



Eficiência de recuperação de fósforo de fontes convencionais ou revestidas com polímeros em Milho

Luiz Paulo Dornelas dos Santos⁽¹⁾, Bruno Gabriel de Carvalho⁽²⁾, Leonardo Ângelo Aquino⁽³⁾, André Mundstock Xavier de Carvalho⁽³⁾

⁽¹⁾Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Viçosa, *Campus* Rio Paranaíba; Rio Paranaíba, MG. luiz.dornelas@ufv.br; ⁽²⁾ Mestrando em Agronomia Produção vegetal, Universidade Federal de Viçosa *Campus* Rio Paranaíba UFV/CRP; ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Viçosa *Campus* Rio Paranaíba UFV/CRP.

RESUMO: A produção agrícola depende, dentre outros fatores, da disponibilidade de nutrientes de forma equilibrada durante o ciclo das culturas. Tal fato se agrava, principalmente, em solos tropicais, que têm como mineralogia dominante os óxidos de ferro e alumínio, o que leva a uma baixa CTC e elevada adsorção de fósforo. Objetivou-se com este trabalho, avaliar o crescimento inicial do milho em função de doses de fósforo de fontes convencionais ou revestidas com polímeros. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Rio Paranaíba. Foi utilizada uma amostra de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. O experimento foi conduzido em esquema fatorial $(4 \times 5) + 1$, com três repetições. Os fatores em estudos foram quatro fontes de P, Superfosfato Triplo Convencional, Superfosfato Triplo Revestido, Fosfato Monoamônio Convencional (MAPcon.), Fosfato Monoamônio Revestido com polímero (MAPpolí.), cinco doses de P (20, 40, 80, 120, 200 mg dm⁻³) e uma testemunha, sem P. Houve incremento linear na matéria seca de sistema radicular e de parte aérea com a aplicação do P. Não houve efeito da fonte de P MAP ou Superfosfato Triplo. Entretanto, quando essas fontes foram revestidas com polímeros, houve maior crescimento do milho, em comparação às fontes sem o revestimento.

Termos de indexação: Acúmulo de matéria seca, liberação gradual, doses de P.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola depende, dentre outros fatores, da disponibilidade de nutrientes de forma equilibrada durante o ciclo das culturas. O milho (*Zea mays*) é uma planta altamente responsiva a fertilidade natural dos solos, tendo o fósforo como terceiro elemento mais acumulado na sua matéria seca (VON PINHO et al., 2009). Entre os fatores que afetam a produtividade das culturas no Brasil está o mau aproveitamento dos fertilizantes fosfatados e conseqüentemente a má nutrição das plantas (BRACCINI et al. 1999).

A principal causa da reduzida eficiência de aproveitamento está ligada à complexa dinâmica do fósforo (P) no solo (NOVAIS et al., 2007), especialmente nas condições de solos mais intemperizados, ácidos e argilosos, com alta capacidade de fixação de fosfato (NOVAIS & SMYTH, 1999). Como o fósforo tem reservas mundiais finitas, o estudo de fontes mais eficientes torna-se fundamental para a sustentabilidade ambiental. Portanto, torna-se necessário o uso de fontes que possam disponibilizar mais lentamente o P, minimizando os processos de fixação e favorecendo a sua absorção, conseqüentemente, a maior eficiência de utilização do nutriente pelas culturas (NOVAIS & SMYTH, 1999).

Uma alternativa para aumentar a eficiência das adubações é o parcelamento da adubação ou usar como fontes fertilizantes de liberação mais gradual ou controlada dos nutrientes. A tecnologia de encapsulamento das fontes com o uso de polímeros vem despertando o interesse e a desconfiança de vários pesquisadores, pois seus resultados ainda não estão bem definidos. De acordo com Malhi et al. (2001), o uso de fertilizante fosfatado de liberação gradual poderá resultar em deficiências no início da temporada de algumas culturas, e essa deficiência pode limitar severamente o seu potencial produtivo.

Segundo Tindall (2007), há eficiência no uso de fertilizantes de liberação lenta. Na cultura da soja, na região de Cerrado na safra 2006/2007, foi comprovada uma redução do custo de adubação de 36,5% com o uso de MAP polimerizado. Devido a estes fatos, objetivou-se com este trabalho, avaliar a eficiência de fontes de P convencionais ou revestidas com polímeros sobre o crescimento inicial do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Rio Paranaíba. Foi utilizada uma amostra de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006). O solo foi seco ao ar e passado



em peneira com abertura de 4 mm cuja as características químicas constam na tabela 01.

Matriz experimental

O experimento foi conduzido em esquema fatorial $(4 \times 5) + 1$, com três repetições. Os fatores em estudos foram quatro fontes de P (Superfosfato Triplo Convencional, Superfosfato Triplo Revestido, Fosfato Monoamônio Convencional (MAPcon.), Fosfato Monoamônio Revestido com polímero (MAPpolí.)), cinco doses de P (20, 40, 80, 120, 200 mg dm^{-3}) e uma testemunha (sem P). As doses foram determinadas segundo Alvarez V. et al. (2000). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC). Cada parcela foi composta por um vaso de 8 dm^3 com duas plantas de milho utilizando o híbrido simples P3862.

Condução do Experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação. O solo foi secado ao ar, as doses de P foram aplicadas em 10% do volume de solo. Além das doses de P, os demais nutrientes foram incorporados ao solo para o cultivo do milho nas seguintes doses: 150 mg kg^{-1} de N, 80 mg kg^{-1} de K, 0,4 mg kg^{-1} de B. Realizou-se a semeadura de seis sementes de milho. Uma semana após a emergência foi efetuado o desbaste e, conduzidas duas plantas por vaso, durante trinta dias. Após esse período as plantas foram cortadas rente ao solo. As raízes foram separadas e lavadas em água. A parte aérea e as raízes foram secadas em estufa a 70 °C até atingirem massa constante.

Avaliações e análises estatísticas

Foi avaliada matéria seca de parte aérea e de sistema radicular. Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade e normalidade, pelo teste de Bartlett e Bera- Jarque respectivamente. Dados fora do contexto foram transformados conforme necessidade e submetidos à ANOVA. Os graus de liberdade dos fatores em estudo foram desdobrados. Foram estabelecidos contrastes entre fontes de P e das fontes comparando-as com ou sem polímero. Os contrastes foram avaliados pelo teste de Bonferroni modificado por Conagin (1998). Realizou-se análise de regressão para o fator doses de P para cada fonte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume de raiz, e as matérias secas de parte aérea e de sistema radicular incrementaram de forma linear com o aumento das doses de P (Figura 1). Essas variáveis não diferiram no contraste C_1 (Tabela 2). Entretanto essas mesmas

variáveis diferiram nos contrastes entre C_2 e C_3 (Tabela 2). Assim as fontes de P com polímeros proporcionaram maior produção de matéria seca de parte aérea e de sistema radicular em relação às fontes convencionais.

A maior eficiência das fontes revestidas com polímeros pode ser atribuída à baixa velocidade de disponibilização, que reduz o tempo de competição entre planta e solo pelo P, o que aumenta a absorção de P pelas plantas de milho.

Souza (2012) avaliou a utilização de fosfato monoamônio (MAP) revestido ou não com polímero em milho. Observou que em todas as doses testadas, o uso do MAP revestido com polímero apresentou maior índice de eficiência agrônômica em relação à fonte sem revestimento.

Entretanto Valderrama et al. (2009), utilizaram superfosfato triplo (ST) revestido ou não com polímeros, não diferindo entre si, em todos os parâmetros avaliados. Guareschi et al. (2011) verificaram que a antecipação da adubação fosfatada com a utilização de fontes de liberação gradual em soja, conferiu maior produção de matéria seca, número de vagens por planta e produtividade de grãos em relação aos fertilizantes convencionais. Segundo Silva et al. (2012), o uso de MAP revestido com polímeros e MAP convencional não diferenciaram entre si, e o MAP revestido não reduziu a disponibilidade de P nos estágios iniciais de desenvolvimento de plantas de milho.

CONCLUSÕES

O crescimento inicial do milho foi maior com a aplicação do MAP revestido em relação a essa fonte convencional.

O revestimento do Superfosfato triplo não afetou o crescimento inicial do milho em comparação a essa fonte convencional.

Doses de P incrementaram de forma linear o crescimento inicial do tomateiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores Leonardo Ângelo Aquino e André Mundstock Xavier de Carvalho, pelo auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho. Ao grupo de pesquisa em Fertilidade do solo e Agroecologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; DIAS, L. E.; OLIVEIRA, J. A. Determinação e uso do fósforo



remanescente. Viçosa: SBCS, 2000 (Boletim Informativo da SBCS).

BRACCINI, M.C.L.; BRACCINI, A.L.; FOLONI, J.M.; SILVA, J.R.T. Produção de biomassa seca e teor de nutrientes do milho em resposta a dose e localização de osmocote em amostras de Latossolo vermelho-escuro e areia quartzosa. *Acta Scientiarum* 21(3):497-503, 1999.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 306p. 2006.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; SANTINI, J. M. K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestido por polímeros. *Cuenca e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, p. 643-648, 2011.

MALHI, S. S.; HADERLEIN, L. K.; PAULY, D. G.; JOHNSTON, A. M. Improving fertilizer phosphorus use efficiency. *Better Crops Plant Food*. Norcross: International Plant Nutrition Institute, v. 85, p.18-23, 2001.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999.399 p.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Influencia da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros de liberação gradual na cultura do milho. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 240-250, Mar. 2012.

SOUZA, C.H.E. Fosfato monoamônio revestido com polímeros no plantio das culturas de milho irrigado e cana-de-açúcar. (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia 94p. 2012.

TINDALL, T. A. Recent Advances in P Fertilizer Technologies Polymer Coatings and Avail Technology. Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola. IPNI. Pitacicaba. 2007.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v.39,p. 191-196. 2009.

VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; PEREIRA, J.L.A.R.; REIS, M.C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.8,p. 157-173, 2009.

Tabela 1: Caracterização química do Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LVA).

M.O.	pH	Prem	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
g dm ⁻³	CaCl ₂	mg L ⁻¹	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----			
46	5,3	3,69	0,1	1,7	29	14	0
H ⁺	H+Al	Na ⁺	S	SB	CTC (T)	m	V
-----mmol _c dm ⁻³ -----			mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³		%	
23	23	0,3	8	45	68	0	66

M.O. Matéria Orgânica; CTC (T) capacidade de troca catiônica potencial à pH 7,0; SB soma de bases; Prem Fósforo remanescente; H+Al Acides potencial; m saturação por alumínio; V saturação por bases na CTC do solo; M.O.= extração oxidação a CO₂; P, Na = extrator Mehlich-1; K,Ca²⁺,Mg²⁺, Al³⁺ = extração KCl; S = extrator fosfato de cálcio; Prem= CaCl₂ 10 mmol L⁻¹. Métodos descritos em Embrapa (2009).



Tabela 2. Matéria seca parte aérea e matéria seca sistema radicular das plantas de milho e estimativas dos contrastes 30 dias após aplicação dos tratamentos, para a dose de 120 mg dm⁻³ de P. Rio Paranaíba, MG (2013).

Tratamentos		Volume Raiz	MSPA	MSSR
Dose de P (mg dm ⁻³)	Fontes	(cm ³)	g vaso ⁻¹	g vaso ⁻¹
120	MAPcon	24,17	5,79	2,17
120	MAPpolí	48,17	14,12	3,11
120	STcon	23,00	8,67	2,27
120	STpolí	41,67	15,39	3,19
Contrastes				
C1	(MAPpol.+MAPcon) - (STpol.+STcon)	7,67 ^{ns}	-4,15 ^{ns}	-0,18 ^{ns}
C2	(MAPpol. - MAPcon)	24,00 ^{ns}	8,33 ^{**}	0,94 ^{**}
C3	(STpol. - STcon)	18,67 ^o	6,72 ^{**}	0,94 ^{**}

^{ns}, não significativo. ^o, ^{*}, ^{**} significância a 1, 5 e 10 % de probabilidades pelo teste de Bonferroni modificado por Conagin (1998). Fosfato monoamônio revestido com polímeros (MAPpol.), Fosfato monoamônio sem revestimento (MAPcon), Superfosfato triplo revestido com polímero (STpol.) e Superfosfato triplo convencional (STcon).

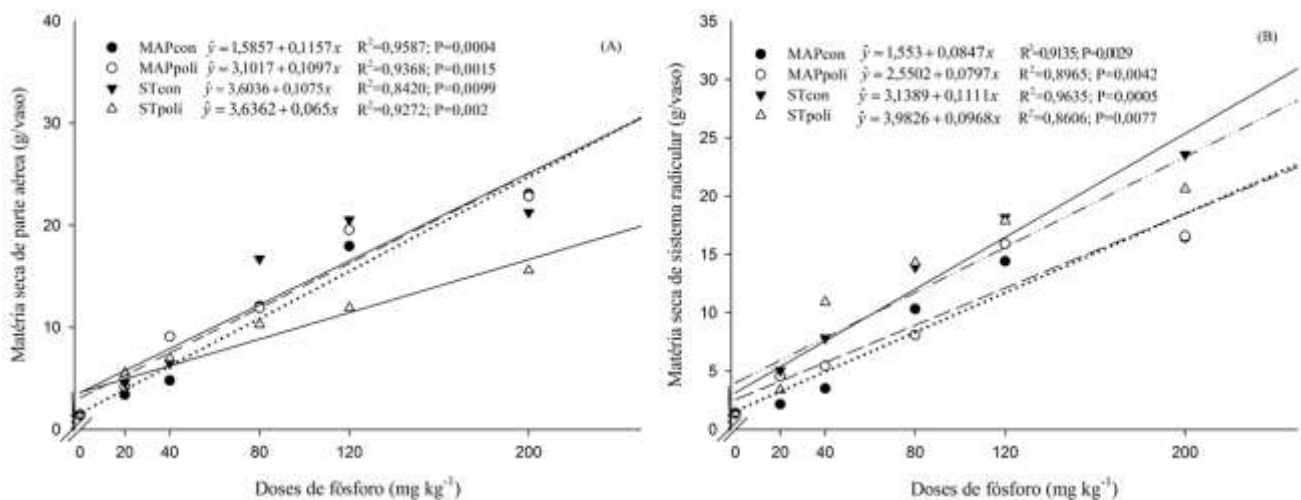


Figura 1. Matéria seca de parte aérea (A), e de sistema radicular (B) em função de doses de fósforo. Rio Paranaíba, MG (2013).