

DISPONIBILIDADE DO POTÁSSIO A PARTIR DE VÁRIOS
MATERIAIS POTÁSSICOS, UTILIZANDO O
ARROZ COMO PLANTA INDICADORA*

ANDRÉ M. LOUIS NEPTUNE **
TAKASHI MURAOKA ***
KENKICHI FUJIMORI ****
ANTONIA A. VIDAL *****

RESUMO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, durante o período de 17/8/1978 a 17/11/1978, em um LVe, textura média. Os materiais potássicos utilizados foram: um sal de potássio solúvel em água, o cloreto de potássio e quatro amostras, incluindo uma Kaliofilita, provenientes do Planalto de Poços de Caldas, MG, as

* Entregue para publicação em 30/12/1980.

** Centro de Energia Nuclear na Agricultura e Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

*** Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP.

**** Instituto Astronômico e Geofísico, USP.

***** Aluno da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Bolsista da Geoser vice-Engenharia Geológica.

quais foram submetidas a um tratamento hidrotérmico provocando, assim, alterações na sua estrutura cristalina. Foram aplicados 100 kg/ha de K_2O (Dose 1) e 200 kg/ha de K_2O (Dose 2), além de uréia e do superfosfato simples.

Os resultados indicaram que não houve diferença significativa com aplicação da dose 1 de K_2O , entre os materiais potássicos, porém, com a aplicação da dose 2 de K_2O , um dos materiais potássicos se destacou dos demais.

INTRODUÇÃO

O potássio é um macronutriente essencial para as plantas e animais. Figura em segundo lugar, após o nitrogênio, entre os elementos mais absorvidos pelas plantas.

Funções múltiplas e complexas foram atribuídas a este macronutriente. Funciona como ativador de inúmeros enzimas, na abertura e fechamento de estômatos, na síntese de proteínas, na fotossíntese, no metabolismo geral dos carboidratos (em particular na síntese de amido), na respiração, transpiração e divisão celular e por último, pode afetar a qualidade de produtos agrícolas. Há de se acrescentar que o potássio não faz parte de compostos orgânicos constituintes dos vegetais, como celulose, amido, proteínas, gorduras, clorofila.

Apesar da importância desse nutriente para as plantas, o Brasil importa todos os sais de potássio utilizados na agricultura, atingindo a quantidade de 700.000 t de K_2O em 1976. Várias alternativas existem para que o País possa diminuir a importação dos adubos potássicos, entre os quais, podemos citar: 1) o aproveitamento das rochas potássicas existentes nos Estados de Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Norte e possivelmente outros Estados do País; 2) a explo

ração das jazidas de sais potássio encontradas no Estado de Sergipe, nos municípios de Carmópolis, Siriri, Santa Rosa do Line, Rosário do Catele e Capela; 3) o aproveitamento da vinhaça em uma forma sólida e em mistura com outros adubos.

O trabalho que apresentamos diz respeito à primeira alternativa, mais explicitamente, aos depósitos de rochas potássicas existentes em Poços de Caldas, MG, que poderiam ser utilizados na agricultura com adubo após submeter essas rochas a um tratamento adequado.

Há muito tempo, antes mesmo das descobertas dos Sais de Stassfurt, na Alemanha, houve a preocupação de se utilizar, após trituração, rochas contendo potássio (JOHNSTONE, 1922). No Brasil, várias tentativas foram feitas para a utilização das rochas potássicas para a agricultura como fonte de potássio para as plantas. BOOCK *et alii* (1960), utilizaram em ensaios de campo com batatinha, em diferentes solos, com diferentes teores de potássio trocável (K^+), a leucita, procedente de Poços de Caldas, que é um metassilicato de alumínio e potássio, a fim de se estudar a possibilidade de aproveitá-la como adubo. Porém não houve resposta à aplicação da leucita em todas as doses usadas (30, 60 e 90 Kg/ha de K_2O). NEVES *et alii* (1960), em ensaios de adubação do algodoeiro, encontraram um efeito quase nulo da leucita.

LIMA *et alii* (1969) selecionaram como promissoras as rochas: feldspato potássico (ortose), cloritaxisto e micaxisto obtidas nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. Admitem, estes pesquisadores, possibilidades técnicas e econômicas do emprego de rochas ricas em K e Mg, finamente trituradas em moinho de bola, com grau de finura variando de < 125 milimicrons a > 500 milimicrons. O cloritaxisto, entre as rochas utilizadas, foi a mais promissora, devendo ser aplicada na dosagem de 5 t/ha a 15 t/ha.

Um de nós (FUJIMORI, 1978), tratando os aluminossilicatos (Poços de Caldas, MG), conseguiu eliminar o excesso de sílica através do processo hidrotérmico e obter cristais com sistema hexagonal, $a = 5,22\text{\AA}$ e $c = 8,68\text{\AA}$. Assim, segundo FUJIMORI (1979), a energia reticular de retenção do átomo de potássio foi baixada sensivelmente, não chegando a ser

extraída pela água, mas sim, com uma solução de ácido cítrico a 2%, o que sugere o aproveitamento do mineral semi-artificial obtido como adubo potássico.

Em vista disso, realizou-se este trabalho com os seguintes objetivos: 1) verificar a disponibilidade destas fontes de potássio previamente tratadas com o processo hidrotermal comparando-as com cloreto de potássio, utilizando o arroz como planta indicadora; 2) verificar o efeito de outros macronutrientes e micronutrientes, existentes nestas fontes na absorção dos mesmos pela planta e na produção de matéria seca.

MATERIAIS E MÉTODOS

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Escuro (LVE), textura média, apresentando as seguintes características químicas: valor pH: 5,1; C orgânico: 0,63%; fósforo solúvel: 0,03 emg PO_4^{3-} /100 g de TFSA; o potássio (K^+), o cálcio (Ca^{2+}), o magnésio (Mg^{2+}), o alumínio (Al^{3+}) e o hidrogênio (H^+) com, respectivamente, 0,13; 0,73; 0,30; 0,53; e 3,63 e.mg/100 g de TFSA. O fósforo solúvel foi extraído com uma solução de H_2SO_4 0,05N e o potássio trocável com HNO_3 0,05N (CATANI *et al*, 1974).

Dos materiais potássicos utilizados, quatro deles, provenientes dos silicatos de potássio de Poços de Caldas, MG, foram submetidos a um tratamento hidrotérmico, sendo designados por: 1) amostra I; 2) amostra II; 3) amostra III; 4) Kaliophilita ($KAlSiO_4$); e o quinto é o cloreto de potássio (KCl), largamente utilizado nas adubações.

Os teores em K_2O totais, solúveis em ácido cítrico a 2% e solúveis em água, encontram-se na Tabela 1.

O experimento instalado em Casa de Vegetação, consta de 11 tratamentos, com 3 repetições, perfazendo um total de 33 vasos, contendo cada um 5 Kg de terra.

Tabela 1 - Teores em K_2O , totais, solúveis em ácido cítrico a 2% e solúveis em água dos materiais potássicos em % utilizados no experimento

Materiais potássicos	Total	Teor de K_2O em %	
		solúvel em ácido cítrico a 2%	solúvel em água
Amostra I	18,56	12,42	3,16
Amostra II	21,29	14,00	4,13
Amostra III	15,27	11,27	2,89
Kaliophilita	-	24,10	6,60
KCl	-	59,27	54,00

Os tratamentos foram os seguintes:

- Tratamento 1 - Testemunha (N + P)
- Tratamento 2 - N + P + KCl (Dose 1)
- Tratamento 3 - N + P + amostra (Dose 1)
- Tratamento 4 - N + P + amostra II (Dose 1)
- Tratamento 5 - N + P + amostra III (Dose 1)
- Tratamento 6 - N + P + kaliophilita (Dose 1)
- Tratamento 7 - N + P + amostra I (Dose 2)
- Tratamento 8 - N + P + amostra II (Dose 2)
- Tratamento 9 - N + P + amostra III (Dose 2)
- Tratamento 10 - N + P + kaliphilita (Dose 2)
- Tratamento 11 - Testemunha absoluta

Os adubos foram misturados com o solo, na quantidade de 100 kg de N/ha, na forma de uréia correspondente a 462,2 g de uréia/vaso, na quantidade de 150 kg de P_2O_5 /ha na forma de superfosfato simples e na quantidade de 100 kg de K_2O /ha (dose 1) e 200 kg de K_2O /ha (dose 2). Para calcular a quantidade de potássio, foi considerado a solubilidade, em ácido cítrico a 2%, dos materiais potássicos.

Em 15 de agosto de 1978, foram semeadas 15 sementes de

arroz por vaso, deixando após o desbaste e a emergência, 10 plantas por vaso.

Em 17 de novembro, as plantas foram cortadas, secas em estufa durante 2 dias a 70°C e pesadas. Do material vegetal seco, moído, quantidade de 1 g foi tomada para digestão nítrico-perclórico, e após, procedeu-se à determinação dos seguintes elementos: N, P, K, Ca, Mg (macronutrientes) e Fe, Mn, Cu e Zn (micronutrientes).

RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os dados concernentes ao peso das plantas secas de arroz, ao teor de potássio total e à quantidade deste elemento contidos nessas plantas encontram-se na Tabela 2.

O tratamento 11, em que o solo não recebeu nenhuma adubação, produziu menor quantidade de material vegetal seco (9,52 g). Quanto ao tratamento 1, cujas plantas receberam apenas o nitrogênio e o fósforo, ele foi inferior apenas aos tratamentos 7 (amostra I - dose 2) e (amostra III - dose 2).

Em relação aos teores de potássio total, as plantas dos tratamentos 1 (N + P) e 11 (testemunha absoluta) apresentaram teores mais baixos em potássio. Devido a um efeito de diluição (veja o peso das plantas), o teor de potássio é menor ainda nas plantas do tratamento 1 do que naquelas do tratamento 11. Não há diferença entre os tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6, aos quais foram aplicados 100 kg/ha de K_2O , considerando que o tratamento 2 recebeu como fonte potássica, o KCl. Não foi encontrado, também, diferença entre os tratamentos, 8, 9 e 10, sendo o contraste significativo entre os tratamentos 7 e 10.

Os tratamentos 7, 8 e 9, que receberam a quantidade de 200 kg de K_2O /ha foram nitidamente superiores aos tratamentos que receberam 100 kg K_2O /ha.

Ao analisar os dados da 4a. coluna da Tabela 1, verificou-se que as plantas dos tratamentos 1 e 11 absorveram menor quantidade de K, como era de se esperar. Entre os trata-

Tabela 2 - Peso das plantas de arroz, teor e quantidade de potássio nas plantas e percentagem da eficiência dos materiais potássicos utilizados

Tratamentos	Pesodas plantas de arroz	Teor de potássio	Qtde. K proveniente solo + mat. potássicos (mg)	Quantidade K (mg)*	Eficiência K (%) **
1 - N + P	22,45	0,69	154,7	-	-
2 - N + P + KCl	25,75	1,11	282,9	128,2	74,1
3 - N + P + amostra I (Dose 1)	26,58	1,16	306,0	151,3	87,4
4 - N + P + amostra II (Dose 1)	24,33	1,30	313,8	159,1	92,0
5 - N + P + amostra III (Dose 1)	24,02	1,13	268,9	114,2	66,0
6 - N + P + kaliofilita (Dose 1)	25,28	1,14	287,8	133,1	76,9
7 - N + P + amostra I (Dose 2)	28,00	1,81	505,8	351,1	101,4
8 - N + P + amostra II (Dose 2)	25,93	1,72	444,7	290,0	83,8
9 - N + P + amostra III (Dose 2)	27,25	1,67	453,6	288,9	86,4
10 - N + P + kaliofilita (Dose 2)	25,85	1,47	380,0	225,3	65,1
11 - Testemunha	9,52	1,14	107,6	-	-
d.m.s. (5%)	5,89	0,28	3,03		
C.V. %	8,37	7,21	3,26		

* Quantidade de potássio absorvido dos materiais potássicos

**Eficiência dos materiais potássicos utilizados

mentos 2, 3 e 5 não houve diferença significativa. Também entre os tratamentos 8 e 9, não houve diferença, destacando-se como no caso anterior, o tratamento 7. Os tratamentos 7, 8, 9 e 10 cujas plantas receberam a dose de 2 de K_2O (200 kg / ha) foram superiores aos tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6.

Esperava-se do cloreto de potássio, recomendado por sua alta solubilidade em água, um efeito maior no peso das plantas, na absorção do potássio pelas plantas e até uma superioridade total sobre os outros tratamentos, incluindo aqueles que receberam a dose de 200 kg/ha de K_2O . Tal não aconteceu. Considerando ainda que o LVe utilizado é um solo que possui uma concentração razoável de potássio trocável (0,13 emg / 100g TFSA), poderia-se supor que este fato alterasse os resultados. Porém os dados da 5a. coluna da Tabela 2 mostraram o fornecimento do K a partir, exclusivamente, dos materiais potássicos.

Os dados de percentagem de utilização destes materiais potássicos, na 6a. coluna da Tabela 2, vieram corroborar os dados da 5a. coluna, destacando-se os materiais designados por: amostra I, amostra II e amostra III. A menor percentagem da eficiência dos materiais potássicos utilizados foi de 6,51% para a kaliofilita (dose 2) e a maior 10,14% para a amostra I (dose 2).

Experimentos de campo foram instalados para estudar melhor o comportamento destes materiais potássicos.

Analisando os dados da Tabela 3, não foi encontrado nenhum efeito secundário dos outros macro e micronutrientes, contidos nos materiais potássicos utilizados.

Os materiais potássicos submetidos ao tratamento hidrotérmico utilizados neste experimento e provenientes do Planalto de Poços de Caldas, MG, onde se encontram depósitos de minerais insolúveis de potássio, podem ser considerados como fontes lentamente solúveis de potássio ou de lenta liberação de potássio. Em certas condições, oferecem vantagens quando comparadas com as fontes solúveis deste elemento. Podem reduzir as perdas por lixiviação; conseqüentemente não há preocupação com o fracionamento nas aplicações; podem evitar um

Tabela 3 - Teor dos macronutrientes (N, P, Ca e Mg) em % e dos micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) em ppm, nas plantas de arroz

Tratamento	%				ppm			
	N	P	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
N+P	1,12	0,138	0,640	0,623	23	867	82	323
N+P+KCl	0,900	0,151	0,586	0,660	27	1147	115	280
N+P+am. I (Dose 1)	0,854	0,137	0,586	0,661	23	667	98	273
N+P+am. II (Dose 1)	0,923	0,149	0,640	0,643	20	840	96	267
N+P+am III (Dose 1)	0,900	0,142	0,622	0,712	27	787	93	273
N+P+kalioph (Dose 1)	0,927	0,144	0,640	0,709	23	707	78	263
N+P+am. I (Dose 2)	0,881	0,140	0,640	0,619	23	933	96	207
N+P+am. 2 (Dose 2)	0,909	0,127	0,658	0,700	20	707	84	263
N+P+am. 3 (Dose 2)	0,932	0,138	0,676	0,669	17	653	80	227
N+P+kalioph (Dose 2)	1,004	0,134	0,696	0,725	20	653	80	200
Testemunha absoluta	1,023	0,141	0,640	0,688	23	853	116	230
d.m.s. (Tukey 5%)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. %	5,73	6,37	6,37	6,14	21,94	27,60	18,60	10,99

consumo de luxo de potássio pelas plantas, mesmo quando aplicadas em doses elevadas, como também o efeito salino que pode prejudicar a germinação e o bom desenvolvimento de certas culturas. Por outro lado, estes materiais não acidificam o solo e possuem baixa higroscopicidade por não serem sais (DEMENT & STANFORD, 1959; ALLEN & MAYS, 1974; FUJIMORI, 1979).

SUMMARY

AVAILABILITY OF POTASSIUM FROM VARIOUS SOURCES, UTILIZING RICE AS A PLANT TEST

The experiment was carried out in greenhouse from 17/8/1978 to 17/11/1978, on a Dark Red Latossol (LVe), medium texture. The potassic sources were: potassium chloride, a water soluble salt and four (4) samples of a insoluble potash mineral proceeding from the Plateau of Poços de Caldas, State of Minas Gerais, which were submitted previously to an hydrothermal treatment in order to alter its crystalline structure. Two levels of K_2O were applied, 100 kg K_2O/ha and 200 kg K_2O/ha .

The results showed no strong differences among the potassic materials regarding the quantity of potassium absorbed by the rice plant and the efficiency in the utilization of the potassium from those materials.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, S.E.; MAYS, D.A., 1974. Coated and other slow-release fertilizers for forages. In Forage Fertilization (Mays, D.A., ed.). Am. Soc. Agron., Madison, Wis. U.S.A., pp.559-582.
- BOOK, O.J.; CATANI, R.A.; FREIRE, E.S., 1960. Adubação da batatinha: experiências com leucita, sulfato e cloreto de potássio. *Bragantia* 19(51): 811-28.
- CATANI, R.A.; JACINTHO, A.O., 1974. Análises químicas para av

- liar a fertilidade do solo. Piracicaba, ESALQ/USP, 57 p. (Boletim técnico-científico, nº 37).
- DeMENT, J.D.; STANFORD, G., 1959. Potassium availability of fused potassium phosphates. Agron. Journ. 51: 282-285.
- FUJIMORI, K., 1979. Emprego da kalsilita (ou kaliofilita) ($KAlSiO_4$) obtida da rocha potássica como fertilizante. Manaus, 7p. (apresentado no Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Manaus).
- JOHNSTONE, S., 1922. Potash. Imperial Institute Monographs on Mineral Resources, London, John Murray, Albemarle Street, W.
- NEVES, O.S.; CAVALERI, P.A.; ABRAMIDES, E.; FREIRE, E., 1960. Adubação do algodoeiro. X. Ensaio com diversos adubos potássicos. Bragantia 19(12): 183-200.
- LIMA, M.C. de A.; LEITE, J.P.; LYRA, M.A., 1969. Emprego de rochas trituradas como fertilizante potássico na lavoura canavieira. Recife, Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, 37p. (Boletim técnico 40).

