

# FONTES E MODOS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DO MILHO EM PRIMEIRO CULTIVO

Álvaro V. RESENDE<sup>2</sup>, Antonio E. FURTINI NETO<sup>3</sup>, Ivânia B. ARAÚJO<sup>3</sup>, Vera M. C. ALVES<sup>4</sup>, José Zilton L. SANTOS<sup>3</sup>, Leonardo S. VILELA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trabalho financiado pelo CNPq

<sup>2</sup>Embrapa Cerrados, Rod. BR 020, Km 18, 73301-970, Planaltina-DF; alvaro@cpac.embrapa.br

<sup>3</sup>UFLA, Departamento de Ciência do Solo, 37200-000, Lavras-MG; afurtini@ufla.br

<sup>4</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, Km 65, 35701-970, Sete Lagoas-MG; vera@cnpmc.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

O modo de aplicação de fósforo depende das características do fertilizante e do solo, sendo sua eficiência influenciada também por outros fatores, como as condições climáticas e a própria planta.

Como alternativa aos fertilizantes fosfatados solúveis tem sido aumentado o uso de fosfatos naturais, de menor solubilidade. Entretanto, os resultados de pesquisa e as indicações técnicas para uso desses produtos ainda suscitam dúvidas sobre a melhor forma de manejo da adubação.

Objetivou-se neste trabalho, avaliar a eficiência nutricional do milho a fósforo em função de fontes e modos de aplicação do nutriente, no primeiro cultivo.

- Experimento em campo (sequeiro), num Argissolo Vermelho típico, textura argilosa, em Itumirim-MG.
- Fatorial 4x2+1, combinando quatro fontes de fósforo (ST - Superfosfato triplo, TM - termofosfato magnesiano Yoorin, FR - fosfato reativo de Arad, e FA - fosfato natural de Araxá) e duas formas de aplicação (a lanço em área total e localizada no sulco). Uma testemunha (-P) constituiu o tratamento adicional.
- Calcário dolomítico para pH em água próximo a 5,5.
- Dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (baseado no teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total dos fertilizantes).
- Cultura: milho híbrido triplo HT 971011 da Embrapa Milho e

## MATERIAL E MÉTODOS

Índices de Eficiência	Formas de cálculo <sup>(1)</sup>
Eficiência de Absorção - IEA (kg kg <sup>-1</sup> )	Pp/Pa
Eficiência de Redistribuição - IER (kg kg <sup>-1</sup> )	Pg/Pp
Eficiência de Utilização - IEU (kg kg <sup>-1</sup> )	Prod/Pp
Eficiência de Produção de Grãos - IEP (kg kg <sup>-1</sup> )	Prod/Pg
Eficiência do Fertilizante - IEF (kg kg <sup>-1</sup> )	Prod/Pa

<sup>(1)</sup> Pp = fósforo acumulado na parte aérea da planta, Pa = quantidade de fósforo aplicada, Pg = fósforo acumulado nos grãos, Prod = produção de grãos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando os fertilizantes fosfatados foram aplicados a lanço, a eficiência de absorção (IEA) tendeu a ser decrescente conforme diminui a solubilidade das fontes fosfatadas (Tabela 2), na seqüência ST > TM > FR > FA. Como a dose de P utilizada para o cálculo do IEA diz respeito ao teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total dos fertilizantes, esse comportamento é condizente com a maior ou menor facilidade de aquisição do nutriente pelas raízes, na medida que as fontes diferem bastante quanto à solubilidade. A aplicação dos fertilizantes

TM, FR e FA no sulco de plantio favoreceu maior absorção do P fornecido, provavelmente por minimizar o contato do adubo com o solo e, conseqüentemente, restringir os processos de fixação de fósforo.

Como ao final do ciclo, a maior parte do P acumulado na planta de milho foi mobilizada para os grãos (Tabela 3), a eficiência de redistribuição (IER) parece apresentar estreita relação com a eficiência de absorção (Tabela 2), sugerindo que o transporte interno de P na planta seria mera conseqüência da absorção, sendo influenciado pelas mesmas condições que a afetam.

Estando na dependência da relação entre os valores de produção de grãos e da quantidade de P acumulada na planta, a eficiência de utilização (IEU) foi maior (Tabela 2) nos tratamentos que proporcionaram menor acúmulo do nutriente na planta (Tabela 3). A ausência de diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos que receberam adubação fosfatada, quanto à eficiência de utilização, evidencia a alta capacidade do genótipo em utilizar o P em condições de baixo suprimento, sem, contudo, mostrar intensa resposta ao fornecimento do nutriente.

Quanto aos índices de eficiência do fertilizante (IEF), as principais diferenças estatísticas ocorreram entre as fontes, dentro de cada modo de aplicação (Tabela 2). Quando aplicadas a lanço, as fontes mais solúveis (ST e TM) foram mais eficientes que os fosfatos naturais (FR e FA), o que deve estar ligado ao equilíbrio diferenciado que se estabelece na interação entre o P dissolvido das fontes e os componentes coloidais do solo, de forma que os fosfatos solúveis liberaram o nutriente em quantidades mais elevadas, minimizando os efeitos da competição entre solo e planta pelo fósforo fornecido, condição não alcançada com o uso dos fosfatos

naturais onde a menor quantidade de P liberada atenderia primeiramente a demanda do solo, dreno preferencial no sistema.

Dentre os índices utilizados para avaliação da eficiência nutricional do genótipo neste estudo, as eficiências de absorção (IEA) e redistribuição (IER) de fósforo foram incrementadas conforme o aumento da solubilidade das fontes, ao passo que as eficiências de utilização (IEU) e de produção de grãos (IEP) seguiram tendência inversa. Dessa forma, o efeito dos tratamentos parece ter sido mais bem expresso pelo índice de eficiência do fertilizante (IEF), o qual refletiu melhor a interação dos comportamentos das fontes de P e do genótipo.

Modos de aplicação	Fontes				Testemunha
	ST	TM	FR	FA	
IE Absorção					
Lanço	0,27 a A	0,25 b B	0,21 b B	0,19 b B	-
Sulco	0,21 b B	0,31 a A	0,31 a A	0,24 a B	
IE Redistribuição					
Lanço	0,82 a A	0,74 b B	0,75 a B	0,66 b C	0,75 ns
Sulco	0,67 b B	0,80 a A	0,77 a AB	0,73 a B	
IE Utilização					
Lanço	168,8 aB	184,0 a B	179,8 a B	225,3 a A	192,5 ns
Sulco	195,5 a A	136,6 b B	148,5 b B	165,5 a AB	
IE Produção de Grãos					
Lanço	204,5 b B	250,2 a B	241,7 a B	341,1 a A	157,7 ns
Sulco	294,1 a A	170,8 b B	193,4 a B	223,4 b AB	
IE do Fertilizante					
Lanço	46,5 a A	46,9 a A	37,9 b B	42,3 a AB	-
Sulco	41,4 a AB	42,3 a AB	46,6 a A	37,2 a B	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).  
ns = média do tratamento testemunha não difere em relação à média do fatorial pelo teste F (P < 0,05).

Modos de aplicação	Fontes				Testemunha
	ST	TM	FR	FA	
Grãos					
Lanço	40,87 a A	33,77 b AB	28,47 b BC	22,38 b C	27,12*
Sulco	25,89 b B	45,09 a A	43,27 a A	31,21 a B	
Total na parte aérea					
Lanço	50,98 a A	45,85 b A	38,13 b BC	33,74 b C	35,96*
Sulco	38,78 b B	56,07 a A	56,42 a A	42,62 a B	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).  
\* Média do tratamento testemunha difere < em relação à média do fatorial pelo teste F (P < 0,05).

## CONCLUSÕES

Maior eficiência foi obtida para os fertilizantes mais solúveis (superfosfato triplo e termofosfato magnesiano) na aplicação a lanço e para o fosfato reativo quando no sulco de plantio. O genótipo de milho foi bastante eficaz em utilizar o P

absorvido, particularmente nos tratamentos com menor disponibilidade do nutriente no solo (fosfato de Araxá e testemunha), porém, mostrou-se pouco responsivo à adubação fosfatada.

## REFERÊNCIA

MOLL, R.H.; KAMPRATH, E.J. & JACKSON, W.A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agr. J., 74:562-64, 1982.