

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

Antonio Eduardo Furtini Neto⁽¹⁾, Álvaro Vilela de Resende⁽²⁾, Ivânia Barbosa Araújo⁽¹⁾, Vera Maria de Carvalho Alves⁽³⁾, Túllio Raphael Pereira de Pádua⁽¹⁾, Breno Rodrigues Mendes⁽¹⁾. ⁽¹⁾UFLA, Departamento de Ciência do Solo, 37200-000, Lavras – MG; ⁽²⁾Embrapa Cerrados, Rodovia BR 020, Km 18, 73301-970, Planaltina – DF; ⁽³⁾Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, Km 65, 35701-970, Sete Lagoas – MG.

O método de aplicação interfere na eficiência dos fertilizantes fosfatados, principalmente em solos com baixo teor de P e que possuem alta capacidade de fixação do nutriente (Novais & Smyth, 1999), caso típico dos solos de cerrado. Apesar dos numerosos estudos existentes sobre o manejo da adubação fosfatada, ainda permanecem dúvidas, principalmente quanto à aplicação direta dos fosfatos naturais, importados e nacionais, sendo esse aspecto motivo de controvérsias.

Conforme Lopes (1999), fosfatos naturais aplicados a lanço e incorporados em solos com pH em água até 5,5 têm sua eficiência aumentada com o passar do tempo e com o revolvimento do solo nas operações de aração e gradagem. Por outro lado, a aplicação desses fosfatos no sulco de plantio promove redução da eficiência da adubação. Sob outro ponto de vista, Novais (1999) sugere que a maior solubilização de fosfatos naturais em condições de solos argilosos e com pH ácido não favorece a planta, uma vez que o dreno preferencial do P nesse sistema é o próprio solo, sendo essa situação agravada com o maior contato do fosfato com as partículas de solo propiciado pelo revolvimento. Assim sendo, a aplicação localizada de fosfatos naturais no sulco de plantio levaria a uma condição em que as raízes da planta seriam o principal dreno envolvido na solubilização e aquisição do P, contribuindo para aumentar a eficiência da adubação com esses fertilizantes.

No presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da adubação com fontes fosfatadas, em diferentes modos de aplicação, na produção e nutrição mineral do milho em primeiro cultivo.

O experimento foi conduzido em condições de campo (sequeiro) na Fazenda Boa Vista, município de Itumirim-MG. A área utilizada apresenta Argissolo Vermelho típico (Podzólico Vermelho-Escuro), textura argilosa, sob vegetação de cerrado e com baixa disponibilidade de fósforo. A planta-teste foi o milho híbrido triplo HT 971011 da Embrapa-CNPMS.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de um fatorial 4x2+1 combinando: quatro fontes de fósforo, superfosfato triplo - ST (46,1% de P₂O₅ total e 38,3% solúvel em água), termofosfato magnésiano Yoorin - TM (18,1% de P₂O₅ total e 17,6% solúvel em ácido cítrico), fosfato reativo de Arad - FR (33,1% de P₂O₅ total e 9,4% solúvel em ácido cítrico), e fosfato natural de Araxá - FA (22,7% de P₂O₅ total e 4,3% solúvel em ácido cítrico), em duas formas de aplicação (a lanço em área total e localizada no sulco), sendo que uma testemunha que não recebeu fósforo constituiu o tratamento adicional.

Precedendo ao preparo do solo, foi aplicada uma dose de calcário dolomítico, determinada previamente pelo método da curva de incubação em laboratório, para elevar o pH em água próximo a 5,5. Cerca de 40 dias após a incorporação do calcário, foram aplicadas as fontes fosfatadas na dose de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O cálculo da quantidade a aplicar de cada fonte foi realizado baseando-se no teor de P₂O₅ total dos fertilizantes. Todo o fósforo foi aplicado na época do plantio. No modo de aplicação a lanço, os fertilizantes foram distribuídos manualmente em toda a área da parcela experimental e incorporados a 10 cm de profundidade. Na aplicação localizada, os fertilizantes foram distribuídos no fundo do sulco de plantio.

No florescimento, foram coletadas amostras de folhas do milho (primeira folha oposta e abaixo da espiga) e determinados os teores foliares de macro e micronutrientes. Por ocasião da colheita, avaliou-se a produção de matéria seca da parte aérea e de grãos. Duas plantas e cinco espigas representativas de cada parcela foram coletadas para a determinação da concentração de nutrientes nas folhas, colmo + pendão, palha, sabugo e grãos. Considerando-se os teores de nutrientes nas diferentes partes da planta e os respectivos pesos secos, foram obtidos os conteúdos de nutrientes (acúmulo) nesses compartimentos.

Na aplicação a lanço, as fontes mais solúveis (ST, TM) promoveram maior peso de grãos (Tabela 1). Todavia, estatisticamente, não diferiram em relação ao fosfato de Araxá (FA). Quando da aplicação no sulco de plantio, a produção com o FA foi menor que aquela obtida com o uso das demais fontes testadas. À exceção do tratamento com fosfato reativo, os valores absolutos da produção de grãos foram mais elevados quando os fertilizantes foram distribuídos a lanço em área total (Tabela 1).

De acordo com Goedert & Sousa (1986), as fontes solúveis geralmente apresentam desempenho similar para ambas as formas de aplicação, podendo a aplicação a lanço promover maiores rendimentos em relação à aplicação localizada em função de déficit hídrico, cuja ocorrência é freqüente em condições de campo. Já os termofosfatos, fosfatos reativos (Goedert & Lobato, 1984) e fosfatos naturais brasileiros (Lopes, 1999) aplicados a lanço apresentam maior eficiência. Outros pesquisadores, entretanto, têm relatado resultados (Kaminsky & Peruzzo, 1997; Novais & Smyth, 1999) e indicado recomendações de adubação (Novais, 1999) contrários a essas sugestões.

No caso dos fosfatos naturais FR e FA, na aplicação a lanço, a falta de umidade por determinados períodos no decorrer do ciclo do milho e a limitação de tempo para a ocorrência dos processos de solubilização, possivelmente, concorreram para restringir a liberação de P em quantidades ótimas para um primeiro cultivo de milho na área, o que não foi crítico no caso do ST e TM que, sendo mais solúveis, provavelmente supriram a demanda da cultura.

Tabela 1. Produção de grãos (kg ha⁻¹) em função de fontes e modos de aplicação de fósforo na cultura do milho.

| Modos de aplicação | Fontes | | | |
|--------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | ST | TM | FR | FA |
| Lanço | 8369 a A | 8436 a A | 6831 b B | 7334 a AB |
| Sulco | 7454 a AB | 7608 a AB | 8397 a A | 6047 a B |
| Testemunha | 6875* | | | |

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

*Média do tratamento testemunha difere (<) em relação à média do fatorial (teste F, $p < 0,05$).

A influência do modo de aplicação no desempenho das fontes foi bastante acentuada para o FR. A aplicação dessa fonte no sulco promoveu o maior ganho em produção de grãos (Tabela 1). Esse resultado pode ser atribuído ao aumento da concentração de P próximo às raízes e também à redução da fixação em função do menor contato do fertilizante com o solo, disponibilizando mais o nutriente às plantas, ao passo que a aplicação a lanço tende a favorecer o solo e não a planta, conforme relatado por Novais (1999). No presente trabalho, tal constatação parece se aplicar somente ao FR. Nesse sentido, Kaminsky & Peruzzo (1997) apresentam resultados para a cultura da soja nos quais a aplicação do fosfato reativo de Arad (FR) na linha de plantio promoveu maior rendimento de grãos, comparativamente à distribuição do produto a lanço.

Esperava-se um comportamento diferenciado do FA quanto à produção de grãos, em virtude da baixa taxa de liberação do nutriente por essa fonte, não atendendo às exigências da cultura a partir do ano de aplicação. Por outro lado, o fato de que os rendimentos obtidos com a utilização dessa fonte não diferiram das fontes mais solúveis (Tabela 1) pode ser indicativo de uma alta eficiência ou baixa responsividade do genótipo a fósforo. As médias de produtividade relativamente elevadas em todos os tratamentos, incluindo a testemunha, reforçam o comportamento do genótipo.

A dose relativamente alta de P₂O₅ (180 kg ha⁻¹) utilizada pode ter contribuído para minimizar os efeitos do modo de aplicação dos fertilizantes sobre a produção do milho, apesar das diferenças de solubilidade dos mesmos. Conforme apontado por Kaminsky & Peruzzo (1997), são prováveis alterações dos resultados num segundo cultivo, devidas ao efeito residual de cada tratamento ou fonte.

De maneira geral, os teores de macronutrientes na folha abaixo da espiga principal, por ocasião do florescimento, enquadraram-se nas faixas de valores tidas como adequadas para o milho, exceto para os tratamentos com fosfato de Araxá aplicado a lanço e testemunha, nos quais os teores foliares de fósforo ficaram abaixo do limite que corresponde à faixa adequada, coerentemente com a menor disponibilidade do nutriente esperada nesses tratamentos.

Em relação aos micronutrientes, apenas o zinco apresentou comportamento diferenciado. O menor teor foliar foi observado quando se aplicou superfosfato triplo no sulco de plantio, sendo o único tratamento em que não se alcançou a faixa de suficiência indicada para a cultura. Nesse

tratamento houve restrição do aproveitamento de Zn em virtude do excesso de P, liberado pela rápida solubilização do ST e em maior concentração quando aplicado no sulco, ocasionando a interação antagônica P x Zn (Büll, 1993), pela qual, altos níveis de fósforo disponível no solo podem induzir a deficiência de zinco, o que explica os baixos valores de produção de grãos (Tabela 1), inesperadamente obtidos com a aplicação localizada do ST. Os conteúdos de zinco em diferentes partes da planta foram influenciados pelos tratamentos, sendo, de maneira geral, mais elevados na ausência da adubação fosfatada (testemunha) ou no caso do uso de fontes menos solúveis.

Conclui-se que, no primeiro cultivo após a aplicação dos tratamentos, as fontes mais solúveis (superfosfato triplo e termofosfato) proporcionaram maior produção quando aplicadas a lanço em área total, enquanto o fosfato de Arad foi mais eficiente em aplicação localizada no sulco de plantio. O fosfato de Araxá foi a fonte que propiciou menor produção. O uso de superfosfato triplo no sulco de plantio, na dose aplicada, comprometeu a produtividade do milho, promovendo desordens metabólicas em consequência da interação entre P e Zn. A análise foliar, por ocasião do florescimento, mostrou-se adequada para a avaliação do estado nutricional do milho quanto à relação P/Zn.

Referências

- BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T; CANTARELLA, H., Eds. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Potafos, 1993. p.63-145.
- GOEDERT, W.J. & LOBATO, E. Avaliação agrônoma de fosfatos em solo de cerrado. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v.8, n.2, p.97-102, maio/ago. 1984.
- GOEDERT, W.J. & SOUSA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SEMINÁRIO P, Ca, Mg, S E MICRONUTRIENTES: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVA NA AGRICULTURA, 1984, São Paulo. Anais... São Paulo, Manah, 1986. p.21-53.
- KAMINSKI, J. & PERUZZO, G. Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo. Santa Maria, Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 31p. (Boletim técnico, 3).
- LOPES, A.S. Fosfatos naturais. In: RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P.T.G, ALVAREZ V., V.H., Eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.65-66.
- NOVAIS, R.F. Utilização de fosfato naturais de baixa reatividade. In: RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P.T.G, ALVAREZ V., V.H., Eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.62-64.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, UFV/DPS, 1999. 399p.