

### **Aplicação de Fósforo Via Solo e Foliar na Cultura do Milho-Verde**

Rogério Nunes Gonçalves<sup>1</sup>, Miriele Silva Vaz da Costa<sup>2</sup>, Thaís Fernandes de Jesus<sup>2</sup>,  
Aretha Medeiros Silva<sup>1</sup> e Adilson Pelá<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Mestrando em Produção Vegetal, pela Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, GO; e-mail: [rogerionunes88@hotmail.com](mailto:rogerionunes88@hotmail.com);

<sup>2</sup>Acadêmicas da Universidade Estadual de Goiás, UnUIpameri-GO, [miri\\_ele@hotmail.com](mailto:miri_ele@hotmail.com) e [tha\\_fj@hotmail.com](mailto:tha_fj@hotmail.com);

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Prof. da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, GO ; e-mail: [adilson.pela@ueg.br](mailto:adilson.pela@ueg.br).

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de fósforo via foliar em complementação à adubação fosfatada de base e sua influência na produtividade e outros caracteres da planta. O elemento fósforo é um dos nutrientes que necessitam maior atenção nas áreas de produção agrícola no Brasil. O fósforo é um componente vital no processo de conversão da energia solar em alimentos. Desempenha função chave na fotossíntese. O uso adequado de fósforo, também aumenta a eficiência da utilização de água pela planta. A maioria das plantas consegue absorver nutrientes minerais aplicados nas folhas por aspersão. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Unidade Universitária de Ipameri, da Universidade Estadual de Goiás, no ano agrícola 2011/12. O delineamento experimental foi em bloco casualizado (DBC) com 06 tratamentos e 04 repetições. Com os resultados obtidos, sugerem que a aplicação foliar de P pode reduzir para até 33% a adubação de base. De maneira geral verificou-se que com a aplicação de P foliar pode-se reduzir a dose de P na adubação de base. A complementação da adubação foliar com fósforo, num maior desempenho da planta, em função de proporcionar maior eficiência de utilização do fósforo que esta presente no solo.

Palavras-chave: *Zea mays* L., adsorção, nutrição mineral, eficiência na absorção.

### **Introdução**

O fósforo é o nutriente mineral mais utilizado em adubação na agricultura brasileira, perante a carência generalizada deste elemento nas áreas agricultáveis e pelo fato deste ter forte interação com o solo (RAIJ, 1991). A baixa eficiência dos fertilizantes está ligada á fixação pela precipitação e adsorção do fósforo em solução nas formas iônicas com os elementos químicos ferro, alumínio e cálcio (NOVAIS et al. 2007). O elemento fósforo é um dos nutrientes que necessitam maior atenção nas áreas de produção agrícola no Brasil, em especial nos solos de cerrado. Pois, grandes quantidades de fósforo são necessárias para manter uma disponibilidade adequada do nutriente às culturas, sendo este, um dos investimentos mais altos para a prática da agricultura comercial nesses solos (SOUSA, LOBATO e REIN, 2004). Por ser um elemento complexo em seu uso, faz-se necessário uma utilização eficiente desses

fertilizantes para que seja possível uma ampliação na vida útil das reservas exploradas (SOUSA et al., 2010).

O fósforo é um componente vital no processo de conversão da energia solar em alimentos, fibras e óleos pelas plantas. Desempenha função chave na fotossíntese, no metabolismo de açúcares, no armazenamento e transferência da informação genética, bem como na promoção da formação inicial e desenvolvimento da raiz e crescimento da planta. O uso adequado de fósforo, também aumenta a eficiência da utilização de água pela planta, e contribui ainda para aumentar a resistência da planta a algumas doenças (MALAVOLTA, 1996). Segundo Taiz e Zeiger (2009), a maioria das plantas consegue absorver nutrientes minerais aplicados nas folhas por aspersão.

Qualquer substância pulverizada na superfície da área foliar dos vegetais movimenta-se pelas estruturas constituintes deste, até atingir o citoplasma celular (CAMARGO, 1970). Os nutrientes aplicados na área foliar são absorvidos com muita rapidez, como também são translocados para todas as partes do vegetal (OSAKI, 1991).

O fósforo possui acentuada mobilidade no floema dos vegetais, sendo translocados por este, para as demais partes da planta (FANCELLI, 2010). A aplicação foliar do fósforo, por evitar o problema da fixação pelo solo, pode aumentar a eficiência de absorção, bem como a eficiência da adubação (MALAVOLTA, 2004). Porém, ainda não se pode indicar a adubação via foliar como substituta da radicular totalmente, devido alguns fatores, como a adequação dos fertilizantes pelas indústrias em termos de quelatização; o aumento na velocidade dos mecanismos de absorção via folha e num pequeno número de pulverizações, efetuarem-se o fornecimento de grandes quantidades de nutrientes minerais para os vegetais cultivados (CAMARGO e SILVA, 1975).

As alternativas para uso eficiente dos nutrientes têm sido buscadas para que seja possível reduzir o custo e manter e/ou elevar a produtividade das culturas. Uma alternativa que se encontra, com respeito a adubação fosfatada, é o uso desta via foliar, proporcionando aplicação de doses menores e solucionando o problema da adsorção e precipitação. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de fósforo via foliar em complementação à adubação fosfatada de base e sua influência na produtividade e outros caracteres da planta.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Unidade Universitária de Ipameri, da Universidade Estadual de Goiás, no ano agrícola 2011/12. O

experimento foi conduzido sob condições de sequeiro. A referida fazenda situa-se no município de Ipameri-GO (Latitude 17° 43', Longitude 48° 08'), a 790 metros de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é Tropical Semi-úmido (AW), com temperaturas e precipitações médias anuais de 20° a 24°C e 1300 a 1700 mm, respectivamente. Possuindo uma umidade do ar, em torno de 50%; com uma media de 08 horas/dia de insolação.

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006). Apresentando as seguintes características químicas: pH = 5,11 (CaCl<sub>2</sub>); Matéria Orgânica = 24,38 g kg<sup>-1</sup>; CTC = 6,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação de bases = 49,53%; teor de Cálcio = 1,80 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K = 56,00 mg dm<sup>-3</sup>; P(Melich) = 2,13 mg dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e com as seguintes características físicas: argila = 32%; silte = 09%; areia = 59%.

O delineamento experimental foi em bloco casualizado (DBC) com 06 tratamentos e 04 repetições. Os tratamentos foram: T1 – sem adubação com P; T2 – com 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no solo, mais P aplicado via foliar (50 mg l<sup>-1</sup> de solução de P); T3 – 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na base, mais P aplicado via foliar (50 mg l<sup>-1</sup> de solução de P); T4 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na base, mais adubação foliar com P (50 mg l<sup>-1</sup> de solução de P); T5 – 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sem aplicação de P via foliar; T6 – adubação foliar com P (50 mg l<sup>-1</sup> de solução de P). Todos os tratamentos receberam as mesmas doses de N e K.

Na semeadura, além das doses de P específicas de cada tratamento, foram aplicados nos sulcos uma dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, usando-se como fonte o cloreto de potássio, e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando a uréia como fonte. O fósforo aplicado na semeadura foi obtido por meio do fertilizante fosfatado superfosfato triplo. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada com as plantas de milho no estágio fenológico V4, aplicando-se 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, usando-se uréia como fonte.

A adubação via foliar com fósforo foi efetuada, também, com as plantas no estágio fenológico V4. Preparou-se uma solução contendo 50 mg de fósforo por litro, utilizado o ácido fosfórico como fonte, em uma única aplicação. Utilizou-se pulverizador costal com capacidade para 20 L, usando-se bico tipo cone, com disco de 1,2 mm preto, com formato do jato em cone vazio, gotas pequenas, ângulo de 80 graus a 60 psl; na qual aplicou-se o equivalente a 250 L ha<sup>-1</sup> dessa solução, correspondendo à 12,5 g de P ha<sup>-1</sup> às 08:00 horas da manhã.

Para o controle de plantas daninhas utilizou-se o controle mecânico, por meio da capina manual, de acordo com a infestação.

O genótipo utilizado na área experimental foi o AG1051. A semeadura foi manual, utilizando-se 7 sementes por metro, com espaçamento de 0,7 metros entre linhas. Após a germinação das sementes, realizou-se o desbaste, deixando-se 3,5 plantas por metro linear e uma densidade populacional correspondente ao stand de 50 mil plantas por hectare.

Os parâmetros avaliados foram: diâmetro de caule, altura de planta, altura de inserção da espiga, comprimento, diâmetro e massa das espigas, número de grãos, produtividade, massa verde (MV) e massa seca (MS) da parte aérea das plantas. Com utilização de paquímetro digital mediu-se o diâmetro de colmo e da espiga (mm), de dez plantas na área útil de cada parcela.

Utilizou-se de trena graduada para medir altura de planta, onde foram coletadas 10 plantas na área útil da parcela, estas foram pesadas em balança (kg), para determinação da produtividade de massa fresca (MF). Logo após a pesagem estas foram picadas, obtendo-se partículas com aproximadamente 0,5 cm, homogeneizadas. O comprimento da espiga (cm), a MV, MS da parte aérea e MF de espiga foram determinadas pelo método da pesagem (g), a determinação da massa seca por meio de estufa á 70 °C por um período de 72 horas.

Foram avaliadas dez plantas por parcelas, sendo estas colhidas no estágio R3, grão leitoso, com cerca de 80% de umidade. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias, pelo programa Sisvar.

### **Resultados e Discussão**

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios obtido com biomassa de plantas e espigas de milho verde, em função da aplicação de fósforo via solo e foliar. Verificou-se que em relação à variável massa úmida de planta, o tratamento com aplicação de fósforo apenas via foliar (T-6) diferiu do tratamento com metade do fósforo recomendado (T-3). Em relação à massa total de espigas e a massa total de espigas de padrão comercial, a testemunha e o tratamento com aplicação de fósforo via foliar diferiram dos demais tratamentos, mostrando-se inferior aos mesmos, indicando que somente a adubação com fósforo foliar não é suficiente para suprir a demanda desse nutriente pela cultura do milho.

Esses resultados sugerem que a aplicação foliar de P pode reduzir para até 33% a adubação de base. De maneira geral verificou-se que com a aplicação de P foliar pode-

se reduzir a dose de P na adubação de base. Em plantas de milho há uma intensa absorção de fósforo nas fases iniciais de desenvolvimento, quando geralmente se observa os primeiros sintomas de deficiências nutricionais na cultura, sendo que a deficiência deste constitui-se numa das maiores limitações à produtividade.

Sendo o P encontrado em baixas concentrações nos solos tropicais, faz-se necessário o seu fornecimento às culturas em doses altas, devido à sua baixa eficiência agronômica, quando aplicado via solo, talvez a adubação fosfatada via foliar, possa proporcionar maior eficiência a este elemento finito e insubstituível nas plantas

Espera-se com a complementação da adubação foliar com fósforo, num maior desempenho da planta e no incremento de produtividade das culturas, em função de proporcionar maior eficiência de utilização do fósforo que esta presente no solo, segundo Fancelli (2011), os melhores resultados obtidos com aplicação de P via foliar, ocorreu com aplicação de doses entre 0,5 e 1,0 kg/ha, na forma de ácido fosfórico, nos estádios próximo ao florescimento, por maximizar o uso do P aplicado na adubação de base. De acordo com Cobucci et al. (2010), houve efeito significativo da aplicação do P foliar, para doses de P no solo.

Assim sendo, pressupõe que a aplicação de P foliar aumenta a eficiência da planta a capturar o P do solo, ao proporcionar aumento no conteúdo do P, tanto na planta, quanto nos grãos, acima das quantidades aplicadas. Como indicativo que provavelmente com a aplicação foliar houve um estímulo fisiológico positivo que promoveu o aumento da absorção da adubação de P do solo.

### **Literatura Citada**

CAMARGO, P. N. e SILVA, O. Manual de adubação foliar. São Paulo: Editoras, 1975. 258 p.

CAMARGO, P. N. Princípios de nutrição foliar. São Paulo: Ceres, 1970. 118 p.

COBUCCI, T.; PAIVA LIMA, D. A.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, P. e NASCENTE, A. S. Aumento da eficiência de utilização de fósforo do solo em razão de aplicações foliares do nutriente. *Scientia agrária*, v.13, n.6, p. 367-371, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 Ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FANCELLI, A. L. Milho. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V. e STIPP, S. R. (Eds). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Vol. 3. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. p 39-93.

FANCELLI, A. L. Nutrição e adubação da cultura de feijão. p 129-164. In:FANCELLI, A. L. (Ed). Feijão: tecnologia da produção. Piracicaba, ESALQ/USP/LPV, 2011c. 164 p.

MALAVOLTA, E. Nutri-Fatos: informação agrônômica sobre nutrientes para as culturas. Piracicaba: Potafos, 1996. 24p. (arquivo do agrônomo - n 10).

MALAVOLTA, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In:YAMADA, T. & ABDALLA, R. S. (Eds.). Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2004. p 35-106.

NOVAIS, R. F. SMYTH, T. J. e NUNES, F. N.. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. e NEVES, J. C. L.. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p 471-550.

OSAKI, F. Calagem & adubação. 2 ed. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991. 524 p.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343 p.

SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. e NUNES, R. S. Fósforo. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V. e STIPP, S. R. (Eds). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Vol. 2. Piracicaba: IPNI –Brasil, 2010. p 71-126.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. e REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G. e LOBATO, E. (Eds). Cerrado: correção do solo e adubação. 2 Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p 147-168.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4 Ed.. Porto Alegre: Artmed. 2009. 848p.

**Tabela 1.** Massa úmida de planta (**MUP**), massa total de espigas (**MTE**), diâmetro do colmo (**DC**), massa total de espigas de padrão comercial (**MTEPC**), de milho em função da aplicação de P foliar, no cultivar AG 1051, Ipameri-GO, 2012.

Tratamentos	Médias		
	MUP(kg)	MTE (kg)	MTEPC (kg)
50 mg l <sup>-1</sup> de solução de P	5,426 a	5,163 a	3,588 a
Testemunha	5,963 ab	3,576 a	1,876 a
40 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> + A.F.	6,651 ab	9,701 b	7,351 b
120 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> - Sem A.F.	6,913 ab	10,30 b	8,201 b
120 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> + A.F.	6,951 ab	10,22 b	8,676 b
60 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> + A.F.	7,401 b	9,551 b	7,388 b
C. V. (%)	10,91	9,64	19,62
DMS	1,642	1,790	2,786

A.F.: adubação foliar com 50 mg/l de P (250 l/ha) aplicado em V 4; C.V.%: coeficiente de variação; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre se pelo teste de Tukey a 5% de significância.