

DEPLEÇÃO DE FORMAS DE POTÁSSIO DO SOLO AFETADA POR CULTIVOS SUCESSIVOS⁽¹⁾

João Kaminski⁽²⁾, Gustavo Brunetto⁽³⁾, Diovane Freire Moterle⁽⁴⁾ & Danilo dos Santos Rheinheimer⁽⁵⁾

RESUMO

A absorção de K pelas plantas, em geral, é maior que a quantidade inicial de K trocável, indicando que formas não-trocáveis contribuem no suprimento deste nutriente às plantas. O trabalho objetivou avaliar a depleção de formas de K por cultivos sucessivos em um solo com textura superficial arenosa, com ou sem histórico de adubação potássica. O experimento foi realizado na casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Amostras superficiais (0-0,10 m) de um Argissolo Vermelho distrófico arênico, sem ou com histórico de adubação potássica, foram submetidas à aplicação total de 0, 90 e 270 mg kg⁻¹ de K e a cinco cultivos sucessivos com plantas em vasos. Na colheita, a parte aérea das plantas foi cortada rente à superfície do solo e seca em estufa, sendo determinados a matéria seca e o K. Uma amostra de solo na camada de 0-10 cm foi coletada, seca, moída e passada em peneira de malha de 2 mm; a extração do K trocável foi feita pelo extrator Mehlich-1; do K não-trocável, pelo tetrafenil de sódio (Na-TFBo) e HNO₃ 1 mol L⁻¹ fervente; e do K total, pelo HF. A capacidade de suprimento de K do solo às plantas depende mais de suas características próprias que do seu histórico de adubação potássica. A absorção de K pelas plantas desencadeia um processo contínuo de depleção de diferentes formas de K, a qual é mais acentuada quando os teores de K disponíveis são mais baixos.

Termos de indexação: adubação potássica, formas de potássio, extratores de potássio.

⁽¹⁾ Trabalho realizado com recursos do CNPq e FAPERGS. Recebido para publicação em julho de 2006 e aprovado em junho de 2007.

⁽²⁾ Professor colaborador do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/CCR. Caixa Postal 221, CEP 97105-900 Santa Maria (RS). Bolsista do CNPq. E-mail: jk@smail.ufsm.br

⁽³⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFSM. Bolsista do CNPq. E-mail: gustavobrunetto@hotmail.com

⁽⁴⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: diovaneagro@hotmail.com

⁽⁵⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Bolsista do CNPq. E-mail: danilo@smail.ufsm.br

SUMMARY: DEPLETION OF SOIL POTASSIUM FORMS AS AFFECTED BY SUCCESSIVE CULTIVATION

Potassium uptake by plants is generally higher than the initial amount of exchangeable potassium, indicating that non-exchangeable potassium forms participate in supplying plants with this nutrient. The objective of this study was to evaluate the potassium depletion by successive cultivations in a sandy-textured soil, with and without potassium fertilization in the past. The greenhouse experiment was carried out at the Universidade Federal de Santa Maria, in southern Brazil. Samples (0–0.10 m) of a Typic Hapludalf, without and with previous potassium fertilization, in pots, received doses of 0, 90 and 270 mg kg⁻¹ of potassium and were cultivated for five successive crop cycles in pots. At each harvest, the shoot was cut at the soil surface and a soil sample taken from the 0–10 cm layer. The shoot was oven-dried, weighed and the potassium concentration determined. The soil was oven-dried and exchangeable potassium extracted by Mehlich-1; non-exchangeable potassium by NaBPh₄, and boiling 1 mol L⁻¹ HNO₃; and total potassium by HF. The capacity of the soil to provide plants with potassium depends more on the soil characteristics themselves than on the previous sequence of potassium fertilization. Potassium uptake by plants triggers a continuous depletion process of potassium in different forms in the soil; potassium depletion is more marked when the available potassium concentration is lower.

Index terms: potassium fertilization, potassium forms, potassium extractors.

INTRODUÇÃO

Nas formulações de fertilizantes, geralmente o K aparece como nutriente obrigatório, respaldado pelo paradigma de que os teores de K trocável no solo são pequenos e é necessário preservá-los com adubações potássicas, a fim de manter os teores desse nutriente satisfatórios no solo e suficientes para o desenvolvimento das plantas.

Entretanto, em trabalhos realizados na região Sul do Brasil têm-se encontrado baixas respostas das culturas à adição de fertilizantes potássicos (Borkert et al., 1993; Scherer, 1998; Brunetto et al., 2005), mesmo em solos com teor de K trocável considerado médio ou baixo (Veduin, 1994). Isso tem sido atribuído à contribuição de formas de K não-trocáveis (Silva et al., 1995; Meurer et al., 1996; Melo et al., 2004), pois, como os mecanismos que controlam a absorção de K nas plantas superiores são eficientes, principalmente em baixas concentrações na solução do solo, resulta em forte gradiente químico em direção à rizosfera (Gommers et al., 2005), criando um ambiente favorável à liberação do K de formas não-trocáveis. Por isso, o suprimento é tamponado pelas formas de K trocáveis, adsorvidas com baixa energia em ligação nos sítios de troca, e pelas formas de K não-trocáveis, adsorvidas com alta energia de ligação nos sítios de troca, contidas nas entrecamadas dos argilominerais ou em minerais primários. No entanto, essa situação pode comprometer a preservação dessas formas no solo, provocando, inclusive, alterações em fases de minerais que contêm K, como observado por Bortoluzzi et al. (2005). Portanto, é importante compreender a dinâmica da disponibilidade de K para poder planejar programas de adubação.

A contribuição de diferentes formas de K às plantas tem sido estimada por cultivos sucessivos com plantas (Oliveira et al., 1971; Mielniczuck & Selbach, 1978; Patella, 1980; Rosolem et al., 1988; Silva & Meurer, 1988; Nachtigall & Vahl, 1991b; Meurer & Anghinoni, 1993; Rosolem et al., 1993; Melo, 1998) e com o uso de extratores químicos (Nachtigall & Vahl, 1989; Nachtigall & Vahl, 1991a; Meurer et al., 1996; Castilhos & Meurer, 2002). No entanto, são escassos os estudos sobre a contribuição dessas formas na nutrição mineral de plantas em solos com textura superficial arenosa e com histórico de adubação potássica, inclusive na sua composição química, quando há adições frequentes.

O presente trabalho objetivou avaliar a depleção de formas de K por cultivos sucessivos em um solo com textura superficial arenosa, com ou sem histórico de adubação potássica.

MATERIAL E MÉTODOS**Solo utilizado**

Neste trabalho foram usadas amostras de solo coletadas em um experimento de longa duração, localizado no Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, RS. O clima da região é Cfa, segundo classificação de Köppen, com precipitação pluvial média anual de 1.769 mm e temperatura média anual de 19,2 °C. O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (Embrapa, 1999), com textura franco arenosa e substrato arenito da Formação Santa Maria.

O experimento que teve seu solo amostrado foi instalado em 1991, para avaliar a resposta das culturas ao K nativo e adicionado, em campo natural, conduzido sob sistema cultivo convencional, com retirada da palha das culturas, até 1996; a partir de então, foi adotado o sistema plantio direto. Na instalação, foi adicionado calcário dolomítico para elevar o pH do solo a 6,0 e foram aplicados os tratamentos, que se constituíram de quatro doses de K (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O) em parcelas de 16 x 6 m. No segundo cultivo de verão, a parcela foi dividida em quatro subparcelas (4 x 6 m), adicionando-se 60 kg ha⁻¹ de K₂O em três delas. No terceiro cultivo, aplicou-se a mesma dose em duas subparcelas e, no quarto, adicionou-se K somente em uma. No quinto (1995) e no nono ano (1999) foram reaplicadas as doses iniciais na parcela e, a partir do sexto e décimo anos, a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O nas subparcelas. As culturas utilizadas no experimento foram soja, nas safras de 91/92, 92/93, 93/94, 94/95, 95/96, 96/97, 97/98 e 02/03; milho, nas safras de 99/00 e 01/02; sorgo, na safra de 00/01; aveia-preta, no inverno de 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97 e 99; e aveia + ervilhaca, no inverno de 00 e 01. O solo permaneceu em pousio no inverno de 1998 e na safra de 98/99.

Em maio de 2003, foram coletadas amostras de solo da camada de 0–10 cm do tratamento que nunca recebeu a aplicação de K (K0) e da subparcela com aplicação máxima de K₂O (K60). Os dois solos apresentavam os seguintes atributos: argila: 190 g kg⁻¹; silte: 240 g kg⁻¹; areia: 570 g kg⁻¹; MO: 17 g kg⁻¹; pH em água: 5,2; Ca + Mg trocáveis: 3,5 cmol_c dm⁻³; alumínio trocável: 0,60 cmol_c dm⁻³; P disponível: 3,2 mg kg⁻¹; e teor de K: 46 e 64 mg kg⁻¹.

Descrição do experimento

As amostras dos tratamentos K0 e K60, depois de coletadas, foram secas ao ar, passadas em peneira de malha de 2 mm e fertilizadas, em mg kg⁻¹, com N = 90, P = 150, S = 15, Cu = 4,5, Mo = 0,15, Zn = 7,5 e B = 4,5. Em seguida, três quilogramas de solo foram acondicionados em vasos com 22 cm de diâmetro e 17 cm de altura e irrigados até atingir 80 % da capacidade de campo, que foi mantida até o final do experimento em casa de vegetação, com reposição diária, determinada por pesagem.

A cada grupo de vasos (K0 e K60) foram aplicados os tratamentos, em quadruplicata, que se constituíram de doses de 0, 10 e 30 mg kg⁻¹ de K antecedendo os três primeiros cultivos e 0, 30 e 90 mg kg⁻¹ antes do quarto e quinto cultivos, totalizando a aplicação de 0, 90 e 270 mg kg⁻¹. Cada vaso foi considerado uma unidade experimental. A seqüência de cultivos no período de junho de 2003 a abril de 2004 foi a seguinte: aveia-preta, trigo, soja, milho e feijão-de-porco, em casa de vegetação. Antes de cada plantio, as sementes foram tratadas com fungicida e inseticida, inoculadas com rizóbio específico, quando leguminosas, e pré-germinadas em laboratório até a emissão da radícula.

A casa de vegetação não possuía controle automático de temperatura, porém foi realizado o controle parcial, com ventilação do ambiente e nebulização nos dias mais quentes. Os vasos nas mesas da casa de vegetação, semanalmente, foram submetidos a rodízio, para evitar luminosidade desuniforme nas plantas.

As plantas foram colhidas com aproximadamente 50 dias após a emergência (DAE). Na colheita, a parte aérea das plantas foi cortada rente à superfície do solo e coletada uma amostra de solo na camada de 0–10 cm. A parte aérea das plantas foi seca em estufa com ar forçado a 65 °C até peso constante, pesada, para determinação da matéria seca, moída e armazenada. O solo foi seco em estufa com ar forçado a 55 °C, moído, passado em peneira de malha de 2 mm e armazenado.

Análises químicas

Nas amostras de tecido da parte aérea das plantas foi determinado o K absorvido, segundo método proposto por Tedesco et al. (1995). Nas amostras de solo iniciais e após os cultivos, foram extraídos o K trocável, pelo extrator Mehlich-1 (Tedesco et al., 1995); o K não-trocável, pelo extrator trefenilborato de sódio, Na-TFBo (Cox et al., 1996) e ácido nítrico 1 mol L⁻¹ fervente (Pratt, 1965); e o K total, pelo ácido fluorídrico (Helmke & Sparks, 1996).

Análises estatísticas

Os dados qualitativos foram submetidos à análise de variância e, quando os efeitos foram significativos, utilizou-se o teste de comparação de médias DMS, tomando por base os níveis de significância maiores que 95 % (p < 0,05). Aos resultados quantitativos, quando da significância dos efeitos apontados pela análise de variância, foram ajustadas equações de regressão. Para escolha das equações, foram testados os modelos linear e quadrático pelo teste F, escolhendo-se aquele com significância maior que 95 % (p < 0,05); no caso de os dois serem significativos, optou-se pelo modelo de maior grau. Além disso, foram realizadas análises de correlação linear simples de Pearson entre os dados de absorção de K pelas plantas e os teores de K estimados pelos métodos de análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca da parte aérea das plantas do segundo, quarto e quinto cultivos aumentou de forma quadrática com a aplicação das doses de K no tratamento K0 (Quadros 1 e 2). No tratamento K60 isso ocorreu no primeiro, segundo e quarto cultivos (Quadros 1 e 2). Os teores de K na matéria seca foram sempre mais altos para as doses mais elevadas de K, independentemente do teor original do solo (K0 e K60), e manteve a similaridade entre os teores nas plantas e as doses adicionadas (Quadro 1). Nos tratamentos sem adição de K, os teores mais altos foram

Quadro 1. Produção de matéria seca e potássio na parte aérea de plantas submetidas à aplicação de potássio, nos cinco cultivos realizados em casa de vegetação

Dose de K ₂ O	Dose total de K aplicada	Cultivo ⁽¹⁾					DMS ⁽²⁾	CV	
		1	2	3	4	5			
	mg kg ⁻¹							%	
		Matéria seca, g vaso ⁻¹							
K0	0	4,38	1,60	4,62	6,62	12,24	0,76	9,89	
	90	4,40	3,62	5,10	9,62	13,46	1,09	11,55	
	270	4,72	4,30	4,60	11,12	14,38	0,84	8,18	
K60	0	4,86	2,32	5,30	9,18	13,62	0,82	8,76	
	90	5,06	3,92	5,52	10,90	12,80	0,78	7,81	
	270	5,60	4,34	5,28	11,88	13,84	1,02	9,44	
		K no tecido g kg ⁻¹							
K0	0	14,5	10,8	04,4	05,1	06,2			
	90	20,4	13,2	07,2	04,1	11,6			
	270	26,7	22,3	16,1	10,4	22,6			
K60	0	22,2	1,37	0,53	0,6	0,71			
	90	26,6	16,5	08,3	05,8	13,7			
	270	32,2	23,5	15,3	10,9	23,9			
		K acumulado, mg vaso ⁻¹							
K0	0	63,72	17,25	20,22	33,79	76,49	7,29	13,01	
	90	89,64	47,76	36,56	39,20	156,31	17,96	18,43	
	270	126,01	96,01	73,91	115,75	324,36	21,38	11,01	
K60	0	107,98	31,75	28,25	55,25	96,15	10,11	11,99	
	90	134,66	64,57	45,95	63,26	175,47	14,09	11,03	
	270	180,29	101,94	80,92	128,94	330,88	23,80	10,96	

⁽¹⁾ 1: aveia, 2: trigo, 3: soja, 4: milho e 5: feijão-de-porco. ⁽²⁾ Médias na linha com diferenças menores que o DMS não diferem entre si pelo teste de DMS ($\alpha = 0,05$).

encontrados onde o K original também era alto (K60): 107,98 mg/vaso; mesmo assim, foram mais baixos do que quando houve adições: 126,01 e 180,29 mg/vaso (Quadro 1). No tratamento 0 do K0 houve decréscimo nos teores de K das plantas à medida que se avançaram os cultivos, porém, como não se trata da mesma espécie, isso pode ser atribuído à capacidade de absorção de cada uma delas. Já a acumulação de K na parte aérea das plantas, nos cinco cultivos, aumentou de forma quadrática sempre que houve aplicação de K nos tratamentos principais: K0 e K60 (Quadros 1 e 2). Isso ocorre porque as plantas, em geral, possuem mais de um mecanismo de absorção de K, inclusive para teores mais altos no solo; por isso, elas absorvem quantidade acima de sua necessidade metabólica, que é acumulada em organelas da célula vegetal, caracterizando o consumo de luxo, como relatado por

Marschner (1998) e Gommers et al. (2005). A maior acumulação de K por vaso, verificada no feijão-de-porco, deve ser creditada à maior acumulação de matéria seca, porém mais altos teores de K ocorreram na matéria seca da aveia e do trigo, por causa de sua habilidade em absorver K acima de suas necessidades metabólicas, como também observado por Oliveira et al. (1971). Dessa forma, sempre que se adiciona K, a quantidade absorvida cresce e guarda pouca relação com o teor originalmente no solo.

O teor de K trocável estimado pelo extrator Mehlich-1 na testemunha dos dois tratamentos, K0 e K60, antes do cultivo, foi de 46 e 64 mg kg⁻¹, respectivamente (Quadro 3). Depois do primeiro cultivo esses teores diminuíram, aproximadamente, 50 %. Esse resultado está associado ao grande acúmulo de K no tecido da parte aérea da aveia (Quadro 1) e corrobora os da-

Quadro 2. Parâmetros das regressões ajustadas para as produções de matéria seca e potássio acumulado na parte aérea das plantas submetidas à aplicação de potássio, nos cinco cultivos realizados em casa de vegetação

Dose de K ₂ O	Cultivo	Parâmetro da regressão ⁽¹⁾			
		b ₀	b _{1x}	b _{11x²}	R ²
Matéria seca					
K0	1 ^{ns}				
	2	1,600	0,2580	-0,00560	0,93*
	3 ^{ns}				
	4	6,620	0,1070	-0,00633	0,81*
	5	12,240	0,0491	-0,00028	0,42*
K60	1	4,860	0,0176	0,00023	0,59*
	2	2,320	0,2063	-0,00463	0,83*
	3 ^{ns}				
	4	9,180	0,0710	0,00045	0,64*
	5 ^{ns}				
K acumulado					
K0	1	63,600	2,8900	-0,02700	0,91*
	2	17,400	3,2500	-0,0210	0,96*
	3	20,200	1,5033	0,00967	0,92*
	4	33,800	-0,1855	0,01218	0,88*
	5	76,400	2,6122	0,00159	0,97*
K60	1	107,800	2,8133	-0,01333	0,93*
	2	31,600	3,7433	-0,04633	0,96*
	3	28,200	1,7933	-0,00133	0,97*
	4	55,400	-0,0189	0,00929	0,98*
	5	96,450	2,6644	-0,00059	0,95*

⁽¹⁾ Média de quatro repetições. *: significativo a 5 % e ^{ns}: não-significativo.

Quadro 3. Potássio extraído na fração Mehlich-1, Na-TFBo, HNO₃ e HF no solo antes e após o cultivo

Dose de K ₂ O	Dose total de K aplicada	Método	Antes do cultivo	Cultivo ⁽¹⁾					DMS ⁽²⁾	CV	
				1	2	3	4	5			
	mg kg ⁻¹			mg kg ⁻¹						%	
K0	0	Mehlich-1	46	26	21	25	17	21	3,46	10,39	
		Na-TFBo	312	-	-	305	-	278	10,28	4,66	
		HNO ₃	247	-	-	143	-	127	15,91	6,70	
		HF	1.029	-	-	-	-	1134	80,14	2,00	
	90	Mehlich-1	-	29	24	29	23	32	4,60	12,64	
		Na-TFBo	-	-	-	321	-	313	11,68	2,52	
		270	Mehlich-1	-	33	32	43	29	35	4,77	10,62
			Na-TFBo	-	-	-	311	-	299	9,46	2,12
	K60	0	Mehlich-1	64	36	32	32	25	25	3,96	8,51
			Na-TFBo	395	-	-	386	-	353	14,47	2,76
			HNO ₃	303	-	-	192	-	165	9,18	3,03
			HF	1.189	-	-	-	-	1189	189,44	3,86
90		Mehlich-1	-	41	34	42	31	37	3,14	6,39	
		Na-TFBo	-	-	-	396	-	403	23,90	4,10	
		270	Mehlich-1	-	44	41	59	34	40	6,31	10,86
			Na-TFBo	-	-	-	429	-	406	13,30	2,18

⁽¹⁾ 1: aveia, 2: trigo, 3: soja, 4: milho e 5: feijão-de-porco. ⁽²⁾ Médias na linha com diferenças menores que o DMS não diferem entre si pelo teste de DMS ($\alpha = 0,05$).

dos obtidos por Nachtigall & Vahl (1991a) e Melo (1998). Nos demais cultivos, o teor de K trocável na testemunha dos dois solos permaneceu constante. Por sua vez, o teor de K não-trocável estimado pelo extrator Na-TFBo na testemunha dos solos K0 e K60, antes do cultivo, foi de 312 e 395 mg kg⁻¹, respectivamente; após o quinto cultivo esses valores diminuíram, aproximadamente, 80 %. Da mesma maneira, os teores de K extraído pelo extrator HNO₃ na testemunha dos tratamentos K0 e K60, que antes do cultivo eram de 247 e 303 mg kg⁻¹, ao final do quinto cultivo passaram para 127 e 165 mg kg⁻¹, respectivamente, diminuição de, aproximadamente, 50 %. O teor de K total do solo estimado pelo extrator HF foi pouco afetado pelos cultivos sucessivos (Quadro 3). Isso demonstra que o K estrutural, que contribui em maior quantidade que o K total, foi pouco acessível às plantas.

Os resultados de K trocável e não-trocável no solo obtidos na testemunha dos tratamentos K0 e K60 confirmam as tendências já relatadas por Oliveira et al. (1971), Mielniczuck & Selbach (1978), Patella (1980), Rosolem et al. (1988), Nachtigall & Vahl (1989), Nachtigall & Vahl (1991a,b), Rosolem et al. (1993), Castilhos & Meurer (2002), Bortoluzzi et al. (2005) e Brunetto et al. (2005), permanecendo o postulado de que formas de K não-trocáveis, normalmente estimadas pelo Na-TFBo e HNO₃, ao longo do tempo, podem manter estáveis as formas de K trocáveis no solo. Além disso, os resultados permitem inferir que o uso de fertilizantes potássicos com o objetivo de aumentar a reserva do K no solo, independentemente da forma com que possa acumular, não se justifica plenamente, pois também há depleção dessas formas para suprir a absorção de luxo pelas plantas. Assim, o supri-

Quadro 4. Parâmetros das regressões ajustadas para os teores de potássio extraído na fração Mehlich-1, HNO₃ e Na-TFBo, no solo coletado após cada cultivo realizado em casa de vegetação

Dose de K ₂ O	Cultivo	Parâmetros da regressão ⁽¹⁾			
		b ₀	b _{1x}	b _{11x²}	R ²
					Mehlich-1
K0	1	26,200	0,3533	-0,00333	0,39*
	2	21,600	0,2466	0,00333	0,90*
	3	25,400	0,2466	0,01133	0,87*
	4	17,000	0,2555	-0,0016	0,83*
	5	21,400	0,4695	-0,00352	0,75*
					Na-TFBo
	3	305,000	1,6372	-0,0157	0,31*
	5	278,200	4,9066	-0,14067	0,85*
					HF
	5	1101,000	202,4000	-	0,99*
					Mehlich-1
K60	1	36,200	0,5833	0,01033	0,72*
	2	32,000	0,1400	0,00600	0,77*
	3	32,200	1,1100	-0,00700	0,83*
	4	24,800	0,1822	-0,00148	0,82*
	5	26,800	0,4223	-0,00300	0,85*
					Na-TFBo
	3	366,000	0,7833	0,02167	0,60*
	5	353,200	2,2072	-0,0180	0,91*
					HF
	5	1189,000	210,100	-	0,99*

⁽¹⁾ Médias de quatro repetições. *: significativo a 5 %.

mento de K parece ser mais dependente das características do próprio solo do que do histórico de adições de fertilizantes potássicos. Esse fato remete à necessidade de agrupar os solos com características similares para definir os seus níveis críticos, como adotado no Rio Grande do Sul e Santa Catarina a partir de 2004, onde se usa a capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0 (Silva & Meurer, 1988; Meurer & Anghinoni, 1993; CQFSRS/SC, 2004), embora esse sistema ainda careça de estudos.

O método Mehlich-1, em todos os cultivos, e o método Na-TFBo, no terceiro e quinto cultivos, foram sensíveis ao estimar o aumento de forma quadrática do teor de K trocável e não-trocável no solo com a aplicação de K (Quadros 3 e 4). Da mesma maneira, o método HNO₃, mesmo após o quinto cultivo, foi sensível em detectar de forma linear o aumento do teor de K não-trocável com o aumento da dose de K aplicada nos dois históricos de fertilização estudados.

Ao estabelecer correlação entre o K absorvido pela parte aérea das plantas e o K extraído pelo método Mehlich-1 nos tratamentos K0 e K60, observou-se correlação com nível de significância de 99 % ($p > 0,01$) no segundo e terceiro cultivos e de 95 % ($p > 0,05$) no primeiro, quarto e quinto cultivos (Quadro 5). Também, pôde-se observar que, nas amostras com adição de K60, onde o teor inicial era mais alto, os coeficientes lineares foram elevados, mas os coeficientes angulares são maiores nos tratamentos com menor teor original para produção de matéria seca (Quadro 2). No entanto, para o K acumulado a situação inverte-se, indicando que a acumulação de K é mais consequência de sua disponibilidade no solo do que da demanda fisiológica da cultura.

O método Mehlich-1, entre os utilizados neste trabalho, mostrou-se mais adequado para predição da disponibilidade de K às plantas na situação estudada.

CONCLUSÕES

1. A capacidade de suprimento de K às plantas depende mais do K recém-adicionado do que do seu histórico de adubação potássica do solo.

2. A absorção de K pelas plantas desencadeia um processo contínuo de depleção de formas não-trocáveis de K ocorrentes no solo e embora seja mais acentuada quando os teores de K disponíveis são mais baixos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para realização do experimento.

LITERATURA CITADA

- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J. & SILVA, D.N. Calibração de potássio trocável para soja em Latossolo Roxo distrófico. R. Bras. Ci. Solo, 17:223-226, 1993.
- BORTOLUZZI, E.C.; RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J.; GATIBONI, L.C. & TESSIER, D. Alterações na mineralogia de um Argissolo do Rio Grande do Sul submetido à fertilização potássica. R. Bras. Ci. Solo, 29:327-335, 2005.
- BRUNETTO, G.; GATIBONI, L.C.; RHEINHEIMER, D.S.; SAGGIN, A. & KAMINSKI, J. Nível crítico e resposta das culturas ao potássio em um Argissolo sob sistema plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 29:565-571, 2005.
- CASTILHOS, R.M.V. & MEURER, E.J. Suprimento de potássio de solos do Rio Grande do Sul para arroz irrigado por alagamento. R. Bras. Ci. Solo, 26:977-982, 2002.

Quadro 5. Coeficiente de correlação linear simples entre os teores de potássio absorvido pela parte aérea das plantas e os teores no solo estimados por Mehlich-1, Na-TFBo, HNO₃ e HF

Dose de K ₂ O	Cultivo	Mehlich-1	Na-TFBo	HNO ₃	HF
K0	1	0,617*			
	2	0,922**			
	3	0,896**	0,442 ^{ns}	-0,218 ^{ns}	
	4	0,634*			
	5	0,706*	0,325 ^{ns}	-0,734 ^{ns}	-0,017 ^{ns}
K60	1	0,800*			
	2	0,837**			
	3	0,887**	0,733**	-0,186 ^{ns}	
	4	0,719*			
	5	0,828*	0,731**	-0,427 ^{ns}	-0,219 ^{ns}

** , * e ^{ns}: p = 0,01, p = 0,05 e não-significativo, respectivamente.

- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 400p.
- COX, A.E.; JOERN, B.C. & ROTH C.B. Nonexchangeable ammonium and potassium determination in soils with a modified sodium tetraphenylboron method. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60:114-120, 1996.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412p.
- GOMMERS, A.; THIRY, Y. & DELVAUX, B. Rhizospheric mobilization and plant uptake of radiocesium from weathered soils: I. Influence of potassium depletion. *J. Environ. Qual.*, 34:2167-2173, 2005.
- HELMKE, P.A. & SPARKS, D.L. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. In: SPARKS, D.L., ed. *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods*. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.551-574.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego, Academic Press, 1998. 889p.
- MELO, G.W. Mineralogia, cinética e disponibilidade de potássio em solos intemperizados do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 138p. (Tese de Doutorado)
- MELO, G.W.; MEURER, E.J. & PINTO, L.F.S. Fontes de potássio em solos distroférricos caulínicos originados de basalto no Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:597-603, 2004.
- MEURER, E.J. & ANGHINONI, I. Disponibilidade de potássio e sua relação com parâmetros de solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:375-382, 1993.
- MEURER, E.J.; KAMPF, N. & ANGHINONI, I. Fontes potenciais de potássio em alguns solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 20:41-47, 1996.
- MIELNICZUK, J. & SELBACH, P.A. Efeito de cultivos sucessivos sobre os parâmetros de potássio do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 2:120-125, 1978.
- NACHTIGALL, G.R. & VAHL, L.C. Capacidade de suprimento de potássio dos solos da região sul do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:37-42, 1991b.
- NACHTIGALL, G.R. & VAHL, L.C. Dinâmica de liberação de potássio dos solos da região sul do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:43-47, 1991a.
- NACHTIGALL, G.R. & VAHL, L.C. Formas de potássio em solos da região sul do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:7-12, 1989.
- OLIVEIRA, V.; LUDWICK, A.E. & BEATTY, M.T. Potassium removed from some Southern Brazilian soils by exhaustive cropping and chemical extraction methods. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 35:763-767, 1971.
- PATELLA, J.F. Influência de quinze anos de adubação NPK sobre o rendimento de trigo em algumas propriedades químicas do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 4:31-35, 1980.
- PRATT, P.F. Potassium. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Soil Science Society of America, 1965. p.1022-1030.
- ROSOLEM, C.A.; BESSA, A.M & PEREIRA, H.F.M. Dinâmica do potássio no solo e nutrição potássica da soja. *Pesq. Agropec. Bras.*, 28:1045-1054, 1993.
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. & RIBEIRO, D.B.O. Formas de potássio no solo e nutrição potássica da soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 12:121-125, 1988.
- SCHERER, E.E. Níveis críticos de potássio para a soja em Latossolo húmico de Santa Catarina. *R. Bras. Ci. Solo*, 22:57-62, 1998.
- SILVA, D.N.; MEURER, E.J.; KAMPF, N. & BORKERT, C.M. Mineralogia e formas de potássio em dois Latossolos do Estado do Paraná e suas relações com a disponibilidade para as plantas. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:433-439, 1995.
- SILVA, J.R.T. & MEURER, E.J. Disponibilidade de potássio para as plantas em solos do Rio Grande do Sul em função da capacidade de troca de cátions. *R. Bras. Ci. Solo*, 12:137-142, 1988.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)
- VEDUIN, J.V.R. Estimativa da disponibilidade de potássio em solo arenoso. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1994. 43p. (Tese de Mestrado)