

- 1, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1976.  
70p.
- SOARES, W.V.; LOBATO, E.; GONZALES, E. & NADERMAN Jr., G.C. - Liming soils of the Brazilian cerrado. In: Bornesmiza, E. & Alvarado, A., Soil management in Tropical America. Raleigh, N.C. North Carolina State University, 1975. Cap. 16, p.283-299.
- VETTORI, L. - Métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, Boletim Técnico 7, Ministério da Agricultura, Equipe de Pedologia e Fertilidade de Solo, 1969. 24p.
- WOLF, J.M. - Water constraints to corn production in Central Brazil. Ithaca, N.Y. Cornell University, 1975. 199p. Tese de Ph.D.

## POTÁSSIO EM SOLO DE CERRADO. I. RESPOSTA À ADUBAÇÃO POTÁSSICA <sup>(1)</sup>

K.D. RITCHIEY <sup>(2)</sup>; D.M.G. DE SOUSA <sup>(3)</sup> & E. LOBATO <sup>(3)</sup>

### RESUMO

Em experimento conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro álico com «disponibilidade» natural de K de 24 µg/ml de solo, usando cinco níveis de potássio e quatro de magnésio, obteve-se, em dois anos de cultivo com milho, resposta significativa apenas à aplicação de potássio. Com a aplicação de 75 kg/ha de K<sub>2</sub>O obteve-se rendimento de 4076 kg/ha de grãos, equivalente a 75% acima da produção obtida sem aplicação de potássio no primeiro ano, sendo que, o efeito residual daquele tratamento proporcionou, no segundo ano, um aumento de 41% em relação ao tratamento sem adubação potássica.

No segundo cultivo foi aplicada uma adubação de manutenção de 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O na metade da parcela, que proporcionou aumento significativo de rendimento apenas nos tratamentos que receberam 0 e 75 kg/ha de K<sub>2</sub>O no primeiro cultivo. Com teores de K no solo acima de 47 µg/ml não se observou resposta à aplicação de potássio. O retorno proporcionado pela adubação potássica, dentro do limite acima, chegou a até 18 vezes o custo do fertilizante. Não se verificou diferença significativa (5%) entre as produções proporcionadas pela aplicação de 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O a lanço e em sulco de plantio nos dois cultivos.

### SUMMARY: POTASSIUM IN A CERRADO SOIL. I. CROP RESPONSE TO K FERTILIZATION

In a two-year maize experiment using five levels of K and four levels of Mg fertilization on a Dark Red Latosol with 24 µg/ml of K (Mehlich), a significant increase in maize grain production was obtained for potassium only. The first year the application of 75 kg/ha K<sub>2</sub>O resulted in a yield of 4076 kg/ha, 75% more than the yield without application of potassium. In the second year the residual effect of the 75 kg/ha application resulted in 41% more production than the zero K treatment.

In the second year a maintenance dose of 100 kg/ha K<sub>2</sub>O was applied in half of each plot. This caused increased yields only in treatments which had originally received zero and 75 kg/ha K<sub>2</sub>O. Where soil K was higher than 47 µg/ml no response to K fertilization was observed. The value of the extra maize produced by addition of 75 kg/ha K<sub>2</sub>O was 18 times the cost of the potassium added. No significant difference (5%) was observed between 150 kg/ha potassium applied broadcast and banded in the furrow at planting.

### INTRODUÇÃO

Estudos de potássio em solos de cerrado foram revistos por Lopes (1975). Respostas positivas à adição deste elemento foram observadas em 90% dos casos em que o solo continha menos de 0,15 e.mg K/100 ml de solo. Adotando esse valor como nível crítico e trabalhando com 518 amostras de solo coletadas em áreas de cer-

rado do Brasil Central, aquele autor verificou que 85% das amostras continham teores de potássio inferior ao nível crítico, sendo que em 41% dos casos, os teores eram menores que metade do nível crítico. No mesmo estudo, Lopes (1975) constatou que em 90% das amostras de solo, os níveis de magnésio extraído eram inferiores a 0,5 e.mg/100 ml solo, valor este considerado como crítico.

Em trabalho anterior, em Latossolo Vermelho-Escuro, Lobato *et alii* (1976) verificaram que a aplicação de 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O aumentou significativamente a produção de espigas de milho doce. Gonzalez (1975) relatou sintomas de deficiência de magnésio em milho, cultivado no mesmo solo, quando os teores do elemento nas folhas eram menores que 0,10%. Tais valores fo-

<sup>(1)</sup> Trabalho apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 11 a 16 de julho de 1977, São Luís, MA. Contribuição do Programa de Pesquisa de Fertilidade do Solo, Universidades de Carolina do Norte e Cornell, em colaboração com CPAC/EMBRAPA e USAID/Brasil, sob os contratos AID/Csd-2806 e AID/Csd-2490. Executado com auxílio de recursos adicionais do Potash Institute (Atlanta) e Institute International de la Potasse (Bern). Recebido para publicação em dezembro de 1977 e aprovado em novembro de 1978.

<sup>(2)</sup> Pesquisador associado da Universidade de Cornell.

<sup>(3)</sup> Pesquisadores do C.P.A. Cerrados/EMBRAPA, Planaltina, DF.

ram constatados quando 0,1 ou 2 t/ha de calcário calcítico, com 2,4% de MgCO<sub>3</sub>, foram incorporados ao solo. Níveis mais elevados de calcário, aparentemente, foram capazes de suprir quantidades de magnésio suficientes para eliminar o problema. No mesmo experimento, a aplicação de 96 kg/ha de Mg (como sulfato de magnésio), ao solo sem calcário, resultou um aumento significativo na produção.

Este estudo foi iniciado em 1975 com o objetivo de avaliar a disponibilidade natural de potássio e magnésio, bem como a resposta de culturas à aplicação destes nutrientes. Nele fez-se um estudo do balanço do potássio no solo, utilizando-se a mesma área experimental de Sousa *et alii* (1978).

## MATERIAL E MÉTODOS

Na área experimental o solo é um Latossolo Vermelho-Escuro álico argiloso, com pH 4,6 (relação solo:água = 1:2,5), alumínio trocável, 1,1 e.mg/100 ml de solo e cálcio mais magnésio trocáveis 0,34 e.mg/100 ml de solo. A saturação de alumínio é de aproximadamente 72% da capacidade troca catiônica efetiva. Originalmente a quantidade de potássio extraída com solução 0,05 N HCl + 0,025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> era de 0,061 e.mg/100 ml de solo (24 µg/ml). A vegetação original da área era cerradão, tendo sido desmatada há alguns anos, passando a ser utilizada como pastagem natural até a época seca de 1975, quando foi limpa, arada e nivelada.

No primeiro ano os tratamentos de potássio e magnésio foram aplicados em parcelas de 7,20 m x 14,00 m agrupadas em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. Foi aplicado calcário equivalente a três toneladas de carbonato de cálcio por hectare. Nos tratamentos em que as doses de potássio eram variáveis, utilizou-se calcário dolomítico, e para obter doses variáveis de magnésio, misturou-se calcário calcítico com o dolomítico para obter quantidades de magnésio desejadas. O calcário dolomítico continha 22,1% Ca, 11,6% Mg e o P.R.N.T. de 58,6% enquanto o calcário calcítico apresentava 32,1% Ca, 0,2% Mg e o P.R.N.T. 60,7%. O calcário foi incorporado com enxada rotativa e duas semanas mais tarde foram aplicados os adubos.

A adubação básica, a lanço, constituiu de 320 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples), 9 kg/ha de Zn (sulfato de zinco), 1,1 kg/ha de B (bórax) e 0,2 kg/ha de Mo (molibdato de amônio). Ao mesmo tempo, os tratamentos de potássio (cloreto de potássio) foram aplicados a lanço e incorporados a uma profundidade de 15 cm aproximadamente.

Os tratamentos de potássio e magnésio utilizados foram: 0, 75, 150, 300 e 600 kg/ha de K<sub>2</sub>O associados com 345 kg/ha de Mg; 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O associado com 7, 27 e 97 kg/ha de Mg, além de dois outros tratamentos com 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O e 345 kg/ha de Mg, sendo que em um o potássio foi aplicado no sulco de semeadura e no outro os restos culturais foram incorporados ao solo.

No tratamento 6, o cloreto de potássio foi aplicado no sulco de semeadura. Apenas no tratamento 7 os restos culturais do milho foram incorporados após a colheita das espigas.

A primeira cultura de milho híbrido, Cargill 111, foi semeada em 15 de novembro de 1975, em linhas espaçadas de 0,80 m, ocasião em que se aplicou, no sulco de semeadura, 20 kg/ha de N (uréia) e 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples). Posteriormente, foi feito o desbaste, deixando 50.000 plantas/ha. Aos 24, 44 e 62 dias após a semeadura, procedeu-se à adubação em cobertura, totalizando 80 kg/ha de N (uréia).

No segundo ano, após uma aplicação de 320 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples), semeou-se o milho híbrido Cargill 111, deixando-se a mesma população da cultura anterior. A adubação em cobertura foi feita aos 20 e 41 dias após a semeadura, sendo aplicados 50 kg/ha de N (uréia) de cada vez.

No segundo ano, as parcelas correspondentes aos tratamentos 1 até 7 foram subdivididas. Uma metade da par-

la não recebeu potássio e a outra recebeu 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), excetuando o tratamento 7 em que se aplicou 20 kg/ha de K<sub>2</sub>O, em vez de 100 kg/ha. O cloreto de potássio foi aplicado a lanço e incorporado, sendo que no tratamento 6 essa aplicação foi feita no sulco de semeadura.

As parcelas com tratamentos 8, 9 e 10 não foram subdivididas e receberam 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O a lanço. A incorporação do adubo foi feita com enxada rotativa e, naquela oportunidade, os restos culturais apenas do tratamento 7 foram igualmente incorporados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se boa resposta à adubação potásica (Figura 1), em termos de produção de grãos de milho nos dois cultivos. Observou-se também que no tratamento sem aplicação de potássio as plantas apresentaram sintomas clássicos de deficiência do nutriente especialmente no primeiro cultivo. Os colmos eram finos e cerca de 50% das plantas estavam acamadas ou quebradas por ocasião da colheita.

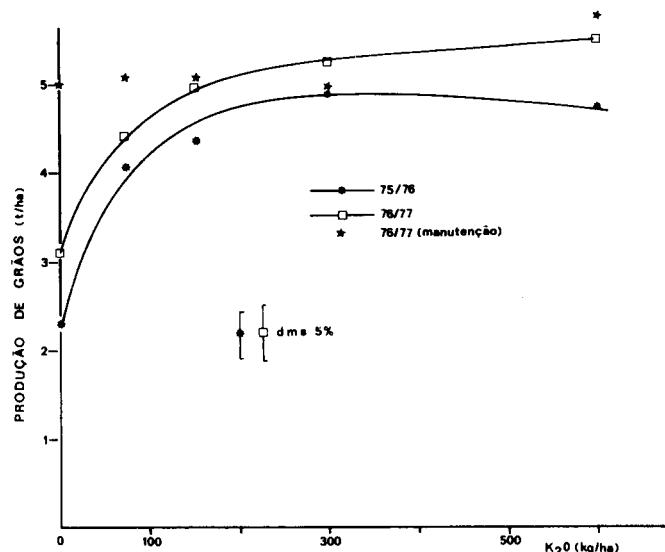


Figura 1. Produção de milho Cargill 111 (15,5% de umidade) em função de níveis de potássio aplicado a lanço antes do primeiro cultivo, e de manutenção (K<sub>2</sub>O, 100 kg/ha) antes do segundo cultivo.

No primeiro cultivo, a produção máxima obtida correspondeu à aplicação de 300 kg/ha de K<sub>2</sub>O; contudo, a adição de apenas 75 kg/ha de K<sub>2</sub>O resultou num aumento de 75% na produção em relação à testemunha (Fig. 1). Nos dois cultivos não se observaram diferenças significativas na produção em decorrência da aplicação de 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O a lanço, ou no sulco de semeadura (Quadro 1). No segundo cultivo não se constataram diferenças significativas de produção entre tratamentos que receberam um total de 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O ou mais, nos dois cultivos. As produções no segundo ano, provavelmente, foram prejudicadas pela ocorrência de uma estiagem de 40 dias, que terminou 6 dias após o milho ter alcançado sua maturidade fisiológica.

**Quadro 1. Produção de grãos de milho, Cargill 111, em resposta a níveis de magnésio e métodos de aplicação de potássio.**

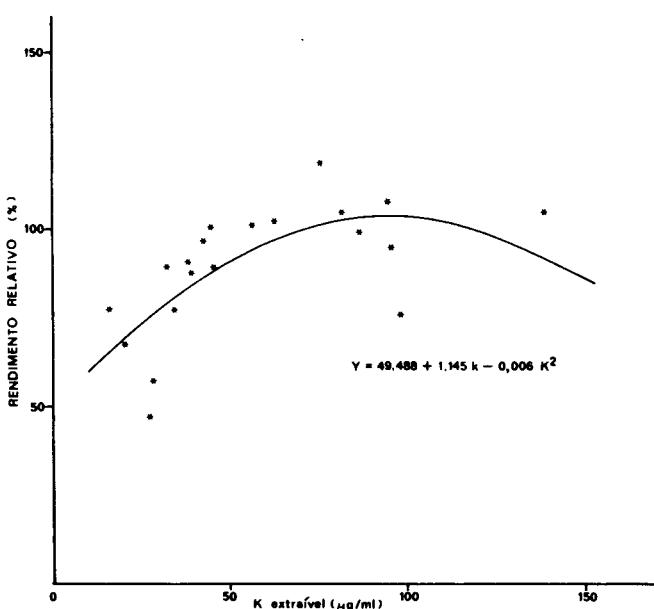
Trat. n.º	Ano agrícola 1975 - 1976			Ano agrícola 1976 - 1977	
	Mg aplicado	K <sub>2</sub> O aplicado	Prod. grãos*	K <sub>2</sub> O aplicado	Prod. grãos
3	345	150	4.372 ab	0	4.954 a
6	345	150**	4.453 ab	100	5.085 a
7	345	150	4.816 a	100***	5.460 a
8	7	150	4.362 ab	20***	5.277 a
9	27	150	4.301 ab	100	5.033 a
10	97	150	4.017 b	100	5.197 a

(\*) Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si (teste de Duncan, 5%).

(\*\*) Cloreto de potássio aplicado no sulco de semeadura.

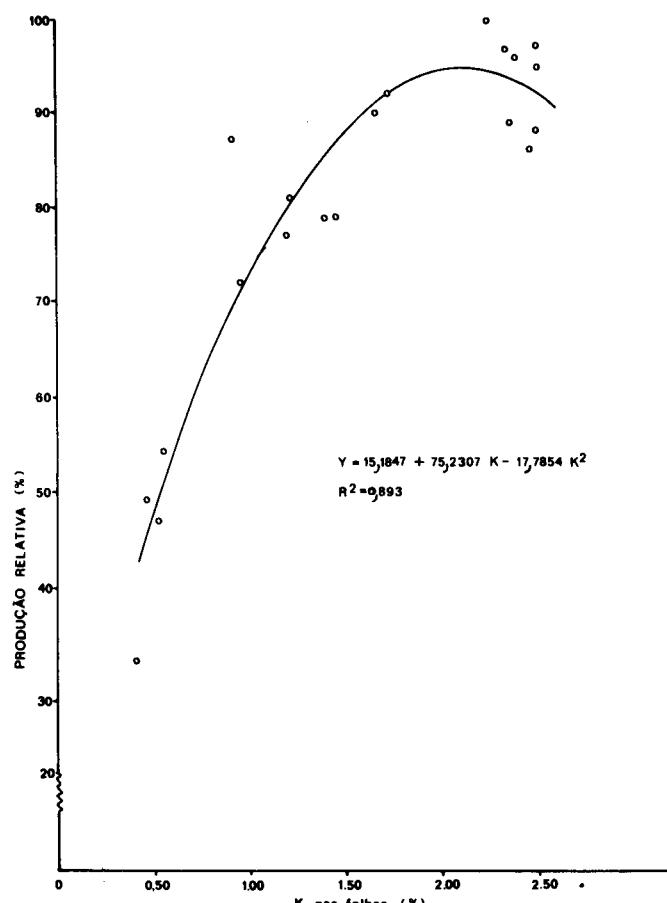
(\*\*\* ) Os restos culturais neste tratamento foram incorporados antes da segunda semeadura.

A análise do solo em amostragem feita antes da segunda semeadura revelou, como média dos tratamentos onde se estudaram os cinco níveis de potássio, um pH 5,07, 2,24 e.mg/100 ml de Ca + Mg e 0,14 e.mg/100 ml de alumínio trocável. Na figura 2, a produção relativa de cada parcela aparece em função do teor de potássio extraível do solo. O rendimento relativo, no caso, foi calculado dividindo a produção obtida no segundo ano, na subparcela sem adubação de manutenção pela produção da subparcela correspondente com adubação de manutenção (100 kg/ha de K<sub>2</sub>O). Os pontos na figura 2 podem ser distribuídos em três grupos. As produções relativas em parcelas com teor de K entre 16 e 18 µg/ml foram, em média, 63%; para parcelas com 32 a 45 µg/ml solo, a produção relativa média foi de 90% e, finalmente, para valores entre 56 e 138 µg/ml obtiveram-se, em média, 101%. Estes dados corroboraram o nível crítico de 50 µg/ml, adotado pelo C.P.A. Cerrados, em primeira aproximação.



**Figura 2. Produção relativa de grãos de milho no segundo cultivo em função de potássio extraível no solo após o primeiro cultivo.**

Da análise da figura 3, onde aparecem produções relativas e teores de K na folha da espiga, por ocasião do enchimento dos grãos, depreende-se que o nível ótimo desse nutriente nas folhas situa-se em torno de 2%.



**Figura 3. Produção relativa de grãos de milho em função do teor de potássio nas folhas no primeiro cultivo.**

A incorporação dos restos da cultura (tratamento 7) não alterou significativamente a produção de grãos no segundo cultivo (Quadro 1). Considerado o fato de que o efeito residual da aplicação de 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O foi suficiente para suprir as necessidades da segunda cultura, não foi possível verificar nenhum benefício da contribuição do potássio contido nos restos da cultura incorporados ao solo. Observou-se, contudo, que tal prática reduziu a erosão causada por fortes chuvas caídas logo após a semeadura.

Apesar de se ter observado sintomas foliares crescentes de deficiência de magnésio no primeiro e segundo cultivos, não se constaram diferenças de produção de grãos, em resposta a doses de magnésio aplicado. No primeiro cultivo, os teores de magnésio nas folhas variaram de 0,09% para uma aplicação de 7,5 kg/ha de Mg até 0,32% para a aplicação de 345 kg/ha de Mg.

Uma análise econômica simplificada dos resultados obtidos em relação ao potássio mostra que, para o nível de fertilizantes utilizado no

experimento, a aplicação de potássio é altamente recomendável (Quadro 2). A um investimento de Cr\$ 188,75 em potássio (75 kg K<sub>2</sub>O) correspondeu um aumento na produção no valor de Cr\$ 1.713,04, o que equivale a um retorno de Cr\$ 9,32 por cruzeiro investido em cloreto de potássio. Considerando o efeito residual desta dose aplicada, o retorno passa para Cr\$ 18,67 por cruzeiro investido.

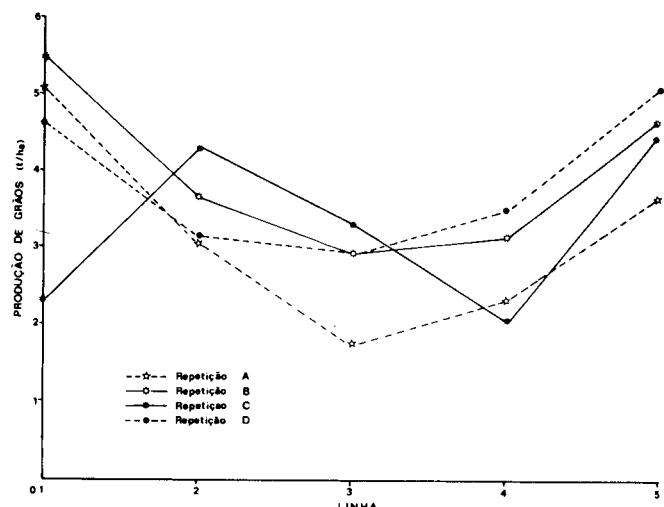
**Quadro 2. Aspectos econômicos da adubação potássica para milho, Cargill 111, em dois anos de experimentação no campo.**

K <sub>2</sub> O aplicado em 1975	Produção de grãos	Aumento de produção	Valor do* aumento (a)	Custo do** potássio (b)	Retorno do investimento em potássio (a/b)
kg/ha			Cr\$/ha		
1975 - 1976					
0	2328				
75	4076	1748	1713,04	183,75	9,32
150	4372	2044	2003,12	367,50	5,45
300	4890	2562	2510,76	735,00	3,42
1975 - 1976 mais 1976 - 1977					
0	5454				
75	8494	3040	3431,40	183,75	18,67
150	9326	3872	4434,36	367,50	12,07
300	10151	4697	5350,31	735,00	7,28

(\* ) Baseado no preço do milho em 1976 e 1977, respectivamente, Cr\$ 0,98/kg e Cr\$ 1,33/kg.

(\*\*) Baseado no custo do fertilizante em 1975, Cr\$ 2,45/kg/K<sub>2</sub>O.

No segundo cultivo, os tratamentos que receberam adubação potássica apenas no primeiro ano apresentaram aumento médio de 13% na produção. Isto se deve, provavelmente, à aplicação adicional de fósforo antes do segundo cultivo. O aumento de produção no segundo ano da subparcela testemunha que não recebeu adubação de manutenção foi de 34%. Isto pode ser explicado pela contaminação devido à redução da área de unidade experimental aliada a fortes chuvas, logo após a segunda semeadura. A figura 4 mostra que houve aumento apreciável de produção nas fileiras de milho próximas a subparcelas que receberam altas doses de potássio (repetições A, B e D). Se a colheita no segundo ano fosse feita apenas na fileira central, o aumento de produção em relação ao primeiro seria de 17% ao invés de 34%, quando se colheram as linhas 2 e 3.



**Figura 4. Produção de grãos de milho em fileiras individuais da subparcela testemunha que não recebeu adubação potássica de manutenção no segundo ano 1976/1977.**

## LITERATURA CITADA

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisa e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo - Levantamento semidetalhado dos Solos da área do Ministério da Agricultura do Distrito Federal, Rio de Janeiro, 135p. (Vol. 8).
- GONZALEZ, E.E. - Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn in Oxisols of Central Brazil. Tese Ph.D., North Carolina State University, Raleigh, USA., 1975. 126p.
- LOBATO, E.; SOARES, W.; FRANCIS, C.W. & DOWNES, J.D. - Resultados preliminares do estudo de fertilidade com milho doce e do efeito residual com soja em solos de campo cerrado do Distrito Federal. In: Reunião Brasileira de Cerrados, 2, Sete Lagoas, 1967. p.153-163.
- LOPES, A.S. - A survey of the fertility status of soils under «cerrado vegetation in Brazil». Tese M.S., North Carolina State University, Raleigh, USA, 1975. 138p.
- SOUZA, D.M.G. de; RITCHEY, K.D.; LOBATO, E. & GOEDERT, W.J. - Potássio em solo de cerrado, II. Balanço no solo. R. bras. Ci. Solo, 3: 33-36, 1979.