

SEÇÃO II - QUÍMICA E MINERALOGIA DO SOLO

MINERALOGIA E FONTES DE POTÁSSIO EM SOLOS NO RIO GRANDE DO SUL CULTIVADOS COM ARROZ IRRIGADO⁽¹⁾

R. M. CASTILHOS⁽²⁾, E. J. MEURER⁽³⁾, N. KÄMPF⁽³⁾ & L. F. S. PINTO⁽²⁾

RESUMO

Estudos desenvolvidos com arroz irrigado por inundação no estado do Rio Grande do Sul têm evidenciado ausência de resposta desta cultura à adubação potássica, mesmo em solos com baixo teor de potássio disponível. Este trabalho objetivou verificar a contribuição da mineralogia destes solos como fonte potencial de potássio para a cultura do arroz. Para tal, selecionaram-se quatro solos representativos das zonas orizícolas do estado do Rio Grande do Sul (Planossolo Hidromórfico, Planossolo Háptico, Gleissolo Háptico e Chernossolo Ebânico) cultivados com arroz irrigado. Estes solos apresentam baixos teores de potássio trocável e não apresentam respostas à adubação potássica. Nas amostras dos horizontes A e B dos quatro solos, foram analisadas a granulometria e a composição química. A mineralogia das frações areia, silte e argila foi identificada por difratometria de raios-X. Os principais minerais fontes de potássio foram os seguintes: na fração areia, feldspatos e micas; nas frações silte e argila, feldspatos, micas, esmectitas e esmectitas com hidróxi-alumínio entrecamadas. A quantidade de potássio total, nas frações granulométricas, diferiu entre os solos. As frações silte e argila apresentaram os maiores teores de K-total, exceto para o Planossolo Háptico, que revelou maior reserva de potássio na fração areia. A ausência, ou a baixa resposta, à adubação potássica na cultura do arroz irrigado nesses quatro solos pode ser explicada pelos minerais fontes de potássio que ocorrem nesses solos.

Termos de indexação: argilominerais, minerais primários, feldspatos, mica, potássio total, *Oryza sativa*.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado em Ciência do Solo do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Recebido para publicação em junho de 1999 e aprovado em fevereiro de 2002.

⁽²⁾ Professor do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas (RS). E-mail: rsamvc@ufpel.tche.br

⁽³⁾ Professor do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre (RS). Bolsista do CNPq. E-mail: egon.meurer@ufrgs.br

SUMMARY: *MINERALOGY AND SOURCES OF POTASSIUM IN SOILS FROM RIO GRANDE DO SUL STATE CULTIVATED WITH FLOODED RICE*

Lowland soils cultivated with flooded rice in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, show a lack of response to potassium fertilization in this culture, even in soils with a low level of available potassium. This study was carried out with the objective to verify the contribution of soil mineralogy as a potential potassium source for rice cultivation. Four representative soils from regions of the State of Rio Grande do Sul (Planossolo Hidromórfico, Planossolo Háplico, Gleissolo Háplico and Chernossolo Ebanico), cultivated with flooded rice, were selected. These soils have low exchangeable potassium contents and do not respond to potassium fertilization. In horizon samples A and B of the four soils, the particle-size distribution and chemical composition were analyzed. The mineralogy of sand, silt and clay fractions was identified by X-ray diffraction. Main mineral potassium sources were: feldspars and micas in the sand fraction, and in the silt and clay fractions feldspars, micas, smectites and smectites with interlaying hydroxy-Al. The total potassium in the particle-sized fractions differed between soils. Silt and clay fractions had higher values of total K, except for the Planossolo Háplico, where there was a higher total K in the sand fraction. The mineral K sources identified in these four soils can help explain the lack of response of flooded rice to potassium fertilization.

Index terms: clay minerals, primary minerals, feldspars, mica, total potassium, Oryza sativa.

INTRODUÇÃO

O cultivo do arroz irrigado por inundação é uma importante atividade agrícola no estado do Rio Grande do Sul, com uma área plantada anualmente em torno de 900.000 ha e produtividade média de 5,3 t ha⁻¹. De longa data, a maioria dos experimentos com adubação potássica em arroz irrigado não tem obtido resposta ao potássio ou esta tem sido pouco expressiva, mesmo em solos com baixos teores trocáveis desse nutriente (Scherer, 1975; Bacha et al., 1979; Lopes, 1989, 1994; Machado & Franco, 1995). Simonete (1998) verificou que dos 104 kg ha⁻¹ de potássio acumulados na parte aérea do arroz, cultivado em Planossolo do RS, pelo menos 30 kg ha⁻¹ de K foram provenientes de formas não-trocáveis. Em vários solos da Índia, também foi constatada absorção de K liberado de formas não-trocáveis, por plantas de arroz (Swarup & Chhillar, 1986; Prasad & Rajamannar, 1987; Chakravorti et al., 1987).

Considerando tais observações, admite-se que, à semelhança do observado em solos oxidados (Nachtigall & Vahl, 1991; Meurer & Anghinoni, 1993; Silva et al., 1995; Meurer et al., 1996), formas de potássio não-trocáveis, liberadas de minerais fontes de potássio, possam estar suprindo esse ion às plantas de arroz.

Assim, este trabalho objetivou identificar minerais primários e secundários, fontes de potássio, relacionando-os com os teores totais deste elemento nas diferentes frações granulométricas de solos do Rio Grande do Sul, o que pode explicar a ausência de resposta à adubação potássica nesses solos, pelo arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras dos horizontes A e B de quatro solos do Rio Grande do Sul: Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico (SGe), Planossolo Háplico distrófico arênico (SXd), Gleissolo Háplico Ta eutrófico típico (GXve) e Chernossolo Ebânico Carbonático vértico (MEk), cultivados com arroz irrigado por inundação (Quadro 1). A amostragem foi feita ao lado de áreas experimentais onde não foram obtidas respostas à adubação potássica, apesar de elas terem apresentado, por ocasião da instalação dos experimentos, teores médios e muito baixos de potássio trocável (SBCS, 1995). Estes solos diferem quanto à textura, capacidade de troca de cátions, composição química e material de origem (Lopes, 1993, 1994; Machado & Franco, 1995). As amostras foram coletadas na profundidade de 0-20 cm (horizonte A) e entre 20-60 cm de profundidade, correspondendo ao horizonte B. Essas amostras foram secas ao ar, tamisadas em peneira de 2 mm e analisadas quanto à granulometria e à composição química (Quadros 1 e 2). A distribuição do tamanho de partículas foi determinada pelo método do hidrômetro, conforme descrito em Day (1965). O pH em água, os teores de matéria orgânica, fósforo extraível, potássio e sódio trocáveis, cátions trocáveis e a capacidade de troca de cátions (CTC efetiva) foram determinados conforme descrito em Tedesco et al. (1995).

Análises mineralógicas - As frações foram analisadas por difratometria de raios-X (DRX), tendo sido os minerais presentes na fração areia também observados na lupa.

Quadro 1. Classificação, procedência das amostras, material de origem, horizonte de coleta e composição granulométrica dos solos

Solo ⁽¹⁾	Município (RS)	Material de origem	Horizonte	Classe textural	Granulometria		
					Areia	Silte	Argila
					———— g kg ⁻¹ ————		
Gleissolo Háplico Ta Eutrófico típico (GXve)	Santa Maria	Sedimentos aluviais	A	Franco-argiloso	260	360	380
			Bg	Franco	390	410	200
Planossolo Hidromórfico Eutrófico sódico (SGe)	Pelotas	Sedimentos de granito	A	Franco	490	330	180
			Btg	Franco-argiloso	360	290	350
Planossolo Háplico Distrófico arênico (SXd)	Palmares	Sedimentos costeiros	A	Areia	910	30	60
			Bt	Franco-argilo-arenoso	660	70	270
Chernossolo Ebânico Carbonático vértico (Mek)	Uruguaiana	Sedimentos de basalto	A	Franco argiloso	320	310	370
			B	Argila	170	350	480

⁽¹⁾ Denominação e simbologia de acordo com a Classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 1999).

Quadro 2. Características químicas dos horizontes A e B dos solos

Solo	Horizonte	pH água	Matéria orgânica	P extr.	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC efetiva
Gleissolo Háplico	A	4,9	26	3,0	44	20	19	39	16	76
	Bg	4,9	9	3,7	11	15	16	19	6	42
Planossolo Hidromórfico	A	5,1	21	8,0	31	63	3	28	14	49
	Btg	5,7	18	0,8	35	396	7	73	50	148
Planossolo Háplico	A	6,0	13	11,0	12	66	0	13	10	26
	Bt	6,8	3	0,4	25	600	0	59	67	153
Chernossolo Ebânico	A	5,4	37	3,0	41	57	1	145	57	206
	B	6,2	17	3,3	46	94	0	391	4	400

O fracionamento das amostras foi feito por dispersões sucessivas com NaOH 0,1 mol L⁻¹. A fração areia (0,05-2 mm) foi separada por peneira e as frações silte (2-50 µm) e argila (< 2 µm), por sedimentação em meio líquido com pH ajustado para 10 pela adição de NaOH. A velocidade de sedimentação foi calculada pela lei de Stokes, conforme Tanner & Jackson (1947). Na fração argila, foi feita a remoção da matéria orgânica, usando peróxido de hidrogênio como agente oxidante, em banho-maria. Após, separadamente, as amostras foram saturadas com magnésio, magnésio + glicerol e com potássio, à temperatura ambiente. As lâminas saturadas com potássio foram também analisadas após aquecimento, por duas horas, a 110, 350 e 550 °C.

As análises por DRX foram feitas em amostras na forma de pó, para as frações areia e silte, e em lâminas orientadas, para a fração argila, em equipamento Philips, com radiação Fe K α , corrente do tubo de 30 kV e 30 mA; sistema de fendas do goniômetro 1 °DS, 0,2 °mm/RS, 1 °SS; velocidade do goniômetro de 2 °2 θ por minuto, nas escalas de 40, 100 e 200 cps.

Teores de potássio total - Nas frações argila, silte e areia, moídas em almofariz até passar em peneira de malha 0,5 mm, foram determinados os teores totais de potássio extraído por ácido fluorídrico (HF) concentrado e posterior dissolução com HCl 6 mol L⁻¹ (Pratt, 1973). Os teores de potássio nos extratos foram determinados por fotometria de chama.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mineralogia da fração areia - A difração de raios-X e a observação em lupa revelaram que, nos horizontes A e B dos quatro solos, o quartzo é o mineral predominante na fração areia, com reflexos em 0,334 e 0,426 nm (Figura 1, difratogramas do horizonte B não apresentados). Identificaram-se, também, com menor intensidade, alguns reflexos característicos de plagioclásios (0,320; 0,403 e 0,65 nm) e de feldspatos de potássio (0,327; 0,331; 0,378 e 0,650 nm). Reflexos a 1,0 nm, mais evidentes no Planossolo Háplico, indicam a presença de minerais micáceos na fração areia deste solo.

O reflexo em torno de 0,65 nm, útil para confirmar a presença de feldspatos, normalmente apresenta uma intensidade de média a fraca, em relação aos outros reflexos deste mineral. No presente trabalho, porém, sua intensidade pode ter sido favorecida por alguma orientação preferencial das amostras, decorrente do plano de clivagem dos feldspatos, que é excelente em 001 (Brindley & Brown, 1984). O plano 001, nos feldspatos, corresponde a reflexos que podem variar de 0,63 a 0,67 nm, dependendo de sua composição química.

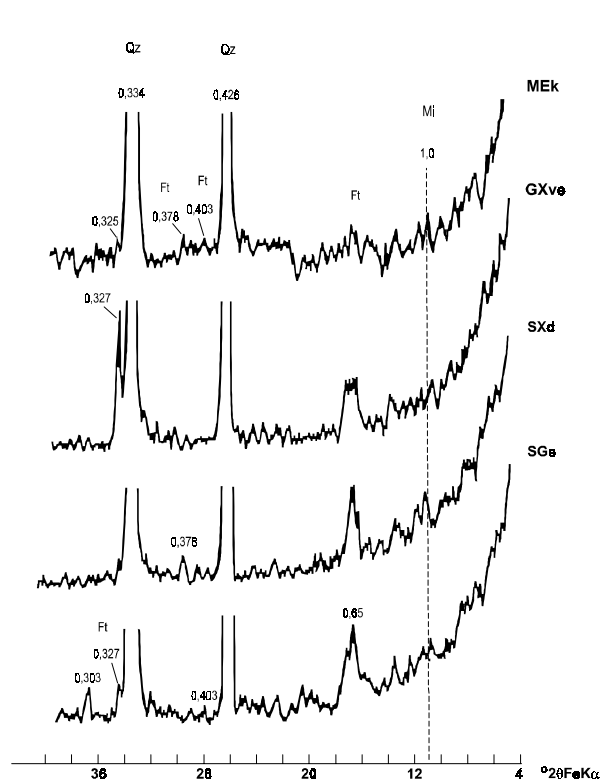


Figura 1. Difratogramas de raios-X (espaçamento d em nanômetros) de amostras não orientadas da fração areia, do horizonte A do Chernossolo (MEK), Gleissolo (GXve) e Planossolos (SGe e SXd). Qz = quartzo, Ft = feldspato, Mi = mica.

Minerais primários fontes de potássio, como micas e feldspatos potássicos, na fração areia de solos, atingem proporção relativamente elevada, como no horizonte A do Planossolo Háplico onde chega a 910 g kg^{-1} (Quadro 1), evidenciando que essa fração pode representar significativa reserva mineral de K a médio e longo prazo para as plantas. Vários autores ressaltaram a importância das frações silte e areia do solo como fontes de potássio (Lepsch et al., 1978; Sadoszy et al., 1987; Seybold & Mc Callister, 1990). Estes últimos, estudando a cinética e os mecanismos de liberação de potássio em solos arenosos para plantas de milho, verificaram que grande parte dessa liberação ocorreu na fração areia, rica em ortoclásio altamente intemperizado. Os feldspatos de potássio têm sido correlacionados com a absorção de potássio pelas plantas (Munn et al., 1976) e considerados fontes importantes desse nutriente (Al-Kanani et al., 1984).

Mineralogia da fração silte - Na fração silte dos quatro solos, tanto no horizonte A como no horizonte B, o quartzo (0,334 e 0,426 nm) e os feldspatos são os minerais dominantes (Figura 2, difratogramas do horizonte B não apresentados). Em todos os solos, foi constatada a presença de

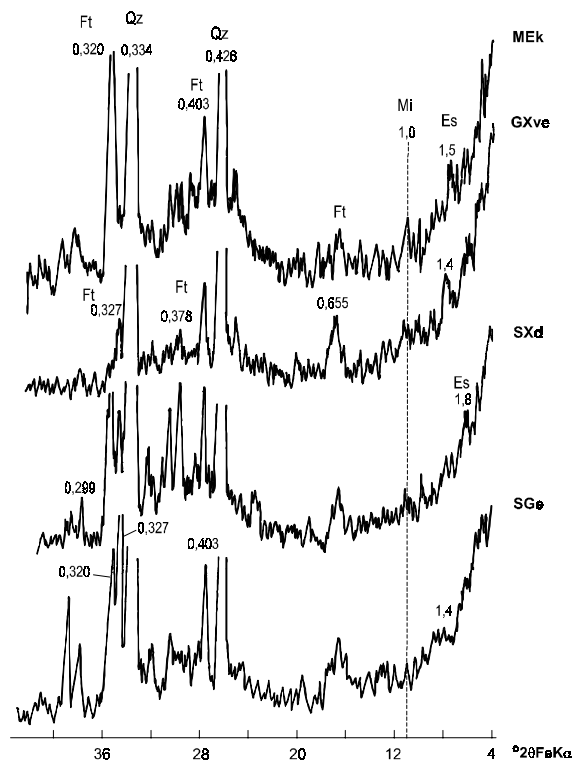


Figura 2. Difratogramas de raios-X (espaçamento d em nanômetros) de amostras não orientadas da fração silte, do horizonte A do Chernossolo (MEK), Gleissolo (GXve) e Planossolos (SGe e SXd). Qz = quartzo, Ft = feldspato, Mi = mica, Es = esmeclita.

plagioclásios (0,320; 0,403 e 0,655 nm) e de feldspatos de potássio (0,299; 0,327; 0,331 e 0,378 nm). A intensidade relativa desses reflexos indica que a proporção de feldspatos nesta fração é muito maior nos Planossolos e no Chernossolo do que no Gleissolo. Identificaram-se, também, no Chernossolo e no Gleissolo, reflexos a 1,0 nm, os quais podem ser indicativos da presença de mica, e reflexos a 1,4; 1,5 e 1,8 nm, correspondentes a argilominerais 2:1 expansivos, vermiculitas e, ou, esmectitas. A ocorrência de feldspatos em grande quantidade nessa fração, bem como de minerais 2:1, primários e secundários, tornam-na importante fonte potencial de potássio para as plantas. Ricci et al. (1989), em solos de Minas Gerais, encontraram os maiores teores de K total na fração silte, associados a uma mineralogia mais rica em minerais fontes de potássio, em relação às demais frações, com presença de ilita, o que possibilitou correlações altamente significativas entre o K total, a produção de matéria seca e o K absorvido pelas plantas.

Mineralogia da fração argila

Planossolos - A mineralogia da fração argila do horizonte A, nos dois Planossolos, é muito semelhante (Figura 3). No tratamento de saturação por Mg, identificou-se a presença de caulinita (0,720 nm) e de um mineral evidenciado por uma banda larga a 1,03 nm, seguida por uma série de picos a partir de 1,2 até 1,6 nm, no Planossolo Hidromórfico, e por uma série de picos difusos a partir de 1,0 até 1,6 nm, no Planossolo Háptico. A solvatação com glicerol provocou uma expansão para 1,7 nm, caracterizando a presença de esmectita, porém a permanência neste tratamento de reflexos a 1,2, 1,3, 1,4 e 1,5 nm, pode indicar presença de esmectita com polímeros de hidróxi-alumínio entre as camadas (EHE).

A saturação por potássio a 25 °C provocou contração parcial das entrecamadas do mineral 2:1 para 1,23 nm no Planossolo Hidromórfico e 1,34 nm no Planossolo Háptico. Somente a 350 e a 550 °C ocorreu o colapso para 1,0 nm, porém esses reflexos mostram uma assimetria nos ângulos mais baixos, que tende a diminuir com o aumento de temperatura, indicando resistência à contração. Esse comportamento evidencia a ocorrência da EHE. A presença dos polímeros de hidróxi-alumínio nas entrecamadas inibe a total expansão e, ou, contração do mineral (Rich, 1968). Os minerais 2:1 com polímeros de hidróxi-alumínio entrecamadas são comuns em solos do Brasil e podem estar associados à liberação de K não-trocável (Silva et al., 1995; Meurer et al., 1996). A presença de caulinita foi confirmada no tratamento com potássio a 550 °C, pelo desaparecimento de seu reflexo a 0,72 nm, pois, nesta temperatura, a caulinita sofre desidroxilação. A fração argila do horizonte B dos Planossolos é composta principalmente por caulinita, esmectitas e alguma mica (difratogramas não apresentados).

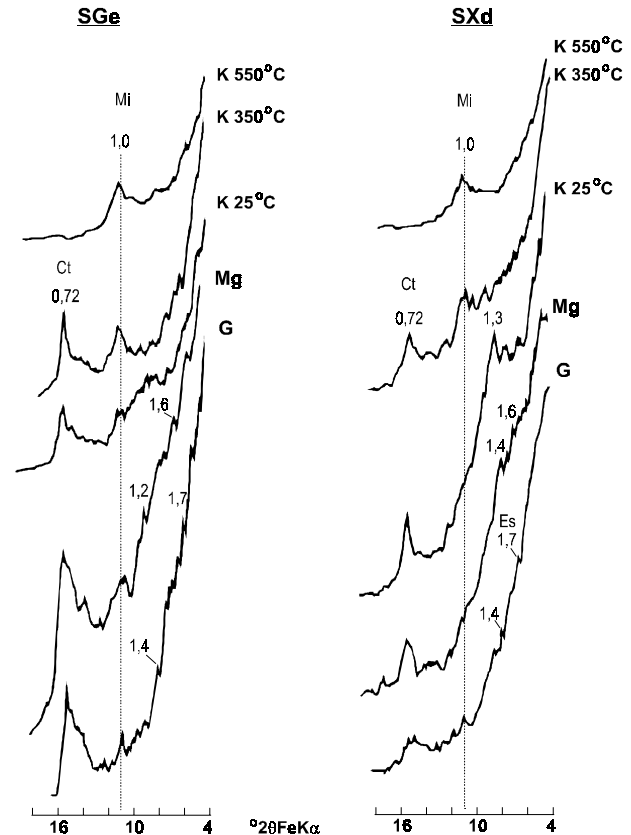


Figura 3. Difratogramas de raios-X (espaçamento d em nanômetros) de amostras orientadas da fração argila, do horizonte A dos Planossolos (SGe e SXd), saturadas por magnésio (Mg); solvatadas com glicerol (G), saturadas de potássio (K) e aquecidas até 550 °C. Mi = mica, Es = esmectita, Ct = caulinita.

Gleissolo - A fração argila do horizonte A do Gleissolo (Figura 4) é composta, principalmente, por caulinita (0,72 nm), mica (1,0 nm) e esmectita (1,5 nm), confirmada pela expansão a 1,7 nm, na solvatação com glicerol. Na saturação das amostras por K, na temperatura ambiente e a 110 °C, a contração das entrecamadas da esmectita originou um pico a 1,3 nm que colapsou para 1,0 nm com aquecimento a 350 e a 550 °C. Nesse solo, os reflexos mostram uma assimetria nos ângulos mais baixos, indicando resistência do mineral a contrair completamente, o que pode ser indicio da ocorrência de polímeros de hidróxi-alumínio entre as camadas da esmectita, porém em grau menor que nos Planossolos. O horizonte B desse solo apresenta os mesmos minerais do horizonte superficial (difratogramas não apresentados).

Chernossolo - Na fração argila do horizonte A do Chernossolo, identificou-se esmectita, bem como possível interestratificação caulinita-esmectita, caracterizada pelo reflexo a 1,8 nm, no tratamento

com magnésio, o qual pela solvatação com glicerol expandiu a 2,2 nm (Figura 5). A presença de caulinita, embora em pequena quantidade, foi confirmada no tratamento com potássio a 550 °C pelo desaparecimento de seu reflexo a 0,72 nm. No horizonte B deste solo, o mineral predominante foi a esmectita (difratogramas não apresentados).

Foram detectados, na fração argila dos quatro solos, minerais primários (quartzo e feldspatos), não mostrados nas figuras, que podem ser indicativos do baixo grau de intemperismo desses solos, ou de um acúmulo de material erodido dos solos situados em cotas mais elevadas. A presença de quartzo e feldspatos na fração argila de solos do RS também foi constatada em Vertissolos (Goedert & Beatty, 1971), em uma seqüência Vertissolo-Neossolo Litólico (Kämpf et al., 1995) e em Neossolos Flúvicos e Argissolos Vermelhos (Melo et al., 1995). Os feldspatos, as micas, os minerais secundários

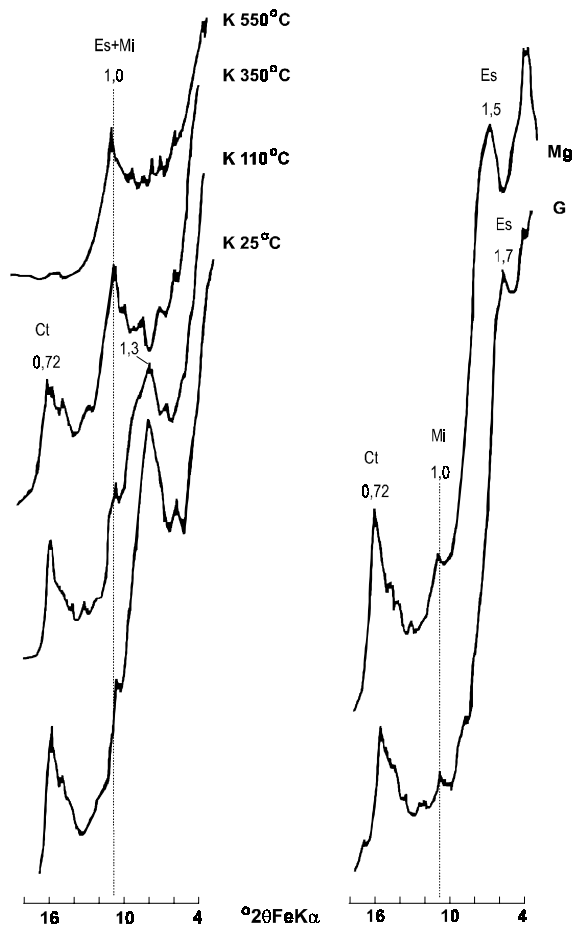


Figura 4. Difratogramas de raios-X (espaçamento d em nanômetros) de amostras orientadas da fração argila, do horizonte A do Gleissolo, saturada por magnésio (Mg); solvatadas com glicerol (G), saturada por potássio (K) e aquecida até 550 °C. Mi = mica, Es = esmectita, Ct = caulinita.

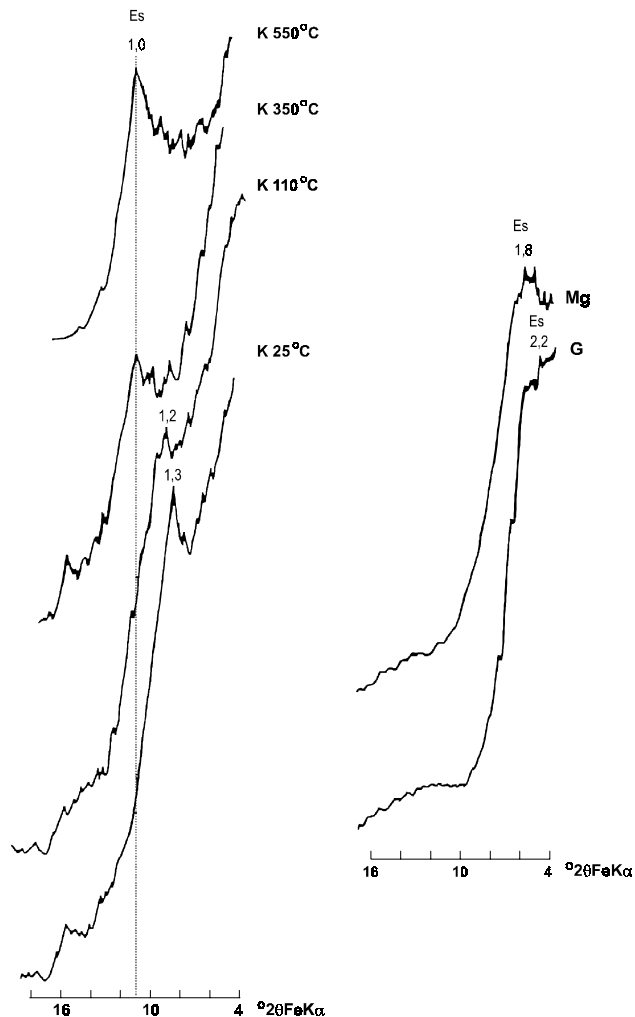


Figura 5. Difratogramas de raios-X (espaçamento d em nanômetros) de amostras orientadas da fração argila, do horizonte A do Chernossolo, saturada por magnésio (Mg); solvatadas com glicerol (G), saturada por potássio (K) e aquecida até 550 °C. Es = esmectita.

esmectitas e EHE, encontrados nos horizontes A e B dos solos, constituem as prováveis fontes de potássio na fração argila.

Potássio total nas frações dos solos - Os resultados da análise de potássio total nas diferentes frações granulométricas dos quatro solos encontram-se no quadro 3. O potássio total indica a capacidade potencial do solo em suprir este nutriente às plantas e está relacionado com a mineralogia. Houve diferenças entre os solos e entre as frações quanto aos teores absolutos de potássio, sendo estes, no geral, mais elevados nos Planossolos, seguido do Gleissolo. O Chernossolo foi o que apresentou os menores teores, nas três frações granulométricas, o que está relacionado como o seu material de origem, o basalto, de composição mineralógica menos rica em minerais fontes de potássio.

De todas as frações, a areia, onde o quartzo é o mineral dominante nos quatro solos, foi a que apresentou os menores teores de K total, especialmente no Chernossolo, com 279 mg kg⁻¹, no horizonte A, e 398 mg kg⁻¹, no horizonte B. Isto indica uma pequena contribuição potencial dessa fração em relação às demais no fornecimento desse nutriente às plantas. Os minerais fontes de potássio na fração areia dos quatro solos são os feldspatos e micas indicados nas análises por DRX (Figura 1). Com exceção do Gleissolo, nos demais solos, a fração silte foi a que apresentou os maiores teores absolutos de potássio total, seguida da argila, nos dois horizontes. Resultados semelhantes foram obtidos por Ricci et al. (1989), em vários solos de Minas Gerais; Meurer (1991), em Vertissolo do Rio Grande do Sul; Silva et al. (1995), em Latossolo Roxo do Paraná, e Natale et al. (1996), em Latossolo Vermelho-Amarelo de São Paulo. No silte, as fontes

de potássio são, principalmente, os feldspatos e as micas (Figura 2). Na fração argila, além dos feldspatos, em pequena presença, o K-total provém principalmente da mica e de suas alterações como mica-EHE e da esmectita nos Planossolos (Figura 3), da mica e da esmectita no Gleissolo (Figura 4) e da esmectita e da sua provável interestratificação com caulinita no Chernossolo (Figura 5).

Todavia, para melhor interpretar os resultados de K total, deve-se levar em conta a proporção de cada fração granulométrica no solo. No quadro 4, encontram-se os teores de potássio calculados, multiplicando-se o teor absoluto do elemento em cada fração granulométrica (Quadro 3) transformado em mg kg⁻¹, pela proporção destas nos solos (Quadro 1). Desta maneira, a situação apresentada no quadro 3 pode-se alterar em termos de contribuição relativa, tanto para os solos como para as frações, em cada horizonte. Considerando os horizontes A e B

Quadro 3. Teores absolutos de K total, extraído com HF concentrado, nas frações areia, silte e argila dos horizontes A e B

Solo	Horizonte	mg kg ⁻¹ da fração		
		Areia	Silte	Argila
Gleissolo Háplico	A	2.843	5.197	7.117
	Bg	2.371	4.616	7.951
Planossolo Hidromórfico	A	2.887	9.081	5.584
	Btg	2.668	10.469	5.529
Planossolo Háplico	A	1.278	8.955	8.537
	Bt	1.472	11.730	8.082
Chernossolo Ebânico	A	279	3.385	2.841
	B	398	4.644	3.074

Quadro 4. Teores de K total calculados de acordo com o teor absoluto nas frações areia, silte e argila e a proporção com que cada uma ocorre nos horizontes A e B dos solos (entre parênteses o percentual relativo ao total no solo)

Solo	Horizonte	mg kg ⁻¹ de solo			
		Areia	Silte	Argila	Total
Gleissolo Háplico	A	739 (14)	1.871 (35)	2.704 (51)	5.314
	Bg	925 (21)	1.893 (43)	1.590 (36)	4.408
Planossolo Hidromórfico	A	1.415 (26)	2.997 (55)	1.005 (19)	5.417
	Btg	960 (16)	3.036 (51)	1.935 (33)	5.931
Planossolo Háplico	A	1.163 (60)	269 (14)	512 (26)	1.944
	Bt	972 (24)	821 (21)	2.182 (55)	3.975
Chernossolo Ebânico	A	89 (04)	1.049 (48)	1.051 (48)	2.189
	B	68 (02)	1.625 (51)	1.476 (47)	3.169

dos solos, o Planossolo Hidromórfico e o Gleissolo contêm, no total, os maiores teores de potássio (11,3 e 9,8 g kg⁻¹, respectivamente), enquanto o Planossolo Háptico (5,9 g kg⁻¹) e o Chernossolo (5,4 g kg⁻¹) apresentam menor reserva potencial de potássio. Esses valores não apresentaram relação com os teores de K trocável dos solos, uma vez que o Chernossolo, por exemplo, com menor teor de potássio total, é o solo que contém os maiores teores de K trocável (Quadro 2). No horizonte A dos Planossolo, Hidromórfico e Háptico, as principais fontes potenciais de K total estão nas frações silte (55 %) e areia (60 %), respectivamente. No do Chernossolo, as frações silte e argila contribuem igualmente com 48 % do K total, enquanto no do Gleissolo a maior contribuição vem da fração argila (51 %). No horizonte B, com exceção do Planossolo Háptico, em que a fração argila revela 55 % do K total, a fração silte constitui a principal fonte de potássio.

CONCLUSÕES

1. Nos quatro solos, foram identificados, nas frações areia, silte e argila dos horizontes A e B, minerais primários (feldspatos e micas) e secundários (esmectita e esmectita com polímeros de hidróxi-alumínio entrecamadas) que contêm potássio.

2. A quantidade de potássio total, nas frações granulométricas, diferiu entre os solos e horizontes. No horizonte A, as frações silte e areia constituem as principais fontes de potássio, respectivamente, no Planossolo Hidromórfico e Planossolo Háptico, enquanto no Gleissolo e no Chernossolo são a argila e o silte. No horizonte B, com exceção do Planossolo Háptico em que a argila é a principal fonte de potássio, a fração silte é a principal fonte potencial de K total.

3. Considerando os horizontes A e B, a reserva total de potássio dos solos decresce na seqüência: Planossolo Hidromórfico > Gleissolo > Planossolo Háptico > Chernossolo.

LITERATURA CITADA

- AL-KANANI, T.; MACKENZIE, A.F. & ROSS, G.J. Potassium status of some Quebec soils: K release by nitric acid and sodium tetraphenylboron as related to particle size and mineralogy. *Canadian J. Soil Sci.*, 64:99-106, 1984.
- BACHA, R.E.; GIORGI, I.U. & OLIVEIRA, M.A. Calibração de análise de solo para arroz irrigado. In: REUNIÃO GERAL DO ARROZ IRRIGADO, 9., Pelotas, 1979. Anais. Porto Alegre, Instituto Rio-Grandense do Arroz, 1979. p.73-75.
- BRINDLEY, G.W. & BROWN, G. Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. London, Mineralogical Society, 1984. 495p.
- CHAKRAVORTI, S.P.; BIDDAPPA, C.C. & PATNAIK, S. Dynamics of potassium in submerged soils growing rice (*Oryza sativa* L.) 2. Change in forms of soil potassium and the relationship with its uptake by rice under continuous cropping. *J. Potassium Res.*, 3:98-106, 1987.
- DAY, P. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, America Society of Agronomy, 1965. v.2. p.545-567.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- GOEDERT, W.J. & BEATTY, M.T. Caracterização de Grumosolo no sudoeste do Rio Grande do Sul. II Mineralogia e Gênese. *Pesq. Agron. Bras.*, Série Agron., 6:183-193, 1971.
- KÄMPF, N.; SCHNEIDER, P. & MELLO, P.F. Alterações mineralógicas em seqüência Vertissolo-Litossolo na região da Campanha do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:349-357, 1995.
- LEPSCH, I.F.; ROTTA, C.L. & VALADARES, J.M.A.S. Mineralogia, classificação e formas de potássio em solos da Estação Experimental de Pindorama. *R. Bras. Ci. Solo*, 2:63-67, 1978.
- LOPES, S.I.G. Calibração de análise de solo para arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., Porto Alegre, 1989. Anais. Porto Alegre, Instituto Rio-Grandense do Arroz, 1989. p.103-107.
- LOPES, S.I.G. Calibração de análise de solo para arroz irrigado. Divisão de Pesquisa. Relatório Anual de Pesquisa. Cachoeirinha, Instituto Rio-Grandense do Arroz, 1993. p.78-90.
- LOPES, S.I.G. Calibração de análise de solo para arroz irrigado. Divisão de Pesquisa. Relatório Anual de Pesquisa. Cachoeirinha, Instituto Rio-Grandense do Arroz, 1994. p.153-170.
- MACHADO, M.O. & FRANCO, J.C.B. Parcelamento da adubação potássica em arroz pré-germinado, no solo Pelotas (Planossolo). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., Porto Alegre, 1995. Anais. Porto Alegre, Instituto Rio-Grandense do Arroz, 1995. p.167-170.
- MELO, V.F.; COSTA, L.M. & BARROS, N.F. Reserva mineral e caracterização mineralógica de alguns solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:159-164, 1995.
- MEURER, E.J. Disponibilidade de potássio para as plantas e sua relação com formas, mineralogia e cinética de liberação no solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991, 137p. (Tese de Doutorado)
- MEURER, E.J. & ANGHINONI, I. Disponibilidade de potássio e sua relação com parâmetros de solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:377-382, 1993.
- MEURER, E.J.; KÄMPF, N. & ANGHINONI, I. Fontes potenciais de potássio em alguns solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 20:41-47, 1996.
- MUNN, D.A.; WILDING, L.P. & McLEAN, E.O. Potassium release from sand, silt and clay soil separates. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40:364-366, 1976.

- 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, 1991.
- NATALE, W.; MARQUES, J.J.; BOARETTO, A.E. & SIMÕES, F.L. Mineralogia e formas de potássio em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob um pomar de goiabeiras. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, SOLO-SUELO, 8. Águas de Lindóia, 1996. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.
- PRASAD, P.R. & RAJAMANNAR, A. Changes in forms of potassium during cropping in soils of varied K releasing power. *J. Potassium Res.*, 3:40-44, 1987.
- PRATT, P.F. Potassium. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1973. v.1. p.1022-1032.
- RICCI, M.S.F.; DEFILIPO, B.V.; COSTA, L.M. & REZENDE, S.B. As frações granulométricas do solo como reserva de potássio para as plantas. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:181-186, 1989.
- RICH, C.I. Hidroxy interlayer in expansible layer silicates. *Clays Clay Miner.*, 16:15-30, 1968.
- SADUSKY, M.C.; SPARKS, D.L.; NOLL, H.R. & HENDRICH, G.J. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic Coastal Plain soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 51:1460-1465, 1987.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO - SBCS. *Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 3.ed. Passo Fundo. EMBRAPA/CNPT, Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.
- SCHERER, C.H. Calibração para arroz irrigado, em diferentes grupos de solos. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 5., Cachoeirinha, 1975. Anais. Cachoeirinha, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1975. p.123-126.
- SCHULZE, D.G. An introduction to soil mineralogy In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. *Minerals in soil environments*. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p.1-34.
- SEYBOLD, C.A. & McCALLISTER, D.L. Plant growth response to applied K on coarse-textured feldspathic soils. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 21:531-545, 1990.
- SILVA, D.N.; MEURER, E.J.; KÄMPF, 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.
- SIMONETE, M.A. Efeito residual da adubação potássica do azevém sobre o arroz subsequente em plantio direto. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1998. 40p. (Tese de Mestrado)
- SWARUP, A. & CHHILLAR, R.K. Build up and depletion of soil phosphorous and potassium and their uptake by rice and wheat in a long-term field experiment. *Plant Soil*, 91:161-170, 1986.
- TANNER, C.B. & JACKSON, M.L. Nomographs of sedimentation times for soil particles under gravity or centrifugal acceleration. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 12:60-65, 1947.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. *Análise de solos, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

