

## Estado Nutricional da Soja em Função de Culturas de Cobertura e Residual de Doses de N e Calcário em Sistema de Plantio Direto

Raul Sobrinho Pivetta <sup>(1)</sup>; Edson Lazarini <sup>(2)</sup>; Carina Oliveira e Oliveira <sup>(1)</sup>; Naira Quirino de Biazzi <sup>(3)</sup>; Luiz Henrique Marcandalli <sup>(4)</sup>; Leandro Rebuá Rodrigues <sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Mestrando em Agronomia; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia; Ilha Solteira, SP; [raulspivetta@hotmail.com](mailto:raulspivetta@hotmail.com); <sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia; Ilha Solteira, SP; <sup>(3)</sup> Graduando em Agronomia; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia; Ilha Solteira, SP; <sup>(4)</sup> Mestre em Agronomia; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia; Ilha Solteira, SP.

**RESUMO:** O experimento foi conduzido na FEPE/UNESP – Campus de Ilha Solteira, iniciado no ano agrícola de 2000/01 com a implantação do sistema plantio direto. No ano agrícola de 2001/02, iniciaram-se os quatro modos de aplicação de calcário e um tratamento testemunha, sem aplicação de calcário, com uso de culturas de cobertura na primavera. No ano agrícola 2003/04, subdividiram-se as parcelas para a instalação dos tratamentos com três doses de nitrogênio (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>) e sucedeu-se a soja pelo milho. A soja se tornou a principal cultura novamente na safra 2006/07 e na safra 2007/08 foi realizada a reaplicação de calcário em superfície, calculada em função dos resultados da análise química do solo obtida no ano de 2006. O presente trabalho refere-se ao ano agrícola de 2008/09, que teve a semeadura das culturas de cobertura no mês de outubro e em sucessão (dezembro/2008), a cultura da soja do cultivar BR/MG 68 (Vencedora) foi semeada no espaçamento de 0,45 m entre linhas e com 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-20-20, no sulco de semeadura. Na cultura da soja foi avaliado o estado nutricional das plantas no florescimento pleno. A dose de calcário recomendada para a elevação da saturação por bases a 60%, correspondente a 812 kg ha<sup>-1</sup> de calcário proporciona maior teor de K foliar na cultura da soja. Quando não se aplicou calcário, o milho como cultura antecessora refletiu em maior teor de K foliar na soja.

**Termos de indexação:** *Glycine max* Merrill (L.). *Crotalaria juncea*; fertilidade.

### INTRODUÇÃO

Estima-se que são cultivados cerca de 53 milhões de hectares com culturas produtoras de grãos em todo o território brasileiro e deste montante, 27,6 milhões de hectares têm sido cultivados com soja. Na safra 2012/2013 a produção de soja no país atingiu aproximadamente 82 milhões de toneladas (CONAB, 2013). De acordo com Raij (2006) mais de 20 milhões de hectares

estão sendo cultivados no sistema de plantio direto (SPD) sendo que, 25% dessa área está localizada na região do Cerrado brasileiro.

O plantio direto caracteriza-se pelo não revolvimento do solo e pela consequente manutenção dos restos culturais sobre a superfície. Embora a aração de solos submetidos ao SPD seja tecnicamente viável para incorporar calcário, a maioria dos produtores não deseja mais usá-la, para não destruir o que foi ganho pela adoção desse sistema (PÖTTKER, 1998). Em geral, as recomendações de calagem na implantação do SPD são as mesmas do sistema convencional (SC), no entanto, quando o SPD está em fase consolidada, os efeitos da mudança do sistema de cultivo no solo são evidentes, com melhor desenvolvimento das plantas (NICOLODI et al., 2008).

A maioria das espécies vegetais utilizadas como condicionadora de solo em condições de Cerrado tem como principal objetivo promover a diversidade biológica dos agrossistemas, aumentar a fitomassa vegetal dos sistemas de produção, incrementar a quantidade e melhorar a qualidade da matéria orgânica do solo, além de serem mais eficiente na reciclagem dos nutrientes, como também proporcionam cobertura ao solo na entressafra, protegendo dos principais agentes de degradação (BURLE et al., 2006).

A *Crotalaria juncea* é uma planta com ampla adaptação às regiões tropicais e foi introduzida no Brasil inicialmente para produção de fibras, sendo posteriormente difundida como planta condicionadora de solo. Esta espécie é utilizada no Cerrado e apresenta elevado potencial como planta de cobertura (BURLE et al., 2006). O ciclo de floração desta planta, assim como o do milho é de na faixa de 57 a 90 dias, sendo estas culturas, as que possuem menor ciclo introduzidas no Cerrado (CARVALHO et al., 1999).

Na região dos Cerrados, segundo Pitol (1996), a cultura do milho tem merecido grande destaque, caracterizando-se por respostas satisfatórias em solos corrigidos e adubados, apresentando elevada capacidade de produção de biomassa, a cultura do

milheto nessas condições também eleva a massa de grãos e produtividade da cultura da soja (MARCANDALLI et al. 2008).

Verificar os efeitos que determinadas práticas e manejos culturais refletem em culturas como a soja é de grande importância para a pesquisa agropecuária. Diante do contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional da soja em função de culturas de cobertura antecessoras, residual de adubação nitrogenada e doses de calcário reaplicadas em superfície, em área com sistema plantio direto estabelecido há oito anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, cujas coordenadas geográficas são 51°22'W e 20°22'S e aproximadamente 335 m de altitude e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. O solo da área experimental de acordo com a nomenclatura atual (EMBRAPA, 2006) é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (LVd).

O trabalho iniciou-se no ano agrícola de 2000/01 com a implantação do sistema plantio direto. No ano agrícola de 2001/02, iniciaram-se os quatro modos de aplicação de calcário e um tratamento testemunha, sem aplicação de calcário, com uso de culturas de cobertura na primavera. No ano agrícola 2003/04, subdividiram-se as parcelas para a instalação dos tratamentos com três doses de nitrogênio (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>) e sucedeu-se a soja pelo milho. A soja se tornou a principal cultura novamente na safra 2006/07 e na safra 2007/08 foi realizada a reaplicação de calcário em superfície, calculada em função dos resultados da análise química do solo obtida no ano de 2006. O presente trabalho refere-se ao ano agrícola de 2008/09, que teve a semeadura das culturas de cobertura no mês de outubro e em sucessão (dezembro/2008), a cultura da soja do cultivar BR/MG 68 (Vencedora) foi semeada no espaçamento de 0,45 m entre linhas e com 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-20-20, no sulco de semeadura.

O estado nutricional das plantas foi avaliado pela coleta, no estádio R2 (02/02/2009), das terceiras folhas desenvolvidas, com o pecíolo, a partir do ápice da planta na haste principal, de 30 plantas na área útil de cada sub-parcela de acordo com Raij et al. (1996). Para cada sub-parcela, o material coletado foi levado para o laboratório,

lavado com água corrente depois com água destilada e colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C. Após secagem, o material foi moído e armazenado em saquinhos plásticos, devidamente identificados. Nesse material foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

As parcelas foram dispostas em DBC (delineamento em blocos casualizados) em parcelas subdivididas e as análises estatísticas foram realizadas pela análise de variância com aplicação do teste "F". As médias dos tratamentos foram comparadas, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, para residual de modos de aplicação e culturas de cobertura, enquanto que para doses de N utilizou-se a regressão polinomial. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de análise foliar da soja para avaliar o estado nutricional no ano agrícola de 2008/09, são apresentados na Tabela 01. Observa-se que o único nutriente que teve influência dos tratamentos na análise estatística foi o potássio. Apresentando diferença para as doses de calcário e para interação da mesma com as culturas de cobertura. A Figura 01 **Figura**, mostra o efeito do calcário sobre o teor de K foliar, evidenciando que até a dose de 812 kg ha<sup>-1</sup> houve uma tendência de aumento no K, e a partir dessa dose até a dose de 1624 kg ha<sup>-1</sup> há um decréscimo em seu teor.

Quanto ao desdobramento da interação de doses de calcário x culturas de cobertura para o teor de K (Tabela 02), verificou-se que para doses, o teor de potássio variou significativamente apenas dentro da crotalária, ajustando-se os dados a função quadrática. Na Figura 02 verifica-se que o teor foliar de potássio, em função do residual das doses de calcário, foi maior quando se aplicou 812 kg/ha de calcário, ou seja, a dose recomendada para a elevação da saturação por bases a 60%. Ainda em relação ao teor foliar de potássio, verifica-se que onde não se aplicou calcário (dose 0), o teor foliar foi maior quando a soja foi cultivada em área com a cultura do milheto antecedendo a soja.

Os valores obtidos para os teores foliares dos macronutrientes podem ser considerados como suficientes para N, K, Ca e Mg e altos para P e S, quando comparados com os valores recomendados pela EMBRAPA (2008). Apenas os teores foliares de K encontrados na dose 0 de calcário, são considerados baixos, demonstrando a importância da reaplicação do calcário, após longo período de



implantação do sistema plantio direto e utilização de adubação nitrogenada no sistema.

Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Caires et al. (1998), pois não observaram variações nas concentrações de N, P, K, S, Ca e Mg nas folhas de soja com a aplicação de doses de calcário superficialmente. Por outro lado, em outro estudo, conduzido em solo mantido durante 15 anos sob SSD, foi obtido aumento da concentração de Ca e de Mg nas folhas de soja e (CAIRES et al., 1999).

## CONCLUSÕES

A dose de calcário recomendada para a elevação da saturação por bases a 60% proporciona maior teor de K foliar na cultura da soja.

Quando não se aplicou calcário, o milheto como cultura antecessora refletiu em maior teor de K foliar na soja.

## REFERÊNCIAS

- BURLE, M. L.; CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina: Embrapa-Cerrados, 2006. 369 p.
- CAIRES, E. F.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e respostas ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 27-34, 1998.
- CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira Ciências Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 315-327, 1999.
- CARVALHO, A. M. de; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. da. **Manejo de adubos verde no cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999a. 28p. (Circular Técnica, 4).
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento; Safra 2012/2013. Brasília, 2013. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_01\\_09\\_17\\_44\\_20\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_17_44_20_boletim_graos_janeiro_2013.pdf). Acessado em: 02/04/2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de**
- Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2008**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280 p. (Documentos, 12).
- FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 5.0 (Biud 66)**: sistemas de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação**. 2. ed. Piracicaba : POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARCANDALLI, L. H.; LAZARINI, E.; OLIVEIRA, W. A. S.; MARCO, R. G.; LEAL, A. J. F.; FRANZOTE, F. H. Comportamento da cultura da soja cultivada no SPD com aplicação de doses de calcário em superfície e residual de modos de aplicação de calcário, culturas de cobertura e doses de nitrogênio. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS - FERTBIO, 2008, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBSC/EMBRAPA/IAPAR/UDEL, 2008. 1 CD ROM.
- NICOLODI, M.; ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. Indicadores da acidez do solo para recomendação de calagem no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 237-247, 2008
- PITOL, C.; BORGES, E. P.; BROCH, D. L.; SIEDE, P. K.; ERBER, E. J.; CHIRATA, I. N. **O milheto na integração agricultura-pecuária**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 8-9. (Informações agrônômicas, 76).
- PÖTTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p.675-684, 1998.
- RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).
- RAIJ, B. van. Soja e o desenvolvimento sustentável In: FUNDAÇÃO MATO GROSSO. **Boletim de pesquisa de soja 2006**. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2006. P.19-25.

**Tabela 01.** Coeficientes de variação, valores de F e de regressão e médias dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea da soja, em função dos tratamentos utilizados. Selvíria – MS, 2008/09.

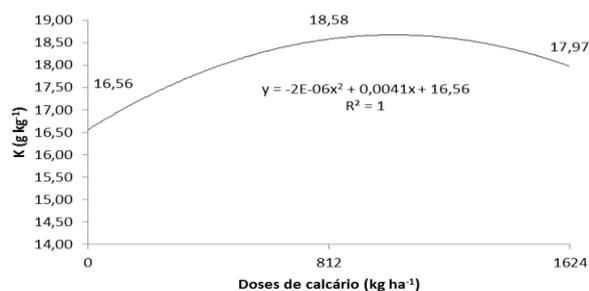
Tratamentos	g kg <sup>-1</sup>					
	N	P	K	Ca	Mg	S
0 – CA	37,93	9,22	16,56	7,19	3,00	4,60
812 – CA	36,10	9,45	18,58	7,70	3,28	4,61
1624 – CA	39,80	9,16	17,97	7,73	3,24	4,48
Milheto	36,91	9,06	17,16	7,26	3,11	4,54
Crotalária	38,98	9,49	18,24	7,82	3,23	4,59
0 N	37,69	9,27	17,72	7,60	3,19	4,57
90 N	37,92	9,25	17,79	7,58	3,17	4,56
180 N	38,22	9,30	17,59	7,44	3,16	4,57
<b>Teste F</b>						
Calcário (CA)	1,52 ns	0,28 ns	4,19 *	1,50 ns	1,44 ns	0,32 ns
Cobertura (CO)	1,41 ns	1,66 ns	3,38 ns	3,76 ns	0,72 ns	0,11 ns
CA x CO	0,92 ns	1,36 ns	4,82 *	1,33 ns	0,08 ns	1,21 ns
Nitrogênio (N)	0,03 ns	0,10 ns	0,68 ns	0,69 ns	0,22 ns	0,02 ns
CA x N	1,71 ns	0,06 ns	0,38 ns	0,87 ns	0,29 ns	0,28 ns
CO x N	3,12 ns	0,05 ns	0,28 ns	0,93 ns	0,31 ns	0,36 ns
CA x CO x N	0,50 ns	0,09 ns	0,58 ns	0,75 ns	0,25 ns	0,11 ns
RL CA	0,78 ns	0,02 ns	3,88 ns	2,35 ns	1,79 ns	0,46 ns
RQ CA	2,27 ns	0,54 ns	4,49 ns	0,65 ns	1,08 ns	0,18 ns
RL N	0,05 ns	0,09 ns	0,55 ns	1,19 ns	0,43 ns	0,00 ns
RQ N	0,00 ns	0,12 ns	0,80 ns	0,19 ns	0,02 ns	0,04 ns
CV % (1)	16,80	13,05	12,15	14,11	16,65	11,69 ns
CV % (2)	17,95	3,70	3,00	5,74	3,45	4,88 ns

ns - tratamentos não significativos; \* - significativos a 5%; \*\* - significativos a 1% pelo teste F. Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RL – valores de F para regressão linear; RQ – valores de F para regressão quadrática.

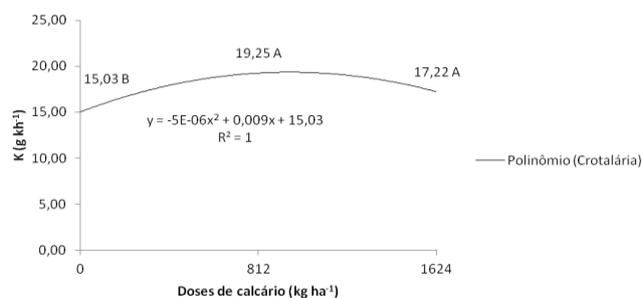
**Tabela 02.** Desdobramento da interação doses de calcário e culturas de cobertura significativa para o teor de K foliar na soja. Selvíria – MS, 2008/09.

Cobertura	Doses de calcário kg ha <sup>-1</sup>			Valores de F		
	0	812	1624	F	RL	RQ
Milheto	18,08 A	17,91	18,72	0,353 ns	0,394 ns	0,312 ns
Crotalária	15,03 B	19,25	17,22	8,654 **	4,65 ns	12,65 **
F	9,09 *	1,73 ns	21,21 ns			
DMS	2,26					

ns - tratamentos não significativos; \* - significativos a 5%; \*\* - significativos a 1% pelo teste F. Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa para o teste Tukey.



**Figura 01.** Teor de potássio foliar em função das doses de calcário. Selvíria - MS, 2008/09.



**Figura 02.** Teor de potássio foliar em função das doses de calcário dentro da cobertura de crotalária. Selvíria – MS, 2008/09.