



## Teores de nutrientes foliares em função de arranjos de plantio de soja submetida a doses e formas de aplicação de fósforo <sup>(1)</sup>.

**Adriane de Andrade Silva<sup>(2)</sup>; Pedro Afonso Couto Junior<sup>(3)</sup>; Luis Fernando Veloso de Almeida<sup>(4)</sup>; Regina Maria Quintão Lana<sup>(2)</sup>; Mohamad Bakkar Ghannoum<sup>(5)</sup>, Mateus Aparecido Vitorino Gonçalves de Oliveira<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do LABAS – ICIAG- UFU parte da dissertação do segundo autor.

<sup>(2)</sup> Professora; Universidade Federal de Uberlândia – adriane@iciag.ufu.br ; <sup>(3)</sup> Doutorando do programa de produção vegetal da UNESP Campus de Jaboticabal; <sup>(4)</sup> Mestrando em Entomologia agrícola, UNESP Jaboticabal- SP; <sup>(5)</sup> Discente Agronomia UFU – Uberlândia; <sup>(6)</sup> Discente Agronomia UNITRI – Uberlândia;

**RESUMO:** Pela importância da cultura da soja, o conhecimento da absorção de nutriente possibilita a realização de fertilizações corretas, principalmente em cultivos altamente adensados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a absorção dos nutrientes foliares sobre influência de doses de fósforo em diferentes sistemas de manejo de adubação (sulco e lanço), em arranjo espacial diferenciado (convencional e cruzado) na cultura da soja no estágio vegetativo V6 e R1. O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Uberlândia UFU Campus Uberlândia, na Fazenda Experimental Capim Branco, localizada no Município de Uberlândia –MG, localizada nas coordenadas 18° 53' 9" S; 48° 20' 38" W. O solo é um Latossolo Vermelho. Realizou-se dois experimentos independentes, com dois arranjos de semeadura, o experimento 1, com arranjo convencional de soja e experimento 2 com arranjo cruzado. Observou-se que houve variação na absorção entre os diferentes estágios fenológicos sendo que em média em V6 a ordem de absorção foi de N > K > S > Ca > Mg > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu. E no estágio R1 de N > Ca > K > S > Mg > P > Fe > Mn > Zn > B > Cu,

nos solos por causa da "fixação" e baixa mobilidade, fazendo que sua recomendação seja ainda no sulco de plantio, sendo então este o único elemento que ainda limita a recomendação da adubação total a lanço.

Avaliações do melhor manejo da adubação, seja ele no sulco de plantio ou a lanço, são fundamentais para indicar a técnica adequada para a obtenção de uma melhor relação custo/benefício. Há necessidade de se pesquisar também a quantidade da adubação, pois com o aumento no número de plantas deve-se ficar atento ao fornecimento dos nutrientes, se a dose recomendada deverá ser superior, ou apenas com a exploração de um maior volume de solo pelo sistema radicular, as doses recomendadas seriam eficazes.

Sendo assim, objetivou-se avaliar os teores de nutrientes em diferentes frações (folha-haste-vagem) sobre influência de doses de fósforo em diferentes sistemas de manejo de adubação (sulco e lanço), em arranjo espacial diferenciado (convencional e cruzado) na cultura da soja.

**Termos de indexação:** marcha de absorção; arranjo convencional e cruzado; aplicação no sulco e a lanço.

### INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura exigente em termos nutricionais, bastante eficiente em absorver e utilizar os nutrientes contidos no solo, principalmente nitrogênio, pela fixação biológica. A aplicação de cálcio, magnésio e enxofre normalmente é fornecida pela calagem e gessagem. Sendo o potássio e o fósforo, os elementos que são tradicionalmente aplicados juntamente ao plantio. Muitos trabalhos têm relatado que apesar da mobilidade do K, a sua aplicação antecipada não tem ocasionado redução na produção e contaminação do subsolo (lençol freático). Já, o P apresenta problemas de limitação

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Uberlândia - UFU Campus Uberlândia, na Fazenda Experimental Capim Branco, localizado no Município de Uberlândia –MG, localizada nas coordenadas 18° 53' 9" S; 48° 20' 38" W. O solo é um Latossolo Vermelho, com declividade suave a aproximadamente com 850.

Realizou-se dois experimentos independentes, com dois arranjos de semeadura, o experimento 1, com arranjo convencional de soja e experimento 2 com arranjo cruzado. No experimento 1, utilizou-se o arranjo convencional em que o plantio foi realizado com espaçamento entre linhas de 0,5 m, contendo 18 sementes por metro linear de soja. No segundo arranjo, utilizou-se plantio diferenciado em que o estande final da parcela



apresentava o dobro de plantas do sistema convencional. A semeadura foi realizado de forma cruzada, ou seja, a semeadora realizou a semeadura no sentido norte/sul e logo após no sentido leste/oeste, duplicando o número de sementes de cada estande, aplicando a adubação apenas no sentido norte/sul.

A área útil total do experimento foi de 540 m<sup>2</sup>. As parcelas continham 10 m de largura e 10 m de comprimento. Foram utilizadas doses crescentes de fósforo equivalente a: 0, 60, 120, 180, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, da fonte superfosfato triplo (SFT) revestido com polímero (Kimcoat).

O experimento foi realizado na safra 2012/2013, a semeadura foi realizado no dia 14/11/2012, em que se utilizou a cultivar SYN 1080-RR da empresa Syngenta®, semeadura no sistema de cultivo mínimo e aplicou-se a dose única no plantio de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, sendo utilizada a fonte de cloreto de potássio (58% K<sub>2</sub>O) revestida com polímero (Kincoat).

Após a soja implantada realizaram-se todos os tratamentos culturais, dessecação, semeadura, pós-emergente, tratamentos fitossanitários e a colheita.

Para a absorção de nutrientes, optou-se pela coleta e avaliação de três plantas por parcela, as quais foram consideradas a média de todas as mensurações, em função do experimento avaliar dois arranjos espaciais, em que no arranjo cruzado havia o dobro de plantas do sistema convencional, e o foco da absorção de nutrientes seria possível atender as exigências da cultura. Realizaram-se análises dos tecidos vegetativos de macro e micronutrientes das hastes, folhas e vagens, segundo metodologia descrita por EMBRAPA (2009), no estádio vegetativo V6 e R1.

Os resultados foram submetidos aos testes de normalidade de Komogorov-Smirnov, para testar a distribuição dos resíduos, e de homogeneidade de Levene, para as variâncias, todos a 1% de probabilidade. Os dados sem distribuição normal e com heterogeneidade foram submetidos à transformação de dados com raiz quadrada. A análise de variância foi feita pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade. Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,01 e 0,05) para os valores qualitativos e para os valores quantitativos fez-se regressão (linear e quadrática). Apresentamos os resultados quando houve efeito de dose através da realização das análises de regressão para as doses de fósforo aplicadas. Quando houve interação entre os fatores a discussão foi realizada com o uso do teste de Tukey a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 1**, o teor de nutrientes foliares no estádio V6, seguiu a seguinte ordem na soja convencional: N > K > S > Ca > Mg > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu; e na soja cruzada: N > K > S > Ca > Mg > P > Fe > B > Mn > Zn > Cu, sendo observado que apenas para boro e manganês, os mesmo apresentaram ordem de absorção diferenciada. Já para o estádio R1, seguiram as seguintes ordens: N > Ca > K > S > Mg > P > Fe > Mn > Zn > B > Cu para soja convencional, já na soja cruzada obteve-se N > Ca > K > S > Mg > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

**Tabela 1** - Teor de nutrientes na folha no estádio V6 e R1, em função dos arranjos espaciais.

Nutrientes	Convencional	Cruzada	C.V.%		
				V6	
N	53,67 a	53,52 a	8,52		
P	3,27 a	3,15 a	12,38		
K	20,58 a	20,43 a	10,31		
Ca	12,44 a	10,99 a	32,42		
Mg	5,63 a	5,08 a	28,3		
S	12,66 a	12,67 a	14,5		
B	90,19 b	101,98 a	20,39		
Cu	8,50 a	7,28 a	31,49		
Fe	2359,76 a	1728,00 a	97,22		
Zn	47,16 a	45,40 a	29,21		
Mn	94,87 a	74,68 a	19,39		

Nutrientes	Convencional	Cruzada	C.V.%	DMS		
					R1	
N	43,75 a	45,24 a	6,89	1,60		
P	2,31 a	2,32 a	9,54	0,11		
K	17,10 a	16,80 a	8,93	0,79		
Ca	16,59 a	16,49 a	6,90	0,20		
Mg	4,69 a	4,67 a	8,70	0,21		
S	12,46 a	11,74 b	8,60	0,54		
B	45,66 b	61,30 a	19,51	5,46		
Cu	11,84 b	12,98 a	14,36	0,93		
Fe	1045,74 a	1062,63 a	53,35	294,49		
Zn	49,93 a	50,60 a	14,94	3,93		
Mn	148,80 a	113,64 b	18,13	12,46		

\*Médias seguidas por letras distintas na linha dentro de cada nutriente e estádio, diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

#Elemento com interação arranjo x dose em R1

O teor de nitrogênio no estádio V6 e R1 não variaram entre os arranjos. Em V6 apresentou valor médio de  $53 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 1), valor 36% superior ao obtido por Bataglia et al., (1976) que estudando marcha de absorção de nutrientes pela soja que obtiveram o teor de  $34 \text{ g kg}^{-1}$  de N. Indicando que nessa fase a soja não se encontrava em deficiência nutricional deste elemento. Já em R1, o valor médio foi de  $44 \text{ g kg}^{-1}$ , o que de acordo com Sfredo et al (2001), pode ser classificado como baixo teor de N, porém o valor é muito próximo ( $45$  à  $55 \text{ g kg}^{-1}$ ) ao limite inferior da classe de suficiência. A média dos valores de N no estádio V6, se encontravam muito abaixo do obtio por Gonçalves (2012) avaliando acúmulos de nutrientes na marcha de absorção de N em híbridos de soja, entretanto no estádio R1 o comportamento foi inverso.

Observa-se que os teores de fósforo no estádio V6 e R1 não variaram entre os arranjos. Em V6 apresentou valor médio de  $3,2 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 1), equivalente ao obtido por Bataglia et al., (1976) que obteve o teor de  $3,1 \text{ g kg}^{-1}$  de P, na marcha de absorção de nutrientes da soja, indicando que nestes estádios, os tratamentos atenderam ao nível crítico da cultura. Em R1, o valor médio de  $2,3 \text{ g kg}^{-1}$  encontram-se classificado como baixo ( $1,6$  e  $2,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) de acordo com Sfredo et al (2001), enquanto a faixa de suficiência é de  $2,5$  a  $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ .

Nota-se que os teores de potássio estão em V6 e R1 dentro da faixa de suficiência descrita por Bataglia et al., (1976) e Sfredo et al., (2001) com valores de  $14,9$  e  $17,0 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente. Tanaka et al., (1993) descreveram, que o período de maior exigência de potássio se dá no estádio de crescimento vegetativo e aos trinta dias que antecedem o florescimento. Neste experimento nestas duas fases os teores se encontravam dentro da faixa de suficiência.

De acordo com a Tabela 1, os valores do teor de cálcio na folha, não variaram em relação aos arranjos adotados e os estádios fenológicos. Caires & Fonseca (2000) trabalhando com soja em sistema de plantio direto demonstraram que para extração de nutrientes da parte aérea pela planta a soja responde à seguinte sequência  $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg} > \text{S}$ , próximo ao encontrado neste experimento, sendo o cálcio o quarto elemento com maior teor na folha. Os valores de Ca obtidos neste experimento se encontram dentro do ideal de acordo com Sfredo et al., (2001) no estádio R1 e Bataglia et al., (1976) no estádio V6.

De acordo com a Figura 1, no arranjo cruzado, à medida que foi aumentando as doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , obteve-se um acréscimo no teor de P foliar de  $0,0026$  e  $0,0016 \text{ g kg}^{-1}$ , no estádio V6 e R1

respectivamente, independente do arranjo ou manejo fornecido. Para o arranjo convencional não obteve-se diferenças significativas quanto as doses crescentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e manejo da adubação (lanço e sulco).

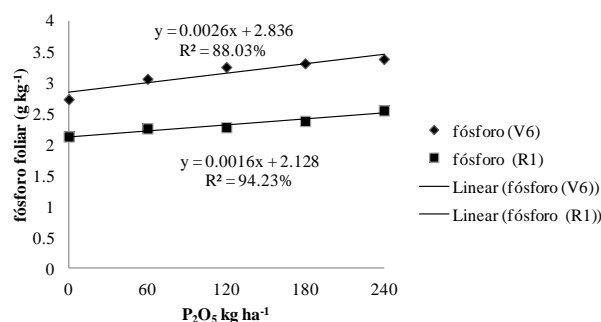


FIGURA 1: Teor de fósforo foliar no arranjo cruzado em função das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , no estádio V6 e R1.

De acordo com a figura 2, obteve-se com a dose de  $102 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , o máximo incremento no teor de cálcio de  $15 \text{ g kg}^{-1}$ .

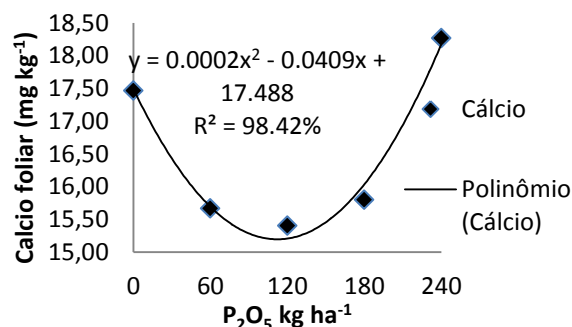
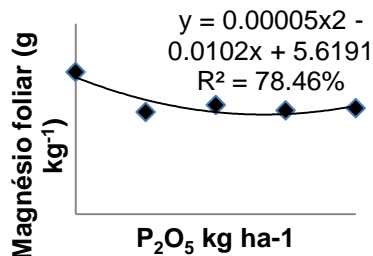


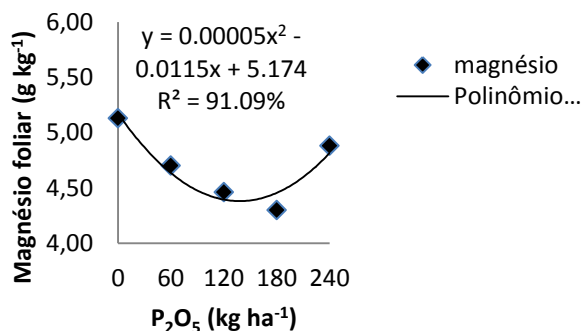
FIGURA 2: Teor de cálcio foliar no arranjo convencional, em função da interação entre manejo e doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  no sulco de plantio, no estádio R1.

Observou-se um comportamento quadrático no efeito de doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  em relação ao teor de magnésio foliar em ambos os arranjos estudados, sendo os modelos significativos apenas no arranjo cruzado estádio V6 e no convencional estádio R1 (Figura 3 e 4).

No arranjo cruzado, na dose de  $102 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  obteve-se um ponto de máximo no teor de magnésio de  $5,09 \text{ g kg}^{-1}$ . Já no arranjo convencional esse teor máximo foi de  $4,5 \text{ g kg}^{-1}$ , com a dose de  $115 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,



**FIGURA 3:** Teor de magnésio foliar no arranjo cruzado em função das doses de  $P_2O_5$ , no estádio V6.



**FIGURA 4:** Teor de magnésio foliar no arranjo convencional em função das doses de  $P_2O_5$ , no estádio R1,

## CONCLUSÕES

Houve variação entre a absorção de macronutrientes entre os estágios fenológicos, , não houve variações significativas entre os arranjos avaliados.

## AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio a pesquisa no Estado de Minas Gerais e a Universidade Federal de Uberlândia pela referencia em ensino, pesquisa e extensão. Ao ICIAG- UFU pelo apoio na realização do trabalho

## REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O. C. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, cultivar Santa Rosa. *Bragantia*, Campinas, v. 35, n. 21, p. 237-247, 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises

químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. *Bragantia*, v.59, p.213-220, 2000.

TANAKA, R, T,; MASCARENHAS, H, A, A,; BORKERT, C, M, Nutrição mineral da soja, In: ARANTES, N, E,; SOUZA, P, I, de M, de, Cultura da soja nos cerrados, Piracicaba: Potafos, 1993, p, 105 – 135.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

Sfredo, G.J.; Borkert, C.M.; Klepker, D. O cobre (Cu) na cultura da soja: diagnose foliar. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23. 2001, Londrina. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, p.95, 2001. (Embrapa Soja. Documentos, 157).