

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ALGUNS SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

II — FÓSFORO E MANGANÊS (*)

F. DA COSTA VERDADE

Engenheiro-agrônomo, Seção de Agrogeologia, Instituto Agrônomo

RESUMO

O estudo do fósforo total, solúvel em H_2SO_4 0,05 N e na solução 0,25 N de $(COOH)_2$ e 0,75 N $(COOK)_2$, permitiu tirar algumas conclusões a respeito desse elemento, nos solos do Estado.

Pode-se estabelecer uma escala progressiva de P_2O_5 total a partir dos solos derivados de arenitos até os de diabase, que possuem os mais altos teores. Nestes, a maior riqueza em P_2O_5 é devida ao alto teor dessa rocha, enriquecimento nos produtos de decomposição da rocha e ausência de perdas por lavagem do solo.

A pesquisa bibliográfica forneceu elementos para se inferir que os nossos solos de diabase apresentam elevados teores quando comparados com solos de origem comum de quaisquer outras regiões climáticas. Parece-nos que os basaltos, em geral, produzem solos com alta porcentagem de P_2O_5 . As demais terras de São Paulo são similares às de mesma origem em outras zonas climáticas, indicando que o P_2O_5 total do solo está estreitamente ligado à rocha matriz.

O fósforo total encontra-se uniformemente distribuído no perfil, com pequeno acúmulo na superfície.

O fósforo solúvel em ambos os extratores decresce em profundidade, e o oxalato acompanha melhor que o H_2SO_4 0,05 N a seqüência do teor total. O solúvel em H_2SO_4 0,05 N representa uma fração mínima do total e o solúvel no oxalato, quantidades bem maiores.

Nos solos estudados o Mn total é encontrado em quantidades relativamente baixas, sendo os mais ricos os de diabase. O teor total acompanha os dos solos de outras regiões, com a mesma origem. A quantidade de Mn solubilizada com HNO_3 0,01 N é muito baixa para se tirarem outras conclusões além da que o teor diminui em profundidade.

1 — INTRODUÇÃO

Dois métodos de extração do fósforo do solo são empregados no Instituto Agrônomo, para correlacionar com a fração assimilável pelas plantas. No método de Seção de Agrogeologia (16) o íon fos-

(*) Trabalho apresentado no VII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Piracicaba, São Paulo, de 20 a 30 de julho de 1959.

Recebido para publicação em 27 de novembro de 1959.

fato é removido por uma solução de oxalato de potássio + ácido oxálico; na Seção de Fertilidade do Solo (17) a extração é feita com uma solução de ácido sulfúrico 0,05 N. Tais soluções extratoras têm capacidades diferentes de remoção de PO_4^{---} , não havendo correspondência quantitativa entre os dois métodos bem como com outros tipos de extratores que se possam empregar (8).

O Mn é um elemento que se apresenta no solo em formas indefinidas e variáveis (6); como até certo ponto a quantidade extraída é proporcional ao tipo e concentração do extrator, a expressão "trocável" não pode ser aplicada no sentido usual, como para os outros cátions (8).

O estudo da composição dos diversos solos do Estado permite fazer uma apreciação sobre a ocorrência e distribuição do P e Mn no perfil e, também, sobre as relações com as formas solúveis desses elementos.

Neste trabalho procuramos estudar os teores de fósforo e manganês nos solos de diversas origens petrográficas mais comuns no Estado de São Paulo, as formas solúveis empregadas para relacioná-las com o assimilado pelas plantas, a distribuição das diversas formas no perfil e as relações entre essas formas.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Os solos estudados foram os descritos em artigo anterior (21) e o quadro 1 apresenta todos os dados analíticos de P e Mn. Tais solos foram selecionados segundo a sua origem petrográfica.

Os métodos utilizados na extração dos fosfatos consistiram resumidamente no seguinte (7, 16):

a) 10 g de terra fina seca ao ar foram tratadas, em tubos percoladores, com duas porções sucessivas de 100 ml de solução 0,25 N em $(COOH)_2$ e 0,75 N em $(COOK)_2$, pH 3,7; em cada fração dosou-se o fósforo por colorimetria e calculou-se o valor final pela equação hiperbólica;

b) 4 g de terra fina seca ao ar foram tratadas com 100 ml de H_2SO_4 0,05 N durante 15 minutos, em aparelho de agitação a 30-40 rpm; em uma alíquota do filtrado dosou-se o fósforo, por colorimetria.

QUADRO 1. — Teores de manganês e fósforo determinados nos solos originados das rochas predominantes no Estado de São Paulo

Perfil e camadas	Porcentagem sobre a terra fina seca ao ar				
	Teor total		Teor solúvel		
	MnO	P ₂ O ₅	MnO	P ₂ O ₅	
H ₂ SO ₄				oxalato	
188 a	0,02	0,10	0,0007	0,0007	0,0125
	0,06	0,14	traços	0,0001	0,0059
	0,02	0,08	0,0007	0,0001	0,0059
190 a	0,02	0,06	0,0011	0,0005	0,0095
	0,05	0,10	0,0007	0,0001	0,0078
	0,02	0,06	0,0007	0,0001	0,0085
197 a	0,02	0,13	0,0007	0,0005	0,0182
	0,06	0,14	traços	0,0002	0,0071
	0,03	0,14	0,0007	0,0001	0,0062
272 a	0,05	0,14	0,0110	0,0017	0,0125
	0,10	0,16	0,0035	0,0005	0,0078
	0,06	0,20	traços	0,0005	0,0076
284 a	0,02	0,04	0,0021	0,0026	0,0107
	0,03	0,04	0,0011	0,0028	0,0078
	0,03	0,04	0,0035	0,0024	0,0078
288 a	0,05	0,05	traços	0,0007	0,0045
	0,07	0,05	traços	0,0002	0,0031
	0,06	0,04	traços	0,0002	0,0031
322 a	0,04	0,16	0,0057	0,0038	0,0166
	0,04	0,14	0,0004	0,0002	0,0069
	0,04	0,20	0,0004	0,0002	0,0161
329 a	0,10	0,12	traços	0,0014	0,0085
	0,08	0,06	traços	0,0002	0,0047
	0,09	0,06	traços	0,0002	0,0047
345 a	0,07	0,13	0,0043	0,0045	0,0237
	0,08	0,12	0,0014	0,0043	0,0215
	0,08	0,06	traços	0,0031	0,0244
497 a	0,30	0,10	0,0050	0,0078	0,0402
	0,40	0,09	0,0011	0,0017	0,0163
	0,40	0,10	traços	0,0017	0,0151
524 a	0,04	0,08	0,0007	0,0024	0,0213
	0,05	0,03	0,0014	0,0012	0,0128
	0,04	0,02	traços	0,0012	0,0066

QUADRO 1 (continuação)

Perfil e camadas	Porcentagem sobre a terra fina seca ao ar				
	Teor total		Teor solúvel		
	MnO	P ₂ O ₅	MnO	P ₂ O ₅	
				H ₂ SO ₄	oxalato
547 a	0,03	0,07	0,0039	0,0026	0,0082
b	0,03	0,06	0,0014	0,0014	0,0082
c	0,02	0,06	0,0007	0,0014	0,0082
600 a	0,05	0,06	0,0004	0,0012	0,0185
b	0,10	0,07	traços	0,0012	0,0170
c	0,03	0,05	traços	0,0009	0,0192
685 b	0,08	0,39	0,0071	0,0017	0,0265
d	0,08	0,34	0,0043	0,0036	0,0324
e	0,06	0,32	0,0022	0,0036	0,0336
712 b	0,09	0,08	0,0014	0,0002	0,0069
e	0,10	0,07	traços	0,0001	0,0024
f	0,06	0,07	traços	0,0001	0,0024
725 b	0,03	0,11	0,0018	0,0005	0,0239
e	0,03	0,10	traços	0,0002	0,0073
h	0,01	0,10	traços	0,0002	0,0062
734 a	0,16	0,35	traços	0,0005	0,0159
b	0,16	0,33	traços	0,0007	0,0178
c	0,17	0,32	traços	0,0009	0,0199
d	0,17	0,31	traços	0,0009	0,0189
e	0,18	0,30	traços	0,0007	0,0144
f	0,18	0,28	traços	0,0005	0,0116
749 a	0,03	0,04	0,0021	0,0005	0,0037
b	0,02	0,03	0,0014	0,0005	0,0033
c	0,03	0,04	0,0011	0,0002	0,0024
d	0,03	0,04	traços	0,0005	0,0005
e	0,03	0,04	traços	0,0005	0,0024
f	0,02	0,03	traços	0,0002	0,0033
T 2383	0,20	0,06	0,0007	0,0014	0,0161
2385	0,10	0,07	traços	0,0007	0,0121
T 2386	0,20	0,51	0,0004	0,0118	0,0750
2388	0,20	0,40	traços	0,0052	0,0570
2389	0,20	0,33	traços	0,0019	0,0317

A dosagem do fósforo total foi feita na solução obtida na fluorização de 1 g de terra fina seca ao ar⁽¹⁾.

A fluorização é conduzida com 10 ml de HNO_3 (1 + 1) e 5-10 ml de HF e repetida quando necessária. Eliminados tais ácidos por aquecimento, o resíduo é tratado com 2 ml de H_2SO_4 (1 + 1), aquecido, filtrado e depois de frio completado o volume, de onde retira-se a alíquota para a dosagem de P_2O_5 . A alíquota em balão volumétrico é tratada com amoníaco até precipitação de hidróxidos, juntando-se 5 ml de H_2SO_4 5 N e aquecendo-se durante 15 minutos em banho-maria. A seguir acrescentam-se 10 ml de solução de glicose a 12% e aquece-se por mais 5-10 minutos, juntando-se 5 ml de reativo sulfo-molíbdoco e continuando o aquecimento até desenvolver a côr azul. Depois espera-se de 20 a 40 minutos e faz-se a leitura em electrofotômetro.

O Mn solúvel foi determinado segundo Paiva e outros (16), tratando-se 10 g de solo com 100 ml de HNO_3 0,01 N, em tubos de percolação; a dosagem também foi colorimétrica.

O Mn total foi determinado na mesma solução usada para a dosagem do P total. Uma alíquota do material fluorizado é seca em cápsula de porcelana para eliminar o excesso de H_2SO_4 , retomada com 2 ml de HNO_3 concentrado e filtrada para balão volumétrico de 100 ml, juntando-se ao balão 1-2 gotas de AgNO_3 a 4% e 1 g de persulfato de amônio. Leva-se o balão ao banho-maria, durante 20 minutos, depois, esfriando-o e completando o volume, faz-se a leitura no espectrofotômetro.

3 — RESULTADOS E CONCLUSÕES

3. 1 — O FÓSFORO EM DIVERSOS SOLOS

Algumas considerações podem ser extraídas dos dados apresentados no quadro 1.

3. 1. 1 — FÓSFORO TOTAL

O fósforo total dos solos oriundos de diversos tipos de rochas podem ser grupados em certas classes, cujos limites em porcentagem de P_2O_5 foram escolhidos de modo arbitrário.

(1) Métodos em vias de publicação, pela Seção de Agrogeologia.

Considerar o solo como pertencente a uma classe significa que no perfil dominam os teores dessa classe. A relação seguinte apresenta tais agrupamentos.

<i>Limites em % P₂O₅</i>	<i>Rocha matriz</i> (²)
0,01—0,05	anfíbolito (P524), arenito Pirambóia (P284), arenito Caiuá (P288) e arenito Bauru (P749)
0,05—0,10	micaxisto ((P712), tilitos (P190), arenito Glacial (P600), folhelho do Corumbataí (T2383/85), arenito Bauru (P547) e sedimentos do Terciário (P329)
0,10—0,20	gnaisse-granito (P272), granito (P322), arenito das Furnas (P197), arenito Glacial (P188), diabase mais arenito de Botucatu (P497), aluvião argilosa (P345)
0,20—0,30	nenhum solo
0,30—0,40	diabase (P685 e 734)
0,40—0,50	diabase (T2386/89)

Por êstes dados verifica-se que os arenitos produzem solos com os mais baixos teores, havendo exceção do arenito das Furnas e um perfil do arenito Glacial. São, também, os solos mais pobres em elementos nutritivos das plantas, exceto o arenito Bauru. É estranha a posição do solo originado do anfíbolito, que normalmente tem bom potencial agrícola. A sua presença na classe mais baixa pode ser ocasional e não representar a totalidade dêsses solos.

No extremo oposto, como solos com maiores quantidades de P₂O₅ total encontram-se as terras roxas, derivadas de diabase. A mistura dos produtos de decomposição dessa rocha com o arenito de Botucatu, pobre nesse elemento, produz um solo com quantidades médias de fósforo, como é o caso do P 497. Êstes solos são denominados "terras-roxas-mituradas".

Êste trabalho não permite inferir se o maior teor em P₂O₅ dos solos derivados da diabase tem como conseqüência a riqueza maior da rocha ou se o alto teor em ferro e alumínio dessas terras impede perdas na meteorização da rocha, sendo posteriormente concentrado no "solum" pela vegetação. Parece-nos que podemos tirar algumas conclusões, analisando o trabalho de Paiva e Nascimento (17), sôbre as diabases. Nesse trabalho os autores estudaram a análise elementar, desde a rocha até os resíduos de sua decomposição, que

(²) As letras P e T seguidas de números indicam, respectivamente, a seqüência dos perfis na Seção de Agroecologia e camadas de perfis sem coleta de amostras, para determinação da massa específica aparente.

geralmente envolve a pedra. Os materiais analisados envolvem a rocha viva, em espessura que varia de 13 a 30 mm. A composição da diabase em P_2O_5 oscilou entre 0,40 a 0,50%. Da rocha viva até o resíduo composto observa-se sempre um aumento na porcentagem de P_2O_5 . Dos dados desses autores podemos inferir que, pelo menos nos solos derivados de diabase, a partir da rocha há um enriquecimento em P_2O_5 que permanece no perfil de solo, como mostram os resultados por nós obtidos. Parece-nos que o fósforo é retido pelo ferro e alumínio, e distribui-se homogêneamente na camada de meteorização.

Agafonoff (3) estudou alguns solos de diabase da região de Campinas e Piracicaba, cujas análises revelaram teores de P_2O_5 entre 0,04 a 0,09%; por esses resultados e pela decomposição mineralógica registrada por esse autor, em quartzo secundário, parece que as amostras eram resultantes de mistura de produtos da diabase com arenito, similares ao perfil P 497 de nosso trabalho, cuja composição é aproximada às indicadas por esse autor.

3. 1. 2 — COMPARAÇÃO ENTRE O TEOR TOTAL DOS SOLOS DE SÃO PAULO COM OS DE OUTRAS REGIÕES

Uma pequena busca bibliográfica permitiu selecionar dados sobre o P_2O_5 total em perfis de diversas partes do mundo, expostos no quadro 2. Nesse quadro são apresentados solos de diferentes origens geográficas e submetidos às mais diversas condições climáticas.

Não encontramos diferenças entre os teores existentes nos nossos perfis com os da mesma origem em outras áreas, indicando que a quantidade depende do tipo de rocha e não tem relação com o fator climático.

As quantidade de P_2O_5 total nas terras-roxas-legítimas (derivadas de diabase) situam-nas entre as que possuem maiores teores, como podemos ver pela relação apresentada em 3.1 e quadro 2. Verificamos, também, que os solos basálticos e os materiais vulcânicos, com exceção do solo de basalto da Palestina, apresentam os mais altos teores em fósforo, parecendo ser um fenômeno generalizado.

O demais solos de São Paulo enquadram-se dentro dos teores registrados em outros lugares para as terras de mesma origem geológica.

3. 1. 3 — RELAÇÃO ENTRE O P_2O_5 TOTAL E A PROFUNDIDADE

Para estudar tal reação, consideramos o teor da última camada de cada perfil como unidade, e obtivemos uma série de números que permitem avaliar a variação ocorrida. Apesar de existir tendência para a superfície apresentar teor um pouco mais elevado, as oscilações foram de 0,7 a 1,8, predominando 1,1 a 1,3. Houve três exceções, referentes ao P 524, com 4,0, P 329, com 2,0 e P 345 com 2,2.

De modo geral podemos dizer que o P_2O_5 total é mais ou menos constante em todo o perfil, com teor um pouco mais elevado na superfície.

3. 1. 4 — FÓSFORO SOLÚVEL

O fósforo é solubilizado em pequenas quantidades pelos reativos indicados, como podemos ver pelo quadro 1.

3. 1. 5 — FÓSFORO SOLÚVEL EM H_2SO_4 0,05 N

Os dados analíticos indicam que o PO_4^{---} solubilizado é escasso e diminui com o aumento da profundidade no solo.

Considerando a última camada igual a 1, verifica-se que a superfície apresenta relações que oscilam entre 1 e 19, sendo mais frequentes as entre 2 e 5.

A quantidade de P_2O_5 solúvel no H_2SO_4 0,05 N está relacionada com muitos fatores e não é visível a sua dependência do teor da rocha matriz. Assim, solos que possuem alto teor em P_2O_5 total têm relativamente pequena ou alta quantidade de fósforo solúvel, como os perfis de diabase P 734, P 685, P 497 e T 2386/89.

Relacionando as quantidades de P_2O_5 total com as obtidas pelo H_2SO_4 0,05 N, verifica-se sempre que a relação é muito larga, oscilando de 13 até 1 400. De maneira geral, acompanhando o fenômeno de maior presença de P_2O_5 solúvel na superfície, ela é mais estreita na camada arável.

3. 1. 6 — FÓSFORO EXTRAÍDO POR SOLUÇÃO DE OXALATO

O P_2O_5 extraído com solução de oxalato de potássio mais ácido oxálico, como se vê no quadro 1, é mais abundante na superfície que nas camadas inferiores. A classificação dos solos segundo seu teor solúvel não segue a mesma seqüência dos solos classificados pelo P_2O_5 total, mas acompanha-a melhor que a obtida segundo o P_2O_5 solúvel em H_2SO_4 0,05 N.

A distribuição deste tipo de fósforo é mais uniforme no perfil que a obtida com H_2SO_4 0,05 N. Os números relativos obtidos, como nos casos anteriores, variam entre 0,7 e 3,9, sendo em geral acima de 1,0.

As relações entre os teores totais e os solúveis em oxalato, para cada camada, são largas e aumentam com a profundidade do perfil. Elas oscilam entre 2,6 e 29,4, havendo uma exceção que chegou a 80. As relações entre P_2O_5 oxalato e P_2O_5 ácido sulfúrico são largas e normalmente ficam maiores com o aumento da profundidade do perfil. Não se conseguiu, nos dados apresentados, obter correlação entre ambos os teores solúveis.

3. 2 — MANGANÊS

Os resultados analíticos do Mn total e do solúvel no HNO_3 0,01 N, encontram-se no quadro 1. Os do total podem ser grupados em classes arbitrárias, compreendendo as porcentagens 0,01-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40. Na primeira encontramos os solos com origem no granito, anfíbolito, arenito das Furnas, tilitos, arenito Pirambóia, arenito Bauru e sedimentos do Terciário; na classe 0,05-0,10% vamos encontrar gnaisse-granito, micaxisto, arenito glacial, arenito Caiuá, diabase, sedimentos do Terciário e uma aluvião argilosa; na terceira classe estão o folhelho do Corumbataí e diabase; na última, 0,2-0,4%, encontramos um solo derivado da mistura de diabase com arenito de Botucatu.

Por essa classificação verifica-se que o maior conteúdo em MnO é encontrado nos solos originados de diabase. Comparados com solos de outras regiões (quadro 2) verifica-se que as rochas basálticas produzem solos com teores mais elevados que os demais, exceto para os de tufos vulcânicos. Os teores nos demais solos de São Paulo são comparáveis aos de outras regiões, de mesma origem geológica.

As quantidades de MnO são baixas e distribuem-se homogênea-mente por todo o perfil.

O teor solúvel em HNO_3 0,01 não permite que se tirem conclusões; em geral o teor é muito baixo, decrescendo com o aumento de profundidade do perfil.

CHEMICAL COMPOSITION OF SOME SÃO PAULO SOILS
II — PHOSPHORUS AND MANGANESE

SUMMARY

The phosphorus content in some soils of São Paulo State was studied in total form and fraction soluble in H_2SO_4 0.05 N and in the solution $(COOH)_2$ 0.25 N (COOK)₂ 0.75 N. The profiles were chosen according to their petrographic origins (21).

In the total P_2O_5 , the soils were grouped in arbitrary classes, and it shows that sandstone soils have the lowest content and diabase, the highest. Relating the data with the study of diabase decomposition, it seems that the P_2O_5 increases during rock weathering and is maintained in the profile.

Comparing São Paulo soils with others with same geological origins but submitted to different climates, the content of total P_2O_5 is approximate the same. The diabase soils of São Paulo, called "terra-roxa", have a higher content in total phosphorus than other soils. Probably soils with the same origin, have a high content in this element since P_2O_5 is closely related to rock-mother and not to climate.

The total phosphorus content in the profile is somewhat uniform with a small increase at surface.

Soluble phosphate decreases with depth and its content is low as compared with the total one. The 0.05 N H_2SO_4 extracts less phosphate than the oxalate method.

Studying the MnO , the data show that our soils have low content and follow the same trend of other soils with similar origin.

The manganese extracted with HNO_3 0,01 N is too small for any conclusions except that it decreases with depth.

LITERATURA CITADA

1. AGAFONOFF, M. V. Les types des sols de France. Soil Res. 1:67-89. 1928.
2. ——— Sur quelques sols rouges et Bienhoa de l'Indochine. Soil Res. 2:184-196. 1930/31.
3. ——— Sur quelques sols latéritiques rouges et jaunes du Brésil. Soil Res. 3:13-20. 1932/33.
4. ANDERSON, M. S. & BYERS, H. G. Character of the colloidal materials in the profiles of certain major soil groups. Washington, U.S. Dept. Agric., 1931. 24 p. (Techn. Bull. n.º 228)
5. BROWN, I. C. & BYERS, H. G. The chemical and physical properties of dry-land soils and of their colloids. Washington, U.S. Dept. Agric., 1935. 56 p. (Techn. Bull. n.º 502)
6. CATANI, R. A. & GALLO, J. R. A extração do manganês e suas formas de ocorrência em alguns solos do Estado de São Paulo. Bragantia 11:[255]-266. 1951.
7. ——— & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto agrônomo, 1955. 29 p. (Boletim n.º 69)
8. ——— & GARGANTINI, H. Extração do fósforo do solo pelo método de Neubauer e por métodos químicos. Bragantia 13:[55]-62. 1954.
9. COMEL, A. Le terre rosse degli antiplan della Tripolitania. Soil Res. 3:126-132. 1932/33.
10. GOLLAN, J. (jr.) & LACHAGA, D. Beitrag zum Studium der Boeden der Provinz Santa Fé (Argentinien). II. Spezieller Teil. Soil Res. 7:130-162. 1940/42.

11. GOURBOUNOV, N. I. Composition mineralogique des Krasnozems. Communication au Ve. Congrès International de la Science du Sol. Moscou, Éditions de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., 1954. p. 29-50.
12. HARADA, M. Volcanic soils from the province of Tottori in Japan. Soil Res. 3:147-162. 1932/33.
13. HARRIZON, J. B. The katamorphism of igneous rocks under humid tropical conditions. Harpenden, Imperial Bureau of Soil Science, [1933 ?]. p. 13, 17 e 62.
14. HOUGH, G. J. & BYERS, H. Chemical and physical studies of certain Hawaiian soil profiles. Washington, U.S. Dept. Agric., 1937. 26 p. (Techn. Bull. n.º 584)
15. JOFFRE, J. S. Pedology. New Jersey, Rutgers University Press, 1936. p. 220 e 223.
16. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., QUEIROZ, M. S. & KÜPPER, A. Contribuição ao estudo dos métodos analíticos e de extração para a caracterização química dos solos do Estado de São Paulo. In Reunião brasileira de Ciência do Solo, 1.ª, Rio de J., 1947. Anais. Rio de Janeiro, Soc. bras. Sci. Solo, 1950. p. [79]-108.
17. ——— & NASCIMENTO, A. C. Diabásios e seus produtos de decomposição. Trabalho apresentado ao VI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Salvador, Bahia, 1957. [Não publicado]
18. PRESCOTT, J. A. The soil zones of Australia. Soil Res. 3:133-146. 1932/33.
19. REIFENBERG, A. The soils of Palestina. Londres, Thomas Murby & Co., 1938. p. 24, 25, 35, [71], 72.
20. SENSTIUS, M. W. Agro-geological studies in the tropics. I. High altitudes of the oriental tropics. Soil Res. 2:10-56. 1930/31.
21. VERDADE, F. C. Composição química de alguns solos do Estado de São Paulo. I. Elementos K, Na, Ca e Mg. Bragantia 19:[547]-565. 1960.