

A Absorção do Cobre pela Cana de Açúcar Co 419  
em função da idade

A. O. JACINTHO, R. A. CATANI e D. PELLEGRINO

**Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP**  
**Piracicaba, S. Paulo**

## INTRODUÇÃO

O cobre é um micronutriente essencial às plantas. Está presente como parte ativa em muitas enzimas, como a polifenoloxidase, de grande importância nos processos respiratórios das plantas em crescimento (BONNER, 1950).

O cobre é também grupo prostético, essencial para o funcionamento da tirosinase, que ataca o amino ácido tirosina, e da oxidase do ácido ascórbico que ataca e destrói o citado ácido (BONNER, 1952).

JACKSON (1958), fazendo uma compilação sobre a distribuição de diversos elementos nas plantas cultivadas, citou concentrações de cobre variando de 3 a 200 ppm, em tecidos de 15 espécies de vegetais.

Para o caso particular da cana de açúcar, EVANS (1955), encontrou em análise foliar, variações de menos de 4 ppm a mais de 10 ppm, sendo que a maior frequência estava entre 5,1 e 6,0 ppm.

EVANS (1959), notou também que as lâminas das folhas de cana, com mais de 5 ppm de cobre não apresentavam sintomas precisos de deficiência. Na realidade, os citados sintomas aparecem quando o teor de cobre desce para 3,7 a 3,5 ppm.

HUMBERT (1963), indica que os níveis mais altos de cobre na cana se encontram no anel de crescimento e nas regiões de cêra. O mesmo autor, cita experimentos com 3 variedades diferentes de cana adubadas, onde foram encontradas de 0,9 a 34 ppm de cobre, para as diversas partes da planta em idades variando de 3 e 4 a 19,23 e 24 meses.

CATANI, ARRUDA, PELLEGRINO & BERGAMIN FILHO (1959), trabalhando com cana de açúcar variedade Co 419, crescendo em condição de campo, na região de Piracicaba, obtiveram uma série de dados referentes à absorção de vários nutrientes em função da idade da planta. Em sequência a esse trabalho PELLEGRINO & OUTROS (1962) conseguiram dados referentes a manganês e zinco.

GLÓRIA & OUTROS (1963) obtiveram nas mesmas condições, dados sobre molibdênio e BITTENCOURT & OUTROS (1963) em continuação aos demais obtiveram dados referentes a absorção do ferro.

O presente trabalho, em continuação a aquêle iniciado por CATANI & OUTROS (1959), tem por objetivo conhecer a concentração de cobre existente no colmo e na fôlha da cana de açúcar, variedade Co 419, assim como determinar a quantidade do citado elemento que é absorvida pela planta, durante o seu desenvolvimento.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

As amostras constam de 4 touceiras de cana, variedade Co 419, colhidas mensalmente de um experimento com 3 canteiros adubados com 40 Kg de nitrogênio (sulfato de amônio), 100 kg de  $P_2O_5$  (superfosfato simples) e 40 Kg de  $K_2O$  (cloreto de potássio) por hectare na época do plantio. O experimento foi instalado na Estação Experimental de Cana "Dr. José Vizioli" Piracicaba, Estado de São Paulo. Destas touceiras separaram-se colmos e fôlhas (só a parte aérea) e este material foi preparado mensalmente para análise, conforme foi descrito por CATANI & OUTROS (1959).

O método utilizado para a determinação do cobre no presente trabalho é o do dietilditiocarbamato de sódio já empregado por JOHNSON & ULRICH (1959), com a modificação de que ao invés de se usar EDTA amônio em torno de 25% como agente complexante dos íons interferentes, usou-se EDTA dissódico a 1%. As leituras foram feitas em espectrofotômetro Beckman, Modelo B, em comprimento de onda de 440 milimicrons.

### *Reagentes:*

*Solução de dietilditiocarbamato de sódio a 1%.* O reagente foi preparado, dissolvendo-se 1,0 g do sal Merck p.a. em 100 ml de água desmineralizada. Esta solução deve ser recente e guardada em ambiente fresco.

*Solução de etilenodiaminotetracetato de sódio a 1%.* Esta solução foi preparada dissolvendo-se 10,0 g do sal dissódico do ácido etilenodiaminotetracético, com duas moléculas de água, Titriplex III Merck, em um litro de água desmineralizada.

*Solução de hidróxido de amônio (1+1).* Um volume de  $NH_4OH$  concentrado e destilado foi diluído com igual volume de água desmineralizada.

*Solvente:*

Foi usado o tetracloreto de carbono Mallinckrodt, (Analytical reagent).

*Indicador:*

Solução alcoólica de fenolftaleína a 0,1%.

*Preparo dos padrões de cobre.*

*Solução estoque* — Foram dissolvidos 393,0 mg de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  Baker p.a. em água desmineralizada, transferiu-se para balão volumétrico de 1 litro, adicionaram-se 5 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado Baker p.a., esperou-se esfriar e completou-se o volume. Esta solução contém 100 ppm de cobre por ml.

*Solução de trabalho* — Foram preparadas à partir da solução estoque e da seguinte maneira: 5, 10, 15, 20 e 25 ml da solução estoque foram transferidos para balões de 100 ml e completados os volumes com água destilada. Estas soluções contém, respectivamente, 5, 10, 15, 20 e 25 microgramas de cobre por ml.

*Preparo da curva padrão.*

Tomou-se 1 ml de cada solução de trabalho, transferiu-se para funil de separação de 125 ml, adicionaram-se 50 ml da solução de EDTA dissódico a 1%, 3 gotas de fenolftaleína e homogeneizou-se. Em seguida, adicionaram-se  $\text{NH}_4\text{OH}$  (1 + 1) até viragem do indicador para cor rosa estável, 2,5 ml da solução de carbamato e, exatamente, 10,0 ml de solvente  $\text{CCl}_4$ . Procedeu-se de igual maneira para a prova em branco. Os funis foram agitados vigorosamente durante 2 minutos. Após a agitação, esperou-se a separação das fases e o solvente foi drenado para as cubetas do espectrofotômetro, o qual foi ajustado para comprimento de onda de 440 milimicrons e procedeu-se às leituras. Uma relação linear entre densidade ótica e concentração das soluções foi obtida.

*Determinação do cobre na cana.*

Pesaram-se 500,0 mg da amostra, transferiram-se para Kjeldahl de 30 ml, adicionaram-se 10 ml de  $\text{HNO}_3$  concentrado e destilado e 3 gotas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado Baker p.a. Levou-se ao digestor e o aquecimento inicial foi feito em fogo

brando até que tivesse sido interrompida a formação de espuma e após, o aquecimento foi mais intenso. Quando o líquido apresentou-se amarelado e grande parte do ácido nítrico havia sido eliminado, o Kjeldahl foi retirado do digestor e esfriado. Adicionaram-se 2 ml de ácido perclórico Baker 70-72% e levou-se novamente ao digestor, com o aquecimento aumentado progressivamente até o líquido apresentar-se incolor. Continuou-se o aquecimento até desprendimento de fumos brancos de ácido perclórico. Conduziu-se ao mesmo tempo uma prova em branco.

Após esfriar o material do Kjeldahl, transferiu-se para funil de separação de 125 ml, lavando-se o balão com 5 porções de 10 ml de EDTA dissódico a 1% e adicionando-se 3 gotas de fenolftaleína. Daqui por diante procedeu-se de igual maneira, já descrita para os padrões.

As leituras foram feitas nas mesmas condições dos padrões, contra a prova em branco. Calculou-se a concentração em ppm de cobre nas amostras, em função da relação linear entre densidade ótica e concentração das soluções, feitas para os padrões.

### 3 — RESULTADOS OBTIDOS

Os dados relacionados no quadro 1, expressam a concentração de cobre no colmo e fôlha da cana de açúcar em função da idade da planta, de acôrdo com o mês de colheita da amostra.

QUADRO 1

Concentração e ppm de cobre, no colmo e na fôlha da cana de açúcar variedade Co 419, em função da idade (material sêco).

Época da colheita das amostras	Idade da planta em meses	Concentração de cõbre em ppm	
		colmo	fôlhas
outubro	6	62,8	30,0
novembro	7	42,8	15,0
dezembro	8	34,2	11,2
fevereiro	10	30,0	18,6
março	11	41,4	11,2
abril	12	7,4	12,4
maio	13	13,6	10,0
junho	14	32,8	30,0
julho	15	18,6	20,0

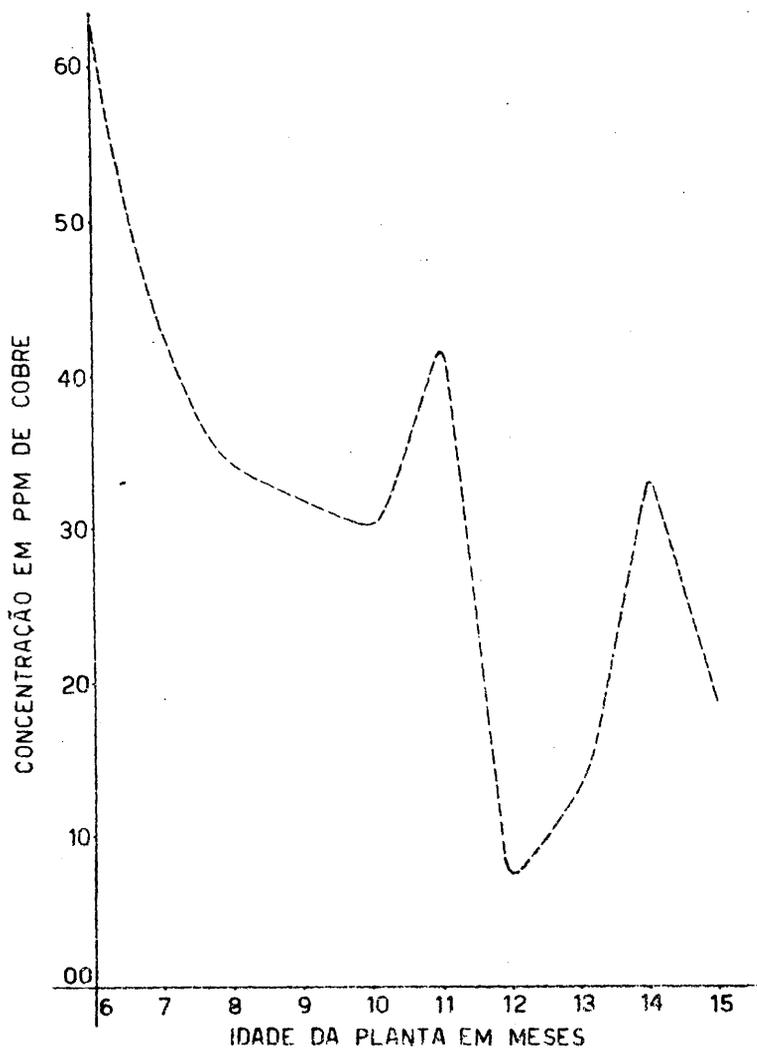


Figura 1-Variação do teor de cobre, em ppm, nos colmos de cana-de-açúcar, variedade Co 419, de acordo com a idade da planta.

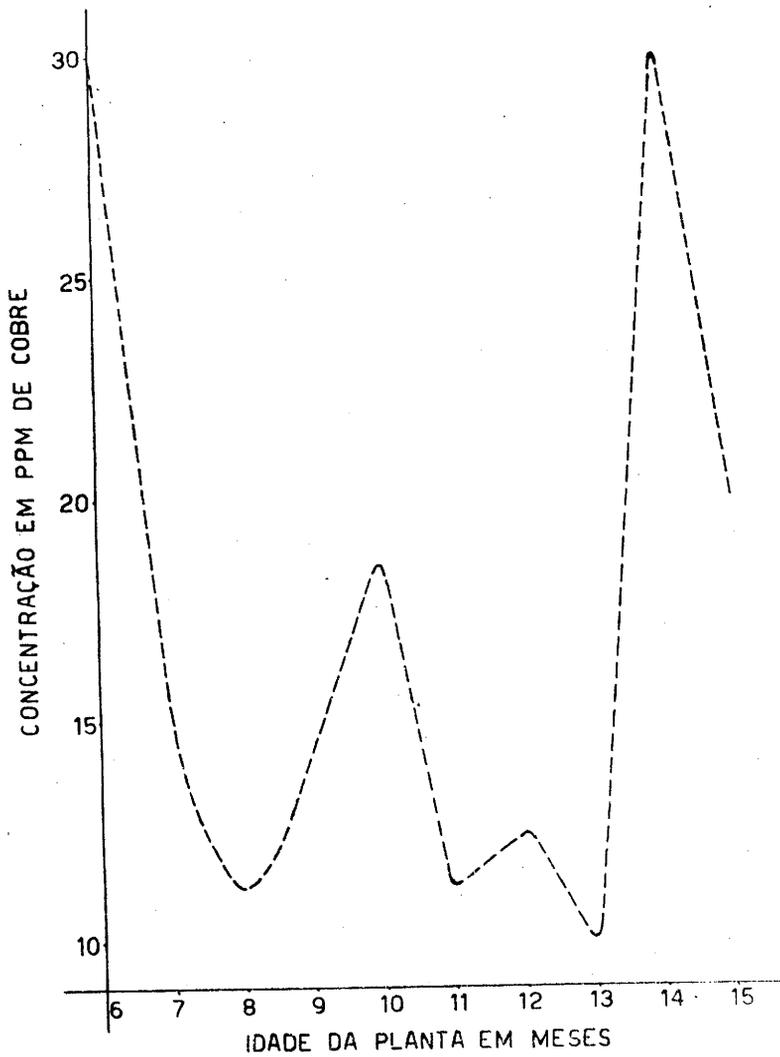


Figura 2 - Variação do teor de cobre, em ppm, nas folhas de cana-de-açúcar, variedade Co 419, de acordo com a idade da planta.

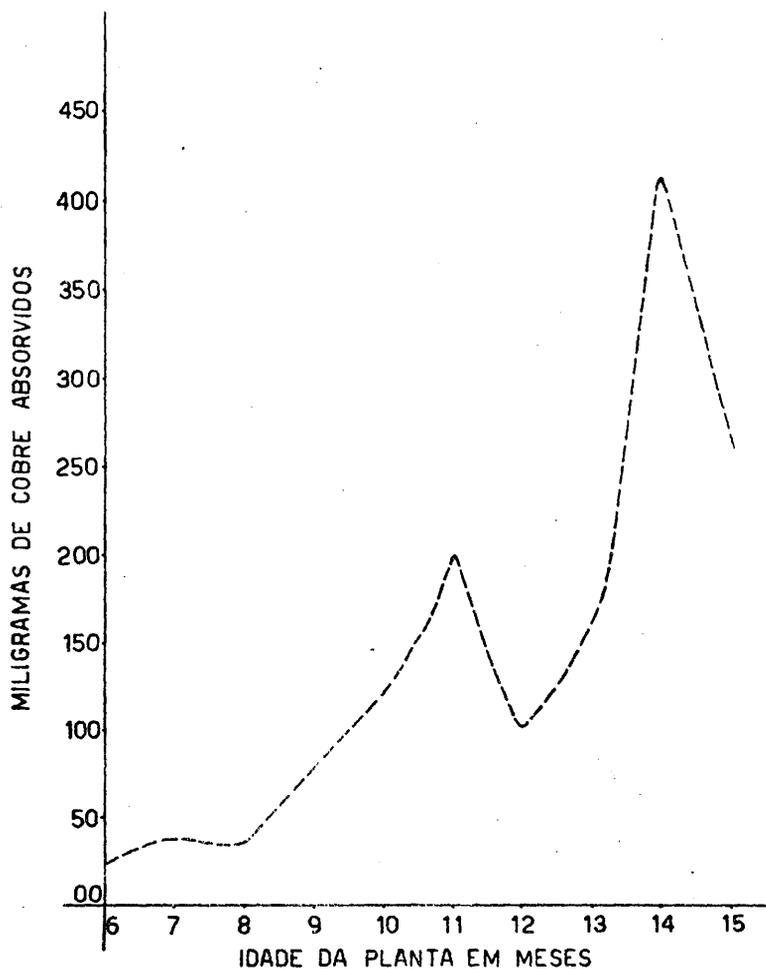


Figura 3 - Miligramas de cobre absorvidos pela parte aérea de 4 touceiras de cana-de-açúcar, variedade Co 419, em função da idade da planta.

As quantidades em miligramas de cobre absorvidas pelas folhas, colmos e total da parte aérea de 4 touceiras, podem ser calculadas pelos valores fornecidos pelo quadro 1, relacionados com os pesos de material seco, conforme CATANI & OUTROS (1959).

#### QUADRO 2

Miligramas de cobre absorvido pela parte aérea de 4 touceiras de cana de açúcar, variedade Co 419, em função da idade.

Época da colheita das amostras	Idade da planta em meses	Miligramas de cobre absorvido		
		colmo	fôlha	total
outubro	6	15,0	9,4	24,4
novembro	7	26,7	10,8	37,6
dezembro	8	27,5	9,1	36,6
fevereiro	10	91,2	29,0	120,2
março	11	173,9	17,7	196,6
abril	12	70,6	30,1	100,7
maio	13	136,1	24,8	160,9
junho	14	341,5	70,7	412,2
julho	15	209,8	48,4	258,2

Os resultados colocados no quadro 1, possibilitaram a obtenção de curvas que expressam a concentração de cobre no colmo e na fôlha em função da idade da planta em meses (fig. 1 e 2).

Os resultados do quadro 2, por sua vez permitiram estabelecer a curva de absorção do cobre em miligramas, para o total da parte aérea de 4 touceiras em função da idade (fig. 3).

#### 4 — RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo a determinação da concentração de cobre e o estudo das quantidades absorvidas do elemento citado, pela cana de açúcar Co 419, crescendo em condições de campo na região de Piracicaba, Estado de São Paulo. As amostras eram provenientes de 3 repetições, de um tratamento no qual as plantas sofreram adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, variando as plantas de 6 a 15 meses de idade.

O método utilizado na determinação do cobre, foi o do dietilditiocarbamato de sódio.

A concentração de cobre apresentou um relativo decréscimo, com o aumento de idade da planta, variando os teores de cobre no colmo de 7,4 a 62,8 ppm e na fôlha de 10,0 a 30,0 ppm.

Quanto a absorção do cobre, a planta apresentou um aumento proporcional a idade. A mesma absorveu maior quantidade no 14.º mês, 412,2 miligramas de cobre, por 4 touceiras.

## 5 — CONCLUSÕES

Dos dados obtidos no presente trabalho, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

a) A concentração de cobre nos colmos apresentou uma variação relativamente grande, com uma tendência de diminuição em função da idade. O teor máximo aparece no 6.º mês e o mínimo no 12.º mês de idade. Para as fôlhas a variação foi menor e o teor máximo de cobre apareceu no 6.º e 14.º mês e o mínimo no 13.º mês de idade.

b) Pode ser observado um pequeno paralelismo nas concentrações de cobre no colmo e na fôlha, sendo que para o 12.º e 15.º meses de idade os teores de cobre foram maiores nas fôlhas.

c) As quantidades de cobre absorvidas pelo colmo foram sempre maiores que pelas fôlhas e a planta absorveu maior quantidade de cobre no 14.º mês de idade. Esta absorção foi crescente com a idade da planta.

d) A quantidade máxima de cobre absorvida pela parte aérea de 4 touceiras foi de 412,2 mg.

## 6 — SUMMARY

This paper reports the determination of copper concentration and the study of its quantities taken up by the sugar cane Co 419, grown under field conditions in the region of Piracicaba, State of São Paulo, Brasil.

The samples came from a fertilization (NPK) experiment plot with three repetitions, and were cut monthly, from the 6<sup>th</sup> to the 15<sup>th</sup> month of age.

The copper content was determined by the sodium diethyldithiocarbamate method.

It can be seen, from the data obtained, that the copper level showed a relative decrease with the aging of the plant. The copper content varied from 7.4 to 62.8 ppm in the stalk and from 10 to 30 ppm in the leaves.

The absorption of copper showed an increase proportional to the plant age. The highest uptake of copper occurred in the 14<sup>th</sup> month of age, when it was absorbed 412 miligrams of copper by 4 stools.

## 7 — LITERATURA CITADA

- BITTENCOURT, V.C., R.A. CATANI, D. PELLEGRINO & N.A. DA GLÓRIA, 1963 — A absorção de ferro pela cana de açúcar, Co 419, em função da idade. Nos prelos dos Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", vol. 20 - 1963.
- BONNER, J., 1950 - Plant Biochemistry. Academic Press INC., Publishers New York 10, N.Y., 1950. 490 pp.
- BONNER, J. & A.W. GALSTON, 1952 — Principles of Plant Physiology. California a Institute of Technology. W.H. Freeman and Co. San Francisco, 499 pp.
- CATANI, R.A., H.C. ARRUDA, D. PELLEGRINO & H. BERGAMIN FILHO, 1959 — A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e silício pela cana de açúcar, Co 419, e o seu crescimento em função da idade. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 16: 167-190.
- EVANS, H., 1955 — Studies in the mineral nutrition of sugar cane in British Guiana - II. The mineral status of sugar cane as revealed by foliar analyses. Tropical Agriculture, 32: 295-322. (Separata).
- EVANS, H., 1959 — Elements other than nitrogen, potassium and phosphorus in the mineral nutrition of sugar cane. Proceedings of the 10<sup>th</sup> Congress of the International Society of Sugar cane Technologists, 473-508.
- GLÓRIA, N.A., R.A. CATAN., H. BERGAMIN FILHO & D. PELLEGRINO, 1963 — A absorção de molibdênio pela cana de açúcar, variedade Co 419, em função da idade. No prelo dos Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", vol. 20: 1963.
- HUMBERT, R.P., 1963 — The Growing of Sugar Cane. Elsevier Publishing Company. Amsterdam-London - New York. pp 223-225.
- JOHNSON, C.M. & ULRICH, 1959 — Analytical methods for use in plant analysis. California Agricultural Experiment Station. Bulletin 766: 64-66.

- PELLEGRINO, D., R.A. CATANI, H. BERGAMIN FILHO & N.A. DA GLÓRIA, 1962 — A absorção do zinco pela cana de açúcar, Co 419, em função da idade. No prelo dos Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", vol. 19: 1962.
- PELLEGRINO, D., R.A. CATANI, H. BERGAMIN FILHO & N.A. DA GLÓRIA, 1962 — A absorção do manganês pela cana de açúcar Co 419, em função da idade. No prelo dos Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", vol. 19: 1962.