

# RESPOSTA DA SOJA À ADUBAÇÃO E DISPONIBILIDADE DE POTÁSSIO EM LATOSSOLO ROXO ÁLICO<sup>1</sup>

CLÓVIS MANUEL BORKERT, JOSÉ RENATO BOUÇAS FARIAS, GEDI JORGE SFREDO<sup>2</sup>,  
FÁBIO TUTIDA e CLÁUDIO LUÍS SPOLADORI<sup>3</sup>

**RESUMO** - A sucessão soja-trigo tem sido empregada nos Latossolos Roxos álicos do Paraná desde a década de 70. Em todos esses anos, quando houve restrição de crédito agrícola, a maioria dos agricultores dispensou o uso de adubo ou, quando utilizou, aplicou menos potássio que o retirado pelas sementes. Essa prática conduz ao empobrecimento do solo e, como conseqüência, à queda na produtividade. Com o objetivo de estudar a resposta da soja à adubação com potássio e o efeito residual desta adubação, foi realizado um experimento de longa duração em um Latossolo Roxo álico (LRA), no município de Campo Mourão. Nos primeiros cinco anos agrícolas, 1983/84 a 1987/88, foram aplicados anualmente as doses de zero, 40, 80, 120, 160 e 200 kg de K<sub>2</sub>O/ha, no sulco de semeadura e a lanço. Nos cinco anos agrícolas seguintes, a soja foi cultivada no efeito residual da adubação potássica, e estudado o efeito sobre o teor de K na planta e na produção. Concluiu-se que o Latossolo Roxo álico não pode ser cultivado por mais de um ano com soja e trigo sem reposição do potássio extraído na semente, pois põe em risco a produtividade da lavoura.

Termos para indexação: adubação potássica, *Glycine max*, efeito residual.

## SOYBEAN RESPONSE TO FERTILIZATION AND POTASSIUM AVAILABILITY IN LATOSSOLO ROXO ÁLICO (OXISOL)

**ABSTRACT** - Double-cropping soybean-wheat has been cultivated in the Latossolo Roxo álico (Haplorthox) soils of Paraná State, Brazil, since the 70's. Due to credit restrictions to agriculture, since then most farmers have not used fertilizers for soybean or applied less potassium than that removed by the seeds. This system leads to low soil fertility and as a consequence low yields. With the objective to study the best technology for potassium fertilization and its residual effects on the soybean, a long term experiment was run in a Latossolo Roxo álico soil, in Campo Mourão County. In the first five growing seasons, 1983/84 to 1987/88, it was applied, once a year, the doses of zero, 40, 80, 120, 160 and 200 kg of K<sub>2</sub>O/ha in the sowing row and broadcasted. In the next five growing seasons, soybean was cultivated on the residual effect of the potassium fertilization and also it was studied its effects on K-plant tissue and soybean yield. It was concluded that Latossolo Roxo álico can not be cultivated for more than one year with the double-cropping soybean-wheat system without replace the K-removed by the seed.

Index terms: soybean potassium fertilization, *Glycine max*, potassium residual effect, row fertilization, broadcasted fertilization.

## INTRODUÇÃO

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 17 de abril de 1997.

Trabalho parcialmente financiado pela POTAFÓS, mediante contrato de cooperação nº 10200-85/145-B, Embrapa-CNPSo/POTAFOS.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR. Bolsista do CNPq. E-mail: borkert@cnpso.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., estagiário da Embrapa-CNPSo. Bolsista do CNPq.

A área cultivada com soja no Paraná teve um crescimento vertiginoso na década de 70. Esta expansão ocorreu principalmente nos Latossolos Roxos, que ocupam uma área de 3.458.840 hectares, ou seja, 14,63% da superfície do estado. Esses solos mine-

rais não-hidromórficos são derivados de rochas eruptivas básicas com B latossólico (Embrapa, 1984). Das três classes de Latossolos Roxos encontrados no Paraná, o Latossolo Roxo álico cobre a menor superfície, em torno de 673.400 ha, 4,98% da área agricultável do estado. As áreas de ocorrência desses solos no estado, antes do advento do uso do calcário para a correção da acidez do solo, eram de pouco valor fundiário, porque seus solos eram extremamente ácidos e muito pobres em fósforo. Porém, como nessas áreas a topografia vai de suave-ondulada a plana, uma vez solucionado o problema de acidez do solo e feita a correção de fósforo, e em alguns casos a correção de potássio, tornam-se altamente produtivas, especialmente para a soja e o trigo. Como a disponibilidade de potássio nesses solos, no início da exploração agrícola, variava de alta (0,21 a 0,30 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de solo) a muito alta (> 0,30 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de solo), na maioria dos trabalhos de pesquisa não eram encontradas respostas a esse nutriente (Palhano et al., 1983; Borkert et al., 1997).

No trabalho exploratório de resposta à adubação potássica realizado por Palhano et al. (1983), em três Latossolos Roxos álicos do Paraná, com K-trocável de 0,17, 0,21 e 0,24 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> não foi observado aumento de rendimento de grãos de soja. Com disponibilidade de potássio de média a alta, nos primeiros anos de cultivo da sucessão soja-trigo, não tem sido observada resposta à adubação potássica. No trabalho de longa duração, relatado por Borkert et al. (1997), em um Latossolo Roxo eutrófico (LRe), com alta disponibilidade inicial de potássio, somente após o terceiro ano de efeito residual foi observada queda de produtividade, pela diminuição da disponibilidade de potássio na parcela testemunha e nos tratamentos que receberam 40 e 80 kg de K<sub>2</sub>O/ha/ano durante o período de efeito acumulativo da adubação potássica. Considerando a alta disponibilidade inicial de K-trocável no Latossolo Roxo eutrófico (LRe) (Borkert et al., 1997) e as restrições atuais de crédito para custeio, em muitas lavouras tem sido aplicado pouco ou nenhum adubo potássico. Por isso, no cultivo da sucessão soja-trigo, há necessidade de informações sobre o manejo adequado da adubação para manter a fertilidade em solos de média disponibilidade natural de

K-trocável, como o Latossolo Roxo álico (LRa), e obter alta produtividade de soja e trigo com menor custo.

Este trabalho tem como objetivos estudar a resposta da soja à adubação com potássio, estudar o efeito residual desta adubação sobre a produção de soja e sobre os teores de potássio nas folhas e nas sementes, e monitorar a disponibilidade de potássio no solo, em um Latossolo Roxo álico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante 10 safras, de 1983/84 até 1992/93, em um Latossolo Roxo álico (LRa<sub>s</sub>), com horizonte A moderado, textura argilosa, fase cerrado e cerradão subtropical, relevo suave ondulado, e praticamente plano (Embrapa, 1984), no município de Campo Mourão, na Fazenda Santa Maria.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com arranjo fatorial dos tratamentos 2x6, em parcelas divididas, com quatro blocos. Na parcela principal foi avaliado o modo de aplicação do adubo (no sulco de semeadura e a lanço) e na subparcela, as doses de potássio. As doses (zero, 40, 80, 120, 160 e 200 kg de K<sub>2</sub>O/ha) foram aplicadas nos primeiros cinco anos, sendo esse período denominado de "efeito acumulativo da adubação potássica". Nas cinco safras seguintes, a soja foi cultivada no efeito residual da adubação potássica.

A acidez do solo foi controlada pela aplicação de 6 t/ha de calcário em 1983 e 15 t/ha em 1989. Todas as parcelas receberam anualmente uma adubação de 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, nas formas de superfosfato simples e superfosfato triplo aplicadas alternadamente. No primeiro e no quinto ano, foram aplicados zinco, boro, molibdênio e cobalto, na forma de óxidos silicatados.

As sementes de soja receberam inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, para assegurar eficiente fixação de nitrogênio do ar. A cultivar de soja semeada nos primeiros cinco anos foi a Paraná. Nos dois primeiros anos do efeito residual foi semeada a Ocepar-9 (SS-1), e nos três últimos a BR-16.

A soja foi protegida do ataque de pragas pela aplicação de baculovírus e inseticidas específicos. As plantas daninhas, em alguns anos, foram controladas por herbicidas antes da semeadura e, após, por capina manual.

A coleta de amostras de solo foi efetuada, aproximadamente, um mês antes da semeadura de cada ano. Nos primeiros dois anos essas amostras foram tomadas à profundidade de 0-20 cm; de 1985 em diante, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Essas amostras foram analisadas quimicamente, seguindo os métodos descritos em Embrapa (1979). Logo após a amostragem de solo, as parcelas foram preparadas e sulcadas, seguindo-se a apli-

cação dos adubos. Desde a incorporação do calcário, no início do experimento, com exceção do ano de 1989, quando se aplicou calcário novamente, a área não foi arada nem gradeada para evitar a contaminação de parcelas vizinhas e a compactação do solo com o tráfego de máquinas pesadas. A incorporação dos adubos espalhados a lança foi feita com escarificador.

A amostragem de tecido vegetal aconteceu no início da floração, tomando-se 30 folhas por subparcela, das terceiras e quartas folhas, contadas do topo para baixo, maduras e fisiologicamente ativas. As análises de tecido vegetal foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas de Solo e Tecido Vegetal (LAQSTV) do CNPSO, seguindo o método de digestão nitroperclórica e leitura no espectrofotômetro de absorção atômica para Ca, Mg e micronutrientes. O potássio foi determinado por fotometria de chama, e o fósforo e o nitrogênio pelo método espectrofotométrico.

Foram calculados, pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), e representados graficamente, os balanços hídricos decendiais das 10 safras (1983/84 a 1992/93). Foi efetuada a análise da variância dos dados e aplicado o teste de Duncan a 5% para a comparação entre médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 10 anos de experimentação, não foram observadas diferenças entre os modos de aplicação de adubo potássico, no sulco de semeadura e a lança, sobre os parâmetros determinados, nem ocorreram interações significativas dos modos de aplicação com

as doses de potássio. Portanto, todos os dados apresentados e discutidos são de médias dos modos de aplicação.

### Efeito acumulativo da aplicação de doses de cloreto de potássio

As análises químicas, com exceção do K, de pouca ou nenhuma variabilidade entre os tratamentos, permitem avaliar as condições de fertilidade desse solo nos primeiros cinco anos de cultivo (Tabela 1). As 6 t/ha de calcário aplicadas antes do primeiro cultivo não foram suficientes para eliminar completamente a acidez do solo; nos dois últimos anos de cultivo do período de efeito acumulativo da adubação potássica houve recrudescimento da acidez do solo, com o aumento do alumínio trocável, aumentando, como conseqüência, a saturação com alumínio. As aplicações anuais de fósforo foram lentamente aumentando a disponibilidade desse nutriente no solo, do primeiro ao quinto ano de cultivo.

O teor de K-trocável no início do experimento (0,31 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), embora considerado de médio a alto, foi esgotado na camada de 0-20 cm, nos cinco anos de efeito acumulativo, tanto na parcela testemunha como nos tratamentos em que foram aplicados 40 e 80 kg de K<sub>2</sub>O/ha/ano (Fig. 1). Isto mostra que essa adubação, com médias de produtividade entre 1.800 e 2.500 kg/ha como as obtidas nos pri-

**TABELA 1.** Análises químicas do Latossolo Roxo álico de Campo Mourão, PR, em duas profundidades de amostragem, antes de cada cultivo, nos anos de 1983 a 1992. Médias de 48 parcelas.

Profundidade da amostragem (cm)	pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sat. Al (%)	M.O (g/dm <sup>3</sup> )	P (mg/kg)
0-20	5,46 <sup>1</sup>	0,33	-	2,27	0,90	9,22	42,2	4,10
0-20	5,50 <sup>1</sup>	0,37	-	2,28	0,79	10,82	42,1	5,95
0-20	4,14 <sup>2</sup>	0,67	8,66	1,54	0,47	25,09	39,4	6,56
20-40	4,13 <sup>2</sup>	0,75	8,59	1,15	0,40	31,50	39,1	3,28
0-20	3,72 <sup>2</sup>	1,36	11,80	0,97	0,37	47,83	37,9	5,49
20-40	3,85 <sup>2</sup>	1,02	10,92	1,00	0,42	39,60	35,3	1,38
0-20	5,36 <sup>2</sup>	0,02	4,81	3,28	2,50	0,42	38,5	6,47
20-40	4,46 <sup>2</sup>	0,24	7,32	1,92	1,17	7,79	33,9	1,05

<sup>1</sup> pH em H<sub>2</sub>O.

<sup>2</sup> pH em CaCl<sub>2</sub>.

<sup>3</sup> Médias dos resultados repetidas ou muito próximas, nas análises anuais dentro do período abrangido.

meios cinco anos, não foi suficiente para manter o teor de K-trocável no solo acima do nível crítico na camada arável. Também, na camada de 20-40 cm houve diminuição na disponibilidade de K na parcela testemunha e nos tratamentos 40, 80 e 120 kg de  $K_2O/ha$  aplicados anualmente (Fig. 2).

Nos tratamentos 160 e 200 kg de  $K_2O/ha/ano$ , foi mantida a disponibilidade original de K até o quarto ano de cultivo, quando o solo começou tam-

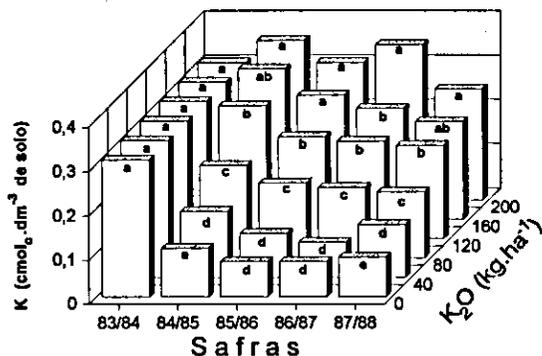


FIG. 1. Efeito acumulativo da adubação potássica e do cultivo de soja sobre a disponibilidade de K-trocável na profundidade de 0-20 cm em um Latossolo Roxo álico. Doses aplicadas anualmente, antes da semeadura da soja. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

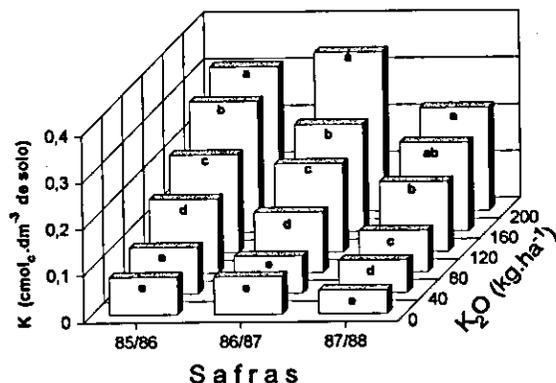


FIG. 2. Efeito acumulativo da adubação potássica e do cultivo de soja sobre a disponibilidade de K-trocável na profundidade de 20-40 cm em um Latossolo Roxo álico. Doses aplicadas anualmente, antes da semeadura da soja. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

bém a apresentar diminuição desse nutriente (Fig. 1 e 2).

As folhas de soja tinham teores de K maiores que 17,1 g/kg (Fig. 3), dentro do limite de suficiência (Borkert et al., 1993; Embrapa, 1996), o que permitiu que todos os tratamentos, com exceção da testemunha, tivessem boa produtividade nos primeiros quatro anos (Fig. 4). Cumpre esclarecer que o primeiro cultivo foi perdido.

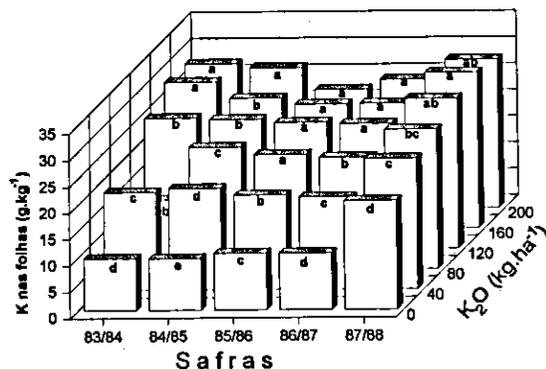


FIG. 3. Efeito acumulativo da adubação potássica sobre o teor de potássio nas folhas de soja maduras e fisiologicamente ativas no início da floração. Doses aplicadas anualmente, antes da semeadura da soja. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

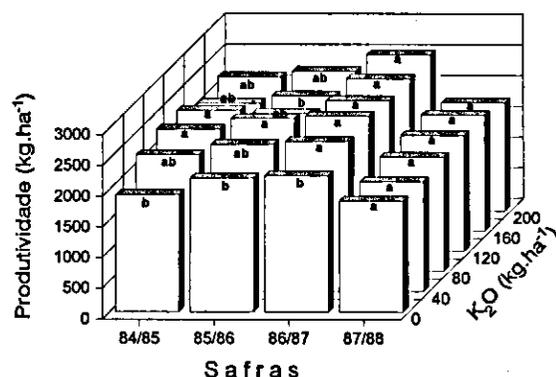


FIG. 4. Efeito acumulativo da adubação potássica sobre a produtividade de soja cultivada em Latossolo Roxo álico. Doses aplicadas anualmente, antes da semeadura da soja. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

As doses de K influenciaram negativamente sobre os teores de Ca e de Mg nas folhas (Tabela 2). Nos outros nutrientes não verificou-se tal efeito; por isso, foram usadas as médias das seis doses em cada ano (Tabela 3).

**TABELA 2. Efeitos acumulativos (1983 a 1987/88) e residual (1988 a 1992/93) de doses de cloreto de potássio sobre os teores de Ca e Mg, nas folhas de soja. Médias de dois modos de aplicação de potássio e quatro repetições, em Latossolo Roxo álico de Campo Mourão, PR.**

Dose anual de K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Ca (g/kg)					Mg (g/kg)				
	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88
Efeito acumulativo										
0 <sup>1</sup>	8,2	6,5	8,7	5,5	7,7	7,1	6,9	7,3	6,0	5,8
40	7,1	4,7	6,4	4,7	5,8	4,7	4,6	4,5	4,5	4,7
80	6,1	4,4	5,5	3,9	5,7	4,8	4,3	3,7	4,2	4,7
120	5,6	4,3	5,0	3,5	5,0	3,6	3,8	3,3	4,0	4,5
160	5,3	3,9	4,9	3,4	5,0	3,4	3,5	3,3	3,7	4,3
200	5,1	3,9	5,0	3,5	4,9	3,3	3,5	3,1	3,6	4,0
	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93
Efeito residual										
0 <sup>2</sup>	6,6	7,3	8,2	7,5	10,8	4,4	6,2	10,8	6,6	10,9
40	6,8	6,2	8,4	7,5	10,4	3,4	5,9	8,4	6,4	10,5
80	5,7	6,1	8,1	7,1	10,7	3,0	4,4	8,6	4,9	10,4
120	4,6	6,0	7,6	6,4	9,5	2,8	3,8	4,7	5,1	9,0
160	5,6	5,5	6,9	5,4	10,2	2,8	4,1	3,9	5,0	8,9
200	5,9	5,1	6,0	4,5	8,4	2,8	3,4	3,3	4,0	6,9

<sup>1</sup> Doses anuais aplicadas na forma de cloreto de potássio somente até a safra 1987/88.

<sup>2</sup> Doses anuais aplicadas durante os primeiros cinco anos.

**TABELA 3. Efeitos acumulativo e residual do cloreto de potássio sobre os teores de alguns nutrientes nas folhas da soja. Médias de dois modos de aplicação, de seis doses de potássio e quatro repetições, nas safras de 1983/84 a 1992/93 em Latossolo Roxo álico de Campo Mourão, PR.**

Safra	N	P	Zn	Mn	Fe	Cu
	(g/kg)		(mg/kg)			
Efeito acumulativo						
1983/84	36,5	3,1	41	111	327	8,17
1984/85	52,7	3,6	45	136	524	13,00
1985/86	54,0	3,9	53	163	153	10,00
1986/87	51,1	3,9	52	117	238	9,83
1987/88	46,6	5,1	64	145	304	13,17
Efeito residual						
1988/89	43,4	3,5	48	150	312	9,83
1989/90	43,4	4,0	35	58	136	10,67
1990/91	50,1	3,9	36	62	254	13,17
1991/92	54,9	3,5	37	77	200	9,00
1992/93	59,4	4,1	41	53	1021	13,50

No último ano do efeito acumulativo da adubação potássica, embora não fosse constatada nenhuma deficiência nutricional (Tabelas 2 e 3), a produtividade ficou limitada a 1.887 kg/ha e não apresen-

tou diferença entre os tratamentos (Fig.4). Credita-se o fato aos períodos de estiagem ocorridos que foram precedidos de excesso de chuva na fase de crescimento vegetativo (Fig. 5). Todavia, isso não

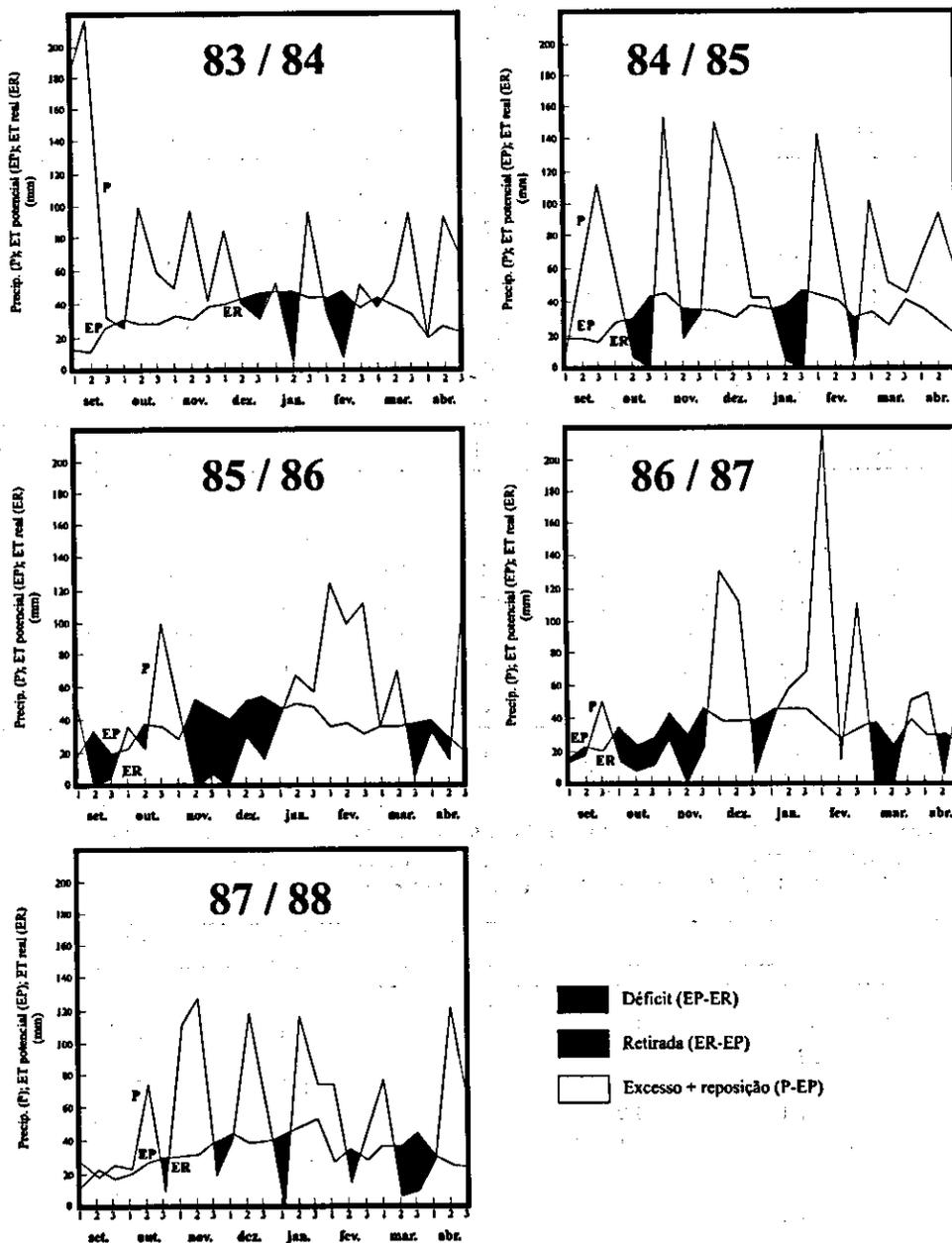


FIG. 5. Balanços hídricos decendiais da região de Campo Mourão nos primeiros cinco anos de efeito acumulativo da adubação potássica; safras 1983/84 a 1987/88.

influenciou a absorção de potássio pela soja que, na floração, apresentava em todos os tratamentos teores de K acima de 20,7 g/kg (Fig. 3). Com esses teores acima do nível de suficiência, também não foram observadas diferenças entre as doses de potássio sobre o rendimento de grãos, na safra 1987/88 (Fig. 4), embora fosse encontrada diferença entre tratamentos no teor de potássio nas sementes (Fig. 6). Essas diferenças são pequenas porque os teores encontrados são acima de 20,0 g/kg de K, teor abaixo do qual há risco de produção de semente de má qualidade (Borkert et al., 1989, 1997).

#### Efeito residual da aplicação de doses de cloreto de potássio

Como já vinha sendo observado nos dois últimos anos do efeito acumulativo, houve lenta acidificação do solo, que fez aumentar a porcentagem de saturação de alumínio, na safra 1988/89 (Tabela 1). Para corrigir esta acidificação foram reaplicadas 15 t/ha de calcário (70% PRNT) em 3/4/89, o que aumentou o pH, praticamente eliminou o alumínio trocável e a saturação de alumínio (< 1%) na camada arável (0-20 cm), melhorou as condições químicas na camada de 20-40 cm, bem como as condições gerais de fertilidade do solo nos quatro anos do efeito residual (Tabela 1), mantendo a disponibilidade de fósforo acima de 6 mg/kg.

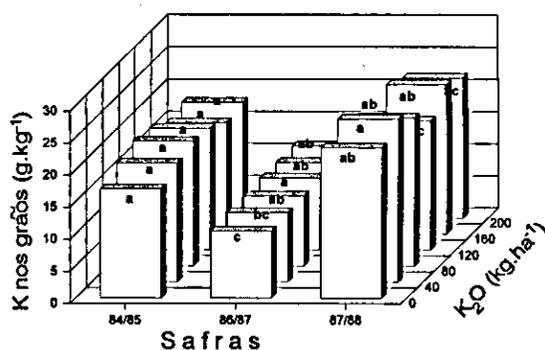


FIG. 6. Efeito acumulativo da adubação potássica sobre o teor de potássio nas sementes de soja. Doses aplicadas anualmente, antes da semeadura da soja. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

As condições de acidez e baixa fertilidade (Tabela 1), na safra 1988/89, aliado ao longo período de estiagem, que se estendeu de fins de outubro a meados de dezembro (Fig. 7), devem ter sido as causas da baixa produtividade obtida nessa safra (Fig. 8). Nas safras seguintes, com a acidez eliminada e sem restrições de disponibilidade de nutrientes no solo, exceto potássio, a soja esteve sempre com teores de nutrientes nas folhas (Tabelas 2 e 3) em nível suficiente para boa produtividade (Sfredo et al., 1986; Embrapa, 1996).

A partir do momento em que foi suspensa a adubação potássica no estudo do efeito residual (1988/89), a disponibilidade de potássio foi, com maior rapidez, esgotada, tanto na camada arável (Fig. 9) como na camada de 20-40 cm (Fig. 10). Se no período de aplicação de potássio, as doses 160 e 200 kg de K<sub>2</sub>O/ha/ano ainda conseguiam manter a disponibilidade de K no solo acima de 0,22 cmol/dm<sup>3</sup> (Fig. 1), após suspender a aplicação, o teor de K-trocável rapidamente decresceu, mesmo no tratamento 200 kg de K<sub>2</sub>O/ha/ano, que no terceiro ano do efeito residual estava com 0,15 cmol/dm<sup>3</sup> de solo na camada arável. Na camada de 20-40 cm, o esgotamento do K-trocável ocorreu no terceiro cultivo do efeito residual. Essa rapidez no esgotamento da disponibilidade de K-trocável no Latossolo Roxo álico comparada ao Latossolo Roxo eutrófico (Borkert et al., 1997), deve-se ao fato de que neste há maior reserva de K ligado à mica, existente principalmente na fração argila grossa e maior teor inicial de K-trocável.

O decréscimo da disponibilidade de K no Latossolo Roxo álico teve influência direta na absorção pela planta e no teor de K nas folhas de soja (Fig. 11). Essa limitação expressou-se já no primeiro ano de efeito residual, na produtividade da soja (Fig. 8), mesmo que nesse ano agrícola tenha havido períodos com déficit hídrico (Fig. 7), que também tiveram influência no achatamento da produtividade. Nos três anos seguintes, sem a influência da falta de água, ficou evidente o efeito do decréscimo do K-trocável no solo sobre os teores de potássio na planta (Fig. 11), e sobre a produção de grãos de soja (Fig. 8). Em 1989/90, no efeito residual dos tratamentos 120, 160 e 200 kg de K<sub>2</sub>O/ha/ano, com porcentagem de K nas folhas superior a 17,1 g/kg (Fig. 11),

os rendimentos atingiram 3.315 kg/ha (Fig. 8). Na safra seguinte, com decréscimo da disponibilidade de K no solo, a absorção pela planta foi limitada, entre 14,4 e 18,0 g/kg. Somente os tratamentos residuais de 160 e 200 kg de

$K_2O$ /ha/ano conseguiram máxima produtividade, 2.745 e 2.727 kg/ha, respectivamente, mas já apresentando tendência a diminuir a produtividade pela fome oculta de potássio.

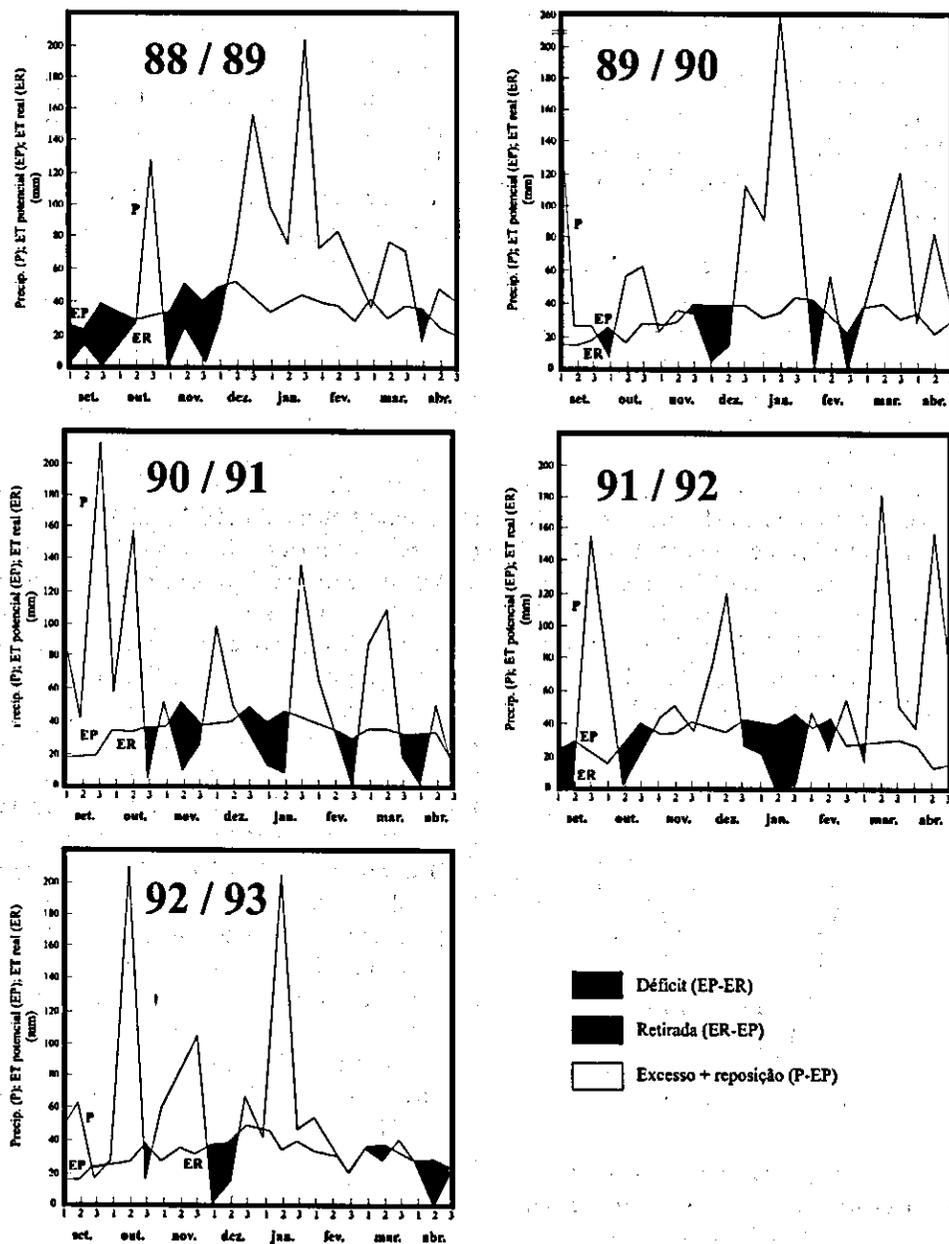


FIG. 7. Balanços hídricos decendiais na região de Campo Mourão nos cinco anos de efeito residual da adubaçãopotássica; safras 1988/89 a 1992/93.

A tendência de diminuição da produtividade, com o decréscimo da disponibilidade de potássio pelos cultivos sucessivos, é apresentada na Fig. 8, nos anos agrícolas 1989/90 a 1991/92, nos tratamentos de efeito residual de 120, 160 e 200 kg de  $K_2O$ /ha/ano. A queda de rendimento de grãos, as-

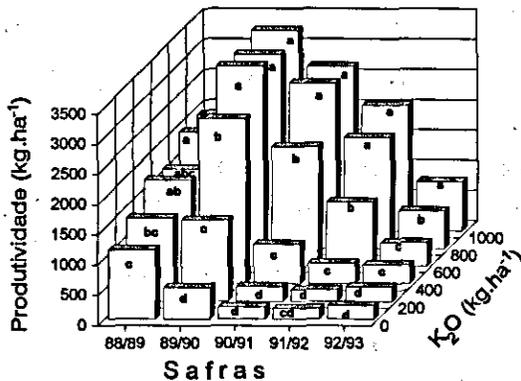


FIG. 8. Efeito residual da adubação potássica sobre a produtividade de soja cultivada em Latossolo Roxo álico. Total de K aplicado nos primeiros 5 anos de efeito acumulativo. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

sociada à baixa disponibilidade de K no solo e ao baixo nível de suficiência de  $< 17,0$  g/kg de K nas folhas (Borkert et al., 1993), também foi constatada por Borkert et al. (1997), no Latossolo Roxo eutrófico.

No último ano do efeito residual da adubação potássica, praticamente esgotou o K-trocável, na camada arável, em todos os tratamentos (Fig. 9). Na camada de 20-40 cm de profundidade, a disponibilidade de potássio foi menor que  $0,05$   $cmol_c/dm^3$  (Fig. 10). Tal fato limitou a absorção de potássio, pelas plantas, mesmo com boa distribuição de chuvas durante a safra 1992/93 (Fig. 7), manteve a concentração de K nas folhas abaixo de  $10,0$  g/ha em todos os tratamentos, exceto no residual de 200 kg de  $K_2O$ /ha/ano (Fig. 11), e limitou drasticamente a produtividade (Fig. 8).

O conteúdo de potássio nos grãos que, normalmente, pela própria fisiologia de sobrevivência da planta, é a última parte a ter reduzida a sua concentração, só a partir do terceiro ano de efeito residual ficou abaixo de  $15,0$  g/kg (Fig. 12), o que indica redução da qualidade da semente produzida (Borkert et al., 1989).

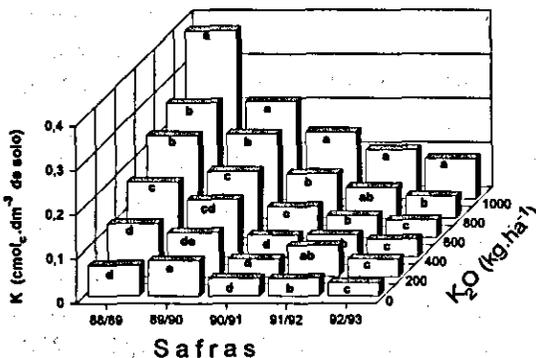


FIG. 9. Efeito residual da adubação potássica e do cultivo de soja sobre a disponibilidade de K-trocável na profundidade de 0-20 cm em um Latossolo Roxo álico. Total de K aplicado nos primeiros 5 anos de efeito acumulativo. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

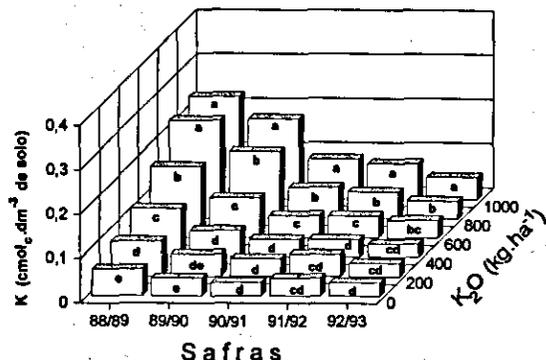


FIG. 10. Efeito residual da adubação potássica e do cultivo de soja sobre a disponibilidade de K-trocável na profundidade de 20-40 cm em um Latossolo Roxo álico. Total de K aplicado nos primeiros 5 anos de efeito acumulativo. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

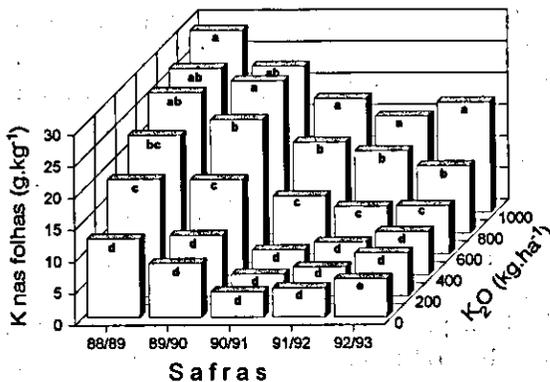


FIG. 11. Efeito residual da adubação potássica sobre o teor de potássio nas folhas de soja maduras e fisiologicamente ativas no início da floração. Total de K aplicado nos primeiros 5 anos de efeito acumulativo. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

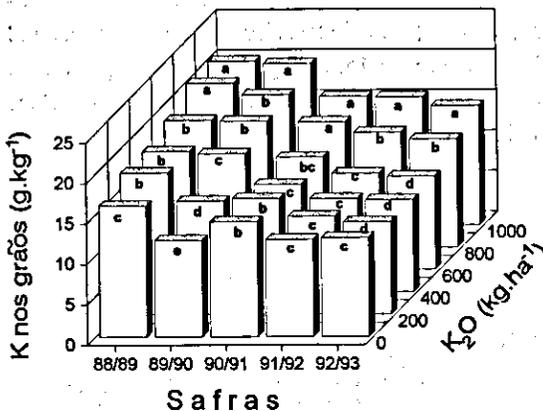


FIG. 12. Efeito residual da adubação potássica sobre o teor de potássio nas sementes de soja. Total de K aplicado nos primeiros 5 anos de efeito acumulativo. Barras com mesmas letras, na mesma safra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

## CONCLUSÕES

1. Latossolo Roxo álico, com médio ou alto teor de K-trocável, não pode ser cultivado por mais de dois anos com soja, sem serem repostas as quantidades de potássio extraídas nas sementes.

2. Para manter a produtividade da soja na faixa de 2.500 a 3.500 kg/ha no sistema de sucessão soja-trigo é necessário aplicar 120 kg de  $K_2O$ /ha/ano na semeadura da soja.

3. Alta produtividade de soja está associada a teores acima de 17,1 g/kg de K, nas folhas na floração.

## AGRADECIMENTOS

Ao Eng. Agr. Joaquim Perez Montans, pela cessão da área experimental; ao Eng. Agr. Joaquim Mariano Costa e ao Téc. Agrícola Ademir Antônio Semionato, da Cooperativa Mourãoense Ltda. COAMO, pelo apoio na execução do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BORKERT, C.M.; SILVA, D.N da; SFREDO, G.J. Calibração de potássio nas folhas de soja em Latossolo Roxo distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, n.2, p.227-230, 1993.
- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; FARIAS, J.R.B.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C.L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo eutrófico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.10, p.1009-1022, out. 1997.
- BORKERT, C.M.; FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. Potassium fertilization reduces seed infection by *Phomopsis* sp. and improves seed quality. In: *WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE*, 4., 1989, Buenos Aires. *Proceedings...* Buenos Aires: Asociacion Argentina de la Soja, 1989. p.2265-2275.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). *Recomendações técnicas para a cultura da Soja no Paraná, 1996/97*. Londrina, 1996. 187p. (Embrapa-Soja. Documentos, 97).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Levantamentos de reconhecimento dos solos*

- do Estado do Paraná. Londrina: Embrapa-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. t.1. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 27).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1979. v.1.
- PALHANO, J.B.; MUZZILI, O.; IGUE, K.; GARCIA, A.; SFREDO, G.J. Adubação fosfatada e potássica em cultura de soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.4, p.357-362, abr. 1983.
- SFREDO, G.J.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; BORKERT, C.M. Soja: nutrição mineral, adubação e calagem. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1986. 51p. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 17).
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in climatology**, Centerton, NJ, v.8, n.1, p.1-104, 1955.