

A CONCENTRAÇÃO E A QUANTIDADE DE MICRONUTRIENTES E DE ALUMÍNIO NO CAFEEIRO, *Coffea arabica*, L., VARIIDADE MUNDO NOVO (B.Rodr.) Choussy, AOS DEZ ANOS DE IDADE <sup>1</sup>

R.A. Catani,  
D.Pellegrino, V.C.Bittencourt,  
A.O.Jacinto e C.A.F. Graner <sup>2</sup>

RESUMO

O presente trabalho relata os dados obtidos sobre a concentração e a quantidade de micronutrientes, boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), no tronco, ramos, fôlhas e frutos do cafeeiro, *Coffea arabica*, L., variedade mundo novo (B.Rodr.) Choussy, aos dez anos de idade e crescendo em solo latosólico da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba. Além dos micronutrientes, são apresentados dados sobre a concentração e a quantidade de alumínio, nas citadas partes do cafeeiro.

INTRODUÇÃO

A concentração e a quantidade de macronutrientes em diversas partes do cafeeiro, crescendo em condições de campo, de um a cinco anos e aos dez anos de idade, já foram apresentadas em trabalhos anteriores (CATANI & MORAES, 1958; CATANI & OUTROS, 1965).

Entretanto, dados sobre o teor de micronutrientes no cafeeiro nas condições de solos e clima brasileiros não são muito divulgados pela bibliografia especializada. LOTT & OUTROS (1961) apresentaram dados referentes à variação na concentração de micronutrientes nas fôlhas de cafeeiros dos Estados de São Paulo e do Paraná.

MALAVOLTA & OUTROS (1963) apresentaram dados sobre o teor de micronutrientes no fruto do cafeeiro.

---

<sup>1</sup>Trabalho executado com recursos fornecidos pelo Instituto Brasileiro do Café e pela Fundação Rockefeller. Recebido para publicação em 4 de agosto de 1967.

<sup>2</sup>Cadeira de Química Analítica e Físico-Química.

MULLER (1966) fez uma revisão concernente à nutrição do cafeeiro, apresentando uma série de dados sobre macro e micronutrientes. Entretanto, o mencionado autor não encontrou, na extensa bibliografia consultada, dados referentes à concentração de cloro e do elemento não essencial, alumínio, no cafeeiro.

O presente trabalho teve como objetivo a obtenção de dados sobre o teor e a quantidade de micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), e de alumínio extraída pelo cafeeiro, *Coffea arabica*, L., variedade mundo novo (B.Rodr.) Choussy, aos dez anos de idade e crescendo nas condições do Estado de S. Paulo.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O material empregado constituiu-se de *Coffea arabica*, variedade mundo novo, da Seção de Fitotecnia, subordinada à Cadeira de Agricultura e Genética Aplicada, da ESALQ.

As características do solo latossólico em que o cafeeiro cresceu, os adubos empregados e as condições climáticas (temperatura e queda pluviométrica), que prevaleceram de 1957 a 1962, já foram descritos em trabalho anterior (CATANI & OUTROS, 1965).

No presente trabalho, a cova com 4 cafeeiros foi considerada como unidade, isto é, como uma planta.

As partes aéreas de duas plantas foram colhidas e separadas em tronco, ramos, folhas e frutos. Cada parte foi pesada, seca a 60°C, moída em gral de porcelana e preparada para a análise, tendo-se o cuidado de evitar qualquer contaminação.

As determinações do alumínio, cobre, ferro e zinco foram executadas no mesmo extrato (CATANI, BITTENCOURT & BATAGLIÀ, 1966). O alumínio foi determinado pelo método colorimétrico do aluminon (BRAUNER, CATANI & BITTENCOURT, 1966). O cobre foi determinado pelo método do dietilditiocarbamato de sódio (JACINTHO, CATANI & PELLEGRINO, 1964; JACINTHO, 1967); o ferro, pelo método colorimétrico da 1,10 - fenantrolina (BITTENCOURT, 1965) e o zinco pelo método polarográfico (CATANI, GLÓRIA & BERGAMIN FILHO, 1962) e pelo método colorimétrico do zincon (PELLEGRINO, 1962).

A determinação do manganês foi executada pelo método colorimétrico do permanganato (CATANI & GALLO, 1951; PELLEGRINO

& OUTROS, 1962); a do molibdênio, pelo método colorimétrico do ditiol (GLÓRIA, 1964); a do boro pelo método colorimétrico da curcumina (JOHNSON & ULRICH, 1959; CATANI, ROSSETTO & ALCARDE, 1966); e, finalmente, a determinação do cloro foi conduzida pelo método de titulação potenciométrica de ponto nulo (BERGAMIN, CATANI & LOMBARDI, 1966).

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos sobre o peso do material fresco e do material seco das diversas partes do cafeeiro das duas plantas colhidas foram apresentados em trabalho anterior (CATANI & OUTROS, 1965). No presente trabalho vão ser relacionados apenas os valores do peso do material seco, conforme esclarece o quadro 1.

QUADRO 1 - Peso, em gramas, do material seco do tronco, ramos, folhas e frutos do cafeeiro, variedade mundo novo, aos dez anos de idade.

| Planta<br>nº | Tronco<br>g | Ramos<br>g | Folhas<br>g | Frutos<br>g | Total<br>g |
|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| 1            | 10160       | 6430       | 3468        | 1833        | 21891      |
| 2            | 9276        | 5282       | 4200        | 589         | 19347      |
| média        | 9718        | 5856       | 3834        | 1211        | 20619      |

Os dados obtidos referentes à concentração dos micronutrientes estudados acham-se reunidos no Quadro 2.

Alguns dos micronutrientes mostram uma variação pronunciada de acordo com a parte da planta considerada. Assim, o tronco é a parte mais pobre e a folha a mais rica. Deve também ser salientada a variação na concentração de diversos micronutrientes nas mesmas partes do cafeeiro, mas em plantas diferentes. Assim, o ferro no tronco e nos ramos, o manganês no tronco, nos ramos, nas folhas e nos frutos, e o molibdênio, nos frutos, são exemplos característicos.

É interessante observar a concentração relativamente elevada de cloro nas diversas partes do cafeeiro e, especialmen

Quadro nº 2

Concentração, em ppm, de diversos micronutrientes e de alumínio em diferentes partes de duas plantas (duas covas com 4 cafeeiros cada uma) de cafeeiro

| Elemento        | Tronco    |           | Ramos     |           | Fôlhas    |           | Frutos    |           |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                 | Planta nº | Planta nº | Planta nº | Planta nº | Planta nº | Planta nº | Planta nº | Planta nº |
| Boro (B)        | 1-2       | 1-2       | 1-2       | 1-2       | 1-2       | 1-2       | 1-2       | 1-2       |
|                 | ppm       | ppm       | ppm       | ppm       | ppm       | ppm       | ppm       | ppm       |
|                 | 12-10     | 23-23     | 82-81     | 25-23     | 7350-6280 | 3440-3320 | 22-20     | 53-56     |
| Cloro (Cl)      | 140-220   | 460-560   | 22-20     | 53-56     | 550-460   | 25-13     | 0,07-0,21 | 10-12     |
| Cobre (Cu)      | 7-6       | 12-12     | 67-97     | 15-21     | 0,21-0,23 | 379-312   | 43-43     |           |
| Ferro (Fe)      | 113-70    | 130-200   | 32-21     |           |           |           |           |           |
| Manganês (Mn)   | 13-9      | 32-21     | 0,04-0,06 |           |           |           |           |           |
| Molibdênio (Mo) | 0,03-0,05 | 0,04-0,06 | 8-9       |           |           |           |           |           |
| Zinco (Zn)      | 2-3       | 8-9       | 161-235   |           |           |           |           |           |
| Alumínio (Al)   | 73-53     | 161-235   |           |           |           |           |           |           |

Quadro nº 3

Quantidade, em miligramas, de micronutrientes e de alumínio extraída pelo cafeeiro, variedade mundo novo, aos dez anos de idade

| Parte do<br>Cafeeiro           | Planta<br>nº | B<br>mg | Cl<br>mg | Cu<br>mg | Fe<br>mg | Mn<br>mg | Mo<br>mg | Zn<br>mg | Al<br>mg |
|--------------------------------|--------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Tronco                         | 1            | 122     | 1422     | 71       | 1148     | 132      | 0,3      | 20       | 792      |
|                                | 2            | 93      | 2041     | 56       | 649      | 33       | 0,5      | 23       | 492      |
|                                | média        | 108     | 1732     | 64       | 899      | 108      | 0,4      | 24       | 642      |
| Ramos                          | 1            | 143     | 2958     | 77       | 836      | 206      | 0,3      | 51       | 104      |
|                                | 2            | 122     | 2958     | 63       | 1056     | 111      | 0,3      | 48       | 124      |
|                                | média        | 135     | 2958     | 70       | 946      | 161      | 0,3      | 50       | 114      |
| Fôlhas                         | 1            | 284     | 25489    | 76       | 1907     | 607      | 0,7      | 52       | 1314     |
|                                | 2            | 340     | 28644    | 84       | 1932     | 407      | 1,0      | 88       | 1310     |
|                                | média        | 312     | 27067    | 80       | 1920     | 507      | 0,9      | 70       | 1312     |
| Frutos                         | 1            | 46      | 6306     | 40       | 97       | 46       | 0,1      | 13       | 79       |
|                                | 2            | 14      | 1955     | 12       | 33       | 8        | 0,1      | 7        | 25       |
|                                | média        | 30      | 4131     | 26       | 65       | 27       | 0,1      | 13       | 52       |
| Total (média das duas plantas) |              | 585     | 35888    | 240      | 3830     | 803      | 1,7      | 157      | 2120     |

te, nas folhas e nos frutos. Ainda que o cloro tenha sido considerado um micronutriente para as plantas superiores em 1954 (BROYER & OUTROS, 1954), o seu teor no cafeeiro é ainda pouco conhecido. Assim, EATON (1966), faz uma revisão da literatura sobre o cloro em algumas dezenas de plantas cultivadas sem se referir ao cafeeiro.

O conhecimento do teor de alumínio nos vegetais apresenta interesse, pelo fato desse elemento produzir sintomas de toxidez quando presente além de uma certa concentração (PRATT, 1966). Entretanto, pouco se sabe sobre a concentração em que o citado elemento começa a ocasionar toxidez às plantas cultivadas. Para o caso especial do café, a inexistência de dados referentes ao teor de alumínio, sugerem mais estudos sobre o assunto. Os resultados do quadro 2 evidenciam que a concentração de alumínio nas diversas partes do cafeeiro, pode ser considerada apreciável, uma vez que o mencionado elemento, além de não ser essencial, pode ser tóxico.

Baseados nos dados do quadro 1 e nos contidos no quadro 2, calculou-se a quantidade de micronutrientes extraída pelo cafeeiro conforme evidencia o quadro 3.

Os dados do quadro 3 mostram que a extração de micronutrientes pelas folhas é maior do que qualquer uma das outras partes, isto é, do que a do tronco, do ramo e dos frutos. O mesmo fato foi observado com os macronutrientes (CATANI & OUTROS, 1965). Ainda que os dados do quadro 3 evidenciem que a menor extração de micronutrientes é a promovida pelos frutos, deve-se considerar que no decurso de diversos anos de produção, a extração de micronutrientes (e de macronutrientes) cresce e poderá atingir valores elevados.

Os dados do quadro 3 mostram também a variação relativamente elevada que ocorre na quantidade dos diversos micronutrientes, existente na mesma parte do cafeeiro de plantas diferentes. Essa discrepância é motivada, principalmente, pela variação da concentração dos micronutrientes na parte vegetal e, em menor proporção, pela oscilação do valor do peso seco da parte vegetal.

Tomando-se a média dos valores obtidos da concentração para as duas plantas e levando-se em conta a extração de micronutrientes para a formação do cafeeiro, isto é, para o desenvolvimento do tronco, ramos e folhas de 4 cafeeiros numa cova (considerada como uma planta) aos dez anos de idade, obtêm-se os seguintes dados: 555 mg de boro (B), 31757 mg de cloro (Cl),

214 mg de cobre (Cu), 3765 mg de ferro (Fe), 776 mg de manganês (Mn), 1,6 mg de molibdênio (Mo) e 144 mg de zinco (Zn). Quanto ao alumínio, as mencionadas partes do cafeeiro apresentaram -- 2068 mg de Al.

A extração de micronutrientes promovida pelos frutos é muito menor do que a determinada pelas folhas. Considerando-se uma produção de 2000 kg de café em côco por 1000 pés ou por hectare, a extração de micronutrientes, calculada a partir dos dados do quadro 2 (média dos frutos das duas plantas) seria a seguinte: 24 gramas de boro (B); 3380 gramas de cloro (Cl); 55 gramas de ferro (Fe); 19 gramas de manganês (Mn); 0,14 grama de molibdênio (Mo); e 11 gramas de zinco (Zn).

#### RESUMO E CONCLUSÕES

a) As folhas do cafeeiro constituem a parte mais rica em micronutrientes e o tronco a mais pobre.

b) O molibdênio é o micronutriente que ocorre em menor concentração, variando de 0,03 a 0,05 ppm no tronco e de 0,21 a 0,23 ppm nas folhas; o cloro é o que se apresenta com maior teor, variando de 140 a 220 ppm no tronco e de 6280 a 7350 ppm nas folhas.

c) A quantidade de micronutrientes extraída pelo cafeeiro, variedade mundo novo, aos dez anos de idade, para o desensolvimento de seu tronco, ramos e folhas (média de duas plantas, considerando 4 cafeeiros numa cova como uma planta) foi de: 555 mg de boro (B), 37157 mg de cloro (Cl), 214 mg de cobre (Cu), 3765 mg de ferro (Fe), 776 mg de manganês (Mn), 1,6 mg de molibdênio (Mo) e 144 mg de zinco (Zn). A quantidade de alumínio extraída pelas mencionadas partes do cafeeiro foi de 2068 mg de Al.

d) Considerando-se a extração promovida por 1000 plantas (considerando-se uma planta formada de 4 cafeeiros numa cova) os dados obtidos seriam os representados pelos mesmos valores numéricos do item c, mas a unidade seria o grama, isto é, 555 g de boro, 37157 g de cloro, 214 g de cobre, 3765 g de ferro, etc.

e) A extração de micronutrientes promovida pelos frutos pôde ser calculada tomando-se como 2000 kg de café em côco a produção por 1000 pés. Assim, a quantidade removida seria de 24 g de boro (B), 3380 g de cloro (Cl), 21 g de cobre (Cu), 55 g

de ferro (Fe), 19 g de manganês (Mn), 0,15 g de molibdênio (Mo) e 11 g de zinco (Zn).

#### SUMMARY

This paper reports the content (table 1) and amount of the micronutrients boron (B), chlorine (Cl), copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn), molybdenum (Mo) and zinc (Zn), and of the non-essential element aluminum (Al) in the trunk, branches, leaves and fruits of the ten years coffee tree, *Coffea arabica*, L., variety mundo novo (B.Rodr.) Choussy, growing in a latosol of Piracicaba, State of São Paulo, Brasil.

It is very interesting to observe the high content of chlorine in the different parts of the coffee tree.

The uptake of micronutrients calculated for the growing of the trunk, branches and leaves of 1000 coffee trees ten years old was: 555 g of boron (B), 37157 g of chlorine (Cl), 214 g of copper (Cu), 3765 g of iron (Fe), 776 g of manganese (Mn), 1,6 g of molybdenum (Mo) and 144 g of zinc (Zn). On the other hand the uptake of micronutrients calculated for the production of 2000 kilograms of fruits was: 24 g of boron (B); 3380 g of chlorine (Cl); 21 g of copper (Cu); 55 g of iron (Fe); 19 g of manganese (Mn); 0,14 g of molybdenum (Mo) and 11 g of zinc (Zn).

Table 1 - Content in ppm of micronutrients and of aluminum in the ten years coffee tree.

|          | B                 | Cl   | Cu | Fe  | Mn | Mo   | Zn | Al  |
|----------|-------------------|------|----|-----|----|------|----|-----|
|          | parts per million |      |    |     |    |      |    |     |
| Trunk    | 11                | 180  | 7  | 92  | 16 | 0,04 | 3  | 66  |
| Branches | 23                | 510  | 12 | 165 | 27 | 0,05 | 9  | 198 |
| Leaves   | 82                | 6815 | 21 | 505 | 82 | 0,22 | 18 | 346 |
| Fruits   | 24                | 3380 | 21 | 55  | 19 | 0,14 | 11 | 43  |

## LITERATURA CITADA

- BERGAMIN FILHO, H., CATANI, R.A. & LOMBARDI NETO, F., 1966 - Determinação de cloretos por potenciometria de ponto nulo e sua aplicação em análise de plantas e solos. Relatórios n<sup>os</sup> 1(4 pp), 2(4 pp), 3(5 pp) e 4(4 pp) apresentados à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Datilografados).
- BITTENCOURT, V.C., 1965 - O método colorimétrico da 1,10 - fenantrolina na determinação do ferro. Tese de doutoramento. E.S.A. "Luiz de Queiroz", 78 pp (mimeog.).
- BROYER, T.C., A.B.CARLTON, C.M. JOHNSON & P.R. STOUT, 1954 - Chlorine: A micronutrient element for higher plants. *Plant Physiol.* 29: 526-532.
- CATANI, R.A., BITTENCOURT, V.C. & BATAGLIA, O.C., - 1966 - A determinação do zinco, cobre, ferro e alumínio em plantas a partir do mesmo extrato. Trabalho apresentado à XVIII Reunião Anual da SBPC. Resumo publicado em *Ciência e Cultura*, 18: 237-238.
- CATANI, R.A. & GALLO, J.R., 1951 - A extração do manganês e suas formas de ocorrência em alguns solos do Estado de S. Paulo. *Bragantia*, 11: 255-266.
- CATANI, R.A., GLÓRIA, N.A. & BERGAMIN FILHO, H., 1962 - Determinação polarográfica do zinco em plantas após a sua separação em resina trocadora de íons. *ANAIIS DA ESALQ*, 19: 119-134.
- CATANI, R.A., PELLEGRINO, D., BERGAMIN FILHO, H., GLÓRIA, N.A. & GRANER, C.A.F., 1965 - A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro, *Coffea arabica*, variedade mundo novo (B.Rodr.) Choussy, aos dez anos de idade. *ANAIIS DA ESALQ*, 22: 82-93.
- CATANI, R.A., ROSSETTO, A.J. & ALCARDE, J.C., 1966 - A determinação de boro pelo método da curcumina. Relatórios n<sup>os</sup> 1(4pp), 2(4 pp), 3(4 pp) e 4(5 pp), apresentados à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S.Paulo (datilografados).
- EATON, F.M., 1966 - Chlorine. Em: *Diagnostic Criteria for Plants and Soils*. Editado por Chapman, H.C., University of California. pp 98-135.

- GLÓRIA, N.A., 1964 - O método do ditiol na determinação do molibdênio. Tese de doutoramento. E.S.A. "Luiz de Queiroz", 109 pp (mimeog.).
- JACINTHO, A.O., 1967 - A determinação do cobre pelo método colorimétrico do dietilditiocarbamato de sódio. Tese de doutoramento. E.S.A. "Luiz de Queiroz", 82 pp (mimeog.).
- JACINTHO, A.O., CATANI, R.A. & PELLEGRINO, D., 1964 - A absorção de cobre pela cana de açúcar Co 419, em função da idade. ANAIS DA ESALQ, 21: 128-138.
- JOHNSON, C.M. & ULRICH, A., 1959 - Analytical methods for use in plant analysis. Bulletin 766, pp 25-76. California Agricultural Exp. Sta.
- LOTT, W.L., McLUNG, A.C., VITA, R. & GALLO, J.R., 1961 - A survey of coffee fields in São Paulo and Paraná by foliar analysis. IBEC Research Institute. Boletim nº 26, 68 pp.
- MALAVOLTA, E., GRANER, E.A., SARRUGE, J.R. & GOMES, L., 1963 - Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XI. Extração de macro e de micronutrientes, na colheita pelas variedades "bourbon amarelo", "caturra amarelo" e "mundo novo". Turrialba, 13: 188-189.
- MULLER, L.E., 1966 - Coffee Nutrition. Em: "Fruit Nutrition". Editado por Childers, N.F. Horticultural Publications, Rutgers - The State University. New Bruswick, New Jersey. pp 685-776.
- PELLEGRINO, D., 1962 - A determinação do zinco pelo método do zincon. ANAIS DA ESALQ, 19: 221-243.
- PELLEGRINO, D., CATANI, R.A., BERGAMIN FILHO, H. & GLÓRIA, N. A., 1962 - A absorção de manganês pela cana de açúcar Co 419, em função da idade. ANAIS DA ESALQ, 19: 245-261.
- PRATT, P.F., 1966 - Aluminum. Em: Diagnostic Criteria for Plants and Soils. Editado por Chapman, H.D. University of California. pp 3-12.