

VARIAÇÃO NA CONCENTRAÇÃO E NA QUANTIDADE DE MACRO E MICRONUTRIENTES NO FRUTO DO CAFEIEIRO, DURANTE O SEU DESENVOLVIMENTO ¹

R.A. Catani ²
D. Pellegrino ²
J.C. Alcarde ²
C.A.F. Graner ²

RESUMO

O presente trabalho apresenta os dados obtidos sobre a variação na concentração e na quantidade de macro e micronutrientes no fruto do cafeeiro em função do seu grau de desenvolvimento, através da análise de amostras colhidas mensalmente.

A variedade de café usada foi bourbon vermelho, de 9 anos de idade, localizada num solo latosólico roxo, no município de Charqueada.

Os resultados obtidos mostraram que os frutos exigem continuamente todos os macronutrientes, desde o início de sua formação até a maturação. Com relação aos micronutrientes, o boro, cobre, ferro e molibdênio também foram solicitados continuamente, ao passo que o manganês e o zinco deixaram de ser absorvidos nos dois últimos meses de seu ciclo formativo. A exigência quantitativa de micronutrientes obedeceu a seguinte ordem decrescente: ferro, manganês, cobre, boro, zinco e molibdênio.

INTRODUÇÃO

Os trabalhos referentes à composição mineral das diversas partes do cafeeiro, crescendo em condições de campo, são numerosos, conforme citam CATANI & MORAES (1958); CATANI & OUTROS (1965); e MULLER (1966).

Os estudos sobre a nutrição mineral do cafeeiro, em

¹ Trabalho entregue para publicação em 27 de novembro de 1967. Executado com auxílio fornecido pelo Instituto Brasileiro do Café.

² Cadeira de Química Analítica e Físico Química, ESALQ.

condições de campo, tem-se concentrado, principalmente, em duas partes dessa planta: nas fôlhas, com o objetivo de análise foliar (LOTT, NERY & OUTROS, 1956; LOTT, McCLUNG & OUTROS, 1961; MALAVOLTA & OUTROS, 1958) e nos frutos, para obtenção de dados sobre a quantidade de nutrientes extraída pelas colheitas. A composição inorgânica do fruto do cafeeiro, na época da colheita, já foi determinada por vários pesquisadores no Brasil. Mais recentemente, isso foi feito por ARZOLLA & OUTROS (1963), MALAVOLTA & OUTROS (1963), CATANI & OUTROS (1965) e SARRUGE & OUTROS (1966), levando em conta diversos fatores, tais como variedade, parte do fruto (grão e polpa ou casca), tipo de solo, etc.

MORAES & CATANI (1964) estudaram a absorção de diversos macronutrientes pelo fruto do cafeeiro (*Coffea arabica*, var. *typica*, L.) desde a sua formação até a maturação completa. Observaram que o acúmulo de matéria seca e de N, P e K foi acelerado nas últimas semanas que antecederam o final da maturação.

O presente trabalho tem como objetivo complementar os dados obtidos por MORAES & CATANI (1964), ou seja, estudar a variação na concentração e na quantidade de macro e micronutrientes (exceto o cloro) no fruto do cafeeiro durante todo o seu ciclo formativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O material constou de frutos colhidos de uma cultura de café da variedade bourbon vermelho, com a idade de 9 anos e localizada no município de Charqueada, Estado de São Paulo.

As coletas das amostras foram feitas em dezembro de 1964, em fevereiro de 1965, em março, abril, maio e junho de 1965.

O cafézal, do qual foram colhidos os frutos, estava instalado num solo latossólico roxo, cujas características químicas mais importantes são as seguintes:

pH (em suspensão de 10g de solo em 25ml de água dest.)...	6,10
% C (g de carbono por 100 g de solo)	1,44
% N (g de nitrogênio por 100 g de solo)	0,17
e.mg PO_4^{3-} por 10g de solo(sol.em solução 0,05N de H_2SO_4 ..	0,28
e.mg K^+ trocável por 100 g de solo	0,55
e.mg Ca^{2+} trocável por 100 g de solo	4,48
e.mg Mg^{2+} trocável por 100 g de solo	1,64

e.mg H ⁺ trocável por 100 g de solo	3,12
e.mg Al ³⁺ trocável por 100 g de solo	traços
capacidade de troca de cátions em e.mg por 100 g de solo (valor t).....	9,79
índice de saturação em bases (valor i)	68,1

Uma vez colhidos, os frutos foram pesados e contados, a fim de se calcular o peso de 1000 frutos. Depois de secos, foram novamente pesados para se obter a porcentagem de água do material.

Os métodos empregados para a determinação dos macronutrientes foram os usuais. Assim, o nitrogênio foi determinado através da digestão de 100 mg de material em presença de óxido mercúrico e posterior microdestilação. O potássio foi determinado por fotometria de chama (CATANI & OUTROS, 1959); o fósforo pelo método colorimétrico do ácido fosfovanadomolibdico (CATANI & OUTROS, 1959; e PELLEGRINO, 1960); o cálcio e o magnésio pelo método do EDTA (GLÓRIA, CATANI & MATUO, 1965); o enxofre pelo método gravimétrico (CATANI & OUTROS, 1959); o cobre pelo método do dietilditiocarbamato (JACINTHO, CATANI & PELLEGRINO, 1964; e JACINTHO, 1967); o zinco pelo método polarográfico (CATANI, GLÓRIA E BERGAMIN FILHO, 1962) e pelo método colorimétrico do zincon (PELLEGRINO, 1962); o manganês pelo método colorimétrico do permanganato (CATANI & GALLO, 1951; e PELLEGRINO, 1962); o molibdênio pelo método do ditiol (GLÓRIA, 1954); o boro pelo método colorimétrico da curcumina (JOHNSON & ULRICH, 1959; CATANI, ROSSETTO & ALCARDE, 1966); o ferro pelo método colorimétrico da 1,10-fenantrolina (BITTENCOURT, 1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados sobre a variação no peso do material fresco, seco e do conteúdo de água de 1000 frutos estão descritos no Quadro 1 e representados graficamente pela Figura 1.

Verifica-se que o acúmulo de matéria seca nos frutos é relativamente contínuo durante a sua formação. Por outro lado, o conteúdo de água nem sempre cresceu com o desenvolvimento do fruto, pois, nos períodos compreendidos entre fevereiro-março e abril-maio os resultados mostram que houve perda de água pelos frutos.

Os dados obtidos sobre a variação na concentração dos macro e dos micronutrientes no fruto do cafeeiro são apresentados nos Quadros 2 e 3, respectivamente.

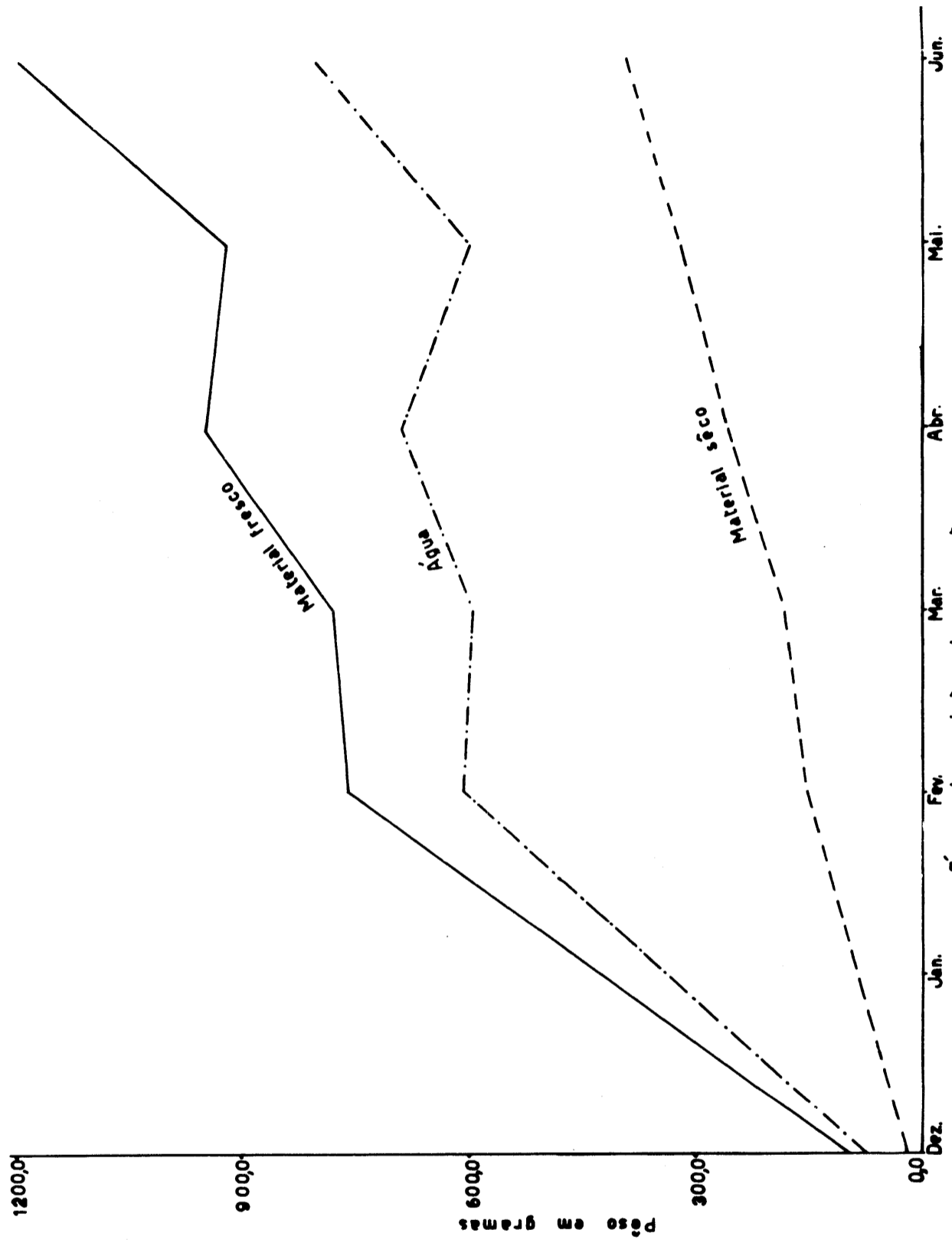


Figura 1 - Variação no peso (em grammas) do material fresco, do material seco e da água de 1.000 frutos de café, em função do seu grau de desenvolvimento

Quadro nº 1

Variação no p̂eso, em gramas, do material fresco, ŝeco e do conteũdo de ̂gua, de 1000 frutos, em funç̂o do seu desenvolvimento.

Época da coleta da amostra	Material fresco	Material ŝeco	Conteũdo de ̂gua
	g	g	g
dezembro/1964	96,6	20,9	75,7
fevereiro/1965	760,0	152,0	608,0
março/1965	776,6	182,5	594,0
abril/1965	944,6	256,0	688,6
maio/1965	916,8	320,0	596,8
junho/1965	1188,0	389,7	798,3

Quadro nº 2

Concentraç̂o dos macronutrientes, em porcentagem do material ŝeco, no fruto do cafeeiro, em diversos est̂gios de desenvolvimento.

Época de coleta da amostra	N	P	K	Ca	Mg	S
	%	%	%	%	%	%
dezembro/1964	2,64	0,30	2,84	0,77	0,15	0,26
fevereiro/1965	1,71	0,19	2,41	0,31	0,10	0,12
março/1965	1,72	0,18	2,55	0,33	0,11	0,11
abril/1965	1,74	0,18	2,54	0,31	0,09	0,10
maio/1965	1,60	0,15	2,29	0,30	0,07	0,08
junho/1965	1,53	0,16	2,33	0,31	0,07	0,09

Quadro nº 3

Concentração dos micronutrientes (exceto o cloro), em ppm do material sêco, no fruto do cafeeiro, em diversos estágios de desenvolvimento (média de 3 repetições).

Época da coleta das amostras	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
dezembro/1964	15	25	102	128	0,16	11
fevereiro/1965	14	17	50	49	0,07	5
março/1965	13	17	47	51	0,07	5
abril/1965	13	17	46	54	0,06	5
maio/1965	12	15	45	35	0,06	4
junho/1965	12	15	42	35	0,06	3

Com os dados do quadro 2 foram construídas as curvas da figura 2 e com os do quadro 3, as curvas da figura 3. Os quadros nºs 2 e 3 e as figuras nºs 2 e 3 mostram que todos os macro e os micronutrientes estudados tendem a decrescer em concentração, de acordo com o desenvolvimento do fruto. No entanto, nota-se em todos os nutrientes, com exceção do ferro e manganês, que esse declínio foi mais acentuado nos dois primeiros meses, isto é, de dezembro a fevereiro, mostrando-se mais suave nos períodos subsequentes, tendendo para a estabilização. Os teores de ferro e manganês foram os mais oscilantes. Considerando todo o período de desenvolvimento do fruto, os maiores crescimentos na concentração foram acusados pelo enxofre (65%) e cálcio (60%) dentre os macronutrientes e pelo zinco (73%), manganês (73%) e molibdênio (62%) dentre os micronutrientes.

A partir dos dados dos quadros 1, 2 e 3, foram calculadas as quantidades de macro e micronutrientes (exceto cloro) existentes em 1000 frutos de cafeeiro nas diversas etapas do seu ciclo formativo. As quantidades de macronutrientes estão descritas no quadro 4 e as de micronutrientes no quadro 5.

Os dados do quadro 4 e a figura 4 esclarecem que os frutos de cafeeiro absorvem, continuamente, todos os macronutrientes, durante todo o seu desenvolvimento. Dentre eles, o potássio e o nitrogênio foram solicitados em maior quantidade,

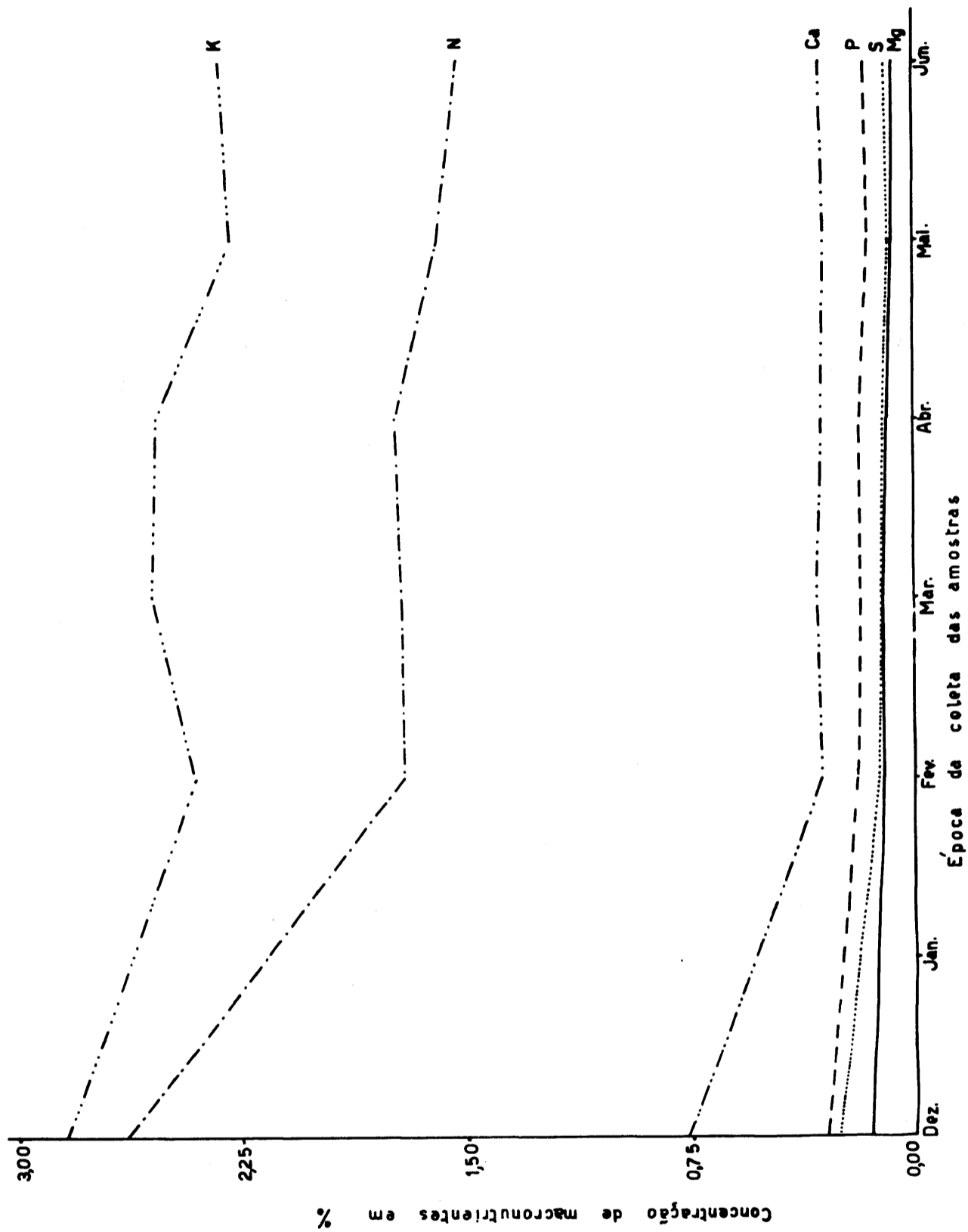


Figura 2 - Variação no teor de macronutrientes no fruto do cafeeiro em função do seu desenvolvimento

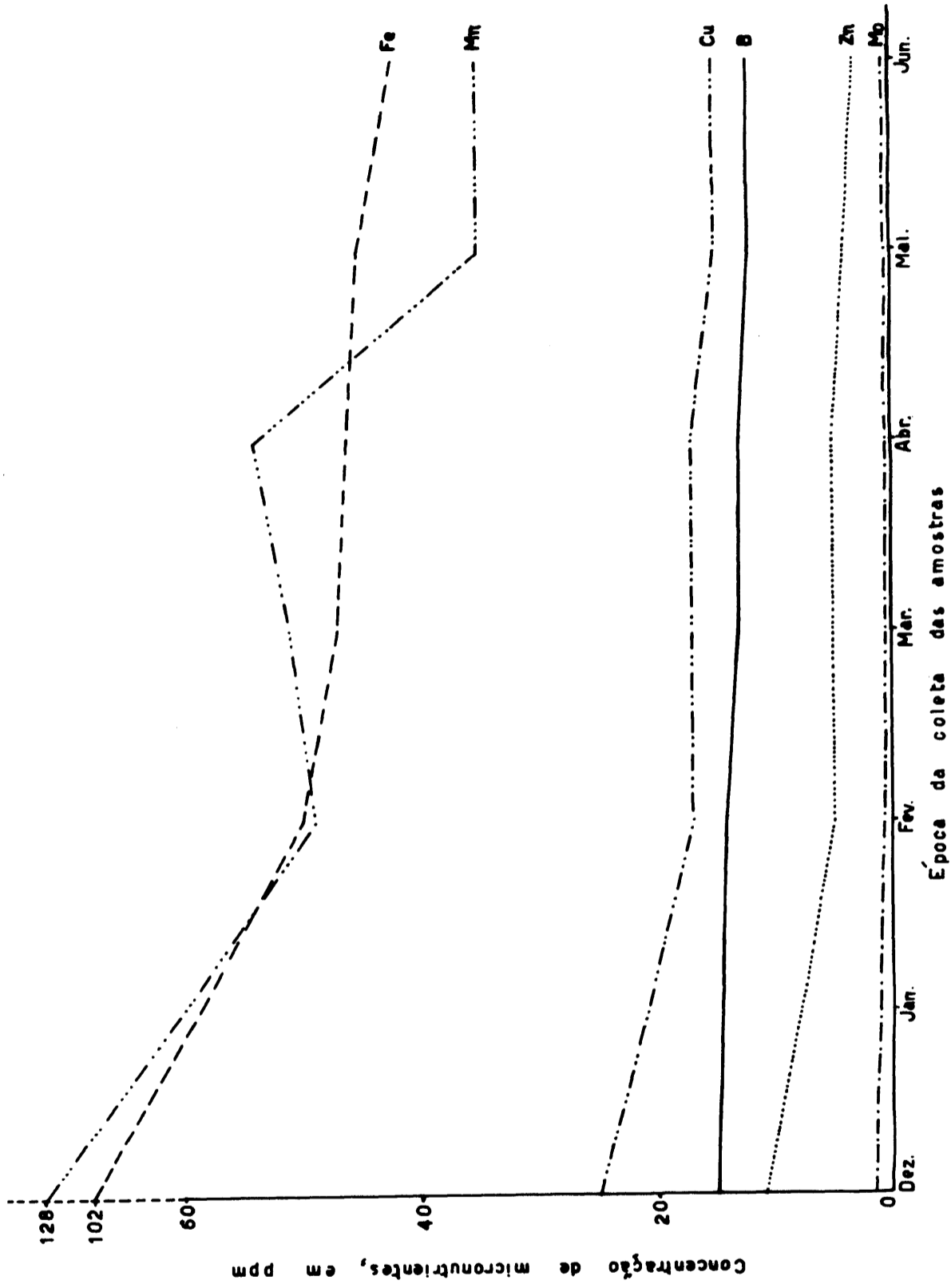


Figura 3 - Variação no teor de vários micronutrientes no fruto do cafeeiro, em função do seu desenvolvimento

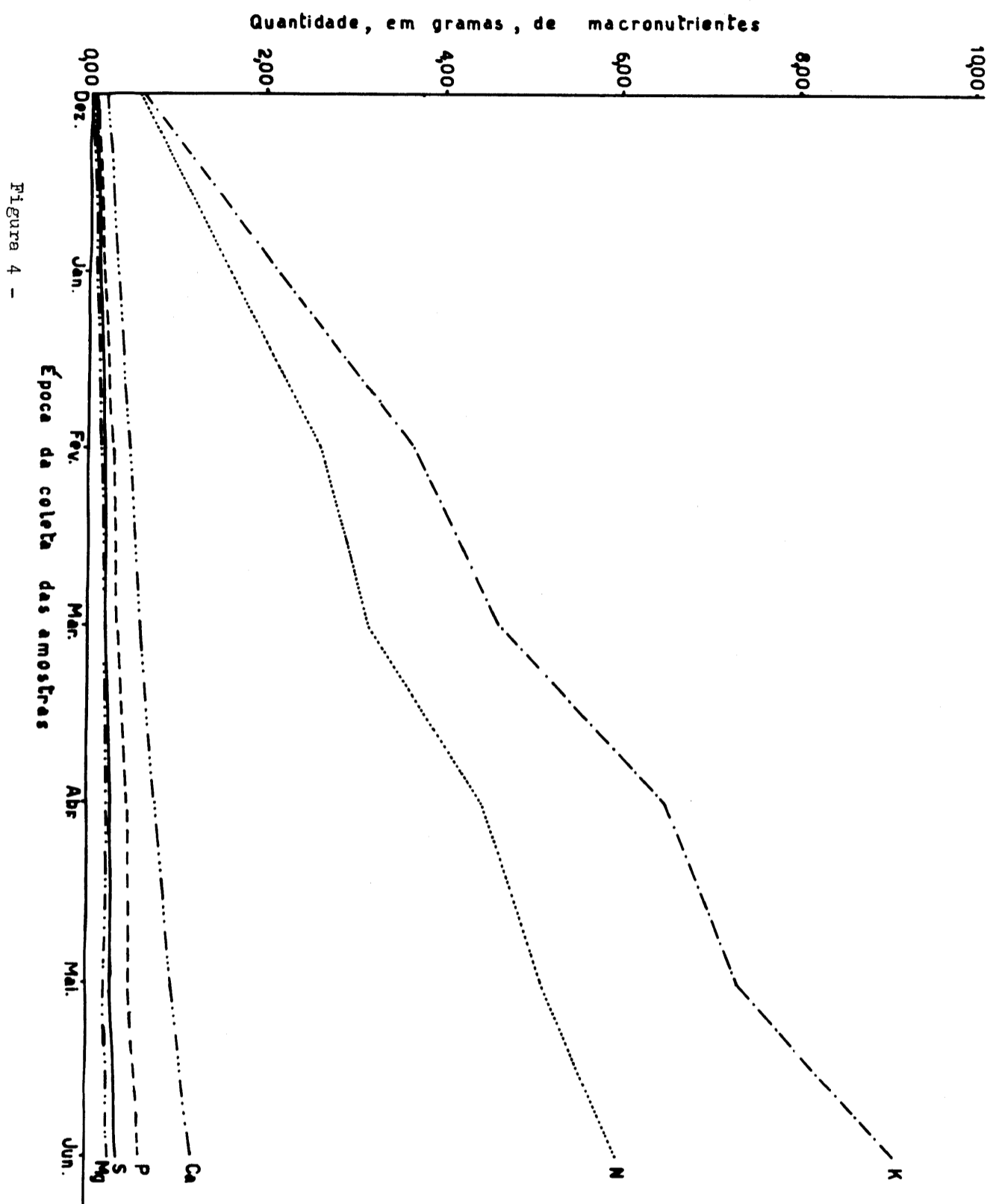


Figura 4 - Variação na quantidade de macronutrientes contidos em 1.000 frutos de cafeeiro, em função do seu desenvolvimento

seguinte-se o cálcio, o fósforo, o enxofre e o magnésio. O potássio contribuiu com 52% e o nitrogênio com 34% da quantidade total de macronutrientes absorvidos.

Quadro nº 4

Variação na quantidade (em gramas) de macronutrientes extraída por 1000 frutos de cafeeiro, durante o seu desenvolvimento.

Época da coleta da amostra	N	P	K	Ca	Mg	S
	g	g	g	g	g	g
dezembro/1964	0,55	0,06	0,59	0,16	0,03	0,05
fevereiro/1965	2,60	0,29	3,66	0,47	0,15	0,18
março/1965	3,14	0,33	4,65	0,60	0,20	0,20
abril/1965	4,45	0,46	6,50	0,79	0,23	0,26
maio/1965	5,12	0,48	7,33	0,96	0,22	0,26
junho/1965	5,96	0,62	9,08	1,21	0,27	0,35

Quadro nº 5

Variação na quantidade de micronutrientes (exceto cloro) extraída por 1000 frutos de cafeeiro durante o seu desenvolvimento. Dados em miligramas, com exceção do molibdênio que figura em microgramas.

Época da coleta da amostra	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	mg	mg	mg	mg	microg.	mg
dezembro/1964	0,3	0,5	2,1	2,7	3	0,2
fevereiro/1965	2,1	2,6	7,6	7,3	11	0,8
março/1965	2,4	3,1	8,6	9,3	13	0,9
abril/1965	3,3	4,4	11,8	13,8	15	1,4
maio/1965	3,8	4,8	14,4	11,2	19	1,3
junho/1965	4,7	5,8	16,4	13,6	23	1,2

O quadro 5 e figura 5 revelam que os micronutrientes ferro, cobre, boro e molibdênio também foram exigidos constantemente pelos frutos, desde dezembro até junho (o molibdênio não foi representado na figura 5). Por outro lado, os frutos deixaram de incorporar manganês e zinco a partir de abril. O ferro e o manganês foram os mais solicitados, contribuindo com 30% e 33%, respectivamente, da quantidade total de micronutrientes incorporada. Inicialmente, houve um leve predomínio do manganês, mas nos estágios finais, o ferro foi absorvido em maior quantidade.

RESUMO E CONCLUSÕES

a) Os frutos do cafeeiro acumularam de um modo relativamente uniforme, durante o seu desenvolvimento, matéria seca. O mesmo não aconteceu com a água, cujo conteúdo variou bastante, chegando a ocorrer perdas em certos períodos.

b) Todos os macro e micronutrientes estudados apresentaram uma tendência de declínio na concentração, de acordo com o desenvolvimento do fruto.

c) Todos os macronutrientes e os micronutrientes ferro, cobre, boro e molibdênio, foram exigidos continuamente durante todo o ciclo formativo do fruto. O zinco e o manganês não são exigidos em quantidade crescente nos estágios finais do desenvolvimento.

d) O potássio contribuiu com 52% e o nitrogênio com 34% da quantidade total de macronutrientes acumulada. O ferro correspondeu a 39% e o manganês a 33% da quantidade total de micronutrientes acumulada.

SUMMARY

This paper reports the variation in the concentration and in the amount of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, boron, copper, iron, manganese, molybdenum and zinc in the coffee berries during their growing period.

The concentration of macro and micronutrients showed a tendency of reduction with the development of the coffee berries. On the other hand the amount of macronutrients and of iron, copper, boron and molybdenum increased continuously from the first month to the ripening stage of the coffee fruits. Zinc and manganese did not increase in the last three months previous of the ripening of the fruits.

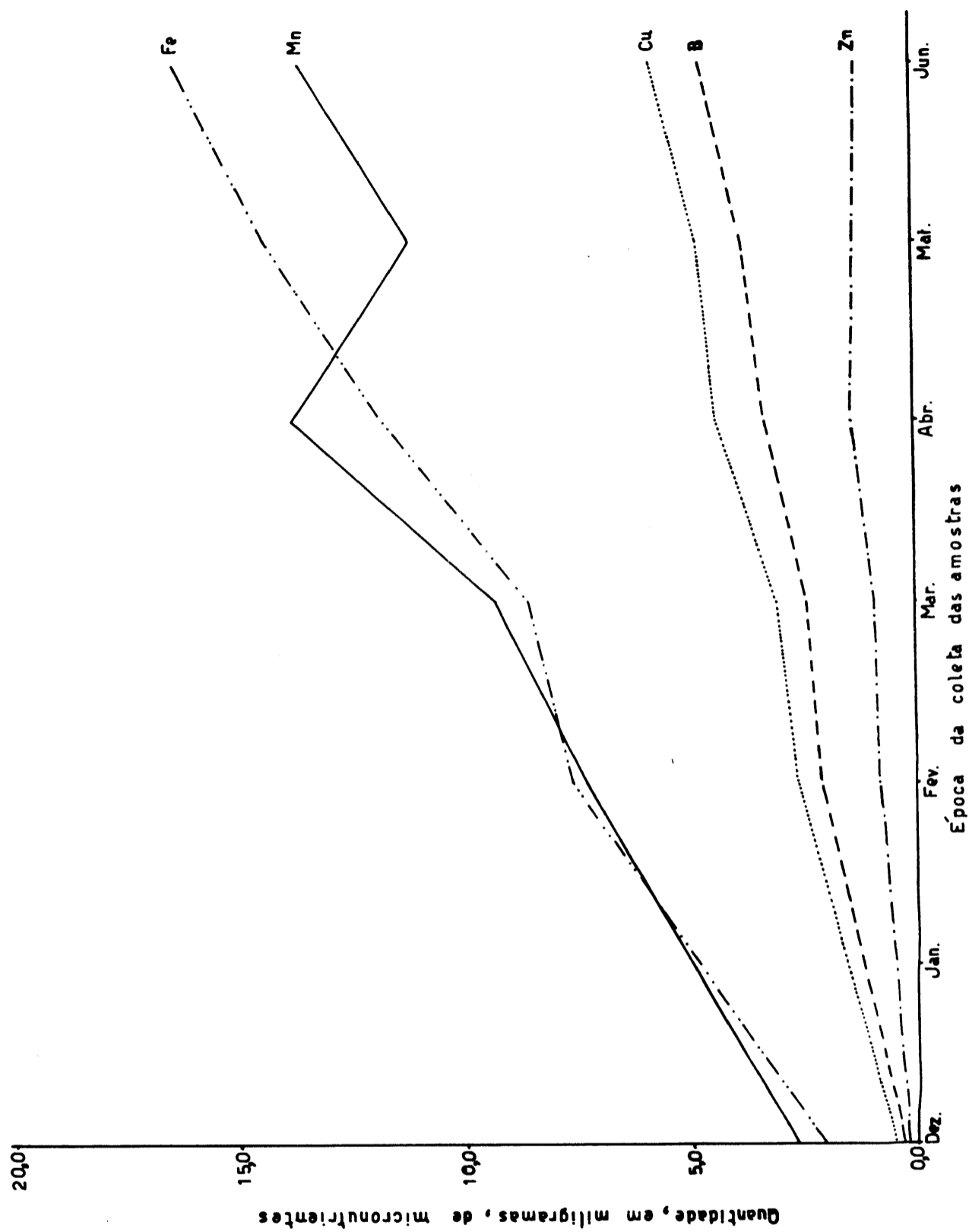


Figura 5 -

Figura 5 - Variação na quantidade de micronutrientes (exceto o Mo) no fruto do cafeeiro, em função do seu desenvolvimento

LITERATURA CITADA

- ARZOLLA, S., GOMES, L., SARRUGE, J.R. & OUTROS, 1963 - Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. X. Extração de macronutrientes na colheita pelas variedades "Mundo Novo", "Caturra" e "Bourbon Amarelo". Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 20: 41-52.
- BITTENCOURT, V.C., 1965 - O método colorimétrico da 1,10-fenantrolina na determinação do ferro. Tese de doutoramento apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 78 pp (mimeog.).
- 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. & PUPO DE MORAES, F.R., 1958 - A composição química do cafeeiro. Quantidade e distribuição de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO em cafeeiro de 1 a 5 anos de idade. Revista de Agricultura (PIRACICABA), 33: 45-62.
- CATANI, R.A., ARRUDA, H.C., PELLEGRINO, D. & BERGAMIN FILHO, H., 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 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 16: 167-190.
- 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. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 19:119-134.
- CATANI, R.A., PELLEGRINO, D., BERGAMIN FILHO, H. & OUTROS, 1965 - A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro, *Coffea arabica*, variedade mundo novo, aos dez anos de idade. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 22: 81-93.
- CATANI, R.A., ROSSETTO, A.J. & ALCARDE, J.C., 1966 - A determinação de boro pelo método da curcumina. Relatórios n.ºs 1 (4 pp), 2 (4 pp), 3 (4 pp) e 4 (5 pp), apresentados à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (datilografados).

- GLÓRIA, N.A., 1964 - O método do ditiol na determinação do molibdênio. Tese de doutoramento apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 109 pp (mimeografada).
- GLÓRIA, N.A., CATANI, R.A. & MATUO, T., 1965 - Determinação de cálcio e magnésio em plantas pelo método do EDTA. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 22: 154-171.
- 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 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 21: 128-138.
- 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 (mimeografada).
- JOHNSON, C.M. & ULRICH, A., 1959 - Analytical method for use in plant analysis. Bulletin 766, pp 25-76. California Agricultural Exp. Sta.
- LOTT, W.L., NERY, J.P., GALLO, J.R. & METCALF, J.C., 1956 - A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro. IBEC Research Institute, Boletim nº 9.
- LOTT, W.L., McLUNG, A.C., DE VITA, R. & GALLO, J.R., 1961 - Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. IBEC Research Institute, Boletim nº 26.
- MALAVOLTA, E., GOMES, F.P. & COURY, T., 1958 - Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. I - Resultados preliminares. Boletim nº 14. E.S.A. "Luiz de Queiroz", 16 pp.
- MALAVOLTA, E., GRANER, E.A., SARRUGE, J.R. & GOMES, L., 1963 - Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XI. Extração de macro e micronutrientes na colheita, pelas variedades "Bourbon Amarelo", "Caturra Amarelo" e "Mundo Novo". Turrialba, 13: 188-189.
- MORAES, F.R.P. De, CATANI, R.A., 1964 - A absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante sua formação. Bragantia (Campinas), 23: 331-336.

- MULLER, L.E., 1966 - Coffee Nutrition. Em: "Fruit Nutrition". Editado por Childers, N.F. Horticultural Publications, Rutgers - The State University. New Brunswick, New Jersey. pp 685-776.
- PELLEGRINO, D., 1960 - A determinação do fósforo pelo método do ácido fosfovanadomolibdico. Tese de doutoramento apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 88 pp (datilografada).
- PELLEGRINO, D., 1962 - A determinação do zinco pelo método do zincon. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 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 E.S.A.L.Q., 19: 245-261.
- SARRUGE, J.R., ANDRADE, R.G., GOMES, L. & OUTROS, 1966 - Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XIX. Extração de micronutrientes na colheita pelas variedades "Mundo Novo", "Caturra Amarelo" e "Bourbon Amarelo". Anais da E.S.A.L.Q., 23: 85-93.

