

Potássio nas frações texturais de um Latossolo

Marcio Koiti Chiba^{1*}, William Natale², Mara Cristina Pessôa da Cruz², Luiz Antonio Junqueira Teixeira¹ e José Frederico Centurion²

¹Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais, Instituto Agronômico, Av. Barão de Itapura, 1481, 13020-902, Botafogo, Campinas, São Paulo, Brasil. ²Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: mkchiba@iac.sp.gov.br

RESUMO. Este trabalho teve por objetivo estudar a distribuição de formas não-trocáveis de potássio, em frações texturais de um Latossolo cultivado com bananeira, por dois anos, em dois regimes hídricos (parcelas principais), e doses de potássio (0, 300, 600 e 900 kg ha⁻¹) (subparcelas), seguindo delineamento em blocos casualizados, com parcelas subdivididas. Verificou-se que os maiores teores de potássio (trocável e não-trocável) estão contidos nas frações mais finas: argila e silte. Neste sistema de cultivo e com a aplicação dos adubos na superfície, a movimentação do nutriente, nas camadas estudadas, esteve associada à presença e movimentação da água no perfil do solo. A irrigação desempenhou papel relevante na distribuição das formas do K. Nas parcelas irrigadas, houve mobilização do K até 60 cm de profundidade. Houve efeitos significativos das doses de potássio nas formas não-trocáveis do nutriente, evidenciando a migração do potássio da solução do solo para o complexo de troca e deste para formas mais fortemente retidas. A quantidade de potássio exportada pela planta foi maior que a variação dos teores trocáveis, indicando que formas não-trocáveis estariam sendo aproveitadas pelas plantas.

Palavras-chave: irrigação, argila, silte, areia, K-trocável, K não-trocável.

ABSTRACT. Potassium in size fractions of an Oxisol. The aim of this work was to study the distribution of non-exchangeable forms of potassium in different size fractions of an Oxisol, cultivated with banana for two years in plots with and without irrigation (main plot) and varying potassium levels (0, 300, 600 and 900 kg ha⁻¹ of K₂O) (sub-plots), in a randomized split-plot block design. It was verified that the highest K levels (exchangeable and non-exchangeable forms) derived from the finest particle size fractions: clay and silt. The K moving through soil layers was associated with the presence and action of percolating water in the soil profile. The role of irrigation was significant in the distribution of the different K forms in the soil. Irrigated plots showed the best distribution of K from the surface down to 60 cm of depth. Statistical significant effects of the doses of K on the non-exchangeable K forms could be explained by the translocation of K from soil solution to soil exchange complex, and from that to strongly retained forms. Amounts of K absorbed by the plants were greater than the variation of exchangeable K content, suggesting that non-exchangeable forms are being taken up.

Key words: irrigation, clay, silt, sand, exchangeable K, non-exchangeable K.

Introdução

A bananeira é planta de crescimento rápido e necessita de concentrações adequadas de nutrientes em formas disponíveis para seu desenvolvimento e produção. O solo é a fonte natural de todos os nutrientes exigidos pelas culturas, mas, para suprir as necessidades nutricionais no momento ideal e nas quantidades adequadas, podem ser necessárias adubações. Neste sentido, Lahav e Turner (1983) estimaram que, aproximadamente, 1.500 kg ha⁻¹ de potássio (K) devem ser absorvidos pela bananeira para um rendimento de 50 t ha⁻¹. A quantidade de K,

exportada pelos frutos da bananeira, considerando a produtividade de 70 t ha⁻¹ ano⁻¹, pode ser superior a 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (López e Espinosa, 1995). Por outro lado, o manejo inadequado da adubação potássica, principalmente na forma de KCl, pode causar problemas de salinização do solo (Silva *et al.*, 2001).

Nesse contexto, apesar da exigência da bananeira em K ser elevada, Teixeira (2000), em experimento com doses de K, relatou que as variações, nos teores trocáveis de K, no solo, não corresponderam às quantidades exportadas, indicando a participação de formas de K não-trocáveis na nutrição da planta.

Para outras culturas, também, foi verificada a participação de K não-trocável no fornecimento do nutriente (Ricci *et al.*, 1989; Meurer e Castilhos, 2001; Castilhos e Meurer, 2002). A disponibilidade de K não-trocável, em solos, está associada à mineralogia das frações texturais (Melo *et al.*, 2000; Melo *et al.*, 2003) e, nos solos tropicais bastante intemperizados, espera-se que estas correspondam às frações mais resistentes ao intemperismo como a areia. Além dos fatores nutricionais, a produção agrícola também é influenciada pela disponibilidade de água no solo. Nas culturas de sequeiro, uma das maneiras de estabilizar a produção é utilizar a irrigação em épocas nas quais a precipitação pluvial é insuficiente para suprir a exigência hídrica da cultura (Miqueletti *et al.*, 2007). Por outro lado, a disponibilidade hídrica dos solos também pode alterar a dinâmica das formas de K, tendo em vista que as raízes interceptam o nutriente, na solução do solo, por meio de processos difusivos (Mengel e Kirkby, 1987). O objetivo deste trabalho foi quantificar as alterações no teor total, não-trocável e trocável de K, em frações texturais de um Latossolo, cultivado com bananeira, em função de dois regimes hídricos.

Material e métodos

Utilizaram-se amostras de um Latossolo Vermelho eutroférico típico, coletadas na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo. A altitude é de, aproximadamente, 575 m, e o local do experimento apresenta latitude 21°15'S e longitude 48°18'W, com clima mesotérmico de inverno seco do tipo Cwa, conforme a classificação de Köppen.

Algumas características químicas e físicas do solo, em amostragem realizada antes da instalação do experimento, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo.

Prof.	pH (CaCl ₂)	MO	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
Cm		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol, dm ⁻³ -----			-----%			
0-20	5,3	22	46	0,34	3,2	1,3	3,4	4,8	8,2	58
20-40	5,2	18	20	0,29	2,5	1,0	3,2	3,8	7,0	54

Prof.	Areia grossa ¹	Areia fina ²	Silte ³	Argila ⁴	Mineralogia ⁵	
					Caulinita	Gibbsita
cm	-----g kg ⁻¹ -----				-----%	
0-26	90	70	220	600	65,7	33,3
26-58	70	90	210	630	66,1	32,3
58-78	70	90	200	640	-	-

⁽¹⁾ 2,0-0,2 mm; ⁽²⁾ 0,2-0,05 mm; ⁽³⁾ 0,05-0,002 mm; ⁽⁴⁾ < 0,002 mm; ⁽⁵⁾ Mineralogia da fração argila determinada por Centurion (1998); (-) não-determinado.

O bananal foi implantado, em outubro de 1997, empregando-se mudas micropropagadas 'in vitro', da

variedade Nanicão (*Musa* AAA subgrupo Cavendish), com aproximadamente 60 cm de altura. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com parcelas subdivididas e duas repetições. Cada unidade experimental apresentava 13 x 8 m (104 m²) e 20 plantas. As parcelas principais constaram de dois regimes hídricos: irrigado (microaspersão) e sequeiro; as subparcelas de quatro doses de potássio: 0, 300, 600 e 900 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O. O manejo da irrigação foi realizado a partir de dados meteorológicos (evaporação medida em tanque classe A e precipitação), com intervalo entre regas de dois ou três dias, visando atender às exigências hídricas da cultura, conforme descrito por Doorenbos e Kassam (1979). As parcelas amostradas, além do K, também receberam 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Os adubos utilizados foram nitrato de amônio e cloreto de potássio e foram sempre aplicados na superfície do solo, sem incorporação. Os adubos foram aplicados em semi-círculo, a 30 cm do pseudocaule, numa faixa de, aproximadamente, 40 cm, à montante da linha de plantio (direção do caminhamento do bananal). Nas duas primeiras adubações do primeiro ciclo, aplicou-se o adubo a 10 cm do pseudocaule, numa faixa circular de 20 cm de largura. As adubações foram parceladas em quatro aplicações, durante a época das chuvas em intervalos de 75 dias.

Para as análises dos teores de potássio, no solo, foram utilizadas amostras de terra, coletadas em três épocas distintas: antes do plantio, depois da primeira colheita (setembro de 1998) e depois da segunda colheita (setembro de 1999). Nas duas primeiras coletas, foram amostradas as camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade e, na terceira, além das duas camadas anteriores, coletou-se, também, a de 40-60 cm. As amostras foram secas, destorroadas e passadas em peneira de malha de 2,00 mm (terra fina seca ao ar - TFSA).

Foram quantificadas as seguintes formas de K: trocável (Ktr), extraído com resina de troca catiônica, conforme Rajj *et al.* (1987); não-trocável, extraído com HNO₃ 1 mol L⁻¹ fervente (Knt), conforme Pratt (1965b), e total (KT), obtido após dissolução completa da amostra com os ácidos fluorídrico, nítrico e perclórico (Pratt, 1965a). Os teores de potássio, nos extratos, foram quantificados por fotometria de chama.

Com a finalidade de verificar a dinâmica do potássio, ao longo do tempo, foram calculadas as variações (Δ) dos teores de K no solo, dadas por $\Delta K = K$ no final do cultivo - K inicial. A quantidade de potássio exportada pela biomassa foi estimada em função das concentrações foliares, da produção de frutos e da concentração de K nos frutos, utilizando a

metodologia proposta por Marchal e Mallessard (1979). Para estudar a contribuição de cada fração textural, no suprimento de K, uma parte das amostras de terra, coletadas na terceira amostragem, foi fracionada em areia grossa, areia fina, silte e argila, conforme metodologia adaptada de Camargo *et al.* (1986). Para tanto, porções de terra e solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹, relação solo:solução de 1:10, foram agitadas por 16h em agitador lento. A fração areia foi separada com auxílio de peneira com malha de 0,053 mm, lavada com água destilada e posta para secar. A suspensão resultante foi transferida para provetas de 1.000 mL de capacidade e a fração argila foi obtida por pipetagem, em função da velocidade de sedimentação das partículas em meio líquido. O sedimento depositado no fundo da proveta foi lavado com água destilada e deionizada até que a água de lavagem não apresentasse sinais visuais de argila dispersa e foi considerada como sendo a fração silte (Castilhos e Meurer, 2002). Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva. Foi verificado se as variáveis estudadas apresentavam distribuição normal, utilizando o teste de Anderson-Darling, e a homogeneidade de variâncias foi avaliada pelo teste de Bartlett (Hoaglin *et al.*, 1992). A análise de variância obedeceu ao modelo estatístico $X_{ij} = \mu + \tau_i + B_j + \epsilon_{ij}$, em que μ é média geral, τ_i é o efeito do *i*-ésimo tratamento, B_j o efeito do *j*-ésimo bloco e ϵ_{ij} são os erros aleatórios tais que $\epsilon_{ij} \text{NID}(0, \sigma^2)$ [normais e independentemente distribuídos, com media zero e variância σ^2 e foi realizada pelo teste F, e a comparação de médias foi feita, utilizando o teste de Tukey. Ambos os testes foram conduzidos a 5% de probabilidade. Os dados referentes aos ΔK 's não foram testados estatisticamente pela ocorrência de valores negativos, mas foram apresentados com o intuito de indicar a variação nos teores das formas de K, com e sem o efeito da irrigação.

Resultados e discussão

Efeitos das doses e da irrigação, nas formas de potássio, nas amostras de solo não-fracionadas (TFSA)

Nas amostras coletadas no final do 2º ciclo da cultura (após dois anos de cultivo), os teores totais de K (KT) e trocáveis (Ktr) variaram em função da dose e da profundidade da camada estudada (Figuras 1a e b). Para os teores não-trocáveis (Knt), houve efeito significativo apenas da profundidade (Figura 1c). A aplicação de K aumentou o KT e o Ktr, em todas as profundidades, indicando que ocorreu lixiviação do elemento. O teor de KT, no tratamento testemunha, foi maior nas profundidades de 0-20 e 40-60 cm do que na camada de 20-40 cm.

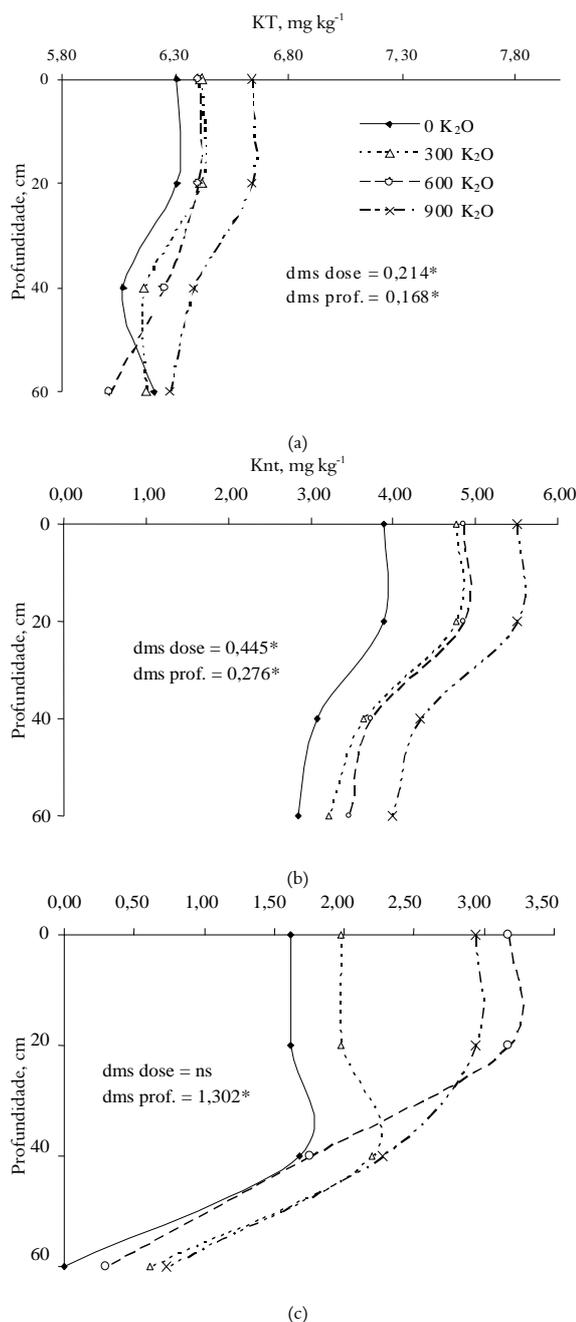


Figura 1. Teores de potássio total (a), trocável (b) e não-trocável (c) em amostras de solo não-fracionadas. dms = diferença mínima significativa pelo teste de Tukey; * = significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo.

O mesmo comportamento pode ser observado em relação às amostras que receberam 300 kg ha⁻¹ de K₂O. Para as demais doses, o KT diminuiu com o aumento da profundidade até 40-60 cm. O mesmo ocorreu com as formas Ktr e Knt, independentemente da dose. Para o Ktr, também houve efeito significativo da irrigação, e os valores médios foram 3,67 e 4,22 mg kg⁻¹ de K, respectivamente, nas parcelas irrigadas e sem

irrigação. A utilização de sistemas de irrigação proporciona melhor aproveitamento dos nutrientes, porém a água que percola pelo perfil do solo pode aumentar a mobilidade dos nutrientes para camadas mais profundas por lixiviação. Desta maneira, solos irrigados devem ser manejados de maneira que a lâmina de água aplicada não intensifique a movimentação vertical de nutrientes para regiões distantes da zona radicular. Teixeira (2000) verificou que em parcelas irrigadas, foram necessários 454 kg ha^{-1} de K_2O adicionais para a bananeira, em comparação ao mesmo cultivo no sequeiro, para que a variação no teor de K trocável na camada de 0-20 cm de profundidade fosse nula, preservando o teor do nutriente no solo.

As variações nos teores de potássio, tanto trocável quanto não trocável indicam a depleção nos teores dessas formas de K (Tabela 2). Destaca-se nesse caso o pronunciado efeito do sistema irrigado na redução dos teores de Knt em comparação ao sistema de sequeiro, nas duas camadas amostradas.

Adicionalmente observa-se que a redução dos teores da forma trocável, não explica sozinha, a quantidade do nutriente exportada na biomassa (Tabela 2).

Tabela 2. Balanço de formas de potássio, no solo, nas parcelas com e sem irrigação, em função da profundidade, sem a aplicação do nutriente.

Sistema	Prof.	Potássio	$\Delta K = K \text{ final} - K \text{ inicial}$	
			1º ciclo	2º ciclo
	cm		----- $\text{mg kg}^{-1} (\text{kg ha}^{-1})^{-1}$ -----	
Sequeiro	0-20	Trocável	-35 (84)	-26 (62)
		Não-trocável	-32 (77)	-12 (29)
	20-40	Trocável	-47 (113)	-17 (41)
		Não-trocável	-24 (58)	-4 (9,6)
K exportado na biomassa			244,2 kg ha^{-1}	498,7 kg ha^{-1}
Irrigado	0-20	Trocável	-81 (194)	-2 (4,8)
		Não-trocável	-58 (139)	-2 (4,8)
	20-40	Trocável	-83 (199)	-11 (26)
		Não-trocável	-40 (96)	-8 (19)
K exportado na biomassa			537,9 kg ha^{-1}	808,4 kg ha^{-1}

⁽¹⁾Valores entre parênteses representam a variação nos teores de K por área (kg ha^{-1}) considerando a profundidade amostrada e a densidade do solo de $1,2 \text{ kg dm}^{-3}$.

Distribuição das formas de potássio nas frações granulométricas

A Figura 2 ilustra a participação relativa de cada fração granulométrica, no conteúdo total de K (KT), na TFSA, para o tratamento que não recebeu potássio, fornecendo subsídios para o entendimento sobre o conteúdo natural do nutriente no solo. Deve-se salientar que não foram consideradas as perdas de K do sistema solo-planta por se entender que estas ocorreram de modo similar em todas as parcelas experimentais. A maior proporção do KT foi observada nas frações mais

finas do solo, nas três profundidades estudadas, na seguinte ordem: K-argila > K-silte > K-areia fina > K-areia grossa (Figura 2). Mais de 60% do KT do solo (TFSA) esteve presente na fração argila. Não foram observadas variações, nos teores de KT, nas profundidades estudadas, muito provavelmente, pela distribuição homogênea dos teores de argila ao longo do perfil do solo.

A fração argila do Latossolo, em que foi instalado o experimento, é constituída basicamente por argilominerais do grupo das caulinitas e por gibbsita (Tabela 1). Mesmo com essa mineralogia, a fração argila apresentou o maior teor total de K. Isso está em concordância com os resultados obtidos por Melo *et al.* (2003) que também verificaram elevados teores totais de K na fração argila de solos predominantemente cauliniticos. De acordo com esses autores, a baixa quantidade de K não-trocável, na caulinita, pode ser compensada pela sua abundância no solo, proporcionalmente a outras formas minerais.

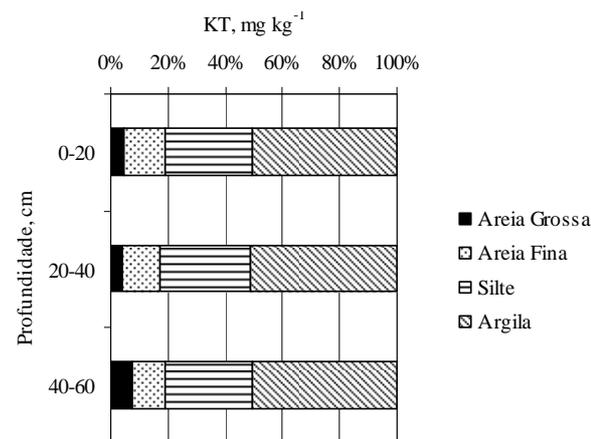


Figura 2. Conteúdo médio ($n=3$) de potássio total nas frações granulométricas do solo, em diferentes profundidades, apresentado como porcentagem do teor total da amostra de terra não-fractionada (TFSA).

Os teores de Knt, nas frações texturais, podem ser observados na Figura 3. Houve efeito significativo da irrigação nos teores de Knt nas frações argila e silte (Figura 4) e, de um modo geral, na presença da irrigação, os teores de Knt foram menores, confirmando os dados obtidos para Ktr e Knt nas amostras de terra não-fractionadas (TFSA) (Figura 1).

Esse comportamento indica que mesmo formas de K tidas como de baixa mobilidade, no solo, podem ser redistribuídas em função das condições do solo, neste caso, associadas às variações da disponibilidade hídrica.

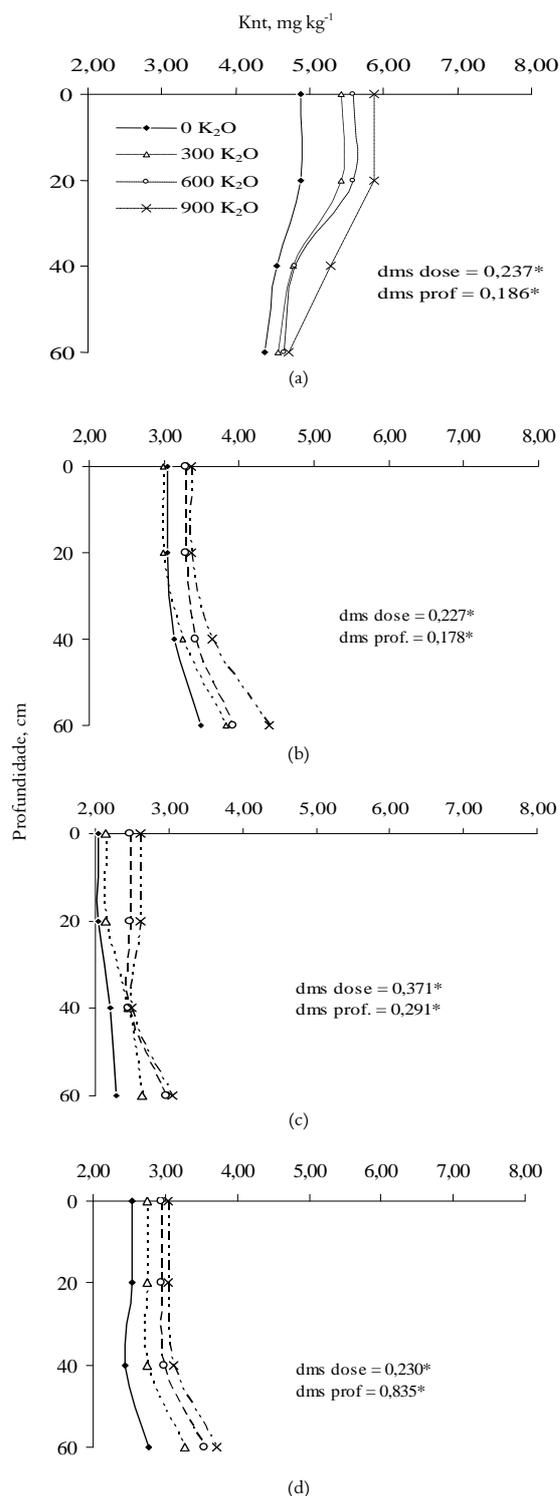


Figura 3. Teores de potássio não-trocável (Knt) nas frações argila (a), silte (b), areia grossa (c) e areia fina (d). dms = diferença mínima significativa para o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em sistema de cultivo irrigado, a movimentação do nutriente para as camadas mais profundas do solo foi mais intensa. O incremento, nos teores de Knt, em função da profundidade e das doses de K, foi

observado apenas nos tratamentos irrigados, o que também pode indicar aumento na reserva de K, a longo prazo, nestas condições de manejo.

Houve diferenças entre as classes texturais do solo na dinâmica das formas de K. Partículas pequenas do diâmetro (d) da argila ($d < 0,002$ mm) e do silte ($0,02 < d < 0,002$ mm) apresentaram incrementos no conteúdo de Knt com a dose de K (Figura 3) e com a irrigação (Figura 4). Nos tratamentos que não receberam K (0K), numa mesma profundidade, na fração argila, os teores do nutriente foram similares tanto na condição de sequeiro quanto sob irrigação, refletindo a maior capacidade de retenção de cátions desta fração. Na classe das areias, tanto na areia grossa ($0,2 < d < 2$ mm) quanto na areia fina ($0,02 < d < 0,2$ mm), nas parcelas de sequeiro, observaram-se os maiores teores de K nas camadas superficiais em função da menor movimentação do nutriente para profundidades maiores.

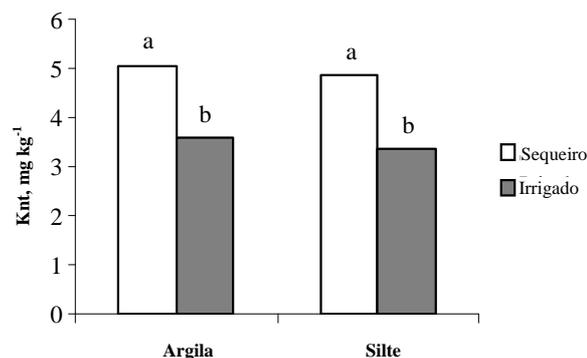


Figura 4. Teores de Knt nas frações argila e silte nas parcelas irrigadas e sob sequeiro. Letras diferentes no topo das barras indicam que as médias diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As diferenças entre os sistemas de manejo indicam que os estudos de disponibilidade de formas não-trocáveis de K devem levar em consideração, além de características mineralógicas do solo, o regime hídrico e a textura do solo. Braga (1972), estudando 20 solos do Estado de Minas Gerais, observou que o teor de potássio disponível no solo correlacionou-se significativamente à umidade do solo. Maiores teores de água implicaram maior disponibilidade de K nos solos.

Estudando a disponibilidade de potássio não-trocável, Niebes *et al.* (1993) relataram significativa absorção de Knt por plantas cultivadas em amostras das frações granulométricas do solo. Formas de K retidas mais fortemente aos componentes do solo que não são quantificadas pelas análises de solo de rotina teriam, assim, importante papel na nutrição das plantas.

Outros trabalhos com solos do Brasil, com diferentes graus de desenvolvimento pedogenético, também detectaram participação efetiva de formas não-trocáveis de K na nutrição de plantas (Rosolem et al., 1988; Rosolem et al., 1993; Silva et al., 2000; Castilhos e Meurer, 2002). Braga e Amaral Sobrinho (1973) encontraram correlações significativas entre a disponibilidade de K e o conteúdo do nutriente nas frações argila e silte. Todavia, Mieleniczuck (1977) ressalta que, além do conteúdo, deve-se considerar também a fração do K estrutural que está sendo liberada, pois esta é influenciada pela estabilidade do mineral, mesmo quando o nutriente está em baixas concentrações na solução do solo. Lepsch et al. (1978), estudando solos paulistas, também verificaram que as quantidades totais de K e o extraído com HNO₃ a quente, são muito maiores que as formas tidas como trocáveis. As principais fontes de K foram identificadas como micas e feldspatos, presentes nas frações argila e silte. Braga (1972) verificou que a separação dos solos, em função do tipo de argilomineral predominante, neste caso a illita, resultou em correlação significativa e positiva entre a quantidade de K absorvido pelas plantas e o conteúdo de K_{nt}. Convém ressaltar que as proporções de argila e silte são variáveis nos diferentes tipos de solos. Assim estudos sobre a liberação de K das frações texturais e seu papel no fornecimento do nutriente para as plantas deve levar em consideração a textura dos solos.

Conclusão

O potássio do solo esteve associado às frações mais finas: argila e silte.

Com a aplicação de doses de K, houve incremento nos teores fortemente retidos (K_{nt}), indicando a possível ocorrência de imobilização do nutriente.

A irrigação alterou a distribuição dos teores das formas trocáveis e não-trocáveis de K, nas três profundidades estudadas.

Em condições irrigadas, o manejo do nutriente deve levar em consideração essa movimentação do K.

Agradecimentos

À Fapesp - Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo nº 2000/01394-2), pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor, viabilizando a realização deste trabalho.

Referências

- BRAGA, J.M. *Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos do Estado de Minas Gerais*. 1972. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.
- BRAGA, J.M.; AMARAL SOBRINHO, M.O.C. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos do Estado de Minas Gerais: III Potássio não-trocável. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 20, n. 111, p. 302-312, 1973.
- CAMARGO, O.A. et al. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1986. (Boletim técnico, 106).
- CASTILHOS, R.M.V.; MEURER, E.J. Suprimento de potássio de solos do Rio Grande do Sul para arroz irrigado por alagamento. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 977-982, 2002.
- CENTURION, J.F. *Caracterização e classificação dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal*. 1998. Tese (Livre Docência)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Rome: FAO, 1979.
- HOAGLIN, D.C. et al. *Análise exploratória de dados: técnicas robustas*. Lisboa: John Wiley, 1992.
- LAHAV, E.; TURNER, D.W. *Banana nutrition*. Bern: IPI, 1983. (IPI-Bulletin, 7).
- LEPSCH, I.F. et al. Mineralogia, classificação e formas de potássio em solos da estação experimental de Pindorama, SP. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 2, n. 1, p. 63-68, 1978.
- LÓPEZ, A.; ESPINOSA, J. *Manual de nutrición y fertilización del banano*. Quito: Corbana/Inpofos, 1995.
- MARCHAL, J.; MALLESSARD, R. Comparison des immobilisations minerales de quatre cultivars de bananiers a fruits pour cuisson et de deux 'Cavendish'. *Fruits*, Paris, v. 34, p. 373-392, 1979.
- MELO, V.F. et al. Potássio e magnésio em minerais das frações areia e silte de diferentes solos. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 269-284, 2000.
- MELO, V.F. et al. Importância das espécies minerais no potássio total da fração argila de solos do triângulo mineiro. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 807-820, 2003.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. Bern: International Potash Institute, 1987.
- MEURER, E.J.; CASTILHOS, R.M.V. Liberação de potássio de frações de solos e sua cinética. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 823-829, 2001.
- MIELNICZUCK, J. Formas de potássio em solos do Brasil. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 1, n. 2-3, p. 55-61, 1977.
- MIQUELETTI, F. et al. Atendimento hídrico ao arroz de terras altas para diferentes épocas de semeadura no noroeste de São Paulo. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 29, n. 2, p. 257-266, 2007.
- NIEBES, J. et al. Release of nonexchangeable potassium

- from different size fractions of two highly K-fertilized soils in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* cv. Drakkar). *Plant Soil*, Dordrecht, v. 155/156, p. 403-406, 1993.
- PRATT, P.F. Digestion with hydrofluoric and perchloric acids for total potassium and sodium. In: BLACK, C.A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965a. p. 1019-1021.
- PRATT, P.F. Potassium. In: BLACK, C.A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965b. p. 1022-1030.
- RAIJ, B. van et al. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas: Fundação Cargill, 1987.
- RICCI, M.S.C. et al. As frações granulométricas do solo como reserva de potássio para as plantas. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 181-186, 1989.
- ROSOLEM, C.A. et al. Formas de potássio no solo e nutrição potássica da soja. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 12, p. 121-125, 1988.
- ROSOLEM, C.A. et al. Dinâmica do potássio no solo e nutrição potássica da soja. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 28, n. 9, p. 1045-1054, 1993.
- SILVA, I.R. et al. Formas, relação quantidade/intensidade e biodisponibilidade de potássio em diferentes Latossolos. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2065-2073, 2000.
- SILVA, M.A.G. et al. Efeito de cloreto de potássio na salinidade de um solo cultivado com pimentão, *Capsicum annuum* L., em ambiente protegido. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1085-1089, 2001.
- TEIXEIRA, L.A.J. *Adubação nitrogenada e potássica em bananeira 'Nanicão' (Musa AAA subgrupo Cavendish) sob duas condições de umidade do solo*. 2000. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

Received on January 29, 2007.

Accepted on October 22, 2007.