

Setembro e Outubro de 1973

VOL. XX

N.º 111

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

FORMAS DE POTÁSSIO E ESTABELECIMENTO DE NÍVEL CRÍTICO PARA
ALGUNS SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. III - POTÁSSIO NÃO

TROCÁVEL*

José Mário Braga
Moacir O.C. Brasil Sobrinho**

1. INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos têm evidenciado que o vegetal pode absorver potássio do solo de outra forma que não a solúvel e a trocável (1, 7, 8, 9, 21, 24). O fenômeno tem sido explicado pelo equilíbrio entre as formas de potássio existentes no solo. Este equilíbrio é conceituado como capacidade de suprimento de potássio (10, 19, 25, 29).

A forma não trocável é avaliada por reagentes químicos ou por métodos biológicos. Quando se trabalha com reagentes químicos, outros fatores podem condicionar a quantidade de potássio extraído, como o tamanho das partículas do solo, quantidade de minerais primários no solo, umidade no solo, temperatura de reação e propriedades físico-químicas do próprio solo (11, 14, 15, 16, 17, 18, 20).

ROUSE e BERTRAMSON (22) foram os primeiros a usar extrator químico (ácido nítrico 1N, a quente) para determinar o poder de suprimento de potássio dos solos. Eles usaram o mesmo reagente que WOOD e DeTURK (31) empregaram para determinar o potássio fixado. As quantidades obtidas com este reagente correlacionaram significativamente com o crescimento vegetal (4, 21, 22, 26, 27, 28).

SCHMITZ e PRATT (23) usaram o mesmo extrator e, correlacio-

Aceito para publicação em 27-7-1973.

* Esta pesquisa foi, em parte, financiada pelo Conselho Nacional de Pesquisas.

** Professores Adjuntos, respectivamente, da Universidade Federal de Viçosa e da Universidade de São Paulo.

nando com o crescimento relativo de vegetais, obtiveram valores significativos.

HUNTER e PRATT (12) propuseram o uso de ácido sulfúrico em três concentrações diferentes, para a determinação do poder de suprimento de potássio, baseados na premissa de que: (a) a acidez que confere ao meio é suficiente para provocar a ruptura das estruturas dos minerais primários e secundários; (b) o ácido sulfúrico é bastante dissociável em água; (c) o ácido sulfúrico pode provocar a oxidação intensa da matéria orgânica; (d) o calor de oxidação auxilia na ruptura dos minerais.

Usando o ácido sulfúrico, estes mesmos pesquisadores encontraram correlação com teores de potássio obtido com ácido nítrico 1N, a quente. Também, os trabalhos de KHANNA e DATTA (13) mostram que o ácido sulfúrico na concentração de 6N, uma das usadas por HUNTER e PRATT (12) é mais aconselhável para as condições da Índia.

O presente trabalho teve como objetivos: obter dados sobre o potássio não trocável em solos do Estado de Minas Gerais; estudar sua relação com o potássio sob as formas solúvel, trocável e disponível; estabelecer os níveis críticos para cada extrator de potássio não trocável.

2. MATERIAL E MÉTODO

Usaram-se as mesmas amostras de solos utilizados por BRAGA e BRASIL SOBRINHO (2, 3). Assim, as características físicas, químicas, tipos de solos, tipo de material argiloso, potássio disponível, potencial de potássio, potássio trocável e dados de vegetal (crescimento relativo, percentagem de potássio na parte aérea e potássio recuperado) constam daqueles trabalhos.

O potássio não trocável foi obtido usando-se o ácido nítrico e ácido sulfúrico. O ácido nítrico foi usado na concentração de 1N, a quente, por dez minutos, conforme a técnica de ROUSE e BERTRAMSON (22). O ácido sulfúrico foi usado em três concentrações diferentes: 10 ml e 1 ml de ácido sulfúrico concentrado, e ácido sulfúrico 6N, segundo a técnica de HUNTER e BRATT (12).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de potássio não trocável obtidos com os reagentes estudados encontram-se no quadro 1.

Nota-se que os teores de potássio variam conforme o extrator usado e, considerando um mesmo extrator, há variação dos teores de potássio entre os solos analisados, mercê da variação das condições dos solos, conforme acentua WILLIAMS (30).

Os teores de potássio não trocável obtido com os diferentes extractores mostram-se correlacionados uns com os outros, independentes da classe de solos em que foram divididas as amostras de solos. Muito embora os valores de r sejam todos significativos, a relação entre os teores de potássio obtidos com 10 ml de ácido sulfúrico e ácido sulfúrico 6N é o de maior valor.

Tomando os dados de potássio obtidos com ácido nítrico 1N como variável dependente, determinaram-se os coeficientes de regressão, considerando, como variável independentes, os dados de potássio obtidos com os outros extractores. Verificou-se,

comparando estes coeficientes, que a ordem de extração é: 10 ml de ácido sulfúrico, 1 ml de ácido sulfúrico e ácido sulfúrico 6N.

QUADRO 1 - Potássio não trocável, em ppm, obtido com ácido sulfúrico e com ácido nítrico 1N nos solos em estudo

Nº	Solo grande grupo	H_2SO_4			HN_3 1N
		10 ml	1 ml	6N	
1	LVE*	74,90	43,70	40,60	64,00
2	"	116,00	87,40	70,90	160,00
3	"	183,30	106,10	88,90	208,00
4	"	210,60	177,80	154,40	224,00
5	"	63,90	54,60	43,70	144,00
6	"	39,00	20,30	20,30	128,00
7	LVA**	149,80	99,80	107,60	240,00
8	"	105,60	92,00	70,20	106,00
9	"	304,20	74,90	60,80	164,00
10	"	702,00	446,90	368,20	624,00
11	PVA***	112,30	60,80	56,20	144,00
12	"	44,30	35,90	29,60	48,00
13	"	115,40	145,10	101,40	156,00
14	"	429,00	209,40	184,00	288,00
15	"	288,60	110,80	85,80	144,00
16	""	655,20	254,30	199,70	336,00
17	"	569,30	320,60	224,60	528,00
18	"	335,40	185,60	164,30	320,00
19	"	109,20	81,10	48,40	136,50
20	Hidro.	421,20	199,70	129,50	352,00

* LVE - Latossolo Vermelho Escuro

** LVA - Latossolo Vermelho Amarelo

*** PVA - Podzólico Vermelho Amarelo

Os teores de potássio não trocável correlacionaram, significativamente, com os teores de potássio trocável, em todas as classes de solo, com exceção dos latossolos vermelho escuro. Os maiores valores de coeficiente de correlação foram obtidos com os teores de potássio na extração com 1 ml de ácido sulfúrico e ácido sulfúrico 6N. Na análise de regressão também foram obtidos dados que mostram alta relação entre as variáveis, muito embora os coeficientes obtidos sugiram que o poder de extração com 1 ml de ácido sulfúrico seja 1,65 vezes maior que o do acetato de amônio 1N. Mas, quando se analisaram os solos sem a presença de ilita no material argiloso, a relação entre os coeficientes veio a 1,092, o que mostra a presença de potássio, principalmente na forma orgânica, neste tipo de solo.

Quando se estudou a relação entre os teores de potássio não trocável e os de potencial de potássio, os coeficientes de correlação foram significativos, com exceção apenas quando se

usou 10 ml de ácido sulfúrico como extrator.

Os teores de potássio disponível e os de potássio não trocável mostram-se correlacionados, significativamente, em todos os solos, independentemente da classe de solos, mas o valor de r se modificou, chegando a ser não significativo, quando houve separação dos solos pelo tipo de material argiloso.

Dos extractores de potássio não trocável, com 1 ml de ácido sulfúrico e ácido sulfúrico 6N são aqueles que mostraram ser mais fracos, e mostraram coeficientes de regressão mais próximos à unidade quando se estudou a relação com a forma trocável. Estes extractores foram tomados como base no estudo de regressão com o potássio disponível, tendo sido obtidos os dados apresentados no quadro 2.

QUADRO 2 - Análise de regressão do potássio não trocável e potássio disponível obtido com os extractores Bray 2, Bray 1, HNO₃ 0,05N, Mehlich 1:10 e 1:4 H₂SO₄ 0,05N e extrator de Morgan

H ₂ SO ₄ (1 ml)	R ²	Equação
Bray 2	0,9017**	$Y = 1,70x - 23,410$
Bray 1	0,8078**	$Y = 1,466x - 20,000$
HNO ₃ 0,05N	0,9126**	$Y = 1,236x - 4,157$
Mehlich 1:10	0,8341**	$Y = 1,114x - 25,607$
H ₂ SO ₄ 0,05N	0,7867**	$Y = 1,153x - 25,631$
Morgan	0,9152**	$Y = 0,656x - 24,600$
Mehlich 1:4	0,9304**	$Y = 1,693 - 33,010$
<hr/>		
H ₂ SO ₄ (6N)		
Bray 2	0,9294**	$Y = 0,944x - 20,080$
Bray 1	0,8430**	$Y = 0,190x - 18,140$
HNO ₃ 0,05N	0,9243**	$Y = 0,988x - 3,466$
NC 1:10	0,8168**	$Y = 0,878x - 18,670$
H ₂ SO ₄ 0,05N	0,8906**	$Y = 0,908x - 18,560$
Morgan	0,8906**	$Y = 0,514x - 21,370$
NC 1:14	0,9059**	$Y = 1,328x - 23,890$

** Significativo a 1%.

Nota-se que o potássio extraído com o ácido sulfúrico 6N se aproxima mais dos teores de potássio disponível obtidos com os diferentes extractores, chegando, em alguns casos, a ser unitária a relação. Estes dados sugerem a possibilidade de avaliação de formas não trocáveis com extractores de potássio disponível. Corroboram com esta ideia os valores altamente significativos encontrados entre potássio não trocável e crescimento relativo do vegetal, como se nota pelo quadro 3.

QUADRO 3 - Coeficiente de correlação linear mostrando a relação entre dados de K não trocável e o crescimento relativo vegetal

Extrator	Crescimento relativo
H ₂ SO ₄ 10 ml	0,622**
H ₂ SO ₄ 1 ml	0,597**
H ₂ SO ₄ 6N	0,557**
HN ₃ 1N	0,518**

** Significativo a 1%.

Os níveis críticos encontrados para os extractores (figura 1, 2 e 3) foram: 44 ppm para o ácido sulfúrico 6N, 55 ppm para ácido sulfúrico 1 ml e 75 ppm para ácido sulfúrico 10 ml (2, 3). BRAGA e BRASIL SOBRINHO (2, 3) estabeleceram, para estes mesmos solos, níveis críticos para potássio "disponível" e potássio trocável. Comparando os níveis encontrados naqueles trabalhos com os deste, nota-se que o nível crítico encontrado para ácido sulfúrico 6N não difere do nível crítico, quando se usou o extrator de Mhlich (H₂SO₄ 0,026N + HC1 0,05N) e o ácido nítrico 0,05N. Também o nível crítico encontrado para o ácido sulfúrico (1 ml) é igual ao nível crítico obtido para potássio trocável e para potássio "disponível", usando os extractores Bray 1 e Mehlich na relação 1:10. O nível crítico, usando 10 ml de ácido sulfúrico é superior aos níveis críticos obtidos com outros extractores.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com a finalidade de obter dados sobre o potássio na forma não trocável e estudar as relações entre os teores obtidos nesta forma e nas formas potencial, trocável e disponível, e também a determinação do nível crítico para os diferentes extractores, tomaram-se vinte amostras de solo (nove Podzólicos vermelho amarelo; seis Latossolos vermelho escuro; quatro Latossolos vermelho amarelo e um Hidromórfico).

O potássio não trocável foi obtido usando ácido sulfúrico concentrado e ácido nítrico 1N, a quente. O ácido sulfúrico foi usado em três diferentes concentrações.

Os dados obtidos permitiram concluir:

1) Os teores de K não trocável variaram conforme o extrator usado, classe de solo e qualidade do material argiloso.

2) Os teores de potássio não trocável e os teores de potássio "disponível", trocável e potencial de K correlacionaram significativamente entre si, independentemente da classe de solos. Os extractores ácido sulfúrico 1 ml e ácido sulfúrico 6N equivaleram aos teores de potássio "disponível" e potássio trocável.

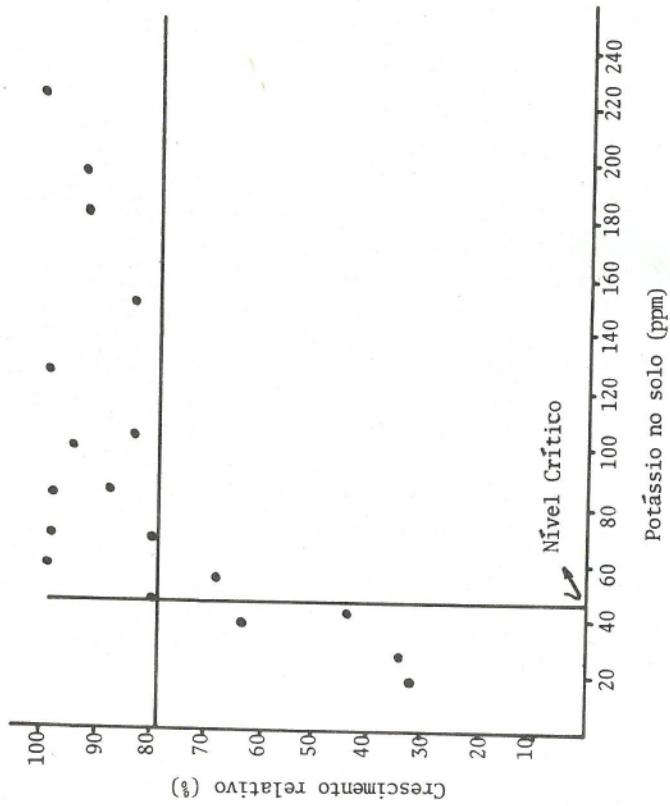


FIGURA 1 - Determinação do nível crítico de potássio não trocável (extrator H₂SO₄), pelo método de CATE e NELSON (5).

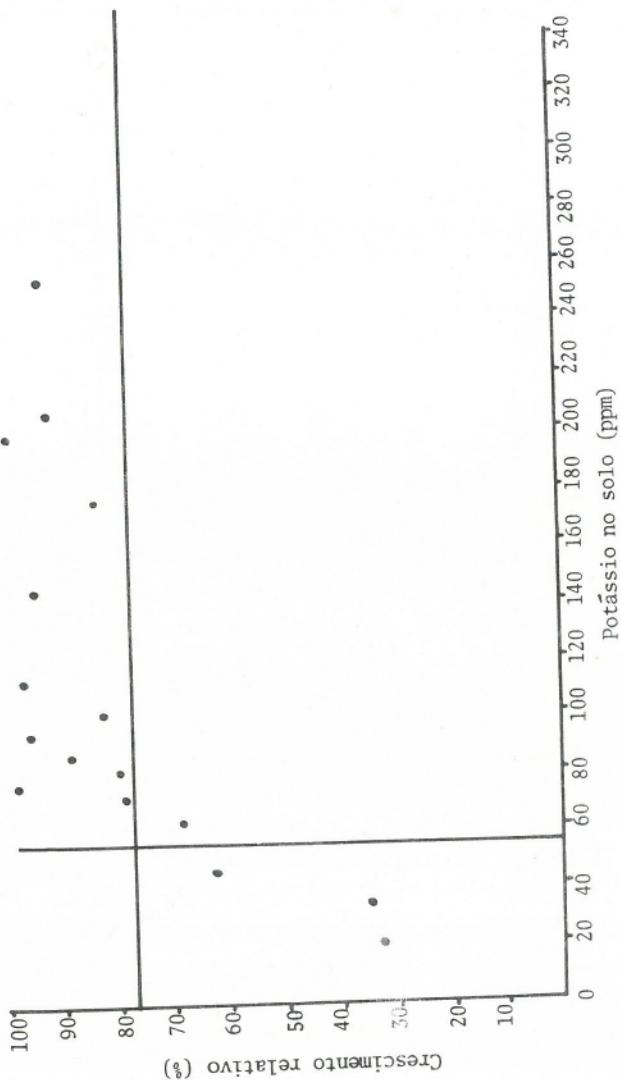


FIGURA 2 - Determinação do nível crítico de potássio não trocável (extrator 1 ml de H₂SO₄) , pelo método de CATE e NELSON (5).

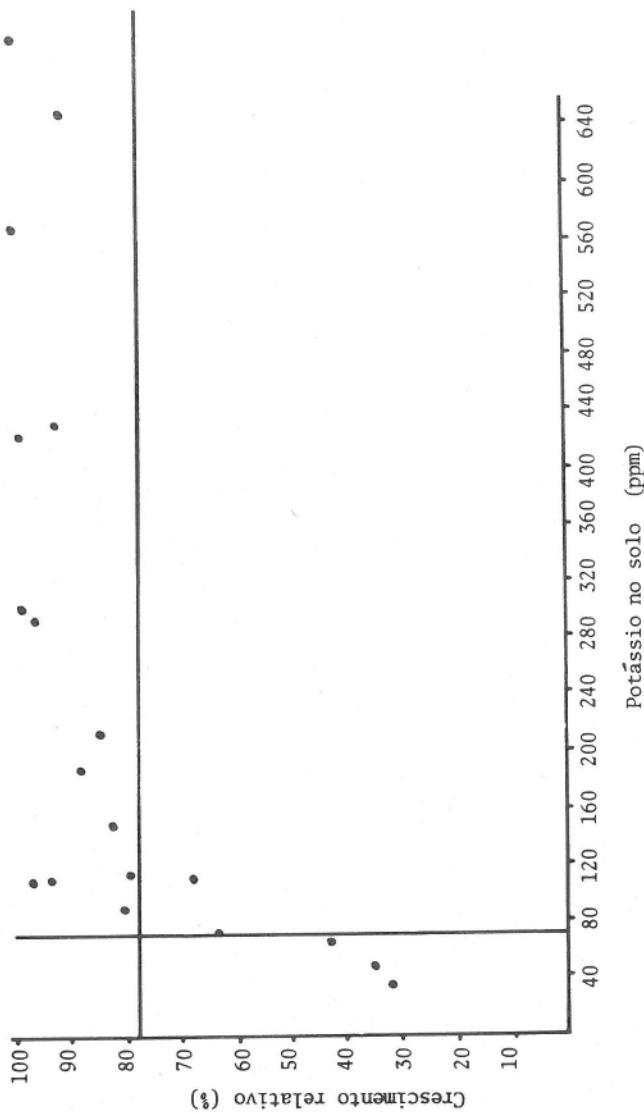


FIGURA 3 - Determinação do nível crítico de potássio não trocável (extrator 10 ml de H_2SO_4), pelo método de CATE e NELSON (5).

3) Os teores de potássio não trocável correlacionaram significativamente com o crescimento relativo.

4) Os níveis críticos encontrados com o uso dos extractores de potássio não trocável foram de 44 ppm para ácido sulfúrico 6N, 55 ppm de K para 1 ml de ácido sulfúrico e 75 ppm para 10 ml de ácido sulfúrico.

5. SUMMARY

The objective of this study was to obtain data regarding the non-exchangeable form of potassium and to study the relationships between this data and the potential, exchangeable and available forms of potassium. The critical levels for the various extractants was also determined. Twenty different soils were used for the study consisting of nine red-yellow podzolic, six dark red latosols, four red-yellow latosols and one hydromorfic.

The non-exchangeable potassium was obtained by using concentrated sulfuric acid and hot 1N nitric acid. The sulfuric acid was used in three different concentrations.

The results obtained permit the following conclusions:

1. The levels of non-exchangeable potassium varied as a function of the extractant used, soil class and type of clay material.

2. The levels of non-exchangeable potassium correlated with the levels of available, exchangeable and potential potassium regardless of soil class. The sulfuric acid extractants (6N and 1 ml) did not lower excessively, the levels of available and exchangeable potassium.

3. The critical levels obtained, using the extractants for non-exchangeable potassium, were 44 ppm for 6N sulfuric acid 55 ppm for 1 ml sulfuric acid, and 75 ppm for 10 ml sulfuric acid.

6. LITERATURA CITADA

1. ARNOLD, P.W. & CLOSE, B.M. Release of non exchangeable potassium from some British soil cropped in the glasshouse. *J. Agric. Sci.* Cambridge 57: 295-304. 1961.
2. BRAGA, J.M. & BRASIL SOBRINHO, M.C.O. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos do Estado de Minas Gerais. I: Potássio Disponível. *Rev. Ceres*, Viçosa, 20 (104): 53-64. 1973.
3. BRAGA, J.M. & BRASIL SOBRINHO, M.C.O. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos do Estado de Minas Gerais. II: Potencial de Potássio e Potássio Trocável. *Rev. Ceres*, Viçosa, 20 (109): 137-147. 1973.
4. BRELANO, H.L., BERTRAMSON, B.R. & BORLANO, J.W. Potassium supplying power of several Indiana soils. *Soil Sci.*, Baltimore, 70: 237-247. 1950.

5. CATE, R.B. & NELSON, L.A. Um método rápido para correlação de análises de testes de solo com dados de reações das plantas. NCSU, Raleigh, 1965, 13 p. (Int. Soil Testing Program, Bull. nº 1).
6. CATE, R.D. & NELSON, L.A. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 35: 658-660. 1971.
7. CHANDLER, R.F., PEECH, M. & CHANG, C.W. The release of exchangeable and non exchangeable potassium from different soils upon cropping. *J. Amer. Soc. Agron.*, Madison, 37: 709-721. 1945.
8. EVANS, C.E. & ATTOE, O.J. Potassium supplying power of virgin and cropped soils. *Soil Sci.*, Baltimore, 66: 323-334. 1948.
9. GARMAN, W.L. Potassium release characteristics of several soils from Ohio and New York. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 21: 52-58. 1957.
10. GREWALL, J.S. & KANWAR, J.S. Forms of potassium in Punjab soils. *J. Indian Soc. Sci.*, N. Delhi, 14: 63-67. 1966.
11. HOOVER, C.D., JONES, V.S. & GHOLSTON, L.E. Release of non exchangeable potassium as influenced by weathering, soil reaction and potassium fertilization. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 21: 505-598. 1957.
12. HUNTER, A.H. & PRATT, P.F. Extraction of potassium from soils by sulfuric acid. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 21: 505-598. 1957.
13. KHANNA, P.K. & DATTA, N.P. Cantidad de potasio facilmente intercambiable en el suelo, afectado por los cambios de humedad y las condiciones de temperatura. *Rev. de la Potasa*, Berna, 5: 1-17. 1968.
14. McELEM, H.B. & MATHEWS, B.C. Rate of non-exchangeable potassium by Ontario soil in relation to natural soil characteristics and management practices. *Canadian Jour. Soil Sci.*, 38: 36-43. 1958.
15. MacLEAN, A.J. Potassium supplying power of some Canadians soil. *Canadian Jour. Soil Sci.*, 41: 196-206. 1961.
16. MARIN MORALES, G.A. MADING & S. LUNGS VILLAGE; Potassium supplying power of various Colombian soils. *Agricultura Trop.*, Colombia, 23: 88-101. 1957.
17. PEARSON, R.W. Potassium supplying power of eight Alabama soils. *Soil Sci.*, Baltimore, 74: 301-309. 1952.

18. PEECH, M. & BRADEFIELD, R. The effect of lime and magnesia on soil potassium and on the absorption of potassium by plants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 55: 37-48. 1943.
19. POPE, A. & CHENEY, H.B. The potassium supplying power of several western Oregon soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 21: 75-79. 1957.
20. PRATT, P.F., SIMON, R.H. & VOLK, G.V. Release of potassium from non exchangeable forms in relation to soil reaction. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 20: 190-192. 1958.
21. REITEMEIER, R.F. The chemistry of soil potassium. *Adv. in Agron.*, New York, 3: 113-164, 1951.
22. ROUSE, R.D. & BERTRAMSON. Potassium availability in several Indiana soil. Its nature and methods of evaluation. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 14: 113-123. 1949.
23. SCHMITZ, G.W. & PRATT, P.F. Exchangeable and non exchangeable potassium as indexes to yields increases and potassium absorption by corn in the greenhouse. *Soil Sci.*, Baltimore, 76: 345-353. 1953.
24. SMITH, J.A. & MATTEWS, B.C. Release of potassium by 18 Ontario soils during continuous cropping in the greenhouse. *Canadian Jour. Soil Sci.*, 37: 1-10. 1957.
25. STEWART, E.H. & VOLK, N.J. Relation between potash in soils and not extracted by plants. *Soil Sci.*, Baltimore, 61: 125-130. 1946.
26. SUTTON, P. & SEAY, W.A. Relationship between the potassium removed by millet and red clover and the potassium extracted by 4 chemical methods from 6 Kentucky Soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 22: 110-114. 1958.
27. VASCO DA GAMA, M. Liberação e duração do potássio nalguns solos. *Agronomia Lusitana*, Lisboa, 29: 99-115. 1967.
28. WIESE, R.A. *Soil properties and chemical methods relating the availability of potassium in selected southeastern Piedmont and Mountain soils*, North Carolina University, Raleigh, 1961, 137 p (Ph.D. Thesis).
29. WILKLANDER, L. Forms of potassium in the soil. In: *Potassium Symposium*. Berna, International Potash Institute, 1954. p. 109-121.
30. WILLIAMS, E. G. Chemical soils test as and aid to increased productivity. In: *International Soil Conference*, New Zealand, 1962. 15 p.

31. WOOD, L.T. & DeTURK, E.E. Absorption of potassium in soils
in nonexchangeable forms. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*,
Madison, 5: 152-161. 1940.