

APLICAÇÕES AGRÍCOLAS DA ANÁLISE DE TOQUE. I. "SPOT TEST" CROMATOGRÁFICO DE ERIOCRÓMIO-T. I. "SPOT TEST" TERMINAÇÃO DE CÁTIONS TROC

CLOVIS SILVA FERNANDES¹

SINOPSE.- "Spot test" cromatográfico (STC) é uma variante técnica da análise química de toque, que permite evidenciar colorimetricamente a presença de um ou, simultaneamente, de vários íons contidos em soluções de compostos minerais ou organo-minerais.

Os resultados ora apresentados se referem ao estabelecimento de normas de trabalho e de interpretação relativas a um teste original e inédito, aplicável à detecção de cátions permutáveis do solo, no qual se utiliza como reagente indicador o Eriocromo-T.

A reprodutibilidade exata das determinações e os resultados da análise estatística de vários dados experimentais permitem recomendar o método como meio de solucionar, de modo rápido e eficiente, complexos problemas edafopedológicos limitantes do rendimento agrícola.

INTRODUÇÃO

O "spot test" cromatográfico (STC) é um micrométodo conduzido sobre papel de filtro impregnado de reagentes e no qual o "soluto problema" está contido na solução percolante.

No mecanismo reativo do STC, de uma só fase líquida, podem estar implicados a um só tempo, fenômenos de simples reações químicas, de processos de adsorção, de complexação, de quelação e de ações físicas relacionadas com o fluxo ou migração líquida na rede capilar do suporte cujas características químicas e texturais relativas a espaços interfibrilares, lúmens, poros e ultramicroestrutura dos seus componentes devem oferecer importantes implicações de ordem técnica, condicionando, assim, a seleção do tipo de papel de filtro a ser utilizado.

O STC difere da "Kapillaranalyse" de Shonbein e Goppelsroeder, da cromatografia de adsorção de Flood, do método de detecção fracionada de Weisz e da cromatografia clássica de partição de Martin e colaboradores (Block *et al.* 1956, Feigl 1958) no que concerne principalmente à evidenciação cromática do produto da reação do soluto com o reagente, paralelamente com o fluxo intracapilar do líquido percolante (Fernandes 1970).

Por suas características relativas à percolação com fixação seletiva, o STC se enquadra na conceituação do "Chromatographic spot test" de Hopf (1946), na de precipitação fracionada de Feigl (1958) e na definição geral de análise cromatográfica em papel apresentada por Weil (1953).

Fernandes (1969), revisando algumas técnicas de microtestes de precipitação fracionada em papel de filtro, e tomando como ponto de partida determinados pro-

blemas de interferências iônicas que limitam ou excluem as possibilidades analíticas de um grande número de reações de toque ou de "spot tests", há conduzido uma série de ensaios preliminares com indicadores quelatométricos de metais visando evidenciar qualitativa e semiquantitativa a presença simultânea de vários íons contidos em uma única "solução problema".

Dos reagentes ensaiados foram destacados os ortho, ortho-dihydroxidinaftilazo corantes produtores de complexos metálicos de colorações diversas.

Dentre estes, o sal sódico de ácido 1-(1-hidroxi-2-naphtol-4-sulphonico), introduzido na química quelatométrica como indicador de metais por Schwarzenbach e Bierdeman (Barnard Jr. *et al.* 1956), apresenta particularidades "sui-generis" no que se refere ao seu comportamento na técnica de "spot test" de precipitação fracionada ou na de análise de toque cromatográfica em papel de filtro.

Através de referências anteriores sobre o uso deste reagente, comercialmente denominado Eriochrome Black-T ou Eriocromo-T (Cheng & Bray 1952), se há indicado que, na sua utilização para a detecção de magnésio em plantas e solo pela técnica da análise de toque colorimétrica, a interferência do manganês bivalente, evidenciada pela presença de um complexo de tonalidade verde-cinza, é considerada prejudicial à interpretação da reação vermelho-magenta produzida pelo magnésio.

Recentemente, Fernandes (1969) percolando papel de filtro impregnado de Erio-T com soluções salinas contendo alguns íons metálicos, constatou que, além do magnésio e do manganês bivalentes, outros cátions, entre eles o alumínio trivalente, o ferro ferroso e o oxônio, produzem complexos com este reagente, evidenciados sob a forma de faixas contíguas de seqüência e coloração específicas.

Esta viabilidade única e exclusiva de detecção autocromatográfica, neste caso particular, de cinco íons, sem a implicação do uso de novos reagentes para posterior revelação e identificação, há motivado uma série de investigações de relevante interesse agrônomo, dentre as quais se distinguem a caracterização pedológica e o diagnóstico da disponibilidade e da toxidez de importantes elementos químicos do solo.

¹ Recebido 29 dez. 1970, aceito 16 fev. 1971.

Apresentado na Seção de Fisiologia Vegetal do 21.º Congresso da Sociedade Botânica do Brasil, João Pessoa, Paraíba, 1970.

² Eng.º Agrônomo, Chefe do Setor de Botânica do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste, Caixa Postal 205, Recife, Pernambuco, e bolsista, do Conselho Nacional de Pesquisas.



FIG. 1. "Spot tests" cromatográficos apresentando as faixas reativas de cinco diferentes cátions. A) papel reagente; B) magnésio; C) alumínio; D, E) manganês; F) ferro-ferroso; G) oxônio; H) manganês e magnésio; I) alumínio e magnésio; J) ferro-ferroso e magnésio; K) alumínio, manganês e magnésio; L) oxônio e magnésio; M) oxônio, alumínio, manganês e magnésio; N) ferro-ferroso, manganês e magnésio; O) ferro-ferroso, alumínio, manganês e magnésio; P, Q, R, S) cromatografias das camadas I, II, III e IV de um Glei húmico do Amapá; T) controle.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparação de reagentes e normas de trabalho

Papel reagente n.º 1. Fitas retangulares de papel de filtro SS 589^a ou similar, medindo 0,5 por 10,0 cm, são impregnadas com solução de Eriocromo-T preparada segundo as prescrições de Cheng e Bray (1952) e acrescida de 6% de água destilada e 0,2% de sulfato de hidroxilamina.

O reativo é depositado em quatro pontos equidistantes sobre o papel de filtro por meio de um microcapilar de 5,5 microlitros de capacidade, ficando os "spots", depois de secos, com uma coloração azul cobalto (Fig. 1).

Papel reagente n.º 2. Fitas do mesmo tipo de papel de filtro medindo 6,0 por 0,3 cm são impregnadas com a mesma solução anterior, utilizando um microcapilar de 9,5 microlitros de capacidade.

Os papéis reagentes assim preparados, quando estocados à temperatura de 10 a 15°C ao abrigo da luz e da umidade, se conservam inalterados por cerca de trinta dias.

Solução e extratos para padronização

Para padronização das normas de interpretação e para a determinação de cátions trocáveis em amostras de solo é necessário preparar, também, a solução de padronização e os extratos de solo.

Solução de padronização. É constituída de cloreto de sódio normal contendo magnésio, manganês, ferro ferroso, alumínio e hidrogênio veiculados como cloretos e presentes nas formas iônicas de Mg²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Al³⁺ e H₃O⁺.

Extrato para detecção de cátions. Para a determinação qualitativa e semiquantitativa de cátions, o extrato de solo é preparado com a seguinte composição:

solo tamisado em malha de 1 mm, 1 cm²;
solução normal de NaCl, 2 ml.

Extrato para determinação de magnésio. Este extrato de solo é preparado com a seguinte composição:

extrato para detecção de cátions, 0,5 ml;
solução saturada de teraborato de sódio, 0,5 ml.

Métodos de determinação

Detecção simultânea dos cátions. É processada por percolação descendente do extrato salino no papel reagente n.º 1, podendo-se estimar aproximadamente os seus teores em nulos, muito baixos, baixos, médios e altos, em função da intensidade das tonalidades e do comprimento das respectivas faixas.

Determinação exclusiva do magnésio. É obtida por percolação ascendente do extrato correspondente, no papel reagente n.º 2, sendo o seu teor calculado em função do comprimento, em milímetros, da faixa vermelho-magenta do complexo Erio-Mg.

Uma pequena interferência do manganês, perceptível através da presença de uma estreita faixa verde-cinza do complexo Erio-Mn, não invalida a interpretação do teor de magnésio.

O término da percolação é indicado pela difusão de um "spot" de pigmento hidrossolúvel fortemente colorido, localizado em um dos extremos do papel reagente (Fig. 1).

RESULTADOS

As indicações preliminares obtidas pela percolação da solução normal de cloreto de sódio pura ou contendo cátions detectáveis pelo Erio-T se acham contidas no Quadro 1 e na Fig. 1, nos quais se pode constatar que a solução de NaCl 1N não altera o reagente e que a cada cátion presente corresponde uma coloração específica enquadrável nas tonalidades estandardizadas de Villalobos e Villalobos (1947).

Se a solução salina passa a conter dois ou mais cátions, os respectivos cromatogramas apresentar-se-ão com duas ou mais faixas contíguas segundo os dados apresentados no Quadro 2 e documentados nas Fig. 1 e 2.

Dentre vários dos aspectos estudados sobre a aplicação dos testes de eriocromo com a finalidade de investigar problemas edafo-pedológicos limitantes da produção agrícola, têm-se destacado os relacionados com casos típicos de deficiência magnésica e necroses foliares abióticas em cultivos de cana-de-açúcar, tomateiro, arroz, abacaxi e milho, cujos cromatogramas dos respectivos solos se apresentam sem a faixa vermelho-magenta do magnésio ao lado de nítidas e por vezes extensas faixas do alumínio, do ferro ferroso e do manganês permutáveis.

QUADRO 1. "Spot tests" cromatográficos de Eriocromo-T obtidos por percolação de cloreto de sódio normal contendo diferentes cátions ^a

Ref.	Cátion	Veículo	Tonalidades	Col. standard VL & VL	Limites de detecção	Amplitude de pH
1	H ₃ O ⁺	HCl	Vermelho-fosco	VVM-12-4.º	0,40	2,5 — 4,0
2	Mg ²⁺	MgCl ₂	Vermelho-magenta	VVU-11-6.º	0,03	3,0 — 10,0
3	Mn ²⁺	MnCl ₂	Verde-cinza	TC-10-3.º	0,05	3,0 — 7,5
4	Fe ²⁺	FeCl ₂	Castanho	S-11-4.º	0,30	2,5 — 5,0
5	Al ³⁺	AlCl ₃	Róseo-fosco	V-11-6.º	0,05	2,5 — 5,5
6b	Na ⁺	NaCl	Azul-cobalto	CU-10-3.º	---	---

^a Vide Fig. 1.
^b Contrôlo.

QUADRO 2. "Spot tests" cromatográficos de Eriocromo-T obtidos por percolação de solução normal de cloreto de sódio contendo simultaneamente dois a quatro cátions *

Referências	Elementos presentes	Colorações estandarizadas VL & VL das faixas correspondentes			
1	Mg H	VVU-11-6.º	VVM-12-4.º	---	---
2	Al H	V-11-6.º	VVM-12-4.º	---	---
3	Fe H	S-11-4.º	VVM-12-4.º	---	---
4	Mn H	TC-10-3.º	VVM-12-4.º	---	---
5	Mg Al	VVU-11-6.º	V-11-6.º	---	---
6	Mg Fe	VVU-11-6.º	S-11-4.º	---	---
7	Mg Mn	VVU-11-3.º	TC-10-3.º	---	---
8	Al Fe	V-11-3.º	S-11-4.º	---	---
9	Al Mn	V-11-3.º	TC-10-3.º	---	---
10	Fe Mn	S-11-4.º	TC-10-3.º	---	---
11	Mg Al Mn	VVU-11-6.º	V-11-6.º	TC-10-3.º	---
12	Mg Al Fe	VVU-11-6.º	V-11-6.º	S-11-4.º	---
13	Mg Mn Fe	VVU-11-6.º	TC-10-3.º	S-11-4.º	---
14	Al Mn Fe	V-11-6.º	TC-10-3.º	S-11-4.º	---
15	Mg Al Mn Fe	VVU-11-6.º	V-11-6.º	TC-10-3.º	S-11-4.º

* Vide Fig. 1.

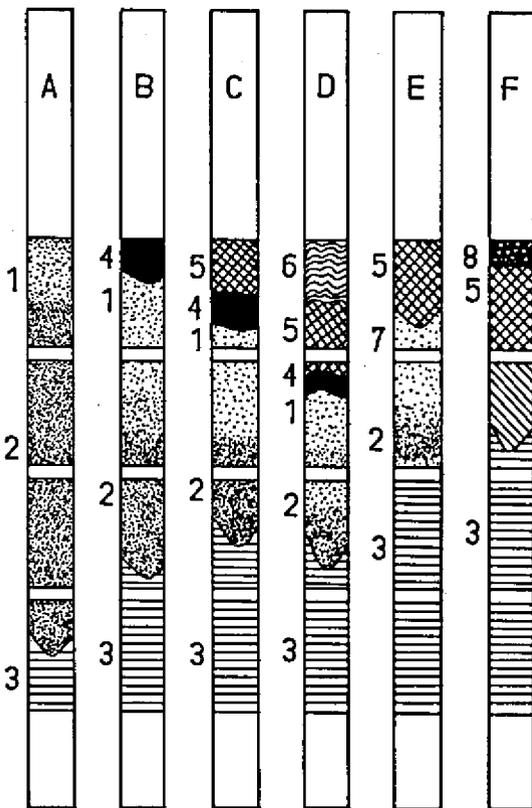


FIG. 2. Representação esquemática do "spot test" cromatográfico pelo Eriocromo-T. A, B, C, D, E, F: aspectos mais frequentes de cromatogramas pedológicos: 1) violáceo de transição; 2) magnésio; 3) azul de eriocromo; 4) manganês; 5) alumínio; 6) ferro-ferroso; 7) azul de transição; 8) oxônio.

Os resultados obtidos da percolação dos extratos salinos de trezentas amostras de diversos grupos e unidades pedológicas têm permitido constatar que os cromatogramas consignados e apresentados parcialmente no Quadro 3 se enquadram nos padrões 2, 5 e 6 do Quadro 1 e nos padrões 5, 7, 9, 11, 12 e 15 do Quadro 2.

Todos os cromatogramas de solos conceituadamente férteis, suportando cultivos de crescimento normal sem sintomas orgânicos de desnutrição e produtores de bom rendimento agrícola, apresentam sistematicamente as faixas verde-cinza e vermelho-magenta do manganês e do magnésio, algumas vezes acompanhadas de leves indícios da faixa do alumínio.

O exame detalhado dos dados contidos no Quadro 3 nos permite observar as seguintes ocorrências:

a) os cromatogramas das terras roxas de São Paulo, Pernambuco, Roraima e Rondônia registram, sistematicamente, a faixa vermelho-magenta do magnésio em toda a sua profundidade e a verde-cinza do manganês em pelo menos um dos seus horizontes, não se constatando em quaisquer dos casos a presença da faixa róseo-fósca do alumínio;

b) com exceção de um solo podzólico e de um latossolo vermelho-amarelo de Pernambuco, a faixa do alumínio está presente nos demais solos podzólicos, latossolos e em todos os gleis examinados;

c) as faixas do manganês e do magnésio são constatadas em todos os horizontes ou camadas dos quatro gleis da Amazônia;

d) os solos podzólicos oferecem cromatogramas bem diversos em relação aos registros do manganês e do magnésio, tendo, entretanto, em comum, a constância da faixa vermelha do alumínio em pelo menos um dos seus horizontes;

e) a faixa castanha do ferro-ferroso é nitidamente visível em dois dos quatro gleis observados e em três dos solos podzólicos vermelho-amarelos, independentemente da presença de mosqueamentos;

f) a faixa do oxônio (H_2O^+) pode ser constatada em cromatogramas de turfas ácidas.

Os resultados da aplicação do teste de eriocromo, relativos à determinação exclusiva do magnésio no extrato de solo alcalinizado com tetraborato de sódio, estão representados no Quadro 4 que fixa os dados obtidos de trinta amostras previamente analisadas por quelatometria sobre extratos conduzidos com o acetato de amônio neutro.

QUADRO 3. "Spot tests" cromatográficos de extratos salinos de diferentes tipos de solo

Nomenclatura pedológica	Cátions presentes e tonalidades VL & VL das faixas de reação				
	Mg ²⁺ VVU-11-6.º	Mn ²⁺ TC-10-3.º	Al ³⁺ V-11-6.º	Fe ²⁺ S-11-4.º	H ₂ O ⁺ VVM-12-4.º
Terra roxa estruturada, SP					
Ap	+	+	-	-	-
B2	+	+	-	-	-
B22	+	-	-	-	-
B3	+	-	-	-	-
Terra roxa estruturada eutrófica, PE					
A3p	+	+	-	-	-
B1	+	+	-	-	-
B21	+	+	-	-	-
B22	+	-	-	-	-
B3	+	-	-	-	-
C	×	-	-	-	-
Terra roxa estruturada distrófica, PE					
Ap	+	+	-	-	-
B1	+	-	-	-	-
B2	+	-	-	-	-
B31	×	-	-	-	-
B32	×	-	-	-	-
Terra roxa estruturada distrófica, PE					
A1p	+	+	-	-	-
B1	+	-	-	-	-
B21	+	×	+	-	-
B22	×	-	-	-	-
B3	×	-	-	-	-
Terra roxa estruturada distr. RO					
A1	+	+	-	-	-
A3	+	+	-	-	-
B1	+	+	-	-	-
B21	+	+	-	-	-
B22	×	×	-	-	-
B3	×	×	-	-	-
Terra roxa, RR					
Ap	+	+	-	-	-
A3	+	+	-	-	-
B21	+	×	-	-	-
B22	+	×	-	-	-
B23	+	×	-	-	-
Latossolo roxo, SP					
Ap	+	+	-	-	-
B21	+	+	-	-	-
B22	+	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-
Latossolo vermelho escuro orto, SP					
Ap	+	+	-	-	-
B21	×	+	-	-	-
B22	-	+	-	-	-
B3	-	+	-	-	-
Latossolo vermelho escuro orto, SP					
Ap	×	+	-	-	-
A3	-	+	-	-	-
B1	-	-	-	-	-
B2	-	-	-	-	-
Latossolo vermelho escuro, fase aren. SP					
Ap	+	+	-	-	-
B21	-	+	+	-	-
B22	-	+	+	-	-
B3	-	-	+	-	-

QUADRO 3. (Continuação)

Nomenclatura pedológica	Cátions presentes e tonalidades VL & VL das faixas de reação				
	Mg ²⁺ VVU-11-6.º	Mn ²⁺ TC-10-3.º	Al ³⁺ V-11-6.º	Fe ²⁺ S-11-4.º	H ₂ O ⁺ VVM-12-4.º
Latosolo vermelho-amarelo					
distr., PE					
A1p	+	+	-	-	-
A3	+	-	-	-	-
B1	X	-	+	-	-
B21	-	-	+	-	-
Latosolo vermelho-amarelo					
distr., PE					
A1p	+	+	-	-	-
B1	+	X	-	-	-
B21	+	-	-	-	-
B22	X	-	-	-	-
Podzólico vermelho-amarelo, SP					
Ap	X	+	-	-	-
B2	X	-	+	-	-
C/R	X	-	+	-	-
Podzólico vermelho-amarelo, PE					
A1	+	-	X	-	-
A3	+	-	-	-	-
B1	+	-	-	-	-
B21	X	-	-	-	-
Podzólico vermelho-amarelo					
latoss., PE					
Ap	+	-	-	-	-
A2	-	-	X	-	-
B1	-	-	-	-	-
B2	-	-	-	-	-
Podzólico vermelho-amarelo					
latoss., PE					
Ap	X	-	+	-	-
A2	X	-	+	-	-
B1	-	-	+	-	-
B2	-	-	+	-	-
Podzólico vermelho-amarelo					
latoss., PE					
Ap	X	-	X	-	-
A2	-	-	+	-	-
B1	-	-	+	-	-
B2	-	-	+	-	-
Podzólico vermelho-amarelo, PE					
A1p	+	+	-	-	-
B1	+	+	-	-	-
B2	+	-	+	X	-
B3	X	-	X	-	-
Podzólico vermelho-amarelo					
latoss., PE					
Ap	+	+	-	-	-
B1	+	-	+	X	-
B2	X	X	X	+	-
B3	X	X	X	+	-
Podzólico vermelho-amarelo					
latoss., PE					
Ap	+	-	-	-	-
A2	-	-	-	-	-
B1	-	+	-	-	-
B2	-	-	-	-	-

QUADRO 3. (Continuação)

Nomenclatura pedológica	Cátions presentes e tonalidades VL & VL das faixas de reação				
	Mg ²⁺ VVU-11-6.º	Mn ²⁺ TC-10-3.º	Al ³⁺ V-11-6.º	Fe ²⁺ S-11-4.º	H ₃ O ⁺ VVM-12-4.º
Podzólico vermelho-amarelo eq. eutr., PA					
A1	+	+	-	-	-
B1	+	+	-	-	-
B2	+	+	×	-	-
B3	+	×	×	-	-
C	+	×	+	-	-
Podzólico vermelho-amarelo fase floresta, RR					
A1	×	+	+	-	-
A3	×	-	+	×	-
B1	×	-	+	×	-
B2	+	-	-	×	-
B3	×	-	-	×	-
Brunizem avermelhado, PE					
Ap1	+	-	-	-	-
B2	+	-	-	-	-
B3	+	-	-	-	-
Glei húmico, AP					
I	+	+	-	-	-
II	+	+	+	-	-
III	+	+	+	+	-
IV	+	+	+	+	-
Glei pouco húmico, AP					
A1	+	+	-	-	-
ABg	+	+	+	-	-
B21g	+	+	+	-	-
B22g	+	+	-	-	-
Glei pouco húmico, RO					
Ap	+	+	+	-	-
A3	+	+	+	-	-
B1	+	+	+	-	-
B2	+	+	+	-	-
B3	+	+	+	-	-
Glei pouco húmico, PA					
I	+	+	-	-	-
II	+	+	+	-	-
III (I)	+	+	-	-	-
IV (II)	+	+	+	+	+
Turfa ácida, 1 PE					
Turfa ácida, 1 PE	+	+	-	-	+
Turfa ácida, 2 PE	+	+	-	-	+
Turfa ácida, 3 PE	+	+	+	+	-
Turfa ácida, 4 PE	+	+	+	-	-

* + = alto, × = baixo, - = ausente.

No Quadro 4 estão ainda registrados os valores do magnésio calculados através da aplicação da expressão hiperbólica da regressão apresentada no Quadro 5 e na Fig. 3, onde Y corresponde ao teor de Mg²⁺ em miliequivalentes por 100 gramas de solo, e X, ao comprimento da faixa vermelho-magenta do complexo Erio-Mg expresso em milímetros.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados das pesquisas conduzidas e consignadas no presente trabalho indicam que o "spot tests" cromatográficos desenvolvidos pelo autor (Fernandes 1969, 1970) permitem constatar visualmente, através de várias reações de complexação distintamente coloridas, a pre-

QUADRO 4. Teores de magnésio no solo determinados pelo teste de Eriocromo-T e calculados pela equação de regressão curvilínea

X	Y dado	Y calculado
7	0,30	0,33
8	0,35	0,38
8	0,40	0,38
10	0,50	0,53
10	0,80	0,53
11	0,55	0,63
14	1,00	0,94
15	1,40	1,07
16	1,54	1,23
16	1,60	1,23
17	1,20	1,41
18	1,10	1,62
18	1,80	1,62
18	2,00	1,62
19	1,60	1,88
21	2,40	2,56
23	4,00	3,64
25	2,55	5,66
25	4,40	5,66
25	4,80	5,66
25	6,50	5,66
25	7,40	5,66
25	10,50	5,66
26	6,00	7,51
26	9,40	7,51
26	10,00	7,51
26	10,20	7,51
26	10,40	7,51
26	10,60	7,51

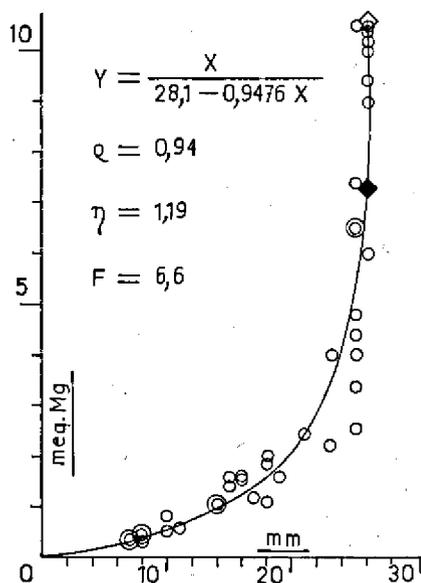


FIG. 3. Regressão curvilínea do confronto dos dados relativos ao teor de magnésio trocável no solo e o comprimento da faixa vermelho-magenta do complexo Erio-Mg.

sença simultânea ou isolada de magnésio, manganês e ferro-ferroso divalentes, de alumínio trivalente e de oxônio contidos em uma solução normal de cloreto de sódio.

Considerando que estes cátions se apresentam como íons de permuta nos extratos salinos de solo, em concentrações compreendidas na mesma gama dos limites de detecção experimentalmente constatados, e que a cada entidade pedológica examinada corresponde um tipo de cromatograma específico, capaz de caracterizar determinadas condições pedo-edafológicas conforme verificamos no Quadro 3, podemos admitir que este teste de polideteção simultânea de cátions poderá constituir-se em um importante meio auxiliar para o estudo da nutrição das plantas, no que se relaciona a aspectos desfavoráveis do solo ligado à deficiência de magnésio e à toxidez de alumínio, manganês e ferro-ferroso, principalmente quando em conexão com quadros sintomatológicos foliares típicos.

Com referência ao teste de determinação exclusiva do magnésio trocável, a gama compreendida entre os limites de detecção se enquadra na amplitude oficial adotada para julgamento da disponibilidade magnésica nos solos.

A significação estatística da regressão hiperbólica que caracteriza o mecanismo físico-químico do método, oferece, em termos probabilísticos, uma expressiva recomendação para o seu emprego na prática agrônoma corrente.

Dentro dos limites de suas possibilidades de detecção, os testes apresentados poderão ainda ser utilizados como meio didático na demonstração visual imediata e direta da presença e da variação dos teores de íons trocáveis em extratos de solo, bem como na constatação do incremento do magnésio com remoção paralela do alumínio e do manganês, após a aplicação de calcário dolomítico.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa os seus agradecimentos aos professores Italo Falesi, do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, Eurípedes Malavolta e Guido Ranzani, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, e Luiz Bezerra de Oliveira e Humberto Dantas, do IPEANE, pela doação das amostras de solo com as respectivas classificações pedológicas.

REFERÊNCIAS

- Barnard Jr., A.J., Broad, W.C. & Flaschka, H. 1956. The EDTA titration: Nature & methods of and point detection, I. *Chemist Analyst* 45:86-93.
- Block, R.J., Durrum, E.L. & Zweig, G. 1956. A manual of paper chromatography and electrophoresis. Acad. Press, New York, 484 p.
- Cheng, K.L. & Bray, R.R. 1952. Simple tests, for magnesium and calcium in plant and magnesium in soil. *Better Crops* 36:5-10.
- Feigl, F. 1958. Spot tests in inorganic analysis. Elsevier, New York, 675 p.
- Fernandes, C.S. 1969. Relatórios I e II ao Conselho Nacional de Pesquisas, Brasil. (Não publicados)
- Fernandes, C.S. 1970. Relatórios III e IV ao Conselho Nacional de Pesquisas, Brasil. (Não publicados)
- Hopf, P.P. 1946. Chromatographic "spot" tests. *J. Chem. Soc.* 785-786. (Citado por Feigl 1956)
- Villalobos, C.D. & Villalobos, J. 1947. Color atlas. En Ateneo, Buenos Aires, 132 p.
- Weil, H. 1953. The evolution of paper chromatography. I. Radial paper chromatography. *Kolloid* 182:139-162. (Citado por Block et al. 1956)

ABSTRACT.- Fernandes, C.S. 1972. "Spot Test" techniques as applied to agronomic research Part. I. Detection of soil cations. *Pesq. agropec. bras.*, Sér. Agron., 7:33-41. (Inst. Pesq. Agropec. Nordeste, C.P. 205, Recife, PE, Brazil)

Two new and original microchemical techniques (Fernandes 1969, 1970) classified by the author as "Hopf chromatographic spot-tests" are presented for detection of cations in inorganic or organic-inorganic solutions. The techniques are based on different colored bands of Eriochrome black-T metal complexes, obtained by percolation of the solution on a strip of filter paper impregnated with the Erio-T reagent.

The tests are very helpful for preliminary detection of magnesium, manganese, ferrous iron, aluminum and oxonium which have been displaced from a soil sample by means of a normal sodium chloride solution. Samples of different groups or soil entities provide distinct and specific chromatograms.

One of the two tests is applicable and recommended for approximately quantitative determination of exchangeable magnesium. Some statistical aspects of the problem are presented.