

# ACÚMULO DE POTÁSSIO EM SOLOS DE ÁREAS CANAVIEIRAS FERTIRRIGADAS NO NORTE FLUMINENSE<sup>(\*)</sup>

MAURI DOS SANTOS MANHÃES<sup>1</sup>; DELVO DE SOUZA<sup>1</sup>; PEDRO NILSON ALVES BERTO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engenheiros Agrônomos, pesquisadores do campus Dr. Leonel Miranda da UFRRJ, Estrada do Açúcar km 5, bairro Penha, CEP 28020-560, Campos dos Goytacazes (RJ), Tel. (22) 2733.0505, clmufrrj.rol@terra.com.br

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o acúmulo de nutrientes, especialmente o potássio (K) em áreas canavieiras que vêm recebendo irrigações com vinhaça e águas residuais das indústrias há mais de dez anos e os efeitos cumulativos das aplicações durante uma safra. Foram amostrados solos em doze locais, em três épocas do ano agrícola 97/98 e em três profundidades: 0-20cm; 20-40cm e 40-60cm. Em função principalmente das características de cada solo amostrado, o acúmulo de potássio foi extremamente elevado, chegando a valores da ordem de 1067 mg K.dm<sup>-3</sup> em área de solo Cambissolo, 74 mg K.dm<sup>-3</sup> em área de solo Areia Quartzosa e 304 mgK.dm<sup>-3</sup> em área de solo Gley Húmico.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, fertirrigação, vinhaça, solo.

## ABSTRACT

### POTASSIUM ACCUMULATION IN SOILS FROM FERTIRRIGATED SUGARCANE AREAS IN THE NORTH OF RIO DE JANEIRO STATE

This study has been done to evaluate the nutrient accumulations (especially K) in soils where vinasse has been applied for more than ten years. Soil samples has been taken in three depths (0-20; 20-40 and 40-60cm) from twelve areas, in six sugar mills, in Rio de Janeiro State, Brazil, during 97/98 season. The results showed high accumulation of K, varying according to soil characteristics with values in order to 1067 mg K.dm<sup>-3</sup> in Cambissol soil area, 74 mg K.dm<sup>-3</sup> in Sand Quartzolic soil area and 304 mg K.dm<sup>-3</sup> in Gley Humic soil area.

**Key words:** sugarcane, fertirrigation, vinasse, soil.

## INTRODUÇÃO

O uso de águas residuais e vinhaça nas lavouras canavieiras do Brasil, é prática generalizada, com benefícios inegáveis para a fertilidade dos solos e a produtividade agrícola. Entretanto, em algumas unidades industriais há uma concentração de aplicações em determinadas áreas, geralmente as mais próximas da indústria, provocando acúmulos exagerados de certos nutrientes, que podem causar reflexos negativos sobre o solo e a cultura. Avaliando a composição química da vinhaça produzida no estado do Rio de Janeiro, Bolsanello & Vieira (1980) mostram que a matéria orgânica é o seu constituinte principal, e dentre os elementos minerais, o potássio, juntamente com o cálcio, aparecem com destaque. Dos micronutrientes analisados, o ferro foi o que apresentou maiores proporções. Também analisando

a composição química da vinhaça, no estado de Alagoas, Vasconcellos & Oliveira (1981) mostraram a presença do sulfato (SO<sub>4</sub>) com teores maiores do que o de potássio em vinhaça oriunda de mosto de caldo.

Cambuim & Cordeiro (1986) avaliando a acumulação de nutrientes em areia quartzosa submetidas a dosagens de vinhaça de 200 a 400m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, observaram acréscimo do pH, P disponível e teores trocáveis de K, Ca e Mg, tendo havido decréscimo dos teores de Na trocáveis e acidez total. Nunes et al. (1981) em Podzólico Vermelho Amarelo, constataram um aumento crescente de K, Ca e Mg trocáveis conforme aumentaram as doses de vinhaça, que variaram de 50 a 400m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Os teores de Na trocáveis mantiveram-se constantes enquanto houve aumento moderado do pH e decréscimo nos teores de Al trocáveis, P assimilável e de nitrato.

Com base em diversos estudos, Ferreira & Monteiro (1987) citam os principais efeitos da adição

<sup>(\*)</sup> Convênio UFRRJ, campus Dr. Leonel Miranda/Unidades sucroalcooleiras do RJ.

de vinhaça nas propriedades dos solos: elevação do pH, aumento da CTC, elevação do teor de carbono, aumento da condutividade elétrica, e alertam para o perigo da salinização em solos hidromórficos e aluviais. Por outro lado, Nunes Júnior (1987) relatou o efeito extremamente danoso da aplicação de volumes elevados de vinhaça sobre a maturação de diversas variedades de cana-de-açúcar.

Sabedores de todos estes detalhes técnicos e conhecendo o dia a dia de praticamente todas as destilarias de álcool da região Norte fluminense, é que este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o acúmulo de nutrientes em áreas canavieiras, que vêm recebendo irrigações com vinhaça e águas residuais das indústrias há mais de dez anos, e os efeitos cumulativos das aplicações durante uma safra (97/98).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os levantamentos foram feitos em áreas que vêm sendo irrigadas há mais de dez anos, em solos de usinas do Norte fluminense: Cambissolo argiloso (usina S<sup>ta</sup> Cruz, usina Cupim, usina Sapucaia e usina Barcelos); Areia quartzosa (usina Quissamã) e Gley húmico (usina Paraíso). A localização das áreas amostradas em cada unidade produtora e as épocas de amostragens de solo foram:

Área 1: USC, faz. Figueira, Quadra 6, área de dez cortes, com vinhaça por aspersão; Área 2: USC, faz. Conceição III, Talhão 14, Monjolo branco, aspersão; Área 3: USC, faz. S<sup>ta</sup> Cruz, Aroeira, Talhão 15, inundação; Área 4: UPA, faz. Baganzal, Campo Pedra, Quadra 20, 6<sup>o</sup> corte, água + vinhaça; Área 5: UPA, faz. Baganzal, Campo Pedra, Quadra 28, 6<sup>o</sup> corte, água + vinhaça; Área 6: UQS, faz. Carabuçu, lote 31, em frente da matinha, inundação; Área 7: UQS, faz. Penha, lote 129, cana-planta, inundação; Área 8: UCU, faz. Cupim Quadra 129, soqueira de quatorze cortes, inundação; Área 9: UCU, faz. Cupim, Quadra 122, soqueira de quatorze cortes, inundação; Área 10: UBA, faz. Pau-a-pique, (fazendinha), Lote 2, 3<sup>o</sup> corte, sulco; Área 11: UBA, faz. Pau-a-pique, (fazendinha), Lote 3, 3<sup>o</sup> corte, sulco; Área 12: USP, faz. Sapucaia, Zona 142, Quadra 8, soqueira nove cortes, aspersão.

Algumas unidades industriais têm controle da quantidade de vinhaça que é aplicada por hectare, em função do teor de potássio da mesma, mas somente aquelas que utilizam o sistema de aplicação por aspersão, caso de algumas áreas da usina Santa Cruz e da usina Sapucaia. As demais não têm controle nos sistemas de inundação e sulcos de infiltração. A época de aplicação da vinhaça nos canaviais é sempre durante o período da safra, ou seja, quando se começa a cortar as canas para moagem, sendo que estas áreas cortadas é que irão receber o resíduo, portanto de junho à dezembro.

**Tabela 1-** Caracterização química das áreas identificadas para desenvolvimento do trabalho. Amostras compostas à profundidade de 0-20cm.

Áreas	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Na	C
		mg.dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			g.kg <sup>-1</sup>	
1	6,5	18	116	5,7	2,7	0,1	0,10	16,5
2	5,9	60	495	4,0	2,9	0,4	0,08	23,5
3	6,0	132	264	6,2	2,8	0,1	0,13	21,0
4	7,2	1426	97	10,1	4,0	0,0	0,68	20,2
5	7,1	540	55	9,0	2,8	0,0	0,60	14,4
6	7,0	175	20	3,0	0,6	0,0	0,11	11,8
7	5,5	27	59	3,0	1,0	0,1	0,19	22,6
8	6,8	180	486	4,9	2,8	0,0	0,08	17,9
9	6,6	54	468	3,8	2,3	0,0	0,08	15,8
10	7,3	104	858	5,2	2,9	0,0	0,66	11,5
11	8,0	676	704	4,8	2,4	0,0	0,40	17,2
12	5,7	30	408	4,4	2,8	0,2	0,11	14,4

As amostras para verificação das variações promovidas pelas aplicações dos resíduos foram tomadas às profundidades de 0-20; 20-40 e 40-60cm, com seis sub amostras para a composição de cada amostra. A 1<sup>a</sup> amostragem (a) foi feita entre junho e julho de 1997 logo após o corte das canas, antes das irrigações das socarias. A 2<sup>a</sup> amostragem (b) foi feita entre dezembro/97 e janeiro/98, após as aplicações

daquele ciclo. A 3<sup>a</sup> amostragem (c) foi feita entre junho e julho de 1998, logo após a colheita de cada área.

A Tabela 2 mostra as quantidades de chuvas mensais, medidas nos pluviômetros centrais das empresas e foram levantados com o objetivo de se avaliarem possíveis influências no comportamento do potássio nos solos.

**Tabela 2-** Precipitação mensal observada no período de abrangência do estudo (jun/97 a jul/98) e o total geral por unidade produtora estudada.

Locais	mm de chuvas/mês/1997							Total 97
	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
Us. S <sup>ta</sup> Cruz	4	1	8	142	86	147	269	657
Us. Paraiso	8	0	5	60	202	97	138	510
Us. Quissamã	7	3	2	31	93	69	159	364
Us. Cupim	8	0	7	78	97	191	220	601
Us. Barcelos	0	0	11	53	54	87	131	336
Us. Sapucaia	2	7	22	84	73	177	293	658

  

Locais	mm de chuvas/mês/1998							Total 98	Total 97/98
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul		
Us. S <sup>ta</sup> Cruz	81	122	79	75	76	24	0,6	382,6	1039,6
Us. Paraiso	111	172	107	63	50	24	0	527	1037
Us. Quissamã	192	312	47	26	72	28	12	689	1053
Us. Cupim	65	236	120	42	84	20	0	567	1168
Us. Barcelos	94	81	33	52	44	22	5	331	667
Us. Sapucaia	103	70	112	61	75	27	11	459	1117

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 mostra que, de maneira geral, as áreas identificadas apresentaram teores de potássio considerados de alto a extremamente alto, inclusive alcançando valores elevados também em profundidade, na primeira amostragem, que foi logo após o corte da cana (junho/97).

Alguns outros elementos analisados sofreram alteração no período amostrado, mas em decorrência do potássio ser o mais importante, pela sua elevada concentração nos resíduos considerados, principalmente na vinhaça, se concentrou a análise nos dados desse elemento, em cada local, nas três épocas de amostragem e nas três profundidades, por área estudada.

**Tabela 3** - Níveis de potássio ( $\text{mg K.dm}^{-3}$ ) observados, em cada área monitorada, nas três épocas e nas três profundidades de amostragens.

Áreas	Prof. (cm)	$\text{mgK.dm}^{-3}$ nos solos/épocas			Áreas	$\text{mgK.dm}^{-3}$ nos solos/épocas		
		a	b	c		a	b	c
1	0-20	116	540	408	7	59	57	24
	20-40	62	184	171		15	34	17
	40-60	34	128	69		13	22	17
2	0-20	495	696	624	8	486	464	520
	20-40	285	408	270		330	180	380
	40-60	132	255	64		204	104	228
3	0-20	264	297	249	9	468	249	306
	20-40	104	109	150		372	95	165
	40-60	64	76	74		234	92	106
4	0-20	97	249	177	10	858	582	1067
	20-40	62	55	106		858	570	913
	40-60	38	34	78		682	456	935
5	0-20	55	304	192	11	704	1020	759
	20-40	41	111	109		333	888	726
	40-60	34	81	59		255	776	396
6	0-20	20	74	41	12	408	486	452
	20-40	10	27	8		207	275	228
	40-60	8	13	8		104	177	62

a, b e c = épocas de amostragens dos solos.

### **Us. Sta. Cruz (áreas 1, 2 e 3)**

Na usina Sta. Cruz observa-se que na área 1 fazenda Figueira, na 1ª amostragem, o teor de potássio atinge  $116\text{mgK.dm}^{-3}$  na camada superficial e decresce em profundidade, para 62 e  $34\text{mgK.dm}^{-3}$  respectivamente aos 40 e 60 cm. Na 2ª amostragem, seis meses após o corte das canas, pode-se notar o aumento considerável nos níveis de K em todas as profundidades amostradas, mostrando claramente o efeito dos resíduos neste tipo de solo. Já na 3ª amostragem, após o corte seguinte das canas, observou-se uma diminuição dos níveis de K, supondo-se percolação profunda, assim como um efeito da absorção do elemento pela cultura.

Na área 2 fazenda Conceição III, Quadra 14, nota-se efeito idêntico à anterior, com o agravante de que os níveis de K, identificados na 1ª amostragem, já eram extremamente elevados ( $495\text{mgK.dm}^{-3}$  de 0-20cm) mostrando que a área vem acumulando o elemento ao longo dos anos anteriores. Daí em diante, nota-se pelas duas outras amostragens que o nível do elemento aumentou para  $696\text{mgK.dm}^{-3}$ , mantendo-se praticamente inalterado no final do ciclo da cultura.

A área 3, da fazenda Stª Cruz, Q15, observou-se efeito idêntico às anteriores, mas com diferença de que não houve um aumento significativo da 1ª para a 2ª amostragem, mostrando que, ou foi aplicado pequenas quantidades de resíduos na área ou aqueles resíduos estavam devidamente diluídos, não causando acúmulo exagerado.

### **Us. Paraíso (áreas 4 e 5)**

Nas primeiras amostragens da Usina Paraíso, fazenda Baganzal (áreas 4 e 5) os valores de K encontrados são de médios a baixos, mas em contrapartida, apresentam pH elevado, em torno de 7,0, e valores de fósforo, cálcio, magnésio e sódio também considerados altos.

Com o passar do tempo e as aplicações de resíduos nas áreas, aconteceu o esperado, que foi o aumento significativo no teor de K nestas áreas. Nota-se ligeira diferença de comportamento do elemento no perfil das duas áreas, sendo que na área 4 (Baganzal, Q20), a infiltração do elemento só foi notada no final do ciclo da cultura (3ª amostragem), enquanto que na área 5 (Baganzal, Q28), o nível de K aumentou em todas as profundidades amostradas, já por ocasião da 2ª amostragem, 6 meses após o corte das canas. Isto pode ser em função da época de aplicação do resíduo e, ou, em função da capacidade de infiltração do solo, que varia com suas características físicas, principalmente a granulometria.

### **Us. Quissamã**

Na usina Quissamã, as duas áreas amostradas (6 e 7) apresentaram teores de K muito baixos e pH em torno de 7,0, com fósforo muito alto, cálcio alto e magnésio médio para baixo. Provavelmente os níveis de K baixos tem a ver com a granulometria do terreno

pois as áreas são de areias quartzosas.

Para a área 6, na fazenda Carabuçu, L31, (figura 4) usina Quissamã, nota-se que houve um aumento considerável em relação ao teor inicial de K, passando de 20 para  $74\text{mgK.dm}^{-3}$  aos seis meses, e também nas demais profundidades amostradas, evidenciando que: primeiro, o resíduo é muito diluído em água, com baixo teor de minerais; e segundo, a granulometria do terreno, promovendo pequena retenção, permite a passagem do elemento diluído, para as camadas mais profundas do terreno, podendo chegar ao lençol freático, que é elevado nesta área.

A área 7 na fazenda Penha, L129 da usina Quissamã, de solo também arenoso, apresentou aparentemente um pouco mais de capacidade de retenção de umidade que a área anterior. A área tem lençol freático mais profundo, mostrou uma evolução um pouco diferenciada, com aumento nos teores de K apenas em profundidade, dando a entender que, os resíduos nesta área foram utilizados apenas no início do desenvolvimento da cultura, ou seja, logo após o corte, sendo também de baixo teor de K.

### **Us. Cupim (áreas 8 e 9)**

Talvez as áreas 8 e 9 sejam as mais problemáticas por serem de solos argilosos, com baixa capacidade de infiltração e portanto sujeitos a acumulação de determinados elementos. Elas têm pH variando em torno de 7,0, teores de P considerados muito altos, bem como o Ca e Mg, além do K, que se apresenta extremamente elevado, também ao longo do perfil (profundidade).

A área 8, fazenda Cupim, Q129, mostra uma diminuição no teor de K nas profundidades de 20-40 e 40-60cm, da 1ª para 2ª amostragem e aumentando novamente na 3ª amostragem, dando a entender que houve aplicação de resíduos após a amostragem dos 6 meses, pois também aumentou o teor de K na camada superficial do solo. Na área 9, fazenda Cupim, Q122, da usina Cupim, apresenta uma situação similar à da anterior.

### **Us. Barcelos**

As áreas 10 e 11, da fazenda Pau-à-pique, Q2 e Q3 da usina Barcelos, apresentam como características importantes seus teores de K extremamente elevados, em todo o perfil do solo, e que continua sendo aumentado com a aplicação de resíduos como vinhaça e água de lavagem. Também aparece com acumulação de outros elementos como P, Ca, Mg e até o sódio (Na), que na área 10 refletiu num elevado nível de condutividade elétrica.

### **Us. Sapucaia (área 12)**

Foi amostrado somente uma área (12), na fazenda sapucaia, quadra 8, em solo Cambisso argiloso de baixada, onde nota-se um acúmulo de K, Ca e Mg, certamente em função da constituição física do solo e da aplicação constante dos resíduos.

Pode-se verificar que houve acumulação de mais potássio ao longo do ano estudado, e mesmo sendo em menor intensidade que outras áreas amostradas, não é menos preocupante, tendo em vista que todo o perfil do solo está com teores elevados de potássio.

#### Chuvas no Período

Os índices pluviométricos visualizados na Tabela 2 evidenciam uma distribuição até certo ponto idêntica, com valores mínimos em jun, jul, ago, aumentando consideravelmente até dezembro. Nota-se que as regiões com menor precipitação foram as das usinas Paraíso, Quissamã e Barcelos, com destaque para esta última com 336 mm de chuvas nos sete meses de estudo em 1997.

### CONCLUSÕES

A diversidade dos solos estudados mostra alguma diferença de comportamento de acumulação e, ou, percolação do potássio, mas devido à intensidade de uso dos resíduos, todas as áreas apresentam teores muito elevados, inclusive em profundidade, podendo alcançar o lençol freático.

O índice de chuvas pode ter influenciado nos teores de potássio do solo de duas formas: primeiro a falta d'água permite a concentração do elemento nas camadas superiores, o que, por exemplo, poderia estar acontecendo nas áreas da usina Barcelos e Quissamã; segundo, a chuva mais intensa poderia causar a percolação do elemento para as camadas mais profundas do solo, o que parece ter acontecido com a maioria das áreas estudadas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLSANELLO, J.; VIEIRA, J. R. Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça da região de Campos, RJ. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, n. 96, v. 5, p. 45-59, nov. 1980.
- CAMBUIM, F. A.; CORDEIRO, D. A. Ação da vinhaça sobre pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes, em solo arenoso. *STAB*, N.4, V.4, março-abril/86. P. 27-33. 1986.
- FERREIRA, E. S.; MONTEIRO, A. O. Efeitos de aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. *Boletim Técnico COPERSUCAR*, n. 36, p. 3-7, 1987.
- NUNES JÚNIOR, D. Efeitos da elevada deposição de vinhaça sobre variedades de cana-de-açúcar. *Boletim Técnico COPERSUCAR*, n. 37, p. 38-44, 1987.
- NUNES, M. R.; VELLOSO, A. C. X. ; LEAL, J. R. Efeito da vinhaça nos cátions trocáveis e outros elementos químicos do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 16, n. 2, p. 171-176, 1981.
- VASCONCELLOS, J. N.; OLIVEIRA, C. G. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça das destilarias de álcool de Alagoas – Safra 1978/79. *Saccharum STAB*, São Paulo, v. 4, n. 14, p. 32-36, maio de 1981.