

## RECOBRIMENTO DE FERTILIZANTES: UMA ESTRATÉGIA PARA A VEICULAÇÃO E LIBERAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES.

Fábio Plotegher<sup>1</sup>; Ricardo Bortoletto-Santos<sup>2</sup>; Vanderlei Roncato<sup>2</sup>; Rafaela Ferraz Majaron<sup>3</sup>; Vinícius Ferraz Majaron<sup>3</sup>; Wagner Luiz Polito<sup>2</sup> e Caue Ribeiro<sup>1</sup>.

1 - Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro 1452, São Carlos, SP, CEP: 13560-970, Brasil.

E-mail: [fabioplotegher@yahoo.com.br](mailto:fabioplotegher@yahoo.com.br)

2 - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, Campus de São Carlos, Avenida Trabalhador São-Carlense, 400, Arnold Schmidt, São Carlos – SP, CEP: 13566-590, Brasil.

3 - Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Química, Rodovia Washington Luiz, km 235, São Carlos - SP, CEP: 13565-905, Brasil.

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

### Resumo:

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo. Um dos principais fatores para o crescimento da produtividade foi uma maior e melhor fertilização dos solos. A maioria dos fertilizantes empregados são modelos voltados para solos de clima temperado, apresentando alta solubilidade e ocasionando grandes perdas dos nutrientes aplicados. O uso da estratégia de recobrimento vem para auxiliar tanto na veiculação como no controle da liberação desses nutrientes. Assim, esse trabalho propôs o recobrimento de grânulos de MAP comercial por uma suspensão de ZnO e outra de zeínas. Os resultados mostraram que a estratégia de recobrimento foi bastante eficiente para ambos os propósitos.

**Palavras-chave:** Fosfato, MAP, Zinco, Suspensão.

### FERTILIZER COATING: A STRATEGY FOR VEHICULATION AND CONTROLLED RELEASE OF NUTRIENTS.

#### Abstract:

Brazil is one of the largest food producers in the world. One of the main factors for productivity growth was greater and better soil fertilization. Most of the fertilizers used are models oriented to temperate soils, presenting high solubility and causing great losses of applied nutrients. The use of the coating strategy comes to assist in both the delivery and the control of the release of these nutrients. Thus, this work proposed the coating of commercial MAP granules by a suspension of ZnO and another of zeins. The results showed that the coating strategy was quite efficient for both purposes.

**Keywords:** Phosphate, MAP, Zinc, Suspension.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil figura entre os maiores produtores em muitas culturas de interesse. A agroindústria brasileira tem apresentado um crescimento contínuo e a alta na produtividade das lavouras é reflexo de uma maior e melhor fertilização dos solos (FAO, 2004 e CONAB, 2017). Os fertilizantes são adubos sintéticos ou naturais que disponibilizam os elementos vitais para o desenvolvimento das plantas. São classificados, em macro e micronutrientes, dependendo da exigência pelas plantas. O macronutriente fósforo é menos exigido pelas plantas, comparado a N e K, porém, é um dos principais limitadores da produtividade em solos pobres em matéria orgânica. Embora menos exigidos, os micronutrientes são indispensáveis para que a planta possa fechar o seu ciclo vegetativo (MALAVOLTA, 1981; MARSCHNER, 1995; ISHERWOOD, 2000 E SOUSA E LOBATO, 2004). A fertilização em países tropicais é um desafio pois, os fertilizantes são muito solúveis ocasionando perdas significativas. Nos últimos anos os fertilizantes inteligentes de ação controlada (TRENKEL, 2010), vem ganhando espaço tanto na pesquisa quanto no mercado. Sendo assim, o objetivo desse trabalho estudar o recobrimento de fertilizantes comerciais por suspensões de micronutrientes e zeínas, visando a veiculação de Macro e Micronutrientes em um só grânulo além da liberação controlada dos nutrientes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando-se de uma drageadeira laboratorial com capacidade de 1 kg, 30 rpm e fluxo de ar quente (80 °C) (BORTOLETTO E RIBEIRO, 2016), os grânulos de fertilizante fosfatado comercial monofosfato de amônio (MAP da Adubos Vera Cruz) foram recobertos com 3% em massa de uma suspensão rica em óxido de zinco (ZnO NA da Votorantim Metais). Após a secagem, os grânulos foram novamente recobertos, agora por uma camada de zeínas (Sigma-Aldrich) a 2,5, 5, 7,5 e 10% (Tabela 1) em massa e secas por fluxo de ar quente.

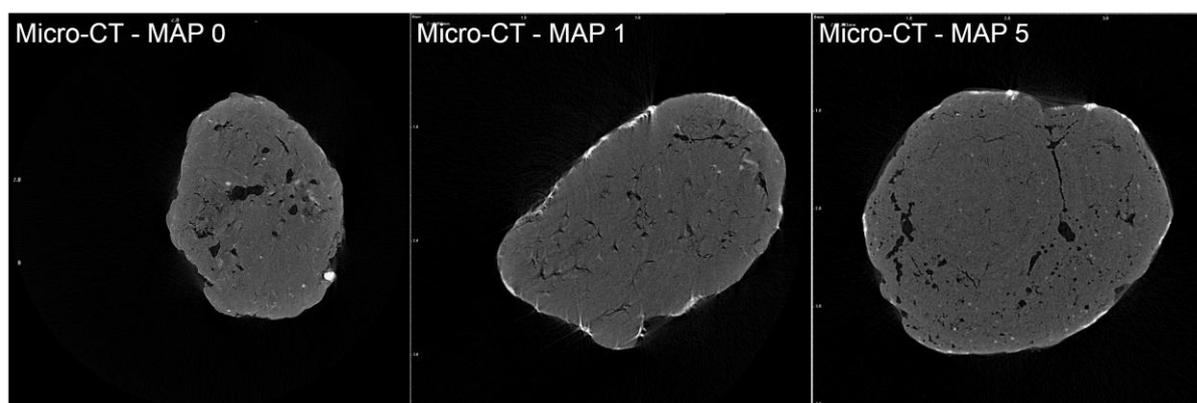
Os grânulos foram caracterizados por Microtomografia de Raios X (Micro CT), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e testes de solubilidade em ácido cítrico 2%, com determinações quantitativas de fósforo por método colorimétrico seguindo metodologia proposta por Murphy e Riley, 1962 (PAI; YANG, 1990 e PLOTEGHER; RIBERIO 2016) e regulamentada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (MAPA, 2013) de zinco por espectroscopia de absorção de chama (FAAS).

**Tabela 1.** Composição e nomenclatura das amostras.

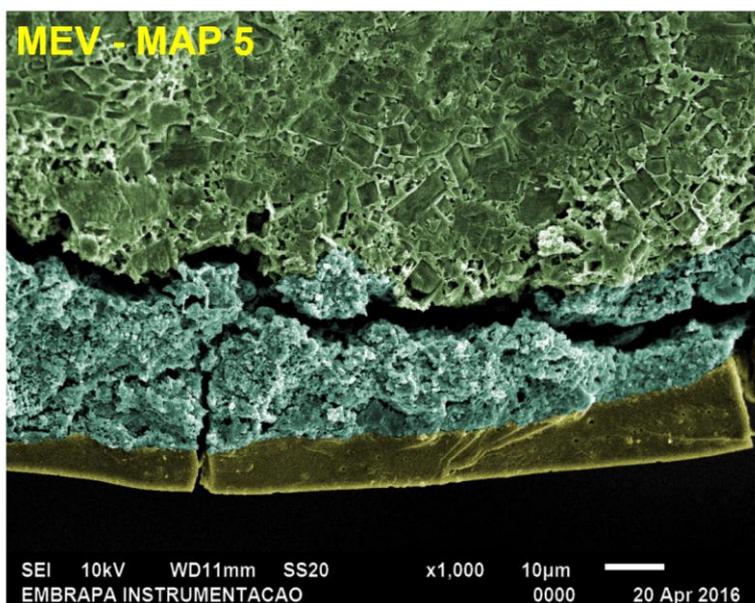
Composição	Nomenclatura	Composição	Nomenclatura
MAP sem recobrimento	MAP 0	MAP + ZnO + 5% Zeína	MAP 3
MAP + ZnO	MAP 1	MAP + ZnO + 7,5% Zeína	MAP 4
MAP + ZnO + 2,5% Zeína	MAP 2	MAP + ZnO + 10% Zeína	MAP 5

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados das caracterizações de Micro CT dos grânulos antes e após os recobrimentos. É possível observar o contorno de coloração branca mais intensa nas bordas dos grânulos das amostras MAP 1 e MAP 5, isto é decorrente da resistência a passagem dos raios X pela camada de óxido de zinco aplicada sob o grânulo, o mesmo não pôde ser observado na amostra MAP 0. Sendo as zeínas formadas por compostos orgânicos, sua resistência aos raios X é baixa, logo não se pode observar o contraste nas imagens de Micro CT, porém, na imagem de MEV (Figura 2) pode-se observar que houve de fato o recobrimento do grânulo por ambos os materiais. Com destaque em amarelo para a camada de zeínas, em azul para a camada de ZnO e em verde o grânulo de MAP.

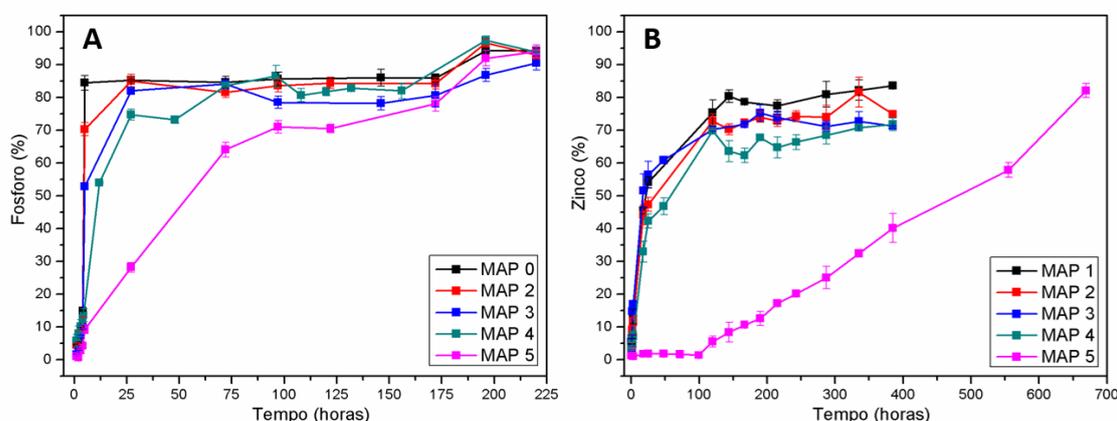


**Figura 1:** Micro CT das secções transversais dos grânulos de fertilizante.



**Figura 2:** MEV da secção transversal de um grânulo da amostra MAP5.

A Figura 3 mostra os resultados para os ensaios de solubilidade em ácido cítrico para todas as amostras. Esse ensaio é bastante agressivo, principalmente em se tratando de um composto salino como o MAP. No entanto, as curvas obtidas mostraram que houve retardo na liberação tanto para o fósforo quanto para solubilização do óxido de zinco, composto de baixíssima solubilidade em água pura, ou seja, o aumento da espessura da camada de zeínas fez o papel de controle na liberação dos nutrientes.



**Figura 3:** A – Liberação de fósforo e B – Liberação de Zinco, ambos em Ac. Cítrico 2%.

#### 4 CONCLUSÃO

Esse estudo mostrou que é possível o recobrimento de fertilizantes convencionais por suspensões ricas em micronutrientes para um melhor manejo e veiculação do nutriente na lavoura. Além desse fator o recobrimento com zeínas se mostrou bastante promissor no sentido de retardar a liberação imediata dos nutrientes contido no grânulo de fertilizante.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro dado pela FAPESP (processos 2015/17588-6, 2016/15482-9), CAPES, CNPq, SISNANO / MCTI, FINEP e Embrapa AgroNano.

## REFERÊNCIAS

BORTOLETTO, S, RICARDO .et al. 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. 133, p.43790, 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, Séries históricas. [2017]. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_09\\_13\\_16\\_13\\_13\\_brasilprodutoseriehist.xls](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_13_16_13_13_brasilprodutoseriehist.xls) >. Acesso em: Set. 2017.

FAO. Fertilizer use by crop in Brazil. FAO - Food and Agriculture Organization Of The United Nations, Roma, 2004.

ISHERWOOD, K. F. Mineral Fertilizer use and the Environment, Rev. ed. Paris, IFA – International Fertilizer Industry Association, 2000.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596p.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Manual de Métodos Analíticos Oficiais Para Fertilizantes e Corretivos. Brasília, 2013, 148 p.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of higher plants. 2a ed. Londres, Academic Press, 1995.

MURPHY, J.; RILEY, J. P.; A Modified Single Solution Method For The Determination Of Phosphate In Natural Waters. *Analytica Chimica Acta*, 1962, 27, 31-36.

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.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; Cerrado – Correção do solo e adubação. 2ª ed. Brasília, EMBRAPA, 2004.

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.