

ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA SUCESSÃO MILHETO-SOJA E FORMAS DO POTÁSSIO NO SOLO NA PALHA E NA LAVOURA

POTASSIUM FERTILIZATION IN SUCCESSION MILLET-SOY AND FORMS OF POTASSIUM IN SOIL AND STRAW AND CROP

FOLONI, J.S.S.¹; ROSOLEM, C.A.²; CALONEGO, J.C.³; GARCIA, R.A.⁴

¹ Embrapa Soja, Londrina, PR; e-mail: salvador.foloni@cnpso.embrapa.br

² FCA/Unesp, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP;

³ FCA/Unesp, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP;

⁴ Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Resumo

O trabalho teve por objetivo quantificar o K trocável e o K não-trocável até 60 cm de profundidade do solo, o K da palha e o K dos grãos de soja no sistema plantio direto (SPD) por dois anos agrícolas consecutivos, em razão da antecipação da adubação potássica na sucessão milheto-soja. O milheto apresenta expressiva capacidade de acumular e reciclar K no SPD, mesmo quando não se faz a antecipação da adubação potássica no seu cultivo. A antecipação da adubação potássica no milheto de primavera não compromete a nutrição e nem a produtividade da soja. Doses da ordem de 60 a 90 kg K₂O ha⁻¹ podem ser totalmente antecipadas na sementeira do milheto ou podem ser parceladas no milheto e na soja, sem prejuízos para a lavoura. O manejo da adubação potássica não altera o K não-trocável do solo. Por outro lado, o K trocável do solo foi significativamente alterado em razão da adubação potássica na sucessão milheto-soja, com respostas expressivas até na camada de 40-60 cm de profundidade, e a antecipação da adubação potássica na sementeira da gramínea de cobertura pode minimizar as perdas de K por lixiviação.

Introdução

O K total do solo pode ser dividido entre o K da solução, K trocável, K não-trocável e o K estrutural, e o suprimento de K para as lavouras sai da solução e dos colóides do solo, que estão em equilíbrio com o K não-trocável e o K estrutural dos minerais. Para os solos tropicais, em razão da pedogênese, considera-se o K trocável o mais importante, contudo, pesquisas têm mostrado que o K não-trocável, e principalmente o K da palha (restos culturais), podem constituir importantes reservas do nutriente para o suprimento das culturas.

O K não é constituinte estrutural das plantas, e permanece quase que totalmente na forma iônica nos tecidos vegetais, e em razão dessa característica, quando a cultura está em senescência ou é manejada, há rápida liberação do K contido nos restos vegetais para o solo com a ação das chuvas, sem que haja decomposição biológica expressiva dos tecidos (Rosolem, et al., 2003). Nesse contexto, estudos têm mostrado que mais de 70% do K acumulado na palhada no SPD são liberados no solo nos primeiros 30 dias após o manejo, e essas reservas podem superar 300 kg K ha⁻¹. Sendo assim, é possível antecipar a adubação potássica da cultura comercial no cultivo da espécie de cobertura no SPD, sem que haja prejuízo de produtividade, como foi constatado para a sucessão milheto-soja (Foloni & Rosolem, 2008).

O trabalho teve por objetivo quantificar o K trocável e o K não-trocável até 60 cm de profundidade do solo, o K da palha e o K dos grãos de soja no SPD por dois anos agrícolas consecutivos, em razão da antecipação da adubação potássica na sucessão milheto-soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda da FCA/Unesp, em Botucatu-SP, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, a 22° 51' 48" sul, 48° 26' 35" oeste e 786 m de altitude. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura média, em área que vinha sendo cultivada no SPD com a sucessão aveia-preta (março-agosto) / milheto (agosto-novembro) / soja (novembro-março), e tal sucessão foi mantida no decorrer dos dois anos de experimentação. Os procedimentos de tratamentos culturais, calagem, adubação, manejo fitossanitário, etc., foram adotados de acordo com a tecnologia vigente.

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com quatro repetições, no qual comparou-se doses e modos de aplicação de K_2O na sucessão milheto-soja, constituindo 10 tratamentos que seguem: (1) 0 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 0 kg K_2O ha^{-1} na soja; (2) 30 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 0 kg K_2O ha^{-1} na soja; (3) 0 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 30 kg K_2O ha^{-1} na soja; (4) 30 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 30 kg K_2O ha^{-1} na soja; (5) 60 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 0 kg K_2O ha^{-1} na soja; (6) 0 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 60 kg K_2O ha^{-1} na soja; (7) 60 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 30 kg K_2O ha^{-1} na soja; (8) 30 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 60 kg K_2O ha^{-1} na soja; (9) 90 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 0 kg K_2O ha^{-1} na soja; (10) 0 kg K_2O ha^{-1} no milheto + 90 kg K_2O ha^{-1} na soja. As parcelas experimentais foram demarcadas com 6 m de largura por 8 m de comprimento, contendo 35 linhas de lavoura de milheto espaçadas a 0,17 m e 13 linhas de soja espaçadas a 0,45 m, e a área útil foi constituída pelas 25 linhas centrais de milheto e 9 linhas centrais de soja, descartando-se 1 m de lavoura nas extremidades longitudinais. As adubações potássicas foram realizadas nos dias das sementeiras do milheto e da soja, utilizando-se KCl granulado aplicado a lanço na área total das parcelas.

As amostras de solo foram coletadas na sementeira e colheita da soja, em seis pontos ao acaso na área útil das parcelas, nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade, para determinação dos teores de K trocável extraído com resina trocadora de íons e K não-trocável extraído em solução de ácido nítrico 1 mol L^{-1} a quente. Foram realizadas amostragens de palha, também na sementeira e colheita da soja, em três pontos ao acaso na área útil das parcelas, utilizando-se gabaritos de 0,25 x 0,60 m e, em seguida, fez-se a determinação da massa da matéria seca e quantificação dos teores e acúmulos de K. A parte aérea das plantas de soja (caule, ramos, vagens e grãos) foi coletada no ponto de maturação fisiológica dos grãos (R_8), sendo três sub-amostras de 0,75 m de linha de lavoura para cada parcela experimental, em pontos ao acaso. Em seguida, determinou-se a massa da matéria seca das plantas e os respectivos teores e acúmulos de K. Fez-se a colheita mecanizada de três linhas centrais da área útil das parcelas experimentais para determinação da produtividade da soja, e amostras de grãos foram coletadas para quantificação dos teores e acúmulos de K.

No estudo estatístico, foram transformados os teores de K trocável e K não-trocável do solo em kg K ha^{-1} na sementeira e colheita da soja, assim como foram calculados os acúmulos de K na palha (sementeira e colheita) e nos grãos de soja. Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando houve diferença significativa entre tratamentos a 5% de probabilidade pelo teste F, fizeram-se comparações das médias pelo teste de Scott-Knott, também a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A palhada na sementeira e colheita da soja não sofreu influência do manejo da adubação potássica no primeiro ano agrícola, contudo, no segundo ano houve incremento no acúmulo de K da cobertura morta em resposta à antecipação da adubação potássica no milheto (Tabela 2). Constatou-se também que no segundo ano houve expressiva reciclagem de K pela gramínea de cobertura, pois o acúmulo de K na palha por ocasião da sementeira da soja foi incrementado em algumas situações em que foram aplicadas doses de K_2O somente na sementeira da soja da safra anterior.

A antecipação da adubação potássica no milheto favoreceu a nutrição da lavoura de soja no primeiro e segundo anos agrícolas (Tabela 1). No primeiro ano, foram destaques as adubações de 30 K_2O milheto + 30 K_2O soja, 60 K_2O milheto + 30 K_2O soja e 90 K_2O milheto + 0 K_2O soja, as quais acarretaram em incrementos significativos de K na parte aérea da lavoura. No segundo ano, os destaques foram para as adubações com 60 K_2O milheto + 30 K_2O soja e 90 K_2O milheto + 0 K_2O soja com aumentos significativos de K nas planta de soja (Tabela 1).

A produtividade e acúmulo de K nos grãos de soja foram significativamente influenciados pelo manejo da adubação potássica na sucessão milheto-soja, evidenciando que doses da ordem de 60 a 90 kg K_2O ha^{-1} podem ser totalmente antecipadas na sementeira do milheto, ou podem ser parceladas no milheto e na soja, sem prejuízos para a lavoura (Tabela 1).

Os teores de K não-trocável das camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade do solo não sofreram influência do manejo da adubação potássica, tanto na sementeira como na colheita da soja, no primeiro e no segundo anos agrícolas (Tabela 2). Por outro lado, o K trocável do solo foi significativamente alterado em razão da adubação potássica na sucessão milheto-soja, com respostas expressivas até na camada de 40-60 cm de profundidade.

Observa-se na tabela 2 que o aumento das doses de adubo potássico, independentemente do modo de aplicação, incrementa as concentrações de K trocável nas camadas mais profundas do

perfil do solo, reforçando a preocupação de se manejar o K adequadamente para minimizar a lixiviação do nutriente. Nesse sentido, a antecipação da adubação potássica na semeadura do milho de primavera pode minimizar a translocação do K em profundidade no perfil do solo, sem comprometer a nutrição e produtividade da soja.

No primeiro ano agrícola, as adubações de 60 K₂O milho + 30 K₂O soja ou 30 K₂O milho + 60 K₂O soja minimizaram a translocação de K para a camada mais profunda de 40-60 cm do solo (Tabela 2). No segundo ano, a adubação parcelada com 30 K₂O milho + 60 K₂O soja também surtiu efeito para reduzir os teores de K trocável de 40-60 cm do solo (por ocasião da semeadura da soja), e na colheita da lavoura somente a adubação de 60 K₂O milho + 0 K₂O soja foi capaz de minimizar o montante de K trocável da camada mais profunda do solo avaliada no presente estudo, pois todos os outros tratamentos que somaram 90 kg K₂O ha⁻¹ na sucessão milho-soja apresentaram expressiva tendência à lixiviação de K no perfil (Tabela 2).

Tabela 1. Massa da matéria seca (MS) e acúmulo de K na palha de cobertura do solo na semeadura e colheita da soja, MS e acúmulo de K na parte aérea das plantas de soja na colheita, e produtividade e acúmulo de K nos grãos de soja, em razão da antecipação da adubação potássica na sucessão milho-soja, por dois anos agrícolas consecutivos no SPD.

Adubação potássica kg K ₂ O ha ⁻¹	Palha na semeadura		Palha na colheita		Parte aérea da soja		Grãos	
	MS	Acúmulo K	MS	Acúmulo K	MS	Acúmulo K	Produção	Acúmulo K
	kg ha ⁻¹							
0 Milheto + 0 Soja	3951 ^{ns}	103 ^{ns}	4193 ^{ns}	67 ^{ns}	3779 ^{ns}	33 b	3370 b	33 c
30 Milheto + 0 Soja	3859	111	3629	60	3534	35 b	3502 b	51 a
0 Milheto + 30 Soja	-	-	3879	66	3523	32 b	3452 b	45 a
30 Milheto + 30 Soja	-	-	3291	44	3771	45 a	3897 a	54 a
60 Milheto + 0 Soja	4048	121	3756	69	3669	38 b	3720 a	46 a
0 Milheto + 60 Soja	-	-	3700	73	3777	40 b	3442 b	48 a
60 Milheto + 30 Soja	-	-	4050	77	4120	49 a	3689 a	49 a
30 Milheto + 60 Soja	-	-	3691	72	3458	40 b	3606 a	50 a
90 Milheto + 0 Soja	4187	112	3676	82	3948	51 a	3700 a	42 b
0 Milheto + 90 Soja	-	-	3820	64	3816	39 b	3821 a	56 a
CV (%)	10,2	13,4	15,8	24,5	17,2	20,0	7,2	13,8
	2º ano da sucessão milho-soja							
0 Milheto + 0 Soja	9225 ^{ns}	167 b	6832 ^{ns}	107 ^{ns}	2308 ^{ns}	23 b	2874 b	25 b
30 Milheto + 0 Soja	9558	162 b	5683	97	2230	25 b	2804 b	29 b
0 Milheto + 30 Soja	12009	233 a	5815	103	2251	20 b	2861 b	36 a
30 Milheto + 30 Soja	10610	191 b	5519	84	2499	25 b	3214 a	32 b
60 Milheto + 0 Soja	11964	301 a	6187	124	2488	26 b	3061 a	31 b
0 Milheto + 60 Soja	11815	311 a	6099	112	2796	30 a	3283 a	37 a
60 Milheto + 30 Soja	10687	240 a	6813	126	2719	29 a	3164 a	35 a
30 Milheto + 60 Soja	9624	209 b	5774	123	2264	25 b	3263 a	35 a
90 Milheto + 0 Soja	10992	281 a	5874	133	2637	35 a	3199 a	40 a
0 Milheto + 90 Soja	10599	242 a	5435	112	2432	22 b	2994 b	41 a
CV (%)	16,4	24,4	19,2	23,6	13,8	15,9	8,1	16,1

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Conclusões

- O milho apresenta expressiva capacidade de acumular e reciclar K no SPD, mesmo quando não se faz a antecipação da adubação potássica no seu cultivo;
- A antecipação da adubação potássica no milho de primavera não compromete a nutrição e nem a produtividade da soja.

- Doses da ordem de 60 a 90 kg K₂O ha⁻¹ podem ser totalmente antecipadas na semeadura do milho ou podem ser parceladas no milho e na soja, sem prejuízos para a lavoura.
- O manejo da adubação potássica não altera o K não-trocável do solo.
- Por outro lado, o K trocável do solo foi significativamente alterado em razão da adubação potássica na sucessão milho-soja, com respostas expressivas até na camada de 40-60 cm de profundidade, e a antecipação da adubação potássica na semeadura da gramínea de cobertura pode minimizar as perdas de K por lixiviação.

Tabela 2. Quantidade de K trocável (K troc) e K não-trocável (K ntroc) nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade do solo, na semeadura e colheita da soja, em razão da adubação potássica na sucessão milho-soja, por dois anos agrícolas consecutivos no SPD.

Adubação potássica	Semeadura da soja						Colheita da soja					
	0-20 cm		20-40 cm		40-60 cm		0-20 cm		20-40 cm		40-60 cm	
	K troc	K ntroc	K troc	K ntroc	K troc	K ntroc	K troc	K ntroc	K troc	K ntroc	K troc	K ntroc
kg K ₂ O ha ⁻¹	kg ha ⁻¹											
0 Milheto + 0 Soja	50 b	68 b	46 b	127 ^{ns}	48 ^{ns}	82 ^{ns}	58 b	22 ^{ns}	98 b	41 ^{ns}	51 b	56 ^{ns}
30 Milheto + 0 Soja	78 a	53 b	51 b	106	32	92	69 b	22	76 b	51	44 b	62
0 Milheto + 30 Soja	-	-	-	-	-	-	73 b	41	73 b	37	47 b	54
30 Milheto + 30 Soja	-	-	-	-	-	-	68 b	38	121 a	48	51 b	46
60 Milheto + 0 Soja	68 b	93 a	41 b	136	31	98	119 a	41	99 b	56	56 b	51
0 Milheto + 60 Soja	-	-	-	-	-	-	77 b	36	137 a	23	61 b	34
60 Milheto + 30 Soja	-	-	-	-	-	-	91 a	33	87 b	55	60 b	48
30 Milheto + 60 Soja	-	-	-	-	-	-	93 a	36	122 a	70	52 b	54
90 Milheto + 0 Soja	95 a	79 a	72 a	139	45	90	106 a	34	151 a	92	110 a	56
0 Milheto + 90 Soja	-	-	-	-	-	-	115 a	34	187 a	39	91 a	84
CV (%)	20,3	23,1	22,1	30,1	26,4	29,6	23,2	44,5	31,2	48,6	32,7	52,8
2 ^o ano da sucessão milho-soja												
0 Milheto + 0 Soja	90 b	39 ^{ns}	136 b	53 ^{ns}	90 b	54 ^{ns}	128 ^{ns}	60 ^{ns}	182 b	67 ^{ns}	123 b	62 ^{ns}
30 Milheto + 0 Soja	93 b	24	117 b	64	60 b	65	134	55	180 b	96	135 b	80
0 Milheto + 30 Soja	91 b	37	110 b	49	63 b	110	102	28	198 b	64	163 b	78
30 Milheto + 30 Soja	107 b	45	149 b	69	127 a	79	130	47	242 a	87	191 a	77
60 Milheto + 0 Soja	100 b	58	140 b	60	100 a	63	143	25	219 b	67	160 b	43
0 Milheto + 60 Soja	98 b	24	119 b	55	81 b	42	129	42	220 b	78	190 a	44
60 Milheto + 30 Soja	154 a	66	180 a	69	91 b	63	159	75	264 a	90	175 a	89
30 Milheto + 60 Soja	142 a	33	145 b	58	137 a	48	157	57	276 a	69	172 a	59
90 Milheto + 0 Soja	162 a	41	191 a	58	110 a	80	152	32	257 a	60	225 a	68
0 Milheto + 90 Soja	89 b	35	131 b	64	109 a	62	136	64	228 b	92	188 a	62
CV (%)	24,7	51,3	26,6	58,2	25,2	50,9	19,7	57,8	21,4	60,1	20,7	54,0

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; ns: não significativo.

Referências

- FOLONI, J.S.S.; ROSOLEM, C.A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 1549-1561, 2008.
- ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função da quantidade de chuva recebida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 355-362, 2003.