

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 31

Campinas, janeiro de 1972

N.º 5

## DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E DE MAGNÉSIO EM PLANTAS, POR FOTOMETRIA DE CHAMA DE ABSORÇÃO <sup>(1)</sup>

ONDINO CLEANTE BATAGLIA <sup>(2)</sup> e J. ROMANO GALLO <sup>(2)</sup>, engenheiros-agrônomos, Seção de Química Analítica, Instituto Agrônômico

### SINOPSE

As concentrações de cálcio e magnésio em extratos de plantas podem ser determinadas por fotometria de chama de absorção com a precisão e exatidão requeridas, mediante a adição de lantânio na concentração de 0,1%, como agente protetor.

Para obtenção dos dados utilizou-se um espectrofotômetro Perkin-Elmer, modelo 303, equipado com sistema digital de leitura.

### 1 – INTRODUÇÃO

O cálcio e o magnésio são elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas. Para estudo de seus efeitos na nutrição vegetal, técnicas apropriadas têm sido utilizadas para avaliação da ocorrência desses elementos nos tecidos.

Dentre as técnicas mais empregadas, citam-se a colorimetria (1, 9), a complexometria (7) e a fotometria de chama (2, 3, 4, 5, 8). A fotometria de chama de absorção apresenta suficiente sensibilidade na determinação de cálcio e de magnésio, além da possibilidade de automatização que oferece nas análises de plantas.

---

<sup>(1)</sup> Trabalho subvencionado pelo Acordo Instituto Agrônômico — Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico, Projeto 19 — Contrato FUNDEPRO 42. Recebido para publicação em 19 de agosto de 1971.

<sup>(2)</sup> Com bolsa de suplementação do CNPq.

No presente trabalho foram estudados os aspectos relativos às interferências de diversos íons, e o método desenvolvido foi aplicado nas análises de material vegetal.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram procedidas num espectrofotômetro Perkin Elmer, modelo 303, equipado com dispositivo de leitura digital DCR-1. Usou-se chama de ar-acetileno, com queimador provido de fenda de 0,1 cm de largura por 10 cm de comprimento. Na relação seguinte são apresentadas as condições de trabalho e os ajustes do aparelho.

	Cálcio	Magnésio
Comprimento de onda, Å	4227	2852
Fenda, mm	1	3
Corrente da lâmpada, mA	15	15
Vazão de acetileno	9	9
Vazão de ar	7,5	8

Dentre os reagentes empregados são mencionados os seguintes:

*Solução-padrão de cálcio* — Pesaram-se 2,500 g de  $\text{CaCO}_3$ , p.a. seco, que foram dissolvidos com solução de HCl 6N. O material foi transferido para balão volumétrico de 1000 ml, e o volume completado com água destilada. A solução assim preparada continha 1,0 mg de cálcio por mililitro.

*Solução-padrão de magnésio* — Dissolveu-se 0,500 g de magnésio metálico em 15 ml de solução de HCl 6N. O material foi transferido para balão volumétrico de 500 ml, e o volume completado com água destilada. A solução assim preparada continha 1,0 mg de magnésio por mililitro.

*Solução-estoque de lantânio* — Umedeceram-se 5,86 g de  $\text{La}_2\text{O}_3$  com água destilada. Juntaram-se aos poucos 25 ml de HCl e di-

luiu-se a 1 litro com água destilada. Essa solução continha 0,5% de lantânio.

Cloreto de estrôncio.

Ácidos e outros reagentes p. a.

Na primeira fase do trabalho foram estudados os aspectos analíticos visando à eliminação dos íons interferentes. Fixou-se um nível médio para o cálcio e para o magnésio, dentro da faixa ótima de sensibilidade para ambos, e fez-se a adição de quantidades crescentes de cada interferente, acima das que normalmente ocorrem nas plantas.

A eliminação das interferências foi tentada com a adição dos agentes protetores, estrôncio ou lantânio, nas concentrações de 500 ppm de Sr e 0,1% de La na concentração final.

Na aplicação do método para análise de material vegetal, pesaram-se 0,200 g da amostra preparada segundo Lott e outros (9) e procedeu-se à digestão em meio de ácido nítrico e perclórico, diluindo-se a solução a 50 ml com água destilada. Uma alíquota (2 a 10 ml) do extrato foi transferida para balão volumétrico de 50 ml. Juntaram-se 10 ml da solução-estoque de lantânio e completou-se o volume, de forma a garantir uma concentração de 0,1% em lantânio. As concentrações de cálcio e magnésio nas amostras foram determinadas por referência a uma curva-padrão obtida com soluções que continham 0 a 10 ppm de cálcio, 0 a 2 ppm de magnésio e 0,1% de lantânio.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 — INTERFERÊNCIA DE ÍONS

As interferências nas determinações de cálcio e magnésio por fotometria de chama de absorção, são principalmente de natureza química (6, 11). Assim, certos íons formam com o cálcio e o magnésio compostos refratários, que não se dissociam em temperaturas relativamente baixas, como a da chama de ar-acetileno.

A presença de 20 ppm de  $\text{Na}^+$ , 50 ppm de  $\text{K}^+$ , 1 ppm de  $\text{Zn}^{2+}$  ou de  $\text{Cu}^{2+}$  não apresentou nenhum efeito sobre a absorvância de uma solução que continha 5 ppm de cálcio e/ou 1 ppm de magnésio.

Na concentração de 100 ppm, o íon  $\text{Ca}^{2+}$  não afetou a absorvância de uma solução que continha 1 ppm de magnésio. Da mesma forma, 100 ppm de  $\text{Mg}^{2+}$  não interferiram na absorvância de uma solução que continha 5 ppm de cálcio.

A presença de 100 ppm de cada um dos aníons  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , de 0,1% de  $\text{ClO}_4^-$  ou de 2% de  $\text{Cl}^-$  não interferiu na absorvância de soluções com 1 ppm de magnésio. Entretanto, na determinação do cálcio, observou-se um decréscimo na absorvância das soluções quando em presença dos aníons  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ .

No quadro 1 são apresentados os resultados dos efeitos da adição dos íons  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Si}^{4+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  sobre a absorvância de soluções que encerravam 5 ppm de cálcio e 1 ppm de magnésio. Observou-se que a determinação de magnésio só foi afetada na presença de  $\text{Al}^{3+}$  ou  $\text{Si}^{4+}$ , e a do cálcio, por todos os íons citados.

A eliminação do decréscimo de absorvância provocado por íons interferentes sobre a determinação de cálcio e de magnésio tem sido feita mediante o uso de agentes protetores, lantânio e estrôncio (2, 10). De acordo com esses trabalhos, o lantânio é usado na concentração de 1%, e o estrôncio, 500 ppm.

Foram estudados os efeitos da variação da concentração de lantânio na eliminação das interferências dos íons  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ , na determinação de cálcio, e do íon  $\text{Al}^{3+}$ , na determinação de magnésio. Para isso empregaram-se concentrações desde 0,05% até 1,0% de lantânio, conforme se apresenta no quadro 2.

QUADRO 1. — Efeito de alguns íons sobre a absorbância de soluções que continham 1 ppm de magnésio ou 5 ppm de cálcio

Íon presente	Concentração do íon	Magnésio	Cálcio
	<i>ppm</i>		
Al <sup>3+</sup>	0	0,210	0,142
	0,2	0,208	0,140
	0,5	0,209	0,138
	1,0	0,205	0,132
	10,0	0,098	0,013
Fe <sup>3+</sup>	0	0,214	0,141
	0,2	0,214	0,145
	0,5	0,213	0,141
	1,0	0,215	0,142
	10,0	0,214	0,133
Mn <sup>2+</sup>	0	0,214	0,143
	0,2	0,214	0,145
	0,5	0,213	0,124
	1,0	0,215	0,113
	10,0	0,214	0,113
Si <sup>4+</sup>	0	0,240	0,142
	2	0,240	0,108
	4	0,238	0,089
	10	0,197	0,053
	50	0,078	0,019
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0	0,223	0,151
	2	0,223	0,151
	5	0,222	0,134
	10	0,223	0,124
	100	0,227	0,117
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0	0,238	0,159
	2	0,238	0,156
	5	0,238	0,138
	10	0,239	0,142
	100	0,241	0,120

QUADRO 2. — Efeito da concentração de lantânio na absorvância de soluções que continham 5 ppm de cálcio ou 1 ppm de magnésio, em presença de fósforo ou alumínio

Lantânio	Cálcio	Magnésio	Concentração do ion			Concentração do ion			
			PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , em ppm			Al <sup>3+</sup> , em ppm			
			0	10	100	0	1	10	
%	ppm	ppm							
0 .....	5	—	0,146	0,122	0,117	0,146	0,123	0,019	
0,05 .....	5	—	0,156	0,155	0,152	0,156	0,150	0,148	
0,1 .....	5	—	0,156	0,155	0,155	0,156	0,154	0,155	
0,5 .....	5	—	0,149	0,152	0,153	0,149	0,150	0,153	
1,0 .....	5	—	0,142	0,148	0,148	0,142	0,145	0,146	
0 .....	—	1	—	—	—	0,220	0,212	0,208	
0,05 .....	—	1	—	—	—	0,220	0,218	0,218	
0,1 .....	—	1	—	—	—	0,219	0,218	0,218	
0,5 .....	—	1	—	—	—	0,215	0,215	0,214	
1,0 .....	—	1	—	—	—	0,207	0,209	0,211	

Esses dados mostram a viabilidade do emprego de uma concentração de 0,1% de lantânio para suprimir a interferência provocada pela presença de 10 ppm de  $\text{Al}^{3+}$  sobre a determinação de cálcio e de magnésio, e pela presença de 100 ppm de  $\text{PO}_4^{3-}$ , na determinação de cálcio.

No quadro 3 pode ser observada a eficiência do uso de lantânio na concentração de 0,1% sobre a ação de outros íons que interferem na determinação de cálcio e de magnésio.

QUADRO 3. — Absorbância de soluções com 1 ppm de magnésio ou 5 ppm de cálcio em presença de íons interferentes e 0,1% de lantânio

Íon presente	Concentração do íon	Magnésio	Cálcio
	<i>ppm</i>		
$\text{Fe}^{3+}$	0	—	0,148
	0,2	—	0,147
	0,5	—	0,147
	1,0	—	0,150
	10,0	—	0,146
$\text{Mn}^{2+}$	0	—	0,144
	0,2	—	0,145
	0,5	—	0,146
	1,0	—	0,146
	10,0	—	0,145
$\text{Si}^{4+}$	0	0,239	0,148
	0,2	0,239	0,146
	0,4	0,238	0,146
	10,0	0,238	0,147
	50,0	0,237	0,145
$\text{SO}_4^{2-}$	0	—	0,156
	0,2	—	0,155
	0,5	—	0,154
	10,0	—	0,156
	100,0	—	0,159

A influência do estrôncio (quadro 4) foi verificada para 500 ppm desse elemento em soluções que encerravam 5 ppm de cálcio ou 1 ppm de magnésio e concentrações crescentes dos íons  $\text{Al}^{3+}$  ou  $\text{Si}^{4+}$ .

QUADRO 4. — Absorbâncias de soluções que continham 1 ppm de magnésio ou 5 ppm de cálcio, sem e com 500 ppm de estrôncio, na presença de alumínio ou silício

Alumínio	Silício	Magnésio		Cálcio	
		Sem estrôncio	Com estrôncio	Sem estrôncio	Com estrôncio
<i>ppm</i>	<i>ppm</i>				
0 .....	—	0,210	0,208	0,142	0,162
0,5 .....	—	0,209	0,208	0,138	0,154
1,0 .....	—	0,205	0,209	0,132	0,155
5,0 .....	—	0,202	0,207	0,037	0,149
10,0 .....	—	0,198	0,210	0,013	0,142
—	0 .....	0,240	0,240	0,141	0,148
—	10,0 .....	0,197	0,237	0,078	0,099
—	20,0 .....	0,151	0,220	0,057	0,057
—	50,0 .....	0,078	0,160	0,019	0,019

Pelos resultados, verificou-se que 500 ppm de estrôncio não suprimiram a interferência do alumínio e do silício na determinação de cálcio. Na determinação de magnésio, o estrôncio eliminou a interferência do alumínio, mas não a do silício.

### 3.2 — APLICAÇÃO DO MÉTODO

#### 3.2.1 — ANÁLISE DE SOLUÇÕES SINTÉTICAS

Foram preparadas soluções sintéticas com íons interferentes, correspondendo às seguintes concentrações dos elementos na matéria seca das plantas:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$  500 ppm;  $\text{Si}^{4+}$  1%,  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  0,5%.

QUADRO 5. — Recuperação de magnésio e cálcio em soluções sintéticas que continham outros íons, em ausência e em presença de lantânio na concentração de 0,1%

Concentração de íons interferentes nas soluções	Concentração de magnésio, 1 ppm		Concentração de cálcio, 5 ppm	
	Sem lantânio	Com lantânio	Sem lantânio	Com lantânio
<i>ppm</i> Fe <sup>3+</sup> , 0,2 Mn <sup>2+</sup> , 0,2 Al <sup>3+</sup> , 0,2	% 100,0	% 100,0	% 98,2	% 100,0
Fe <sup>3+</sup> , 0,2 Mn <sup>2+</sup> , 0,2 Al <sup>3+</sup> , 0,2 Si <sup>4+</sup> , 4	99,6	100,0	65,8	100,8
Fe <sup>3+</sup> , 0,2    Si <sup>4+</sup> 4 Mn <sup>2+</sup> , 0,2    PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 2 Al <sup>3+</sup> , 0,2    SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 2	99,1	99,2	57,2	100,4
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , 2 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , 2	100,0	99,2	93,8	97,6

Como se observa pelos resultados do quadro 5, a recuperação de magnésio nessas soluções foi total tanto na ausência como na presença de lantânio, podendo em tais casos ser dispensada a adição de lantânio. A recuperação de cálcio na ausência de lantânio foi prejudicada, constatando-se efeito depressivo acentuado do silício. Na presença de lantânio a recuperação foi total.

O procedimento para a determinação de cálcio e de magnésio foi testado, a seguir, com soluções que continham 0,5 e 10 ppm de cálcio ou 0,1 e 2 ppm de magnésio em presença de diversos íons. Dessa maneira, várias soluções foram preparadas para formarem amostras que continham as concentrações de íons apresentadas no quadro 6. As concentrações dos íons interferentes estão bem acima das normalmente presentes em extratos de amostras de plantas.

Os dados do quadro 6 mostram que a recuperação de cálcio e magnésio foi satisfatória em todos os casos mencionados.

### 3.2.2 — ANÁLISE DE PLANTAS

Para a determinação de cálcio e magnésio em plantas, procedeu-se à digestão de 0,200 g da amostra seca e moída, com 1 ml de  $\text{HNO}_3$  e 0,5 ml de  $\text{HClO}_4$ , conduzindo-se o volume a 50 ml (9). Uma alíquota de 2 a 10 ml foi transferida para balão de 50 ml, juntaram-se 10 ml da solução-estoque de lantânio a 0,5% e completou-se o volume com água destilada.

O quadro 7 reúne os dados relativos à precisão da determinação de cálcio e de magnésio em plantas que encerravam concentrações variáveis desde 0,08% a 4,81% de cálcio e de 0,14% a 0,82% de magnésio na matéria seca da amostra. O método permite boa precisão, mesmo para amostras com concentrações relativamente baixas em cálcio e magnésio, como as que ocorrem em fruto de tomateiro.

Os dados do quadro 8 fornecem indicação sobre a exatidão do procedimento estudado para a determinação de cálcio e magnésio em vegetais. Alíquotas do mesmo extrato de diversos materiais vegetais foram analisadas sem e com a adição de cálcio ou de magnésio. A recuperação foi de 96% a 104% para o cálcio e de 95% a 103% para o magnésio.

QUADRO 6. — Recuperação de cálcio e magnésio de soluções sintéticas que continham outros íons e lantânio na concentração de 0,1% (\*)

Amostras e íons presentes	Mg encontrado, para as concentrações referidas, ppm				Ca encontrado, para as concentrações referidas, ppm			
	0	1	2		0	5	10	
1 Fe <sup>3+</sup> , 5 ppm Mn <sup>2+</sup> , 5 ppm Al <sup>3+</sup> , 5 ppm Si <sup>4+</sup> , 10 ppm	0,03 ± 0	1,00 ± 0	1,98 ± 0,02		0,06 ± 0,02	5,07 ± 0,03	10,04 ± 0,03	
2 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , 10 ppm PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , 25 ppm ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , 0,1%	0,01 ± 0	1,01 ± 0	1,99 ± 0,01		0,07 ± 0,01	4,95 ± 0,06	9,96 ± 0,06	
3 Fe <sup>3+</sup> , 5 ppm, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , 10 ppm Mn <sup>2+</sup> , 5 ppm, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , 25 ppm Al <sup>3+</sup> , 5 ppm, ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , 0,1% Si <sup>4+</sup> , 10 ppm	0,01 ± 0	1,03 ± 0,01	2,02 ± 0,01		0,05 ± 0,03	5,02 ± 0,13	9,88 ± 0,08	

(\*) Os dados representam a média de 4 repetições.

QUADRO 7. — Precisão da determinação de cálcio e de magnésio. Concentrações em porcentagem sobre a matéria seca, na amostra

Material	Cálcio		Magnésio	
	Concentração média de 6 repetições	Coefficiente de variação	Concentração média de 6 repetições	Coefficiente de variação
Folha de algodoeiro .....	% 4,81 ± 0,03	% 1,4	% 0,70 ± 0,00	% 0,9
Folha e haste de arroz .....	0,21 ± 0,00	4,7	0,20 ± 0,00	2,5
Folha de caféiro .....	0,86 ± 0,01	2,3	0,38 ± 0,01	2,6
Folha de citros .....	3,51 ± 0,02	1,4	0,14 ± 0,01	7,1
Folha de tomateiro .....	4,74 ± 0,01	0,6	0,82 ± 0,01	2,4
Fruto de tomateiro .....	0,08 ± 0,00	6,2	0,14 ± 0,00	4,3

QUADRO 8. — Recuperação de cálcio e de magnésio adicionados a extratos vegetais

Material	Magnésio		Recuperação	Cálcio		Recuperação
	Na alíquota	Na alíquota + 0,50 ppm do íon		Na alíquota	Na alíquota + 2,00 ppm do íon	
Abacaxi, folha .....	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%
Alfafa, feno .....	0,66	1,15	98	0,64	2,70	103
Algodão, limbo .....	0,36	0,86	100	2,41	4,39	99
Arroz, haste e folha .	1,07	1,55	96	7,27	9,17	95
Banana, folha .....	0,32	0,81	98	0,43	2,44	101
Batatinha, folhólo ...	0,35	0,85	100	1,63	3,64	101
Cacau, folha .....	0,75	1,21	102	1,80	3,78	99
Café, folha .....	1,09	1,57	96	2,56	4,54	99
Cana-de-açúcar, lâmina	0,66	1,17	102	1,60	3,60	100
Citros, folha .....	0,35	0,86	102	0,93	2,96	102
Milho, lâmina .....	0,32	0,82	100	5,70	7,72	101
Seringueira, folha ...	0,61	1,09	96	0,89	2,97	104
Tomateiro, folha .....	0,45	0,96	102	2,28	4,28	100
Tomateiro, fruto .....	1,31	1,82	102	6,92	8,94	101
Uva, folha .....	0,24	0,73	98	0,32	2,28	98
	0,38	0,90	104	2,45	4,53	103

## 4 — CONCLUSÕES

Dentro dos limites de concentração dos íons estudados, verificou-se que a determinação de cálcio foi afetada pela presença de  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Si}^{4+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ ; não interferiram os íons  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{ClO}_4^-$ . Na determinação de magnésio houve interferência apenas dos íons  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Si}^{4+}$ .

A presença de 500 ppm de estrôncio foi insuficiente para eliminar a interferência de 10 ppm de  $\text{Al}^{3+}$  ou  $\text{Si}^{4+}$  na determinação de 5 ppm de cálcio. Na determinação de 1 ppm de magnésio, o estrôncio evitou a interferência do íon  $\text{Al}^{3+}$ , porém não a do  $\text{Si}^{4+}$ .

O uso de lantânio na concentração de 0,1% possibilitou a eliminação dos interferentes na determinação de cálcio e magnésio. A absorbância de uma solução com 5 ppm de cálcio não foi afetada pela presença de 10 ppm de  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  ou  $\text{Mn}^{2+}$ , 50 ppm de  $\text{Si}^{4+}$  e 100 ppm de  $\text{PO}_4^{3-}$  ou  $\text{SO}_4^{2-}$ . A absorbância de uma solução com 1 ppm de magnésio não foi afetada pela presença de 10 ppm de  $\text{Al}^{3+}$  ou 50 ppm de  $\text{Si}^{4+}$ .

O método descrito forneceu bons resultados quanto à precisão e exatidão na determinação de cálcio e de magnésio em plantas.

DETERMINATION OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN PLANT MATERIAL,  
BY ABSORPTION FLAME PHOTOMETRY

## SUMMARY

A method for determination of calcium and magnesium by absorption flame photometry was studied using a Perkin-Elmer model 303 spectrophotometer equipped with digital concentration readout model DCR1.

The study of interferents was carried out with concentration usually present in plant material or even in higher concentrations to get information about the possibility of applying this method to other materials.

Within the limits of concentration studied, it was observed that calcium determination was affected by the ions  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Si}^{4+}$ ,

$\text{PO}_4^{3-}$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ . The ions  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{ClO}_4^-$  had no interference. Magnesium determination was affected only by the presence of the ions  $\text{Al}^{3+}$  and  $\text{Si}^{4+}$ .

The use of 0.1% lanthanum solution suppressed the interference of 10 ppm of  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  or  $\text{Mn}^{2+}$ , 50 ppm of  $\text{Si}^{4+}$  and 100 ppm of  $\text{PO}_4^{3-}$  or  $\text{SO}_4^{2-}$  on a 5 ppm calcium solution. It suppressed also the effect of 10 ppm of  $\text{Al}^{3+}$  or 50 ppm of  $\text{Si}^{4+}$  in the absorbance of 1 ppm magnesium solution.

In the application of the method for calcium and magnesium in plant analysis, 0.200 g of dried plant material was digested with 1 ml of nitric acid and 0.5 ml perchloric acid. The volume was completed to 50 ml with distilled water. A portion (2 to 10 ml) was transferred to a 50 ml volumetric flask, lanthanum was added to a final concentration of 0.1% and the volume was taken to 50 ml. Calcium and magnesium in plant material were determined using calibration curves, obtained with calcium solutions varying from 0 to 10 ppm and magnesium solutions varying from 0 to 2 ppm (both had 0.1% lanthanum).

The method here described yields good accuracy and precision, and seems to be suitable for routine analysis of plant material.

#### LITERATURA CITADA

1. BERGAMIN FILHO, H. O método colorimétrico do tiazol amarelo na determinação do magnésio. Piracicaba, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 1961. 56p. (Tese) (Mimeografado)
2. BERRY, W. L. & JOHNSON, C. M. Determination of calcium and magnesium in plant material and culture solutions, using atomic absorption spectroscopy. *Appl. Spectroscopy* 20:209-211, 1966.
3. DAVID, D. J. Atomic absorption analysis of plant materials with particular reference to manganese and iron. *Atomic Absorption Newsletter*, 1962. 6p. (N.º 9)
4. ————. Determination of calcium in plant material by atomic absorption spectrophotometry. *Analyst* 84:536-545, 1959.
5. ————. Determination of zinc and other elements in plants by atomic absorption spectroscopy. *Analyst* 83:655-661, 1958.
6. DICKSON, R. E. & JOHNSON, C. M. Interferences associated with the determination of calcium by atomic absorption. *Appl. Spectroscopy* 20:214-218, 1966.

7. GLORIA, N. A., CATANI, R. A. & MATUO, T. Determinação de cálcio e magnésio em plantas, pelo método do EDTA. An. Esc. Agric. Queiroz 22:154-171, 1965.
8. LOTT, W. L.; McCLUNG, A. C.; VITA, R. & GALLO, J. R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, Instituto de Pesquisas IRI, 1961. 69p. (Boletim 26)
9. —————; NERY, J. P.; GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agrônômico, 1956. 29p. (Boletim 79)
10. PERKIN-ELMER. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, Connecticut, 1968.
11. SLAVIN, W. Atomic absorption spectroscopy. New York, Interscience, 1968. 307p.