



UTILIZAÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS NO REVESTIMENTO DO MAP

Ivanele Nahas Duarte¹, Heliomar Baleeiro de Melo Junior^{1,2}, Adriane de Andrade Silva³, Regina Maria Quintão Lana⁴, Manoel Ribeiro Pires⁵.

1. Pós-Graduandos em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia (ielenahas@yahoo.com.br)
2. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro IFTM campus Uberlândia Pós-doutoranda do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, bolsista FAPEMIG Professora Dra. Titular em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Uberlândia Químico, Técnico Responsável do Laboratório de Análise de solos e nutrição de plantas da Universidade Federal de Uberlândia .Brasil

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

RESUMO

O ácido húmico em função da elevada CTC do material pode melhorar a disponibilidade de nutrientes devido ao aumento de cargas trocáveis. Objetivou-se avaliar o revestimento de MAP com ácidos húmicos para a disponibilidade de fósforo na solução do solo. O experimento foi realizado na casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico típico com 74 % de argila e com teor de fósforo no solo de 0,7 mg dm⁻³. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados (DIC), em esquema fatorial de 2 x 2 x 2, com 3 repetições, sendo, duas fontes de adubos fosfatados (MAP convencional, MAP revestido por polímero (PHOSMAX- AdFert), com e sem revestimento de ácido húmico (k-humate), e duas doses 100 e 200 kg ha⁻¹P₂O₅. Os revestimentos das fontes de MAP foram realizados na dose equivalente à 6L de K-humate por tonelada. Esse produto é um fertilizante líquido de alta concentração de ácidos húmicos e flúvicos. Os fertilizantes foram aplicados e incorporados ao solo o qual foi umedecido com 70% capacidade de campo. Essa umidade foi monitorada durante os 90 dias de incubação. De posse dos resultados verificou-se que o uso de ácidos húmicos para o revestimento do MAP convencional e MAP polímero influenciou positivamente na disponibilidade de fósforo para a solução do solo.

PALAVRAS-CHAVE: solo, fonte, k- humate

HUMIC ACIDS USED ON COVERING MAP

ABSTRACT

Humic acids to improve efficiency in releasing nutrients. The humic acid due to the high material CTC can improve the availability of nutrients due to increased loads exchangeable. This study aimed to evaluate the coating of MAP with humic acids to the availability of phosphorus in the soil solution. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Uberlândia. The soil used were Oxysol Red with 74% clay (LVd) and available phosphorus of 0.7 mg dm^{-3} . The experimental design was completely randomized, with 3 repetitions as $2 \times 2 \times 2$ factorial, with two sources of phosphate fertilizers (MAP conventional polymer coated MAP (PHOSMAX-AdFert) with and uncoated humic acid (humate-k), and two doses 100 and 200 kg ha^{-1} . Coatings sources of the MAP were conducted at a dose equivalent to that of K-humate 6L per tone. This product is a liquid fertilizer high concentration of humic and fulvic acids. Fertilizers were applied and incorporated, and was being monitored for applying water to keep the field capacity by 70% during 90 days of incubation. Use of humic acids for the coating MAP and MAP conventional polymer positively influences the availability of phosphorus in the soil solution.

KEYWORDS: soil, source, k-humate.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de fósforo no solo do Cerrado, em condições naturais, é baixa e para o desenvolvimento da agricultura a aplicação de adubo é primordial (RAIJ, 2011).

Os fertilizantes fosfatados aumentam os teores de fósforo inorgânico e orgânico no solo. O grupo do Pi (fósforo inorgânico) pode ser separado em duas partes, o fósforo dos minerais primários e o fósforo adsorvido aos oxi-hidróxidos de ferro e alumínio. O Po (fósforo orgânico) nos solos tropicais é fonte de fósforo para as plantas (SANTOS et al., 2008). Apenas uma parte do fósforo aplicado nos solos tropicais fica disponível para as plantas, pois, os fosfatos solúveis são parcialmente adsorvidos pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, abundantes nesses solos (VALLADARES et al., 2003).

Portanto a adsorção de fósforo no solo é influenciada principalmente pela mineralogia das argilas, o conteúdo de colóides amorfos não cristalinos e o teor de matéria orgânica do solo (PEREIRA et al., 2010).

As substâncias húmicas constituem uma fração da matéria orgânica do solo, composta por substâncias amorfas, com estruturas químicas complexas, de natureza particular e de maior estabilidade do que os materiais que as originam (FONTANA et al., 2008). Essas substâncias são compostas por frações como humina que é insolúvel em meio alcalino, o ácido húmico que é insolúvel em meio ácido e o ácido flúvico que permanece na solução após a remoção dos ácidos húmicos (SILVA et al., 2010).

Dentre as funções das substâncias húmicas, há a competição pelos sítios de adsorção de fosfato, que reduz a adsorção do fósforo no solo e promove sua maior concentração na solução, mantendo-o mais disponível para as plantas (STEVENSON, 1994), mas também, formam complexos que bloqueiam os sítios de adsorção do fósforo na superfície dos óxidos de ferro e de alumínio (TIRLONI et al., 2009).

Além disso, os ácidos húmicos atuam ativamente na disponibilidade de fósforo para as plantas, pois aumenta o fósforo orgânico no solo já que são originários dos resíduos vegetais adicionados ao solo, do tecido microbiano e dos produtos de sua decomposição (MARTINAZZO, 2007).

Tendo em vista os benefícios dos ácidos húmicos, e sendo o fósforo um dos nutrientes que mais limitam a produção agrícola dos solos brasileiros o objetivo deste trabalho foi avaliar o revestimento de MAP (fosfato monoamônico) com ácidos húmicos para a disponibilidade de fósforo na solução do solo.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia-MG. Todos os tratamentos foram aplicados em amostras extraídas dos primeiros 20 cm superficiais de um Latossolo Vermelho distrófico tipo A, moderado e de textura muito argilosa que foi caracterizado química e fisicamente segundo a metodologia descrita pela EMBRAPA (1999) (Tabela 01).

TABELA 1. Caracterização química e física da amostra de 0-20 cm em um Latossolo Vermelho distrófico (LVd)

Solo	pH H ₂ O	P	Si	K	Ca	Mg	H +Al	V	Areia	Silte	Argila
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			%	g kg ⁻¹		
LVd	5,2	0,7	4,0	0,09	0,1	0,1	3,3	5,0	225	34	741

Ca, Mg = (KCl 1 N); P, = (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,0125 N); Si = (CaCl₂ 0,01mol L⁻¹)H+Al = acidez potencial (Acetato de cálcio); V= Saturação por bases. Análise física pelo Método da Pipeta (Embrapa, 1999).

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 2 x 2 sendo duas fontes de fósforo (MAP polímero (PHOSMAX- AdFert) e convencional) o segundo fator foram duas doses de P₂O₅ (100 e 200 kg ha⁻¹) e o terceiro fator foi o revestimento com ácido húmico (com e sem). O delineamento utilizado no experimento foi inteiramente casualizado (DIC) com três repetições. Os revestimentos das fontes de MAP foram realizados na dose equivalente a 6 L t⁻¹ de K-humate. Esse produto é um fertilizante líquido organomineral, classe A, de alta concentração de ácidos húmicos e flúvicos, derivado da Leonardita Australiana.

Cada parcela experimental consistiu de um recipiente plástico, com capacidade para 500 mL, preenchido com 300g de solo, no qual foram aplicados os tratamentos. Após isto, foi adicionada água destilada em quantidades iguais em cada recipiente de acordo com 70 % da capacidade de retenção de água do solo. Essa umidade do solo foi mantida durante todo período do experimento. O solo permaneceu por 90 dias, período de incubação, nos potes de plásticos tampados. Cada tampa apresentava cinco furos para permitir a evaporação de água e a respiração do solo.

Depois de 90 dias que as amostras de solo foram misturadas com as fontes de fósforo, todo o solo foi seco e peneirado. Esse material foi utilizado para determinar o

teor de fósforo no solo com o extrator Melich1 (0,025 N H₂SO₄+ 0,05N HCl) e o teor de fósforo remanescente no solo (EMBRAPA, 1999).

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). Quando o Teste F foi significativo (< 0,05%), as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 0,05 de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tipo de fertilizante fosfatado dependendo da dose aplicada influenciou o teor de fósforo no solo extraído com Mehlich-1. De acordo com tabela 2 verifica-se que na dose de 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ não houve diferença entre o MAP convencional e o polímero na liberação do fósforo para o solo e os mesmos variaram respectivamente de 2,67 a 2,77 mg dm⁻³ com o revestimento e de 2,40 a 2,30 mg dm⁻³ sem o revestimento.

Na dose de 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ para a fonte de MAP revestida com ácido húmico observou-se que o teor de fósforo no solo foi maior com o MAP convencional do que o MAP polímero. Para o MAP sem revestimento não houve diferença entre as fontes, mas variou de 3,93 (MAP polímero) a 4,23 (MAP convencional) (Tabela 2).

Os adubos polimerizados já são encapsulados com macromoléculas que auxiliam na redução da adsorção do fósforo e, por esse motivo, os ácidos húmicos não alteraram consideravelmente a concentração de fósforo na solução. Segundo VASCONCELOS et al., (2010), cada polímero tem um comportamento diferenciado para o encapsulamento, alguns têm sua liberação controlada pela umidade, outros pela temperatura, sendo importante saber qual o comportamento destes polímeros aplicados em adubos para que o resultado seja satisfatório.

Em relação ao revestimento do fertilizante fosfato com ácido húmico verifica-se para o MAP convencional aplicado na dose 100 kg ha⁻¹P₂O₅ que não houve diferença estatística, mas variou de 2,67 a 2,40 mg dm⁻³ de fósforo, respectivamente, com e sem o revestimento. Assim, com o revestimento houve aumento de 11,25 % no teor de fósforo no solo. Para essa mesma fonte aplicada na dose de 200 kg ha⁻¹P₂O₅ verifica-se que o teor de fósforo foi maior no MAP convencional com o revestimento do que o MAP convencional sem o revestimento Nesse caso houve um aumento de 66,19 % no teor de fósforo no solo (Tabela 2).

Não houve diferença estatística para ambas as doses entre o MAP polímero sem e com revestimento. Na aplicação de 100 kg ha⁻¹P₂O₅ o teor de fósforo no solo variou de 2,30 (sem o revestimento) para 2,77 mg dm⁻³ de fósforo (com o revestimento) sendo observado um aumento de 20,43 %. Quando foram aplicados 200 kg ha⁻¹P₂O₅ o teor de fósforo no solo com o MAP polímero com o revestimento foi de 4,10 mg dm⁻³ e com o MAP polímero sem o revestimento foi de 3,93 mg dm⁻³ sendo 4,33 % maior quando a fonte foi revestida com ácido húmico (Tabela 2).

A adição de ácidos húmicos é benéfica, pois aumenta o fósforo orgânico no solo. Esse fósforo é originário dos resíduos vegetais adicionados ao solo, do tecido microbiano e dos produtos de sua decomposição e atua ativamente na disponibilidade de fósforo para as plantas (MARTINAZZO, 2007).

TABELA 2. Teores de P (extraído com Mehlich-1) no solo, 90 dias após a aplicação, em função de fontes de fósforo, das doses de fósforo e revestimento.

Dose (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	Revestimento	MAP convencional	MAP polímero
		----- mg dm ⁻³ -----	
100	Com	2,67 aA	2,77 aA
	Sem	2,40 aA	2,30 aA
200	Com	7,03 aA	4,10 bA
	Sem	4,23 aB	3,93 aA

C.V= 16,77 DMS revestimento= 1,07 DMS fone= 1,07
Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula dentro de revestimento, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. .

Comparando-se a dose de fósforo aplicada no solo, observa-se (Tabela 3) que o teor de fósforo com a aplicação de 200 kg ha⁻¹P₂O₅ foi superior do que 100 kg ha⁻¹P₂O₅ ao utilizar o MAP convencional ou MAP polímero com ou sem o revestimento. Isso já era esperado, pois, à medida que aumenta a dose do nutriente aumenta a liberação dele no solo.

Os níveis adequados de fósforo extraído com Mehlich1 dependem da textura do solo. Como foram utilizadas amostras de um Latossolo com mais 60 % de argila um teor de 2,0 a 3,9 mg dm⁻³ como foi observado com a aplicação de 100 kg ha⁻¹P₂O₅ representa um nível baixo de fósforo no solo. Porém, a aplicação de 200 kg ha⁻¹P₂O₅ propiciou valores médios de fósforo (4,0 a 5,9 mg dm⁻³) e a aplicação do MAP com revestimento húmico deixou o solo com um nível bom de fósforo, ou seja, com > de 6,0 mg dm⁻³ (ALTMANN, 2010). Essa maior concentração de fósforo na solução foi devido ao revestimento com ácido húmico, pois segundo STEVENSON (1994) o mesmo reduz a adsorção do fósforo no solo.

TABELA 3. Teores de P (extraído com Mehlich-1) no solo, 90 dias após a aplicação, em função de fontes de fósforo, das doses de fósforo e revestimento.

Fonte	Revestimento	Dose (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	
		100	200
		----- mg dm ⁻³ -----	
MAP convencional	Com	2,67 b	7,03 a
	Sem	2,40 b	4,43 a
MAP Polímero	Com	2,77 b	4,10 a
	Sem	2,30 b	3,93 a

C.V= 16,77 DMS revestimento= 1,07 DMS fone= 1,07
Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula dentro de revestimento, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. .

A capacidade de adsorção de fósforo no solo pode ser feita através da avaliação de fósforo remanescente (RAIJ, 2011).

De acordo com a tabela 4 observa-se que houve diferença ($P < 0,05$) em relação às fontes de MAP avaliadas. Na dose de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ sem o revestimento e na dose de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ com o revestimento o fósforo remanescente com o MAP convencional foi maior do que com o MAP polímero. Porém, nos outros tratamentos não se observou diferença estatística entre as fontes de MAP.

O incremento no teor de fósforo remanescente representa menor adsorção deste nutriente no solo em que foi aplicado. Neste solo, a adsorção é elevada, pois de 60 mg dm^{-3} adicionado ao solo somente, em média, 10 mg dm^{-3} está sendo recuperado (Tabela 4). Isso ocorre, pois esse solo é muito argiloso (74 % argila).

TABELA 4. Teores de P remanescente no solo, 90 dias após a aplicação, em função de fontes de fósforo, das doses de fósforo e revestimento.

Dose	Revestimento	MAP convencional	MAP polímero
$\text{kg ha}^{-1} \text{P}_2\text{O}_5$		----- mg dm^{-3} -----	
100	Com	9,27 a	10,37a
	Sem	8,47 a	6,13 b
200	Com	10,07 a	8,67 b
	Sem	7,84 a	8,23 a

C.V= 09,07; DMS revestimento= 1,35; DMS fone= 1,35.

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Observa-se também na tabela 5 a influencia do revestimento sobre o P-remanescente. Para o MAP convencional na dose de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ não houve diferença significativa, porém, na dose $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ o P-remanescente foi maior com o MAP convencional revestido com o ácido húmico. O mesmo ocorreu com o MAP polímero revestido, porém na menor dose, pois na maior dose não houve diferença entre as fontes. Assim, na presença de ácidos húmicos P-remanescente foi maior. Esses dados estão de acordo com FONTANA et al., (2008) os quais verificaram que essas substâncias diminuem a adsorção e a precipitação de fósforo no solo.

Em relação às doses de P_2O_5 aplicadas verifica-se que no teor de P-remanescente não houve diferença ($P < 0,05$) para o MAP convencional. No entanto, para o MAP polímero com o revestimento o P-remanescente foi maior na dose $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ e para essa mesma fonte sem o revestimento foi maior na dose de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ (Tabela 5).

TABELA 5. Teores de P remanescente no solo, 90 dias após a aplicação, em função de fontes de fósforo, das doses de fósforo e revestimento.

Fonte	Revestimento	Doses $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ kg ha}^{-1}$	
		100	200
		----- mg dm^{-3} -----	
MAP convencional	Com	9,27 aA	10,07aA
	Sem	8,47 aA	7,84 aB
MAP polímero	Com	10,37aA	8,67 bA
	Sem	6,13 bB	8,23 aA

C.V= 09,07; DMS revestimento= 1,35; DMS fone= 1,35.

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula dentro de revestimento, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

CONCLUSÃO

O uso de ácidos húmicos para o revestimento do MAP convencional e do MAP polímero influenciou positivamente na disponibilidade de fósforo para a solução do solo.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, a FAPEMIG, ao LABAS (Laboratório de análise de solos e nutrição de plantas da Universidade Federal de Uberlândia-UFU).

REFERÊNCIAS

ALTMANN,N. **Plantio Direto no Cerrado: 25 anos acreditando no Sistema**. Passo Fundo,RS. Aldeia Norte Editora, 2010. 568p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa de solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Rio de Janeiro,1999, 212p.

FERREIRA, D. F;SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras,v.6, p.36-41, 2008.

FONTANA, A; PEREIRA, M.G.; SALTON, J.C.; LOSS, A.; CUNHA,T.J.F. Fósforo remanescente e correlação com as substâncias húmicas em um Latossolo Vermelho sob diferentes sucessões de cultura em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.14, p.1-6, 2008.

MARTINAZZO, R.; SANTOS,D.R(3), GATIBONI,L.C; BRUNETTO,G; KAMINSKI, J . Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto afetado pela adição de fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.3, p.563- 568, 2007.

SILVA, L.S; CAMARGO, F. A. de .O ; CERETTA, C.A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre-RS, Editora Evangraf Ltda, 4º ed. 2010, 266p.

PEREIRA, M.G; LOSS, A; BEUTLER,S.J; TORRES,J.L.R Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo.**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.5, p.508- 514, 2010.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba-SP, International Plant Nutrition Institute, 2011.420p.

SANTOS, D.R; GATIBON, L.C; KAMINSK,J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.576-586, mar-abr, 2008.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York, John Wiley & Sons, 1994. 486p.

TIRLONI, C.; VITORINO, A.C.T.; NOVELINO, J.O.; TIRLONI, D.; COIMBRA, D.S. Disponibilidade de fósforo em função das adições de calagem e de um bioativador do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, p.977-984, 2009

VALLADARES, G.S.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C. . Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia**, Campinas, v.62 n.1 p.111-118,2003.

VASCONCELOS, A. C. P.; JUNIOR, A. C. S.; SILVA, A. A.; LANA, R. M Q. Conteúdo de fósforo e nitrogênio na massa seca do milho após aplicação de diferentes fontes de MAP revestidos com polímeros de liberação gradual. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa meio-norte, 2010. CD-ROM.