão de Mn | 9               | (38)    | 190           | (278)  |
| Omissão de Zn | 11              | (26)    | 8             | (14)   |

\* Valores entre parêntesis, referem-se ao tratamento completo.

TABELA 4 - Teores de nutrientes nas folhas com sintomas, após 10 meses sob os diversos tratamentos, comparados com teores em folhas novas e velhas do tratamento completo

| Tratamentos | Elementos Analisados | Folha com sintoma |      | Folha sem sintoma* |      |
|-------------|----------------------|-------------------|------|--------------------|------|
|             |                      | F.N.              | F.V. | F.N.               | F.V. |
|             |                      | ----- % -----     |      |                    |      |
| -N          | N                    | -                 | 1,05 | 2,25               | 2,16 |
| -P          | P                    | -                 | 0,09 | 0,17               | 0,18 |
| -K          | K                    | -                 | 0,22 | 1,25               | 1,09 |
| -Ca         | Ca                   | 0,12              | -    | 0,42               | 1,72 |
| -Mg         | Mg                   | -                 | 0,06 | 0,31               | 0,29 |
| -S          | S                    | 0,17              | -    | 0,30               | 0,39 |
|             |                      | ----- ppm -----   |      |                    |      |
| -B          | B                    | 26                | -    | 62                 | 96   |
| -Cu         | Cu                   | 2                 | -    | 3                  | 3    |
| -Fe         | Fe                   | 25                | -    | 60                 | 169  |
| -Mn         | Mn                   | 6                 | -    | 64                 | 166  |
| -Zn         | Zn                   | 10                | -    | 13                 | 23   |

\* Folhas sem sintomas pertencem ao tratamento completo. F.N. = Folha nova. F.V. = Folha velha

TABELA 5 - Teores de macro e micronutrientes em folhas de cupuaçu (3ª a partir do ápice), nos tratamentos com omissão dos elementos, e em folhas de cacauzeiro.

| Elemento | Folhas Cupuaçu | Folhas de cacauzeiro |                   |
|----------|----------------|----------------------|-------------------|
|          |                | Murray, 1967 *       | Malavolta, 1987 * |
|          |                | %                    |                   |
| N        | 1,01           | <1,8                 | 1,9-2,2           |
| P        | 0,13           | <0,13                | 0,15-0,18         |
| K        | 0,65           | <1,20                | 1,7-2,0           |
| Ca       | 0,17           | <0,3                 | 0,9-1,2           |
| Mg       | 0,20           | <0,2                 | 0,4-0,7           |
| S        | 0,18           | -                    | 0,17-0,20         |
|          |                | ppm                  |                   |
| B        | 6              | -                    | 30-40             |
| Cu       | 3              | -                    | 10-15             |
| Fe       | 61             | -                    | 150-200           |
| Mn       | 9              | -                    | 150-200           |
| Zn       | 11             | -                    | 50-70             |

\* Os teores para folhas de cacauzeiro são considerados críticos por (Murray, 1967), teores considerados adequados por (Malavolta, 1987)

nutrientes, marcantes para o nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio. Para o enxofre, embora os teores nas folhas novas e velhas do tratamento completo sejam próximos (0,30 e 0,39), ressalta-se que devido ao elemento ser exigido em pequenas proporções, é possível que essa diferença, embora pequena, esteja indicando certa mobilidade do elemento. Alguns elementos demonstraram a sua baixa mobilidade ou imobilidade; seus teores nas folhas novas foram sempre menores, é o caso do: Zn, Mn, Cu, Fe, Ca e B.

Por outro lado, as concentrações encontradas nas folhas que expressaram os sintomas de deficiência foram sempre menores que as encontradas em qualquer posição da folha do tratamento completo, demonstrando realmente o efeito da omissão.

A TABELA 5, confronta os teores obtidos nas folhas de cupuaçuzeiro (3ª a partir do ápice) com os teores apresentados na literatura para o cacauzeiro. De maneira geral, os teores considerados deficientes encontrados no cupuaçu-

zeiro, estiveram abaixo do limite crítico proposto para o cacauzeiro por MURRAY (1967) e abaixo dos teores considerados adequados por MALAVOLTA (1987) para a mesma cultura.

### CONCLUSÕES

1. Todos os sintomas descritos de omissão de nutrientes no cupuaçuzeiro foram confirmados pela menor concentração de cada elemento nas folhas, quando comparados com o tratamento completo.
2. Os sintomas de deficiência nutricional observados no cupuaçuzeiro, apresentam semelhanças com os descritos para o cacauzeiro.
3. A terceira folha, a contar do ápice, estabelecida como referência para a avaliação do estado nutricional do cupuaçuzeiro também revelou-se adequada para o cupuaçuzeiro, exceto para o cobre, o qual precisa ser melhor investigado.

4. Os sintomas de deficiência nutricional ocorreram mais visivelmente nas folhas novas ou velhas, dependendo da mobilidade do elemento na planta.

5. Em condições severas de deficiência alguns elementos móveis, tiveram redistribuição moderada, não havendo diferenças consideráveis nos teores encontrados em folhas novas e velhas, como no caso do N, P e K.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof.Dr. Eurípedes Malavolta, pela criteriosa revisão do original e sugestões oferecidas.

### BIBLIOGRAFIA

- CAVALCANTE, P.C. *Frutas comestíveis da Amazônia*. 3.ed. Belém: INPA, 1976. 166p.
- EPSTEIN, E. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. *The water culture method for growing plants without soils*. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 347p.
- JACOBSON, L., Maintenance of Fe supply. *Plant Physiology*, Rockville, v.26, p.411-413, 1951.
- MALAVOLTA, E. *Manual de calagem e adubação das principais culturas*. São Paulo: Ceres, 1987. 496p.
- MALAVOLTA, E. *ABC da adubação*. 5.ed. São Paulo: Ceres, 1989. 292p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1986. 56p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. 4.ed. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MURRAY, O.B. Leaf analysis applied to cocoa. *Cocoa Growers Bulletin*, Birmingham, v.9, p.25-35, 1967.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

---

Recebido para publicação em 20.01.94  
Aceito para publicação em 02.05.94