

ESTUDO DA CINÉTICA DE LIBERAÇÃO DE FOSFATO EM FERTILIZANTE COMERCIAL REVESTIDO POR POLIURETANA À BASE DE ÓLEO DE MAMONA

Vanderlei Roncato Junior¹; Ricardo Bortoletto-Santos²; Fábio Plotegher²; Wagner L. Polito¹; Caue Ribeiro²

¹ Instituto de Química de São Carlos (IQSC), Universidade de São Paulo (USP), Campus de São Carlos, Av. Trabalhador São-Carlense 400, Arnold Schmidt, São Carlos, São Paulo, 13566-590, Brasil. Phone: +55 (16) 3373 9976.

² Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, Rua 15 de Novembro 1452, Centro, São Carlos, São Paulo, 13560-970, Brasil. Phone: +55 (16) 2107 2800

e-mail: vanderleironcatojunior@gmail.com

Classificação: Novos materiais e processos em nanotecnologia e suas aplicações no agronegócio.

Resumo

O crescimento populacional mundial gera como consequência a procura por técnicas que possibilitam o aumento da produção de alimentos e que, também, a torne mais sustentável. No entanto, os fertilizantes apresentam sérias desvantagens quanto a perdas na aplicação como a imobilização. Desta forma, garantir uma adubação de reposição de nutrientes de forma lenta e controlada, permite que a planta consuma o nutriente disponibilizado conforme sua necessidade, bem como minimiza as perdas. Assim, o controle cinético da liberação nestes sistemas ainda precisa ser elucidado. Portanto, esse estudo avaliou a aplicação de um filme protetivo de poliuretanas (PU) à base de óleo de mamona em grânulos de MAP (monoamônio fosfato). Também, o projeto teve a finalidade de avaliar o perfil cinético de liberação de fósforo para diferentes porcentagens de revestimento. Os resultados mostraram que a taxa de liberação de fósforo é proporcional à porcentagem de revestimento, onde grânulos com revestimentos mais espessos apresentaram uma taxa de liberação mais lenta.

Palavras-chave: Poliuretana; Liberação controlada; MAP; Fósforo; Óleo de mamona.

CONTROLLED RELEASE OF PHOSPHATE FERTILIZER USING POLYURETHANE COATING BASED ON CASTOR OIL: STUDY OF KINETIC ASPECTS IN PHOSPHORUS LIBERATION

Abstract

Global population growth leads to demand for techniques that increase food production and make it more sustainable. However, fertilizers have serious disadvantages for nutrients loss such as immobilization. In this way, ensuring a nutrient replacement in a slow and controlled way, allows the plant to consume the nutrient available as needed, as well as minimizes losses. Thus, the kinetic control of the release in these systems still needs to be clarified. Therefore, this study evaluated the application of a protective film of polyurethanes (PU) based on castor oil on MAP granules (monoammonium phosphate). Also, the project aimed to assess the phosphorus release kinetic profile for different coverage percentages. The results showed that the phosphorus release rate is proportional to the percentage of coating which granules with thicker coatings exhibited a slower rate of release.

Keywords: Polyurethane; Controlled release; MAP; Phosphorus; Castor oil.

Publicações relacionadas: Em fase de publicação .

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional mundial está diretamente relacionado com o aumento da produção de alimentos. Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas e tecnologias que permitam suprir a demanda de produção, bem como garantir uma agricultura mais sustentável. Nesse contexto,

a adubação de reposição de nutrientes é considerada uma técnica barata e eficiente, no entanto, a aplicação de fertilizantes possuem desvantagens quanto a perdas de nutrientes por meio da lixiviação, volatilização ou imobilização (YAN et al., 2008; TRENKEL, 2010). Desta forma, garantir uma liberação lenta e controlada reduz as perdas consideravelmente, tendo em vista que os nutrientes devem ser liberados conforme a necessidade da planta.

Como alternativa para promover melhor disponibilidade dos nutrientes e minimizar processos associados às perdas destaca-se o uso de fertilizantes revestidos. Assim, esse estudo visou avaliar a cinética de liberação de fósforo a partir de grânulos de MAP (monoamônio fosfato) revestido com poliuretana à base de óleo de mamona.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A preparação do polímero de revestimento para os grânulos de MAP utilizou um sistema de resinas poliuretanas (PU) baseada em óleo de mamona. A resina foi sintetizada com MDI comercial (4,4'-difenilmetano diisocianato - Bayer) misturada ao óleo de mamona em uma proporção de 60:40 em massa (óleo:MDI), respectivamente. A quantidade de revestimento foi calculada a partir da massa de MAP, onde a resina recém-preparada foi dispersa sobre os grânulos, utilizando um prato rotativo metálico de rotação 30 rpm, com proteção lateral de 25 cm e capacidade de 1 Kg de amostra, com fluxo de ar aquecido entre 70-80°C.

Visando caracterizar o polímero sintetizado e seus materiais precursores, obtiveram-se os espectros FTIR a partir de pastilhas de KBr, usando um espectrofotômetro FTIR Nicolet, na faixa de frequência de 4000 a 400 cm^{-1} com resolução de 4 cm^{-1} . Também, foram feitos ensaios de liberação em água para determinar a taxa de liberação dos fertilizantes revestidos de acordo com o tempo, à temperatura ambiente (MANGRICH et al., 2001). As condições experimentais seguiram a metodologia descrita por Bortoletto-Santos e Ribeiro (2016). A determinação da concentração de fósforo liberado foi analisada por meio de Espectrometria UV-Vis (equipamento Shimadzu-1601PC), utilizando o método colorimétrico adaptado de Murphy e Riley, 1986 (PAI; YANG, 1990; PLOTEGHER; RIBEIRO, 2016). O procedimento consiste na complexação de fósforo com molibdato de amônio e tartarato de antimônio e potássio, formando um complexo de coloração azulada (fosfoantimonilmolibdênio), sendo a concentração do complexo determinada com comprimento de onda fixo em 880 nm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os espectros FTIR da poliuretana (PU) após a cura e dos reagentes utilizados para a formação do polímero. É possível destacar duas regiões no espectro que estão ligadas à formação da ligação uretana. As regiões podem ser encontradas na faixa de 2250 cm^{-1} e 3400 cm^{-1} , sendo que a primeira região é característica do grupamento NCO, presente no MDI, e a segunda região é característica de estiramento de ligação de hidrogênio (OH), presente no poliól. As bandas destacadas representam os sítios reacionais de cada reagente, evidenciando a formação da ligação uretana após a reação de policondensação. Também, é possível observar a formação da ligação uretana, representada pela banda de 3332 cm^{-1} que é característica de estiramento da ligação N-H amínico, bem como pelo desaparecimento das bandas características dos reagentes precursores.

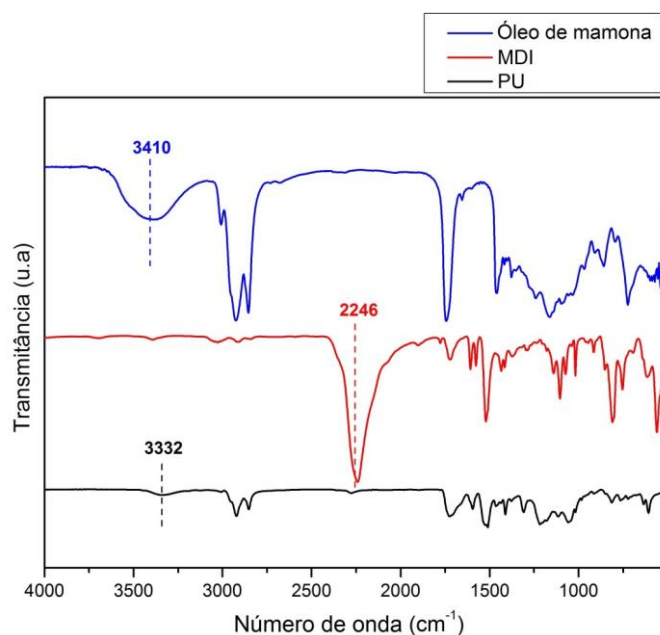


Figura 1. FTIR dos reagentes usados para formação da poliuretana.

A partir da Figura 2, é possível observar os diferentes perfis de liberação para cada revestimento. Também, pode-se notar que a porcentagem de revestimento é diretamente proporcional à taxa de liberação de fósforo no meio, bem como revestimentos mais espessos tendem a apresentar liberação mais lenta. Outro aspecto importante é a semelhança entre a taxa de liberação do grânulo puro (sem revestimento) e do grânulo revestido com 2,0% de PU. Essa semelhança pode ser correlacionada aos defeitos (ou falhas) gerados na superfície do revestimento, uma vez que os grânulos de MAP comerciais apresentam irregularidades, ocasionando, assim, a má dispersão e performance do revestimento.

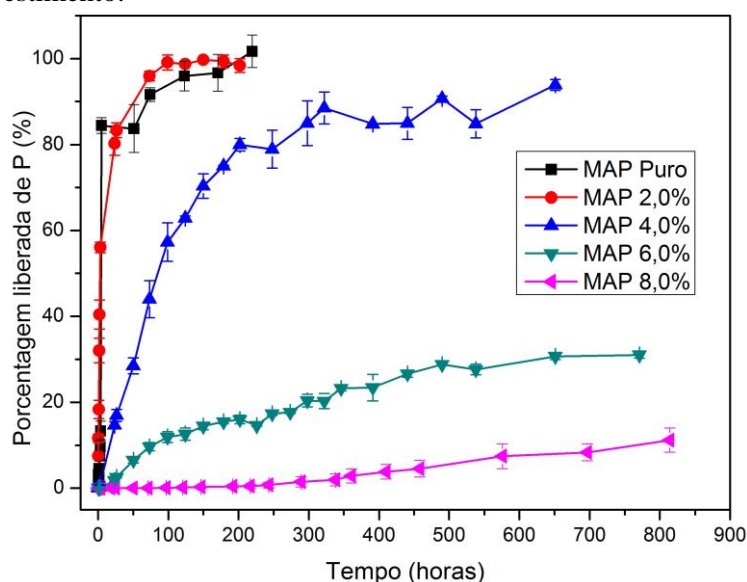


Figura 2. Curva de liberação média, em água, de MAP sem revestimento e revestido.

4. CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que o uso de poliuretana à base de óleo de mamona permite produzir revestimentos com longos períodos de liberação, empregando-se baixos teores de polímero. E, também, é possível condicionar o perfil de liberação variando-se a porcentagens de polímero no grânulo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro dado pela FAPESP (processo 2015/17588-6), CAPES, CNPq, SISNANO / MCTI, FINEP e Embrapa AgroNano.

REFERÊNCIAS

BORTOLETTO-SANTOS, R.; RIBEIRO, C.; POLITO, W. L. Controlled release of nitrogen-source fertilizers by natural-oil-based poly(urethane) coatings: The kinetic aspects of urea release. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 33, n. 133, p. 43790, 2016.

MANGRICH, A. S.; TESSARO, L.C.; ANJOS, A. D.; WYPYCH, F.; SOARES, J. F. A slow-release K^+ fertilizer from residues of the Brazilian oil-shale industry: synthesis of kalsilite-type structures. *Environmental Geology*, 40, 1030–1036, 2001.

PAI, S. C.; YANG, C. C. Effects of acidity and molybdate concentration on the kinetics of the formation of the phosphoantimonymolybdenum blue complex. *Analytica Chimica Acta*, v. 229, p. 115, 1990.

PLOTEGHER, F.; RIBEIRO, C. Characterization of single super-phosphate powders - A study of milling effects on solubilization kinetics. *Mater. Res.* 2016, 19 (1), 98–105.

TRENKEL, M. E. *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrients Use Efficiency in Agriculture*, 2nd ed.; International Fertilizer Industry Association (IFA): Paris, France, 2010; pp 159.

YAN, X.; JIN, J. J.; HE, P.; LIANG, M. Z. Recent advances in technology of increasing fertilizer use efficiency. *Scientia Agricultura Sinica*, 41, 450-459, 2008.