

SILICATOS DE POTÁSSIO OBTIDOS POR TRATAMENTO HIDROTHERMAL
DE ROCHAS POTÁSSICAS COMO FONTES DE POTÁSSIO
PARA O TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill) ESTAQUEADO

Antonio Eneidi Boaretto^{1, 3}
José Carlos Chitolina^{2, 3}
Walter Harumi Yocogawa^{1, 4}
José Carlos De Pieri¹
Edmir Soares¹

INTRODUÇÃO

Das fontes de potássio comercializadas como fertilizantes, a quase totalidade é constituída pelo cloreto de potássio.

Os estudos que comparam as diversas fontes de potássio têm demonstrado que não há distinção entre elas em relação à produção do tomateiro (BOARETTO *et alii*, 1982). Entretanto, LASKE (1962), que cita Jacob (1935), afirma haver vantagem do sulfato de potássio e do sulfato de potássio e magnésio sobre nitrato e cloreto de potássio na qualidade do fruto.

¹ Faculdade de Ciências Agronômicas, "Campus" de Botucatu, UNESP.

² Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola, "Campus" de Botucatu, UNESP.

³ Bolsista do CNPq.

⁴ Bolsista da Cooperativa Agrícola de Cotia.

Todo o adubo potássico utilizado no Brasil é atualmente importado de diferentes países. As reservas brasileiras estão situadas em Carmópolis (SE) e médio Amazonas (CARVALHO, 1977). Num futuro próximo o Brasil estará extraíndo na região de Taquari - Vassouras (SE) 500.000 t de cloreto de potássio (PETROMISA, 1981).

Por outro lado, sabe-se há vários anos da existência de rochas potássicas na região de Poços de Caldas - MG, ocupando a leucita posição de destaque. Conforme esclarece FRAYA (1952), essas jazidas apresentam volume relativamente grande de material com um teor aproximado de 12% de K_2O .

Utilizando-se a leucita ($KAlSi_2O_6$) moída de tal forma que não fosse retida em peneira 200 (0,074 mm de abertura de malha), CATANI & GALLO (1960) concluíram que na adubação de arroz o material não apresentou efeito no acréscimo de produção de palha e de grãos e no teor de potássio nas folhas.

Estudando a adubação da batatinha, BOOCK *et alii* (1960) observaram, em sete ensaios onde utilizaram três doses de potássio e compararam a leucita com sulfato e cloreto de potássio, que em quatro deles houve resposta ao sulfato e cloreto de potássio e em apenas um houve efeito da leucita em relação à testemunha, porém efeito este bem inferior às outras duas fontes.

Durante 3 anos consecutivos, NEVES *et alii* (1960) compararam a leucita com o cloreto de potássio na adubação do algodoeiro. Encontraram respostas ao cloreto, enquanto o efeito da leucita sobre a produção foi nulo.

FUJIMORI (1978), tratando aluminossilicatos por processo hidrotermal, eliminou excesso de sílica, obtendo na nova estrutura cristalina um material com menos energia de retenção do átomo de potássio, o qual não é extraído por água, mas sim pelo ácido cítrico a 2%. Isso sugere o aproveitamento do material semi-artificial obtido como adubo potássico. Os materiais solúveis em ácido

limorfos de $KAlSi_3O_8$: "Kaliofilita" e "Kalsilita" (VALARELLI & GUARDINI, 1981).

NEPTUNE *et alii* (1979) utilizaram os polimorfos de $KAlSi_3O_8$ com diferentes graus de tratamento, verificando não haver diferença significativa entre estes e o cloreto de potássio na quantidade de potássio absorvida pelo arroz no final de 1 mês.

BOARETTO *et alii* (1981b) estudaram a absorção pelo milho de potássio, do cloreto de potássio e de um material silicatado tratado segundo FUJIMORI (1978) com 23% de K_2O solúvel em ácido cítrico. Verificaram não haver diferenças marcantes entre os dois materiais.

BOARETTO *et alii* (1981a) não encontraram diferenças significativas entre um material silicatado produzido pelo processo hidrotermal e outras fontes de potássio, na produção de cebola.

SILVA & RITCHEY (1982), compararam o cloreto de potássio com material obtido pelo processo já citado e que continha 27% K_2O total e 7% K_2O solúvel em ácido cítrico a 2%, verificando não haver diferenças significativas entre os dois materiais usados na produção de matéria seca de milho.

O presente trabalho tem a finalidade de comparar três materiais silicatados potássicos, preparados segundo FUJIMORI (1978), com o cloreto de potássio e calcário na cultura do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Município de Botucatu em solo classificado como Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa "intergrade" para Terra Roxa Estruturada cuja análise de amostra superficial revelou: pH (1:2,5 em água) = 5,7, matéria orgânica = 1,9% e 4,0 e.mg H^+ , 0,24

e.mg Al^{3+} , 2,6 e.mg Ca^{2+} , 1,3 e.mg Mg^{2+} por 100 g de solo; 8 ppm P e 44 ppm K.

O experimento constou de sete tratamentos dispostos em blocos ao acaso, sendo instalado em 02/04/80, com mudas previamente obtidas, sendo que cada cova de tomate do grupo Santa Cruz (Kada) continha 2 mudas conduzidas em haste única, num espaçamento de 1 m x 0,70 m.

Os tratamentos efetuados estão no quadro 1, com as respectivas quantidades de fertilizantes e corretivos. A dose de 3,2 t/ha do material silicatado C contém a mesma quantidade de $CaO + MgO$ que 2 t/ha do calcário utilizado. Estes materiais foram aplicados em 16/11/1979 em cobertura e incorporados ao solo a uma profundidade de 10 cm aproximadamente. Após 1 mês retiraram-se amostras das parcelas sem calagem, com calagem e com material silicatado C.

Os adubos nitrogenados, fosfatados e potássicos foram aplicados no sulco de transplante das mudas e cobertos com terra. A seguir, diretamente acima, transplantaram-se as mudas.

Após o transplante iniciaram-se os tratamentos fitossanitários normais da cultura, bem como as irrigações necessárias.

A colheita iniciou-se em 02/04/1980 e terminou aos 16/06/1980. Na colheita os frutos foram pesados, classificados em extra (diâmetro maior que 47 mm), especial (diâmetro entre 40 e 47 mm) e primeira (diâmetro entre 33 e 40 mm) e contados.

Após a colheita retiraram-se amostras de solo das parcelas, à profundidade de 0-20 cm tanto na linha como na entrelinha, que foram analisadas quimicamente.

QUADRO I - Tratamentos

Tratamentos (a)	Corretivos		Adubação de plantio (g/cova)					
	Calciário (d)	Material silicatado (c)	Uréia sup. simples	Clor. Potás.	Material silicatado A B C			
1. Cloreto de potássio	2 t/ha	-	72	600	102	-	-	-
2. Material silicatado A (b)	2 t/ha	-	72	600	-	350	-	-
3. Material silicatado A	-	-	72	600	-	350	-	-
4. Material silicatado A (b)	-	3,2t/ha	72	600	-	350	-	-
5. Material silicatado B (b)	2 t/ha	-	72	600	-	-	260	-
6. 1/2 K ₂ O (cloreto potássio + 1/2 (silicato C) (c)	2 t/ha	-	72	600	51	-	-	286
7. 1/3 K ₂ O (cloreto potássio) + 2/3 K ₂ O (silicato C)	2 t/ha	-	72	600	34	-	-	381

a) Todos os tratamentos receberam em cobertura aos 30, 40, 50, 60 e 70 dias após o transplante 12 g de uréia/cova e 12g de cloreto de potássio/cova

b) Material silicatado A e B contêm, respectivamente 17 e 23% K₂O total, 16 e 23% K₂O solúvel em ácido cítrico a 2%, 8 e 7% de K₂O solúvel em água CaO total = 6%, MgO total = 1%, pH = 11,5

c) Material silicato C contêm: 10% K₂O solúvel em ácido cítrico; 8% K₂O solúvel em água, CaO total = 31%, MgO total = 11%, SiO₂ total = 6%.

d) O calcário contêm: CaO = 40% e MgO = 30%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, médias de 8 repetições, são dados nos quadros II a IV, onde aparecem também os resultados, das análises estatísticas.

Verifica-se pelo quadro II que não houve diferenças entre pesos totais de frutos comerciais (extra + especial + primeira) produzidos nos diferentes tratamentos, bem como entre números de frutos/cova. Consequentemente os pesos médios dos frutos obtidos nos diferentes tratamentos foram semelhantes. Entretanto, pode-se notar que o tratamento com cloreto de potássio apresentou a maior produção, seguida do material silicatado B que é o que contém maior porcentagem de potássio em relação aos demais materiais silicatados.

Um outro aspecto é sobre a utilização de calcário na presença do material silicatado A. Verifica-se que não houve efeito nenhum do calcário quando comparado com o tratamento que não o recebeu. Isso porque o material silicatado A deve corrigir o pH do solo, já que é um material que apresenta $\text{pH} = 11,5$.

No quadro III estão os dados referentes aos tipos de frutos obtidos e as respectivas análises estatísticas. Não houve influência dos tratamentos nos pesos dos diferentes tipos de frutos.

Quanto ao efeito dos tratamentos sobre o pH, cálcio e magnésio do solo, pode-se constatar pelo quadro VI que o material silicatado C é tão eficiente em elevar o pH e os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} quanto o calcário (tratamento 2, 3 e 4). Com o Al^{3+} houve pequena variação em função dos tratamentos devido ao baixo teor deste elemento no solo.

Verifica-se também que todas as fontes de potássio elevaram os teores de potássio trocável a níveis considerados médios e altos no solo, indicando que são bons fornecedores de potássio ao solo, concordando assim com os dados obtidos por BOARETTO et alii (1982b).

QUADRO 11 - Peso total (g/cova), número de frutos/cova e peso médio (g/fruto) de fruto comercial (Médias de 8 repetições).

Tratamentos	g/cova	Produção relativa	Nº de frutos p/cova(1)	g/fruto
1. Cloreto de potássio + calcário	3264a	100	58a	57a
2. Mat. silicatado A + calcário	2576a	79	44a	58a
3. Mat. silicatado A	2583a	79	46a	57a
4. Mat. silicatado + A Mat. silicatado C	2537a	78	44a	59a
5. Mat. silicatado B + calcário	2943a	90	51a	58a
6. 1/2 K ₂ O (cloreto de potássio) + calcário	2469a	76	42a	58a
7. 1/3 K ₂ O (Mat. silicato C) + calcário	2692a	82	45a	61a
2/3 K ₂ O (Mat. silicatado C)				
Coefficiente de variação (%)	26		13	6

(1) Os dados foram transformados em \sqrt{x} para a análise

(2) Na mesma coluna, médias seguidas da mesma letra quando há igualdade estatística

QUADRO III - Peso (g/cova) e número de frutos. Extra, especial e primeira (Médias de 8 repetições).

Tratamentos	Extra		Especial		Primeira	
	g/cova	frutos/ cova(1)	g/ cova	frutos/ cova(1)	g/ cova	frutos/ cova(1)
1. Cloreto de potássio + calcário	1318a	15a	1060a	18a	859a	25a
2. Material silicatado A + calcário	1127a	13a	802a	12a	647a	19a
3. Mat. silicatado A	1179a	14a	604a	10a	801a	22a
4. Mat. silicatado A + Mat. silicatado C	1061a	12a	700a	11a	776a	20a
5. Mat. silicatado B + calcário	1415a	16a	563a	9a	963a	26a
6. 1/2 K ₂ O (cloreto de potássio) + calcário	1075a	13a	641a	10a	753a	19a
7. 1/3 K ₂ O (Mat. silicatado C) + calcário	1229a	14a	725a	11a	739a	19a
2/3 K ₂ O (Mat. silicatado C)						
Coefficientes de variação (%)	44	21	49	29	39	22

(1) Os dados foram transformados em \sqrt{x} para análise

(2) Na mesma coluna, médias seguidas de mesma letra quando há igualdade estatística-

QUADRO IV - Resultados das análises químicas das amostras retiradas na linha e entrelinha após o término da colheita do tomate em 16/06/80 (médias de 4 repetições).

Tratamentos	pH	e.mg / 100g			ppm K
		Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
17/01/80	16/11/79				
1. Cloreto de potássio + calcário	L(1) E(2)	0,14 0,16	2,1 5,3	1,3 1,0	180 223
2. Mat. silicatado A + calcário	L E	0,16 0,18	5,4 3,4	2,1 2,5	69 64
3. Mat. silicatado A	L E	0,20 0,18	4,8 2,9	2,0 1,9	91 76
4. Mat. silicatado A + Mat. Sil. C	L E	0,20 0,26	3,9 3,4	1,8 2,2	283 142
5. Mat. silicatado A + calcário	L E	0,14 0,14	6,5 3,7	2,0 2,2	444 83
6. 1/2 K ₂ O (cloreto potássio) +calc.	L	0,12	5,0	2,3	112
1/2 K ₂ O (Mat. silicatado C) +calc.	E	0,16	3,8	2,3	106
7. 1/3 K ₂ O (cloreto potássio) +calc.	L	0,10	6,3	2,6	226
2/3 K ₂ O (Mat. silicatado C) +calc.	E	0,20	3,4	2,4	82

(1) L = linha

(2) E = Entrelinha

Estes resultados parecem confirmar que no material tratado segundo FUJIMORI (1979) o potássio fica numa forma menos estável, podendo ser liberado facilmente para o solo.

CONCLUSÕES

1. Obteve-se produções (peso e número) de frutos comerciais (extra, especial e primeira) estatisticamente iguais quando se utilizaram cloreto de potássio ou materiais silicatados obtidos por tratamento hidrotermal.
2. O material silicatado obtido por tratamento hidrotermal elevou o pH e os teores de cálcio e magnésio do solo a valores semelhantes aos obtidos quando se utilizou calcário.
3. Todos os materiais potássicos estudados elevaram os teores de potássio trocável do solo a níveis médios a altos, mostrando a viabilidade de serem utilizados como fertilizantes potássicos.

RESUMO

A utilização de alumino-silicatos (feldspatos e feldspatoides) como adubo potássico tem sido tentada sem resultados animadores. Nestes minerais os átomos de potássio estão rigidamente cercados pelos tetraedros de silício e octaedros de alumínio e não são facilmente liberados ao solo para serem absorvidos pelos vegetais. Entretanto, por tratamento hidrotermal de leucita, sienito e sericita obtém-se uma nova estrutura onde o potássio fica numa forma menos estável, sendo extraído pelo ácido cítrico a 2%.

No presente trabalho utilizaram-se 3 materiais silicatados obtidos por tratamento hidrotermal, comparan -

do-os com o cloreto de potássio na produção do tomateiro estaqueado, bem como verificando-se o efeito dos silicatos sobre o pH, alumínio, cálcio, magnésio e potássio do solo, o qual foi amostrado após a colheita do tomate.

Os resultados obtidos permitem afirmar que não se observaram diferenças significativas na produção do tomateiro utilizando-se os materiais silicatados e o cloreto de potássio. Todos os materiais silicatados potássicos utilizados elevaram o pH e os teores de cálcio, magnésio e potássio do solo, o que demonstra a viabilidade de utilização destes materiais como fonte de potássio aos vegetais e como corretivo da acidez do solo.

SUMMARY

In Agriculture, the utilization of fine size potassium silicates as sources of potassium has not given positive results. However through hydrothermal treatments of these materials, with a consequent loss of SiO_2 , the potassium atom can be extracted by citric acid (2%). Three of these materials were applied to tomato crop. The yield of tomato fruits in treatments with potassium silicates and with potassium chloride, were alike.

In the soil samples removed five months after the application of the potassium sources, pH, Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , and K^+ were determined. The potassium silicates treated by hydrothermal process can be used as potassium source and acidity corrective.

LITERATURA CITADA

BOARETTO, A.E., N. SILVA & T. KIMOTO; 1981a. Fontes e modos de aplicação no solo de adubos potássicos na cultura da cebola (*Allium cepa* L.). XXIX Congresso Anual da S.A.C.H., Região Tropical, XXI Congresso Brasileiro de Olericultura, II Congr. da Soc. Bras. de Floricultura e plantas Ornamentais, **Resumos**, Campinas (18 a 23/10/1981), p. 38.

BOARETTO, A.E., R. STEFANINI, B. HELIODORO & L.T. BÜLL, 1981b. Solubilização e absorção do potássio de kalsilita e cloreto de potássio em função do tempo. X Jornada Científica, **Anais**, Botucatu (09 a 14/04/1981), p. 41.

BOARETTO, A.E., L.T. BÜLL, J.C. DE PIERI, J.C. CHITOLINA & E. SOARES, 1982. Fontes de potássio na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), estaqueado. **Rev. Agric.** 58(3): 205-216.

BOOCK, O.J., R.A. CATANI & E.S. FREIRE, 1960. Adubação da batatinha. Experiências com leucita, sulfato e cloreto de potássio. **Bragantia**, 19 (51): 811-828.

CARVALHO, Y.B., de, 1977. Recursos Minerais Brasileiros na área de fertilizantes, 1ª Semana do Fertilizante, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

CATANI, R.A. & J.R. GALLO, 1960. A disponibilidade do potássio da "Leucita de Poços de Caldas" estudada por meio do arroz. **An. Esc. Sup. Agric.** "Luiz de Queiroz" 17: 29-36.

FUJIMORI, K., 1978. Obtenção de um cristal de $KAlSiO_4$, pertencente ao sistema hexagonal a partir da Sericita. **Boletim nº 1**, XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife, p. 104.

- FUJIMORI, K., 1979. Emprego de Kalsilita ($KAlSiO_4$) obtido de rocha potássica como fertilizante. XVII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, **Resumos**, Manaus (08 a 13/07/1979), p. 48.
- FRAYA, R., 1952. Rochas potássicas: Minas Gerais, Planalto de Poços de Caldas, DNPM, Divisão de Fomento e Produção Mineral, (**Boletim nº 93**), p. 107-116.
- LASKE, P., 1962. Abonamento de las hortalizas. **Boletim Verde** 16, Hannover, 51 p.
- PETROMISA, 1981. **Projeto Potássico de Taquari-Vassouras**, Rio de Janeiro.
- NEPTUNE, A.M.L., T. MURAOKA, K. FUJIMORI & A. VIDAL. Disponibilidade do potássio a partir de vários materiais potássicos, utilizando o arroz como planta indicadora. Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, **Resumos**, Manaus (08 a 13/07/1979), p. 48.
- NEVES, O.S., P.A. CAVALERI, E. ABRAMIDES & E.S. FREIRE, 1960. Adubação do Algodoeiro. X. Ensaio com diversos adubos potássicos. **Bragantia** 19(12): 183 - 200.
- SILVA, J.E. & K.D. RITCHEY, 1982. Adubação potássica em solos de Cerrado. In: Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, V.2: 3-18, Londrina, PR (25-28/01/1982).
- VALARELLI, J.V. & GUARDINI, 1981. Estudos experimentais para utilização das Rochas Potássicas de Poços de Caldas como fertilizantes. **Fertilizantes**, São Paulo, 3(3): 4-7.