

Absorção de Molibdênio pela Cana de Açúcar
Variedade Co 419, em função da idade

N. A. DA GLÓRIA, R. A. CATANI, H. BERGAMIN FILHO
D. PELLEGRINO

(*) Trabalho executado com auxílio fornecido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

1 — INTRODUÇÃO

A importância do molibdênio na nutrição das plantas tem sido salientada por diversos autores, assim como os fatores que influenciam sua disponibilidade no solo (EVANS, 1956; DAVIES, 1956).

Entretanto, o maior volume de trabalhos publicados, com referência ao citado micronutriente, tem sido dedicado às plantas hortícolas (STOUT & JOHNSON, 1956; HEWITT, 1956).

EVANS (1955), determinou a quantidade de molibdênio encontrada na cana de açúcar, nos diferentes estágios de seu desenvolvimento. Este mesmo autor, relata prováveis sintomas de deficiência de molibdênio em cana de açúcar crescente em condições de campo.

A concentração de molibdênio em cana de açúcar varia conforme a região, assim como são também variáveis os teores encontrados nas diferentes partes da planta, conforme cita EVANS (1959).

O conhecimento da quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas, durante seu ciclo evolutivo, permite obter-se uma idéia das exigências desses elementos nos diversos estágios do desenvolvimento das culturas.

Para a cana de açúcar variedade Co 419, crescendo em condições de campo, na região de Piracicaba, Estado de São Paulo, já foram obtidos dados referentes a vários nutrientes (CATANI et al, 1959).

Em continuação ao trabalho acima mencionado, tem sido publicados ou estão para ser divulgado, dados referentes a alguns micronutrientes como manganês (PELLEGRINO et al, 1962) zinco (PELLEGRINO et al, 1962) e ferro (BITTENCOURT et al, 1963).

O objetivo do presente trabalho é determinar a concentração de molibdênio do colmo e folha da cana de açúcar, assim como a quantidade do citado elemento absorvido pela planta, durante os diferentes estágios do seu desenvolvimento.

2 — MATERIAL E MÉTODO

O material constou de 4 touceiras de cana, variedade Co 419, colhidas mensalmente de um experimento com 6 canteiros, sendo 3 sêm adubo e 3 adubados com 40 Kg. de N (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.

Colheram-se as partes aéreas de 4 touceiras de cada tratamento e pesaram-se. Separaram-se as pontas de côlmo e pesaram-se separadamente. Das partes, retiraram-se amostras representativas que foram preparadas para as determinações. Os pêsos obtidos e as curvas de crescimento em função da idade já foram descritos em trabalho anterior (CATANI et al, 1959).

O método de análise empregado, baseia-se no uso de uma mistura de solventes de densidade superior a um, já preconizada por JOHNSON & ARKLEY (1954) e modificada por GLÓRIA (1962), para a extração dos compostos coloridos formados pela reação do molibdênio com o ânion tiocinato em presença do cloreto estanoso.

As leituras foram feitas em espectrofotômetro Beckman, Modelo B.

Reagentes:

Solução de tiocianato de potássio a 30%: 30 g. de KCNS p.a. em 100 ml. de solução.

Solução de cloreto estanoso a 40%: 40 g. de $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ p.a. em 100 ml. de solução.

Solução extratora: constituída por partes iguais em volume de álcool isobutílico e tetracloro de carbono.

Acido clorídrico 6 N destilado: preparado pela destilação de nma solução de ácido clorídrico (1+1).

Acido clorídrico 6 N contendo 0,05% de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$: 0,500 g. de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ em 1000 ml. de HCl 6 N destilado.

Acido clorídrico 2 N contendo 0,05% de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$: 0,500 g. de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ por 1000 ml. de HCl 2 N destilado.

Preparo das soluções padrões:

O preparo das soluções padrões foi feito a partir de uma solução de $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ p.a. na qual foi dosado o molibdênio, pelo método gravimétrico do molibdato de chumbo (SCOTT, 1939).

A partir dessa solução foi preparada uma solução padrão "estoque" contendo 100 microgramas de molibdênio por ml e por diluição desta, uma série de soluções padrões contendo, respectivamente, 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; e 10,0 microgramas de molibdênio por mililitro.

Preparo das curvas padrão

Tomou-se 1 ml de cada uma das soluções da série padrão já descrita, passou-se para funil de separação de 125 ml, contendo 10 ml da solução de HCl 6 N com 0,05% de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. A seguir foi adicionado água desmineralizada até obter-se um volume de 45 ml, após o que adicionou-se 3 ml. da mistura de solventes (álcool isobutílico e tetracloreto de carbono) e os funis assim preparados foram agitados por 2 minutos. Completada a agitação, deixou-se descansar para a perfeita separação das fases após o que o excesso de solvente foi retirado.

Foi adicionado a seguir pela ordem, 1 ml da solução de KCNS a 30%, 1 ml da solução de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ a 40% e 3 ml da mistura de solventes observando-se o cuidado de agitar o funil vigorosamente após a adição de cada reativo. Procedeu-se a nova agitação por 2 minutos e após a separação das fases o solvente foi drenado para as cubetas do espectrofotômetro Beckman, Modelo B, com comprimento de onda ajustado a 470 μ . A correlação entre densidade ótica e concentração das soluções padrões é linear dentro dos limites de trabalho.

Determinação do molibdênio na cana

Como a cana de açúcar apresenta uma variação bastante sensível, na quantidade de molibdênio existente no côlmo e nas folhas, foi necessário empregar-se quantidades diversas de material para a análise, conforme se tratasse de côlmo ou folha a ser analisado, a fim de obter-se valores dignos de confiança, nas leituras no aparelho.

A marcha analítica empregada foi a seguinte: pesou-se 10,00 g ou 5,000 g do material (conforme se tratasse de côlmo ou fôlha respectivamente), passou-se para cápsula de quartzo e a amostra foi incinerada por 2-3 horas à 500-550° C após o que foi retomada com 10 ml de HCl 2N contendo 0,05% de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, e aquecida até início de ebulição. O material foi filtrado e a cápsula e filtro foram lavados com 20 ml de HCl 2N em frações de 5 ml.

A solução assim obtida foi transferida para funil separador e procedeu-se conforme descrito no preparo da curva padrão.

Os valores das leituras foram comparados aos valores da curva padrão e calculados os microgramas de molibdênio. (Ver quadro 1).

Todos os cuidados com contaminação foram observados, assim como as demais preocupações inerentes ao método aplicado.

3 — RESULTADOS OBTIDOS

A concentração em ppm de molibdênio no côlmo e fôlhas da cana obtidas conforme já foi descrito pode ser observada no quadro 1.

QUADRO 2

Microgramas de molibdênio absorvido pelos colmos, fôlhas e plantas inteiras, de 4 touceiras nos dois tratamentos conforme a idade da planta

Época de colheita	Idade da planta em meses	Sem adubo		Com adubo	
		côlmo ppm Mo	fôlha ppm Mo	côlmo ppm Mo	fôlha ppm Mo
Dezembro	8	0,10	0,21	0,16	0,26
Janeiro	9	0,42	0,41	0,45	0,31
Fevereiro	10	0,22	0,25	0,21	n.d.
Março	11	0,10	0,33	0,29	0,30
Abril	12	0,14	0,13	0,12	0,13
Maiο	13	n.d.	0,31	0,08	0,14
Junho	14	0,05	0,50	0,06	0,89

QUADRO 1

PPm de molibdênio no material seco de colmos e folhas dos tratamentos sem adubos e com adubo, conforme a idade da planta.

Epoca da colheita	Idade da planta em meses	Sem adubo			Com adubo		
		cólmo ug Mo	fôlha ug Mo	inteira ug Mo	cólmo ug Mo	fôlha ug Mo	inteira ug Mo
Dezembro	8	39,00	102,27	141,27	128,64	211,38	340,02
Janeiro	9	359,94	394,83	754,77	713,25	401,54	1114,70
Fevereiro	10	371,58	323,75	695,33	638,40	n.d.	n.d.
Março	11	344,00	558,69	902,69	1253,67	475,80	1729,47
Abril	12	843,36	258,18	1101,54	1146,00	315,90	1461,90
Maio	13	n.d.	709,28	n.d.	800,88	347,62	1148,50
Junho	14	359,30	962,50	1321,80	624,84	2097,73	2722,57

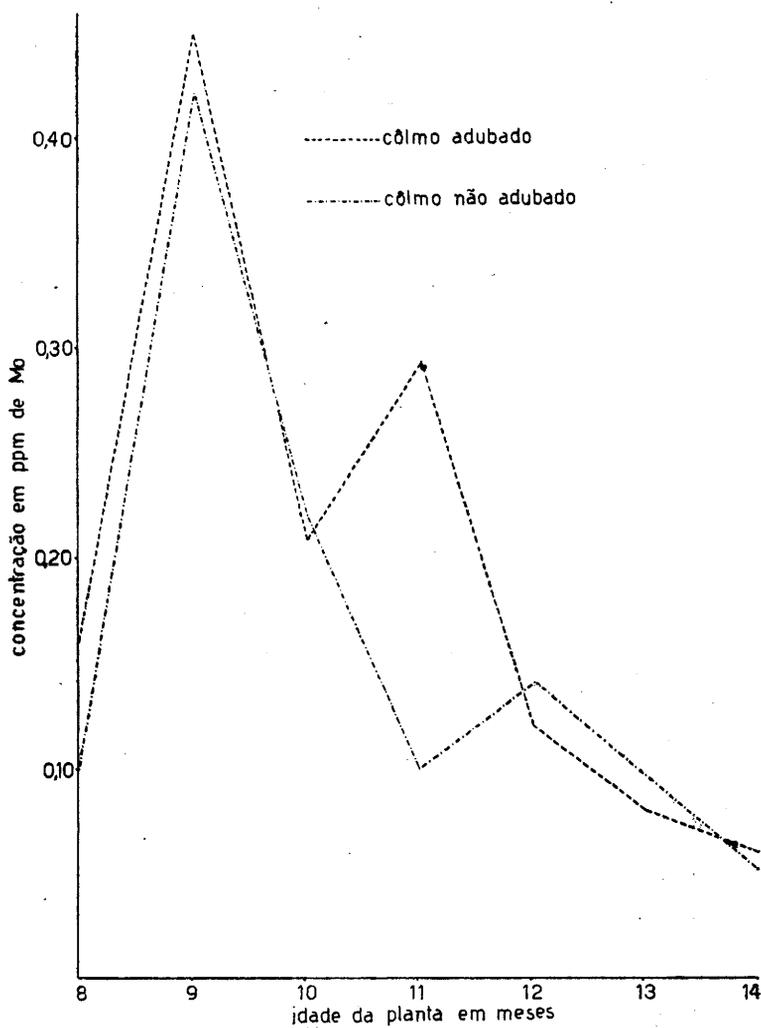


Fig.1-Varição do teor de Mo, em ppm, nos côlmos dos tratamentos adubado e não adubado, de acordo com a idade da planta, no material seco.

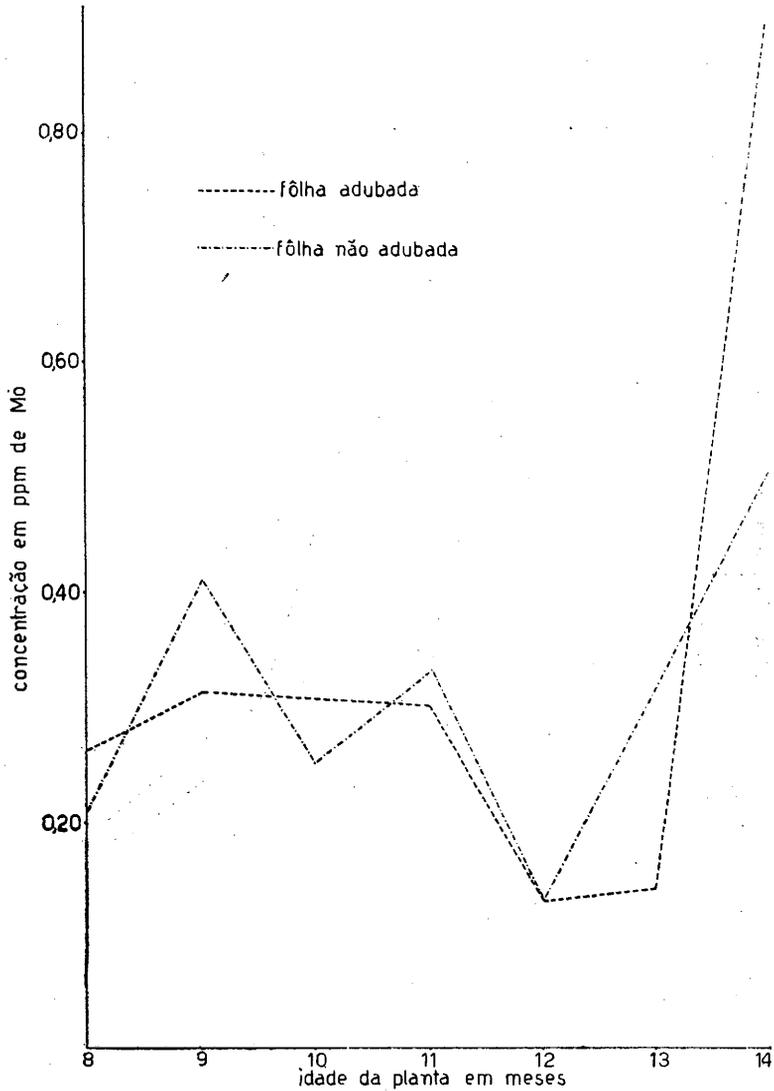


Fig.2-Varição do teor de Mo, em ppm, nas fôlhas dos tratamentos adubado e não adubado, de acordo com a idade da planta, no material seco

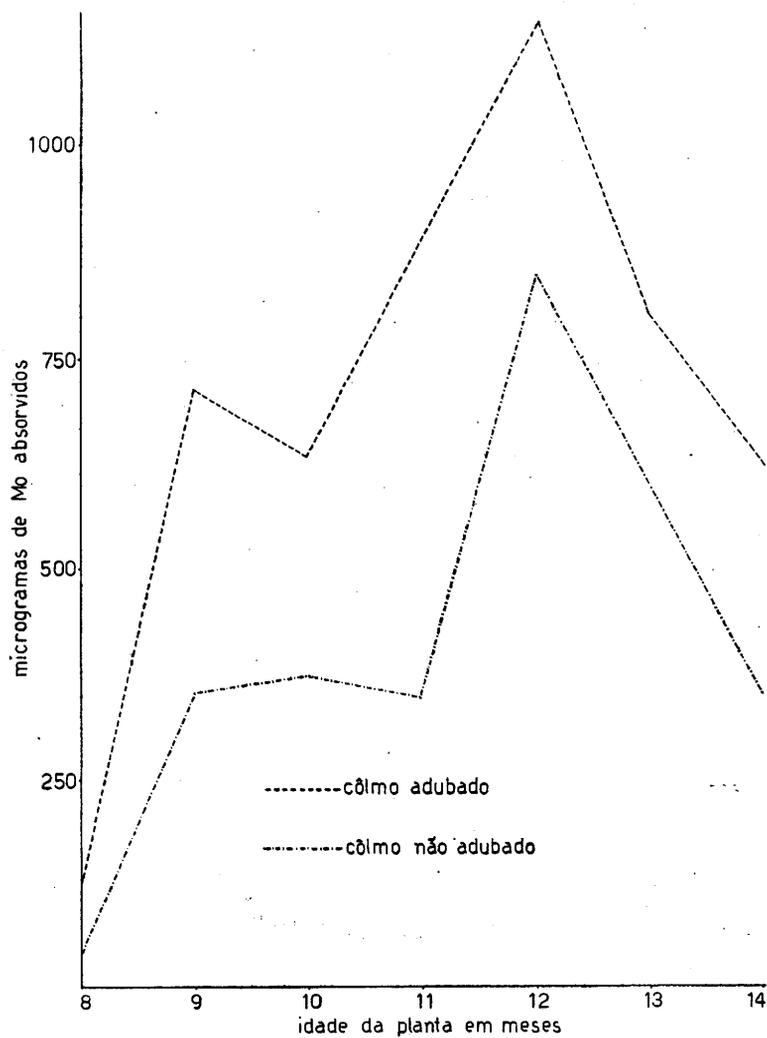


Fig. 3—Microgramas de Mo absorvidos pelos côlmos de 4 touceiras, dos tratamentos adubado e não adubado, de acôrdo com a idade da planta

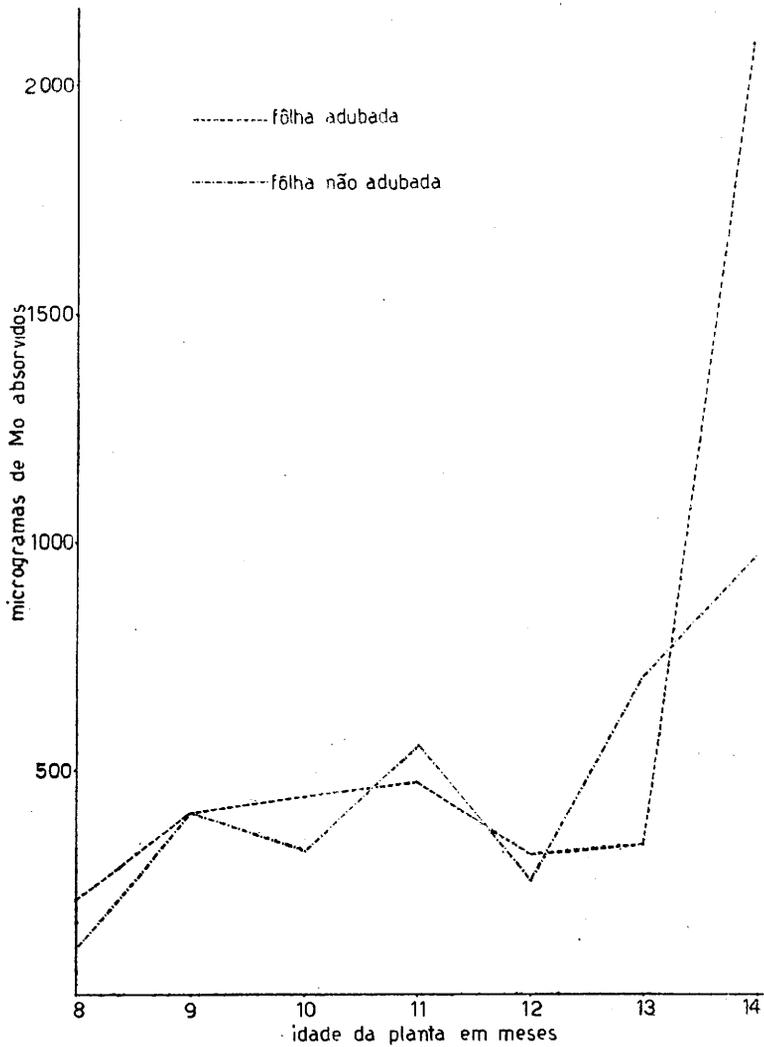


Fig. 4—Microgramas de Mo absorvidos pelas fôlhas de 4 touceiras, dos tratamentos adubado e não adubado, de acordo com a idade da planta.

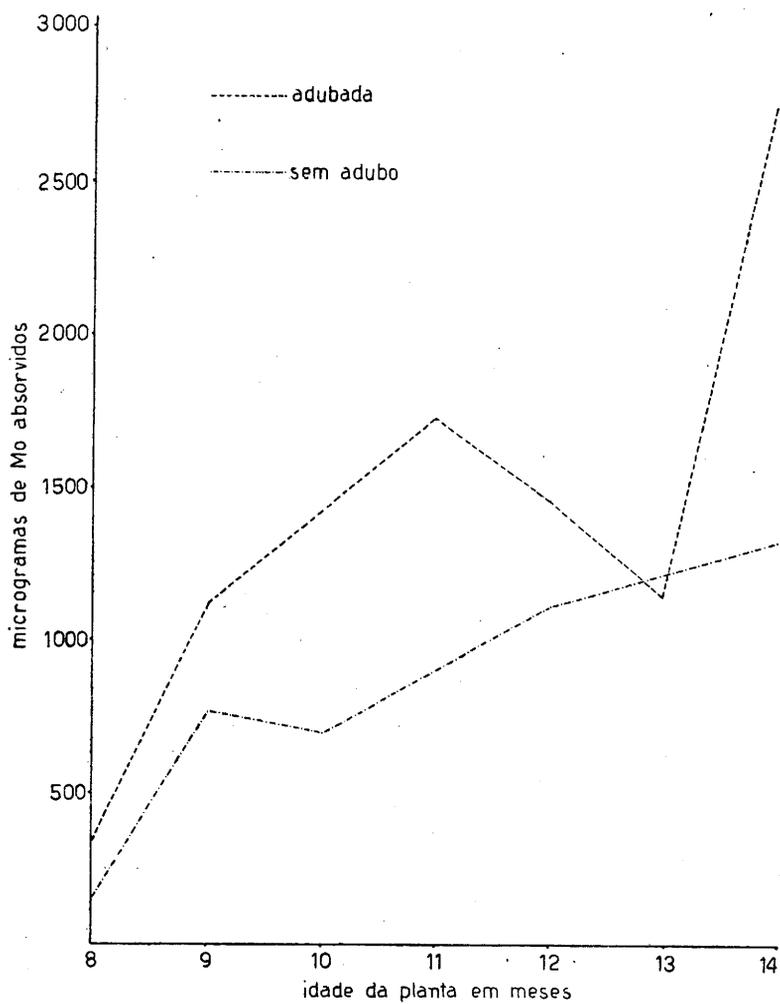


Fig.5-Microgramas de Mo absorvidos pelas plantas inteiras de 4 touceiras, dos tratamentos adubado e sem adubo, de acordo com a idade da planta

A quantidade em microgramas de molibdênio, absorvido pelas folhas, colmos e plantas inteiras de 4 touceiras, pode ser calculado pelos valores do quadro 1, quando relacionado com os pesos de material seco, conforme CATANI et al (1959).

Os resultados dos quadros 1 e 2 permitem que se obtenha as curvas de absorção do molibdênio, pelo colmo e folhas (fig. 1 e 2). Assim como, a absorção de molibdênio, pelo colmo, folha e planta inteira das 4 touceiras, nos dois tratamentos (fig. 3, 4 e 5).

4 — RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho relata os dados obtidos sobre a determinação de molibdênio em diferentes partes da cana de açúcar, colmo e folhas. As plantas analisadas, provinham de um experimento, no qual um dos tratamentos consistia de uma adubação com nitrogênio, fósforo e potássio e outro que não recebeu nenhuma adubação.

Após a determinação da concentração de molibdênio, foi possível calcular a quantidade deste elemento absorvido pelas plantas inteiras de 4 touceiras.

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

a) Houve uma grande variação na concentração de molibdênio, no colmo da cana de açúcar nos dois tratamentos, enquanto que para as folhas a variação foi menor, só aumentando no 14.^o mês.

b) Há um certo paralelismo nas concentrações de molibdênio tanto no colmo como na folha, de ambos os tratamentos.

c) A concentração de molibdênio, no colmo, declinou com o desenvolvimento da cana, como deveria ser esperado, dado o maior desenvolvimento dessa parte da planta.

d) No 14.^o mês a quantidade de molibdênio no colmo decresceu, talvez devido a migração do molibdênio para as folhas, cuja concentração aumentou muito.

e) A cana adubada absorveu maior quantidade de molibdênio, devido ao seu maior crescimento e portanto maior peso de cana produzida. Houve, porém, um aumento quase

contínuo, na absorção de molibdênio, pelas plantas dos dois tratamentos.

f) É grande a variação na quantidade de molibdênio absorvido pela cana de açúcar durante o seu desenvolvimento. Assim as folhas de um mesmo tratamento (adubado) apresentaram de 211,4 a 2097,7 microgramas, enquanto que no cômlo apresentaram de 128,6 a 1253,7 microgramas de molibdênio.

5 — SUMMARY

In this paper the authors describe the results obtained from the determination of molybdenum in sugar cane plant, grown in soils and climate prevailing in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil.

The molybdenum was determined in samples cut monthly from the 8th to 14th month, from an experiment consisting of 6 plots, 3 fertilized and 3 unfertilized.

The fertilized treatment received 40 kg N (ammonium sulfate) 100 kg P₂O₅ (superphosphate) and 40 kg K₂O (potassium chloride) per hectare, just before planting.

Molybdenum was determined by thiocyanate-stannous chloride method, using carbon tetrachloride-butyl alcohol mixture, for extrating the colored complex.

The results obtained show a parallelism in the absorption of molybdenum by the plants of both treatments.

The concentration of molybdenum in the stalks have a tendency to decrease, where as it kept more or less constant in leaves, with a exception in the 14^o month when it rised probable because of a migration of molybdenum of the stalks to the leaves.

The total amount molybdenum taken up was higher with the fertilized plot due its greater mass production.

6 — 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. No prelo dos Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", vol. 20-1963.
- CATANI, R. A., H. C. ARRUDA, D. PELLEGRINO & H. BERGAMIN FILHO — A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxôfre e silício pela cana de açúcar, Co 419, e o seu crescimento em função da idade. Anais da ESALQ, 16: 167-190.
- DAVIES, E. B., 1956 — Factors affecting molybdenum availability in soils: Soil Science, 81: 209-221.
- EVANS, H. 1955 — Studies in the Mineral Nutrition of Sugar Cane as Revealed by Foliar Analysis: Tropical Agriculture 32: 295-322.
- EVANS, H. J., 1956 — Role of molybdenum in plant nutrition. Soil Science 81: 199-208.
- EVANS, H., 1959 — Elements other than nitrogen potassium and phosphorus in the mineral nutrition of sugar cane. Proceedings of the 10th Congress of the International Society of Sugar cane Technologists 407-508 (1959).
- GLÓRIA, N. A., 1963 — Sôbre uma modificação na determinação de molibdênio em plantas. No prelo dos Anais da ESALQ, vol. 20 (1963).
- HEWITT, E. J., 1956 — Symptoms of molybdenum deficiency in plants. Soil Science 81: 159:171.
- JOHNSON, C. M. & T. H. ARKLEY, 1954 — Determination of Molybdenum in Plant Tissue. Analytical Chemistry, 26: 372-573.
- 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 ESALQ, 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 ESALQ, vol. 19 (1962).
- SCOTT, W. W., 1939 — Standard Methods of Chemical Analysis. D. Van Nostrand Co. Inc. Princeton, New Jersey, vol. 1-5th ed. pp. 589-590.
- SCOTT, P. R. & C. N. JOHNSON, 1965 — Molybdenum deficiency in horticultural and field crops. Soil Science 81: 183-190.