

# ANÁLISE FOLIAR DE METAIS-TRAÇO (Cu, Fe, Mn) EM ESPECTROFOTÔMETRO DE ABSORÇÃO ATÔMICA

R. E. A. V. Rodrigues<sup>1</sup> | V. L. B. Souza<sup>2</sup> | Paula Frassinetti<sup>3</sup>

Radiologia



ISSN IMPRESSO 1980-1769

ISSN ELETRÔNICO 2316-3151

## RESUMO

Alguns metais-traço (cobre, zinco, manganês, entre outros) são essências para as plantas, embora sejam tóxicos em concentrações elevadas. Neste trabalho é relatada a relação entre a presença de metais no solo e sua consequente relação com as plantas. Dessa forma, amostras de folhas de mangueira foram analisadas quanto à concentração de Fe, Cu e Mn, demonstrando resultados compatíveis com os teores foliar citados para outras culturas como: o café e a laranja. O valor mais alto foi encontrado para o Mn, que embora seja considerado alto por alguns autores, para outros, o valor observado encontra-se dentro da faixa de valor no tecido vegetal para a mangueira.

## PALAVRAS-CHAVE

Análise Foliar. Metais-traço. Espectrometria de Absorção Atômica.

## ABSTRACT

Some trace metals (copper, zinc, manganese, among others) are essential to plants, although they are toxic in high concentrations. In this work is reported the relationship between the presence of metals in soil and their subsequent relationship with plants. Samples of mango leaves were analyzed for concentrations of Fe, Cu and Mn, showing results consistent with levels reported for other leaf crops such as coffee and oranges. The highest value was found for Mn, which although considered high by some authors, for others, the observed value is within the value range in plant tissue for the mango's tree.

## KEYWORDS

Leaf Analysis. Trace Metals. Atomic Absorption Spectrometry.

## 1 INTRODUÇÃO

Plantas que crescem em solos contaminados por metais-traço não conseguem evitar a absorção destes metais, mas somente limitar sua translocação, de forma que os metais acumulados em seus tecidos terão diferentes graus de concentrações (BAKER, 1981; JAHANGIR et al, 2008).

A estratégia de sobrevivência de plantas que crescem em solos contaminados está em sua capacidade de tolerar e não de anular a toxicidade do metal (BAKER, 1981). Espécies tolerantes, geralmente acumulam maiores concentrações de metais pesados na raiz em relação à parte aérea (BAKER, 1987; WEIS; WEIS, 2004; HU et al, 2010). Plantas tolerantes diferem em suas características de absorção, o que pode variar para cada metal e espécies; podendo ser consideradas: acumuladoras, indicadoras e excludoras (BAKER, 1981). As excludoras não regulam a absorção de metais, mas limitam o transporte da raiz à folha. Nas espécies excludoras, a absorção pela raiz e o transporte são mais ou menos balanceados, sendo que os metais podem se acumular nas raízes ou podem reter quantidades extremamente altas de metais sem sofrer consequências prejudiciais.

Há casos em que plantas têm mais de 100mg/kg de Cd, 1000mg/kg de Ni e Cu ou 1000mg/kg de Zn e Mn de matéria seca quando crescendo em solos ricos em metais, sendo chamadas de hiperacumuladoras (BROWN et al, 1995). Pode ocorrer ainda a transferência de metais nutrientes das folhas senescentes para as folhas maduras, de forma a serem reutilizados, e transferência de metais pesados das folhas maduras para as folhas senescentes, de forma a serem eliminados.

Alguns metais pesados (cobre, zinco, manganês, entre outros) são essências para as plantas, embora sejam tóxicos em concentrações elevadas. O nível crítico na planta é a concentração do elemento nos tecidos vegetais, abaixo do qual o crescimento, a produção ou qualidade são reduzidos (MARQUES, 1996). A determinação dos níveis críticos não é

realizada apenas para os elementos essenciais para as espécies vegetais, pois as raízes das plantas parecem não possuir um mecanismo hábil suficientemente para evitar a absorção de elementos não essenciais, que também podem ser absorvidos em excesso, sendo acumulados em altas concentrações. O nível crítico de deficiência e toxicidade pode ser definido como a concentração do nutriente que reduz em 10% a produção da planta (DE-CHEN, 1995). A determinação dos níveis tóxicos estão principalmente relacionado com as variações das características dos solos, indicando a necessidade de maiores estudos.

O cobre é necessário para a formação da clorofila, catalisa vários processos no metabolismo vegetal e é necessário à promoção de diversas reações, grandes quantidades de cobre podem ser tóxicas, pois o excesso de cobre diminui a atividade do ferro e causa sintomas de deficiência como: o amarelamento das folhas (clorose) devido a não translocação do mesmo na planta. Metais como ferro, manganês e alumínio afetam a disponibilidade do cobre para o crescimento das plantas. O zinco auxilia as substâncias que atuam no crescimento e nos sistemas enzimáticos, é essencial para a ativação de certas reações metabólicas e necessário para a produção de clorofila e a formação dos carboidratos; o zinco não é translocado dentro da planta, conseqüentemente os sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas e são caracterizados por: encurtamento das folhas e outras partes da planta em algumas espécies (LOPES, 1989).

Não foi comprovado que o cobalto seja essencial para o crescimento das plantas superiores, mas as bactérias associadas às leguminosas necessitam deste nutriente para a fixação do nitrogênio atmosférico. O molibdênio é necessário à formação da enzima nitrato redutase, que reduz nitratos a amônio na maioria das espécies de plantas. O molibdênio é também essencial para converter o fósforo inorgânico em formas orgânicas (LOPES, 1989).

O manganês atua principalmente como parte do sistema enzimático nas plantas, ativa várias reações metabólicas importantes, tem ação direta na fotossíntese, ajudando na síntese da clorofila, acelera a germinação e a maturidade e aumenta a disponibilidade de fósforo e cálcio. Os sintomas de sua deficiência aparecem primeiro em folhas jovens, com amarelamento entre as nervuras; apesar das deficiências estarem frequentemente associadas ao pH elevado. Também, podem ocorrer como consequência de um desequilíbrio com outros nutrientes, tais como o cálcio, o magnésio e o ferro. Um pH extremamente ácido pode causar toxicidade de manganês, alumínio e ferro para as culturas. O objetivo deste trabalho é verificar a presença de metais como cobre, manganês e ferro em folhas de mangueira.

## **2 METODOLOGIA**

Sacos plásticos estéreis foram utilizados para o transporte das amostras de folhas e solo para o laboratório.

As amostras de folhas foram lavadas com água ultrapura várias vezes, e secas em estufa numa temperatura de 50-60oC e trituradas em almofariz de porcelana, e separa-

das por granulometria em série fina de peneiras para a obtenção de partículas menores que 0,065mm nas quais então retidos os metais-traço substratos desse estudo. As amostras de solo também foram separadas por granulometria.

As amostras de folhas de mangueira coletadas no centro das árvores e amostras de solo coletadas no mesmo local foram analisadas em triplicata em relação ao micronutriente Fe; ainda a quantidade de Cu e Mn nessas folhas foram verificadas, após a digestão ácida à 90°C utilizando-se HF (4 mL), HCL (1 mL), HNO<sub>3</sub> (5 mL) e H<sub>2</sub>O (10 mL) e a análise por espectrometria de absorção atômica (SpectrAA-220FS,VARIAN). Padrões certificados (para solo e planta) foram analisados em paralelo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para o Fe demonstraram um valor de  $272,17 \pm 2\%$  mg/kg em folhas e os valores encontrados na camada arável do solo corresponde a  $18800,00 \pm 2,3\%$  mg/kg e a camada mais abaixo apresentou um valor de  $33200,00 \pm 1,8\%$ . O valor encontrado para o padrão de referência para o Fe ( $1281,97 \pm 1\%$  mg/kg) encontra-se dentro do intervalo de confiança certificado ( $1221 - 1291$  mg/kg). De forma que o valor encontrado para folhas foram em torno de 1% (fator de transferência do solo para a planta) do valor encontrado no solo.

O valor encontrado nessas mesmas folhas para o micronutriente Cu foi de  $10,13 \pm 5,9\%$  mg/kg, valor menor que  $22$  mg/kg considerado alto por Malavolta (1994) e para o Mn o valor encontrado foi de  $375,72 \pm 1,8\%$  mg/kg. O valor encontrado nas folhas para o Fe aproxima-se de valores verificados no tecido vegetal de outras culturas como café, cana-de-açúcar, a laranjeira e a soja que possuem  $100$  mg/kg de Fe. O amendoim e Pinus spp. chegam a apresentar  $200$  mg/kg de Mn, o que também está de acordo com o resultado obtido para a mangueira. O mesmo pode ser dito para o Cu, visto que o resultado obtido para a mangueira coincide com o teor foliar do algodão, do café, da laranjeira e da macieira (MALAVOLTA, 1980). O padrão certificado para o Mn resultou em  $54,47 \pm 2,8\%$  para um intervalo de confiança de  $53,7 - 58,5$  mg/kg de Mn.

Segundo Haag (1986) a concentração máxima de Fe na camada arável é de  $22500$  mg/kg e para o Mn o valor é de  $2250$  mg/kg; o valor encontrado de Fe no solo estudado encontra-se abaixo deste. Outros autores consideram níveis fitotóxicos na superfície do solo valores de  $1500-3000$  mg/kg de Mg; para Malavolta (1994) a faixa de toxicidade do Mn é ainda mais baixa entre  $225-1200$  mg/kg e para o Fe valores de  $1-1000$  mg/kg podem ser tóxicos. No caso, neste trabalho, o valor obtido no solo para o Fe já é bastante elevado, podendo ser prejudicial à cultura. No geral Fe e Mn são tóxicos em solos ácidos; e solos alcalinos calcários podem ser deficientes destes nutrientes.

Valores de Mn de  $15-20$  mg/kg no tecido vegetal resulta em um bom desenvolvimento para a planta, no presente estudo, o resultado obtido demonstra valor acima

(375,72 ± 1,8%), entretanto, segundo Ferreira (1992), o valor máximo tolerado é de 400 mg/kg. Alguns autores consideram que efeitos tóxicos apenas seriam observados em mangueira para concentrações maiores que 800 mg/kg de matéria seca no tecido foliar.

## 4 CONCLUSÃO

Para o Mn o resultado demonstra valor compatível com os das folhas do amendoim e do pinheiro. Para o Fe o resultado obtido se aproxima de valores de outras culturas como o café, cana-de-açúcar, laranja e a soja. Ainda, para o Fe, o fator de transferência da concentração presente no solo para as folhas da mangueira foi de 1%. Já o resultado da concentração de Cu nas folhas da mangueira coincide com o teor foliar do algodão, café, laranja e macieira.

## REFERÊNCIAS

BAKER, A. J. M. Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy metals, **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.3, n.1-14, p.643-644, 1981.

BAKER, A. J. M. Metal tolerance. **The New Phytologist**, v.106, p.93-111, 1987.

BROWN, S. L.; CHANEY, R. L.; ANGLE, J. S., BAKER, A. J. M. Zinc and cadmium uptake by hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* grown in nutrient solution. **Soil Science Society of America Journal**, v.59, n.1, p.125-133, 1995.

DECHEN, A. R.; BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Conceitos fundamentais da interpretação da análise de plantas. **Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas**, p.87-115, 1995.

FERREIRA, P.H. M. **Princípios de manejo e de conservação do solo**. São Paulo: Nobel, 1992, 135p.

HAAG, H. P. **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais**. Campinas: Fundação Grgill, 1986, 345p.

HU, J.; ZHENG, A.; PEI, D.; SHI, G., Bioaccumulation and chemical forms of cadmium, copper and lead in aquatic plants, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 2010.

JAHANGIR, M.; ABDEL-FARID, I. B.; CHOI, Y. H.; VERPOORT, R., Metal ion-inducing metabolite accumulation in *Brassica rapa*, **Journal of Plant Physiology**. 2008.

LOPES, A. S., **Manual de fertilidade do solo**, São Paulo: Anda-Potafos, 1989.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL-SOBRINHO, M. O. C.. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974, 752p.

MARQUES, T. C. L. L. S. M., **Crescimento e absorção mineral de mudas de espécies arbóreas em material de solo contaminado com metais pesados**, Minas Gerais, 1996. Dissertação de Mestrado em Agronomia da Universidade Federal de Lavas, 1996.

WEIS, J. S.; WEIS, P., Metal uptake transport and release by wetland plants: implications for phytoremediation and restoration, **Environment International**, 2004.

---

**Data do recebimento:** 13 de Fevereiro de 2014

**Data da avaliação:** 20 de Fevereiro de 2014

**Data de aceite:** 8 de Março de 2014

---

1. Aluna de Tecnologia em Radiologia da Faculdade Integrada de Pernambuco.  
rafaelarodriguesss@hotmail.com

2. Aluna de Tecnologia em Radiologia da Faculdade Integrada de Pernambuco.  
vl\_souza@hotmail.com

3. Docente da Faculdade Integrada de Pernambuco.  
paulafrancinettipereira@hotmail.com