

NÍVEL CRÍTICO DE POTÁSSIO EM FOLHAS DE SOJA COM TIPO DE CRESCIMENTO INDETERMINADO

JORDÃO, L. T.¹; BARZAN, R. R.²; OLIVEIRA JUNIOR, A.³; CASTRO, C.³; LAVRES JUNIOR, J.⁴;

¹Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCA-UNESP/Botucatu, Botucatu-SP, ljordao@cienciadosolo.com.br; ²Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina-PR; ³Embrapa Soja, Londrina-PR; ⁴Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo – CENA/USP, Piracicaba-SP.

O potássio (K) é o macronutriente exigido em grandes quantidades pela soja, sendo esta exigência inferior apenas à do nitrogênio em termos de absorção e exportação pelos grãos (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2014). Na planta, o K atua em diversos processos fisiológicos, dentre eles a regulação osmótica (responsável pela abertura/fechamento estomático), síntese protéica, ativação enzimática e transporte de açúcares, ácidos orgânicos e outros nutrientes (MALAVOLTA, 2006; EPSTEIN & BLOOM, 2006; MARSCHNER, 1995).

A avaliação do estado nutricional de uma cultura quanto a determinado nutriente se dá, principalmente, através da obtenção do seu teor, por análise química de tecido vegetal, comparando-o com valores de referência. Estes últimos são estabelecidos em experimentos de calibração, onde se relaciona o teor do nutriente em determinado tecido da planta (folha-índice, principalmente) com a sua produtividade relativa, obtendo-se o denominado nível crítico, que é aquele que proporciona, geralmente, 90% da máxima produtividade obtida. Acima do nível crítico, tem-se que o incremento em produtividade proporcionado pelo aumento no teor do nutriente deixa de ser eficiente em termos econômicos (MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997; MALAVOLTA, 2006).

Na cultura da soja, os valores de nível crítico de K em folhas-índice utilizados atualmente são baseados em trabalhos realizados com cultivares antigas, de tipo de crescimento determinado (TCD), potencial produtivo bastante inferior e ciclo mais longo, como o desenvolvido por Borkert, Sfredo e Silva (1993), necessitando-se obter valores de referência mais adequados para as condições de cultivo atuais, em que os materiais utilizados apresentam, geralmente, tipo de crescimento indeterminado (TCI), elevado potencial produtivo e ciclo precoce. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi estabelecer níveis críticos de potássio em folhas de cultivares de soja com estas características.

O experimento foi desenvolvido em condições de campo na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, durante o período de outubro de 2010 a março de 2013. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2013), de textura muito argilosa (780 g kg⁻¹ de argila). Foram coletadas amostras do solo nas camadas de 0,0-20,0 cm e 20,0-40,0 cm, em setembro de 2010, para caracterização dos atributos químicos, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com seis doses de K (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O), duas cultivares de soja TCI (V-MAX RR e BRS-360RR, grupo de maturação 6.2) e quatro repetições. O K foi aplicado anualmente a lanço, na forma de cloreto de potássio (60 % K₂O), até a safra agrícola de 2007/08, quando as aplicações foram interrompidas e se deu início a um ciclo de efeito residual das doses aplicadas.

Durante as safras em que o experimento foi avaliado (2010/11, 2011/12 e 2012/13), o esquema de sucessão de culturas utilizado foi o seguinte: soja no verão e trigo (cultivar BRS 208) no inverno. As subparcelas foram constituídas de cinco linhas

de 8,0m de comprimento espaçadas em 0,5 m, totalizando 40 m², com área útil de 9 m² (três linhas de 6 m de comprimento, na área central).

A semeadura foi realizada mecanicamente, com 15 sementes m⁻¹ linear, sendo estas tratadas com os fungicidas carboxina e tiram, na dose de 2,5 mL kg⁻¹, o inseticida fipronil, na dose de 2 mL kg⁻¹, além de inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e aplicação de 2 g ha⁻¹ de cobalto (Co) e 20 g ha⁻¹ de molibdênio (Mo). A adubação de base foi realizada a lanço, simultaneamente à semeadura, com aplicação de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (via superfosfato simples) nas safras de verão, e nas safras de inverno, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (via superfosfato simples) mais 20 kg ha⁻¹ de N (via sulfato de amônio). Ademais, anteriormente à semeadura da soja na safra 2010/11, aplicou-se 1,0 Mg ha⁻¹ de calcário (PRNT 100%). O controle fitossanitário foi efetuado quando necessário, conforme as recomendações para a cultura.

No estágio de florescimento pleno (R2), foram coletadas 15 folhas-índice (terceiro trifólio completamente expandido a partir do ápice caulinar) por subparcela, os quais foram secos em estufa de circulação forçada de ar (65° C, 96 h), processados em moinho tipo Wiley, submetidos à digestão via úmida em forno de micro-ondas (HNO₃ + H₂O₂, 170° C durante 40 min.), segundo metodologia adaptada de AOAC (2000), e analisados quanto ao teor de K por espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES).

A produtividade de grãos foi obtida pela colheita das plantas da área útil da parcela, através do corte e trilha, com posterior pesagem dos grãos, conversão dos dados para kg ha⁻¹ e correção da umidade para 13%. O nível crítico (NC) de K para ambas cultivares foi obtido através do ajuste de equações de regressão no *software SigmaPlot® v.10.*, relacionando-se a produtividade relativa (% em relação à máxima produtividade) em função do respectivo teor de potássio na folha-índice, estabelecendo-se como NC a concentração de K no tecido que proporciona 90% de produtividade relativa. Para tal, foram utilizados dados obtidos apenas nas safras 2010/11 e 2012/13.

O modelo de regressão que melhor explicou a relação entre as variáveis, com $P < 0,01$ e R^2 de 0,79 e 0,83 para VMAX RR e BRS 360 RR, respectivamente, foi o polinomial inverso de primeira ordem, através da equação $y = y_0 + (a/x)$, em que “y” é a produtividade relativa de grãos e “x” o teor de K na folha-índice. O nível crítico encontrado para o genótipo VMAX RR foi superior em cerca de 20% daquele obtido para BRS 360 RR, com valores de 25,4 e 21,3 g kg⁻¹, respectivamente (Figura 1). Contudo, ambos estão acima do nível crítico sugerido por Borkert, Silva e Sfredo (1993), que é de 17 g kg⁻¹. São superiores também aos níveis críticos encontrados por outros autores, com valores de 17 a 20 g kg⁻¹, entre os estádios de início do florescimento (R1) e início de formação de vagens (R3) (SMALL & OHLROGGE, 1973; PLANK, 1979; SARTAIN et al., 1979).

Os resultados sugerem maior exigência em potássio das variedades utilizadas atualmente, possivelmente pelo maior potencial produtivo somado à precocidade do ciclo, o que eleva a demanda pelo nutriente a fim de potencializar os processos fisiológicos dependentes do mesmo e que irão resultar em maior produtividade. Tais resultados indicam a necessidade de revisão dos valores de referência do nível crítico de K para a interpretação da análise foliar em cultivares de soja no Brasil.

Agradecimentos

À Fundação Agrisus (PA 1556/15), pelo suporte financeiro ao primeiro autor.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST - AOAC. **Official methods of analysis**. Official Method 999.10. Washington, DC: AOAC International, 2000.

BORKERT, C. M.; SILVA, D. N.; SFREDO, G. J. Calibração de potássio nas folhas de soja em Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 17, p. 227-230, 1993.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; FOLONI, J.S.S. Marcha de absorção e acúmulo de macronutrientes em soja com tipo de crescimento indeterminado. In: Reunião de Pesquisa de Soja, 34., 2014, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 133-136.

PLANK, O. C. **Plant analysis handbook for Georgia**. Athens: University of Georgia, Cooperative Extension Service, 1979. 735 p.

SARTAIN, J. B.; FORBES, R. B.; USHERWOOD, N. R. **Yield response of soybeans to P and K fertilization as correlated with soil extractable and tissue nutrient levels**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v. 10, p. 1219–1232, 1979.

SMALL, H. G.; OHLROGGE, A. J. **Plant analysis as an aid in fertilizing soybeans and peanuts**. In: WALSH, L. M.; BEATON, J.D. (Ed.). Soil testing and plant analysis. Madison, WI: SSSA, 1973. p. 315–327.

Tabela 1. Resultado da análise dos atributos químicos do solo coletado em setembro de 2010.

Camada do solo (cm)	pH - CaCl ₂	Al ³⁺ (1)	H+Al ⁽²⁾	Ca ²⁺ (1)	Mg ²⁺ (1)	K ⁺ (3)	P (3)	S ⁽⁴⁾	C ⁽⁵⁾
		cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³			g dm ⁻³	
0,0-20,0	4,8	0,1	5,8	3,8	1,5	0,46	14,5	15,0	15,2
20,0-40,0	4,7	0,2	6,0	3,5	1,2	0,38	10,7	22,0	9,8

(1) Extrator: KCl 1 mol L⁻¹. (2) Método: pH SMP. (3) Extrator: Mehlich-1. (4) Método: Fosfato monocálcico. (5) Método: Walkley & Black.

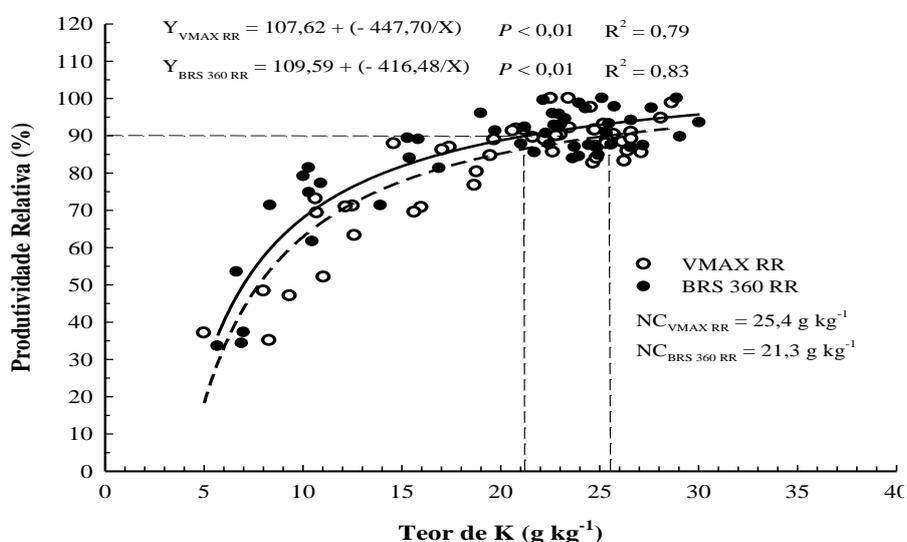


Figura 1. Produtividade relativa de grãos de soja em função do teor de K foliar e respectivos níveis críticos (NC) de K para os cultivares de soja com TCI, VMAX RR (○) e BRS 360 RR (●). Média das safras 2010/2011 e 2012/2013.