

## FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO LENTA À BASE DE UREIA

Bruno Souza Fernandes; Luiza Santos de Castro; Elaine Christine de Magalhães Cabral  
Albuquerque; Rosana Lopes Fialho

<sup>1</sup>Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, BA, Brasil. (brunofernandes4321@gmail.com)

Rec.: 31.10.2012. Ace.: 30.03.2014

### RESUMO

Uma maneira de reduzir as perdas de ureia e aumentar sua eficiência na utilização de nitrogênio nos plantios é a utilização de fertilizantes de liberação lenta ou controlada de nitrogênio em substituição aos fertilizantes convencionais. Por isso, o objetivo dessa prospecção é fornecer informações sobre as patentes que apresentam como tema os fertilizantes a base de ureia com propriedades de liberação lenta no solo. Para isso, utilizou-se a base de dados do Espacenet, com as palavras-chave *slow\** e *release\** no título ou resumo e aplicou-se a classe C05C9. Os resultados mostram que houve um aumento do número de patentes a partir de 2006 e a China detém maior número de patentes, principalmente por parte das empresas. Conclui-se que os fertilizantes de liberação lenta a base de ureia é um tema atual devido ao crescimento populacional e a preocupação com a futura geração.

Palavras chave: Ureia. Fertilizante. Liberação Lenta.

### ABSTRACT

One way to reduce losses from urea and increase efficiency in the use of nitrogen in crops is the replacement of nitrogen conventional fertilizers by of slow release or controlled fertilizers. Therefore, the objective of this work is to provide information on patents concerning urea-based fertilizers with slow release properties when in the soil. For this, we used the database Espacenet with keywords *slow\** and *release\** in the title or abstract and applied to class C05C9. The results showed that there was an increase in the number of patents since 2006 and China has largest number of patent applications, mainly by companies. It was concluded that the urea-based fertilizers with slow release are a current topic due to population growth and concerns with the health of the future generations.

Keywords: Urea. Fertilizer. Slow Release.

Área tecnológica: Tecnologia de alimentos

## INTRODUÇÃO

Fertilizantes, quando aplicados acima da capacidade suporte do solo, quando recebem manejo ineficiente ou quando sofrem intempéries climáticas, aceleram a liberação dos nutrientes, podendo levar a poluição do solo e das águas subterrâneas. Isso porque essas substâncias ao serem disponibilizadas em solução, além de serem adsorvidas ao solo e absorvidas pelas plantas, podem ser perdidas para o meio, principalmente por meio da lixiviação, volatilização e emissão de gases. Esses problemas podem ser minimizados com o uso de fertilizantes de liberação lenta, que são fertilizantes modernos, de alta tecnologia, onde os nutrientes são normalmente encapsulados, sendo que o revestimento é o responsável pela liberação lenta dos nutrientes no solo, podendo agir por até oito meses no solo.

A presente prospecção tecnológica tem como objetivo fornecer informações sobre as patentes que apresentam como tema os fertilizantes a base de ureia com propriedades de liberação lenta no solo.

## DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

O uso excessivo de fertilizantes nitrogenados induz a risco ambiental grave, como acidificação do solo, contaminação por metais pesados e emissão de gás de efeito estufa. Entre os fertilizantes nitrogenados, o mais utilizado é a ureia, devido o seu elevado teor de nitrogênio (46%) e baixo custo de produção. Depois de ser aplicada ao solo, a ureia é rapidamente hidrolisada formando  $\text{NH}_3$  e  $\text{CO}_2$  devido à presença de urease no solo, seguido pela formação de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  através da nitrificação. Portanto, a perda de amônia e lixiviação de nitrato são preocupações ambientais em regiões onde a ureia é aplicada (ZHAO et al., 2010).

A maioria dos fertilizantes comerciais utilizados na agricultura convencional é conhecida pela baixa eficiência na utilização dos nutrientes pelas plantas, o que conduz a perdas financeiras aos agricultores, risco ao meio ambiente e desperdício de energia (ENTRY & SOJKA, 2008). Cerca de 40-70% do nitrogênio aplicado a partir de fertilizantes convencionais é perdida para o meio ambiente e não pode ser absorvido pelas culturas. Isso porque o sistema de liberação da ureia e suas perdas é maior que a capacidade das plantas de absorver tudo que é fornecido, fazendo com que haja grande perda econômica e de recursos, além da poluição ambiental (ANNA & MARIA, 2003; JAROSIEWICZ & TOMASZEWSKA, 2003). Essa perda ocorre devido aos métodos de aplicação e condições do solo, como volatilização de  $\text{NH}_3$ , fitoxidez de biureto, lixiviação do solo, pH alcalino, alta temperatura e baixa umidade do solo (CANTARELLA, 2007). A alta susceptibilidade da ureia em relação à lixiviação e volatilização ocorre devido à alta afinidade pela água (higroscopicidade) e alta solubilidade dos íons, amônio e nitrato (DUARTE, 2007).

Uma maneira de reduzir as perdas de ureia e aumentar sua eficiência agrônômica é a utilização dos fertilizantes de eficiência aumentada que reduzem as perdas de nitrogênio por meio de barreiras químicas e/ou físicas, também chamada de fertilizantes de liberação lenta ou controlada de nitrogênio (FLLN). Sistemas baseada em liberação lenta e controlada foram inicialmente estudados e aplicados na avaliação da liberação de fármacos com o objetivo de minimizar os custos e amenizar os efeitos colaterais que doses excessivas provocam no organismo humano. Porém, esses sistemas foram difundidos para insumos agrícolas como fertilizantes, nutrientes e herbicidas, baseando-se nos mesmos princípios dos fármacos.

Nos fertilizantes de liberação lenta, a liberação dos nutrientes ocorre durante todo o ciclo da lavoura, mantendo-se a um nível próximo ao da absorção dos nutrientes pelas culturas, diminuindo as perdas da ureia pelos processos de lixiviação e volatilização, reduzindo o número de aplicações do fertilizante. Os fertilizantes que são revestidos ou encapsulados sofrem uma degradação gradual da camada impermeabilizante, liberando os nutrientes para o solo de maneira lenta e controlada, além de melhorar a resistência ao atrito dos grânulos revestidos. Já os fertilizantes que são estabilizados

são fertilizantes associados com inibidores de nitrificação e urease, controlando a lixiviação do nitrato, mantendo o nitrogênio na forma de amônio por mais tempo, sendo o caso da ureia-formaldeído. O uso desses fertilizantes, portanto, reduz o uso de mão de obra, gera economia de combustível, minimiza a compactação do solo, evita danos às raízes e à cultura, diminui a contaminação dos mananciais de água, reduz a poluição ambiental pelo NO<sub>3</sub> e apresenta maior praticidade de manuseio, armazenamento e transporte desses fertilizantes (CIVARDI et al., 2011; CHEN et al., 2008).

## ESCOPO

A presente prospecção foi realizada na base de dados Worldwide, disponibilizado na Espacenet, em julho de 2012. Utilizou-se as palavras-chave *slow\** e *release\** no título ou resumo. Além disso, aplicou-se a classe C05C9 na Classificação Internacional de Patentes (IPC), correspondente à classe de fertilizantes de ureia ou compostos de ureia. Encontrou-se a princípio 317 patentes, mas com a eliminação automática de duplicatas gerou um total de 232. Portanto, o mapeamento tecnológico foi realizado tendo como base 232 patentes. A Tabela 1 mostra um resumo da definição do escopo realizada na presente prospecção.

**Tabela 1** - Resumo da definição do escopo da prospecção tecnológica

ureia	urea	Urea slow release	Slow* release*	C05C9	Patentes
X					0
	X				60827
		X			330
	X			X	1049
		X		X	48
			X	X	317

Fonte: Autoria própria, 2012.

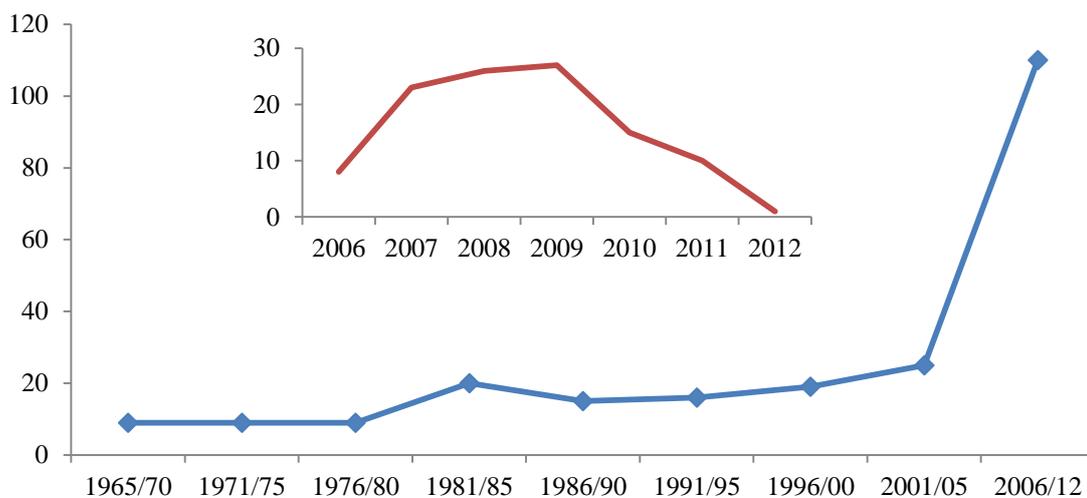
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra o quantitativo de patentes por ano. Percebe-se que o início dos registros de patentes ocorreu em meados da década de 60, permanecendo no mesmo nível durante os próximos 40 anos.

A partir de 2006 houve um elevado crescimento, destacando os anos de 2007, 2008 e principalmente 2009, sendo o ano com maior número de patentes depositadas, com 27 no total.

Esse crescimento nos últimos anos ocorreu devido à necessidade e importância dessa área de pesquisa para solucionar os problemas gerados pela aplicação de um fertilizante pouco eficiente, e principalmente devido ao desenvolvimento dessa tecnologia na China.

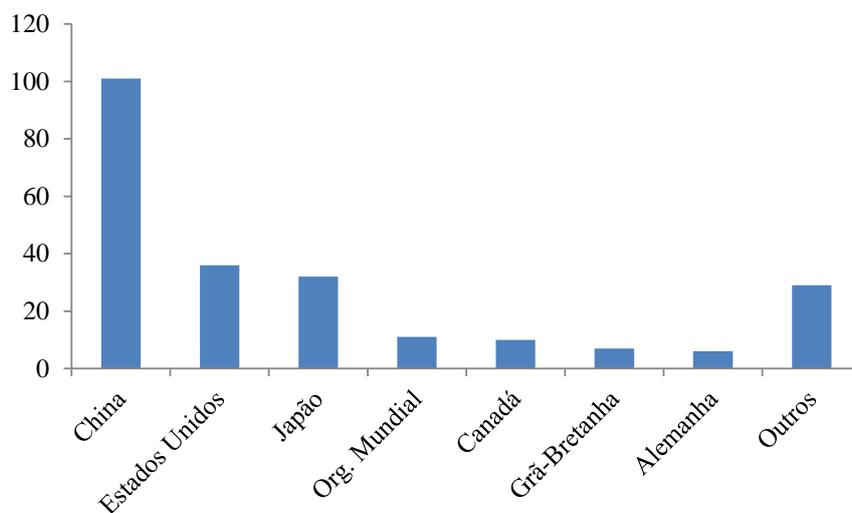
**Figura 1** - Evolução anual do número de patentes depositadas



Fonte: Autoria própria, 2012.

A Figura 2 mostra o quantitativo de patentes por país. Percebe-se que o país mais populoso do mundo, a China, detém o maior número de patentes, seguida dos Estados Unidos e do Japão, que também são populosos. O Japão, nesse caso, além de populoso apresenta pequena extensão territorial. Esses países apresentam maiores necessidades para a obtenção de um fertilizante eficiente, que apresenta propriedades de liberação lenta. Por isso, buscaram investimentos em pesquisa nessa área e nesse momento, a China apresenta o maior número de inventores. O Brasil não detém nenhuma patente.

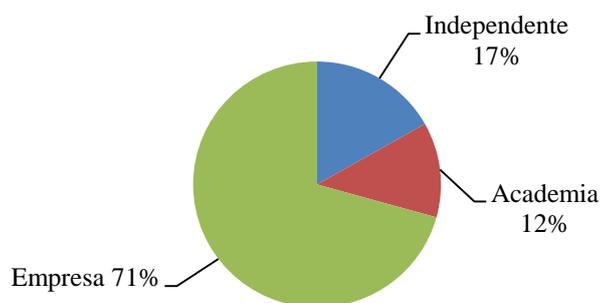
**Figura 2** - Principais países com patentes depositadas



Fonte: Autoria própria, 2012.

A Figura 3 mostra o número de patentes depositadas entre empresa, academia e independente e a respectiva porcentagem. A empresa representa a grande maioria de patentes depositadas, com 71%, e os independentes superam as academias com 5% de diferença.

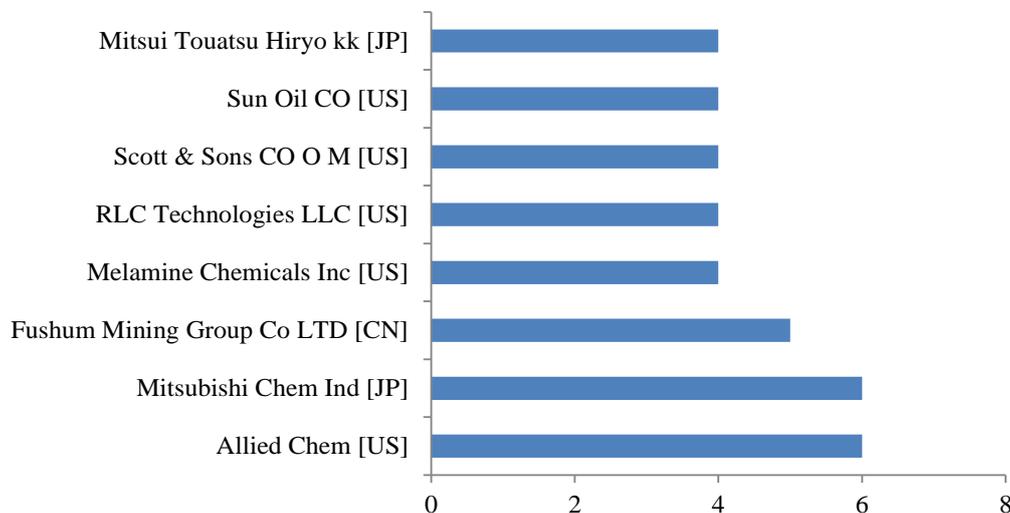
**Figura 3** - Distribuição por detentores das patentes



Fonte: Autoria própria, 2012.

A Figura 4 mostra as empresas que mais depositam patentes. Duas empresas detém 6 patentes, uma detém 5 e outras cinco empresas detém 4 patentes. A grande maioria das empresas detém apenas 1 patente. Apesar de a China ser o país que detém maior número de patentes, as empresas que mais depositam pertencem aos Estados Unidos e ao Japão. Isso mostra que o domínio da tecnologia para os Estados Unidos e Japão se concentra em poder de poucos, enquanto que para a China, a tecnologia está sendo desenvolvida por muitos, mas que deposita pouco. Apesar disso, é bom destacar que algumas empresas dos Estados Unidos estão instaladas em outros países.

**Figura 4** - Empresas que mais depositaram



Fonte: Autoria própria, 2012.

A prospecção avaliou também quais os tipos de materiais utilizados para revestir a ureia e quais os componentes usados como estabilizadores, buscando sempre o objetivo de liberação lenta da ureia. Nesses casos, os resultados não são apresentados em gráficos, pois não foi possível mensurar uma quantidade e percentagem exatas desses revestimentos e estabilizadores, já que não foi possível obter algumas patentes para leitura, algumas patentes não abordam esses materiais, além de que a maioria está em língua chinesa, dificultando a obtenção de informações. Os materiais utilizados para revestir a ureia são materiais poliméricos na sua maioria, identificados ou não, sendo que alguns são biodegradáveis e outros não. A resina termoplástica, o enxofre e os poliuretanos são os mais citados. Já os materiais utilizados para liberação lenta da ureia através de processos químicos (estabilização e inibição), algumas patentes também não informaram os materiais utilizados. Porém, a grande maioria citou o formaldeído como principal componente, formando o bem conhecido composto ureia-formaldeído, utilizado principalmente para a fabricação de fórmica. Outros componentes também citados foram o acetaldeído e hidróxido de sódio.

## CONCLUSÕES

O aumento do número de patentes nos últimos anos, principalmente a partir de 2006, indica que fertilizantes a base de ureia de liberação lenta é uma preocupação atual e vem apresentando resultados superiores comparados à dos fertilizantes convencionais, apontando grandes oportunidades a serem exploradas nessa área tecnológica. A China detém o maior número de patentes, representando 43% do total, já que é o país mais populoso do mundo e se preocupa com fertilizantes mais eficientes para sustentar a futura geração, apresentando tecnologia e maior número de inventores. As empresas detêm o maior número de patentes depositadas (70,7%) e a academia o menor número (12,5%). As duas empresas que mais depositam apresentam 6 patentes, sendo uma empresa japonesa e a outra americana.

## PERSPECTIVAS

A busca por fertilizantes de liberação lenta se apresenta promissor para a área da agricultura e alimentos, onde a busca por fertilizantes mais eficientes, mais resistentes, biodegradáveis, superabsorventes e de baixo custo se tornam mais visíveis.

Guo et al. (2005) descreveram dispositivos de liberação e superabsorventes na preparação de fertilizante de ureia encapsulada por uma membrana de liberação lenta com a preservação da umidade e superabsorvente. Esses grânulos foram formados por um núcleo contendo o fertilizante (no caso a ureia), revestido por uma primeira camada de amido reticulado e uma segunda camada a base de um copolímero de ácido acrílico com acrilamida. Liang et al. (2006), sobre o mesmo mecanismo, preparou um fertilizante nitrogenado revestido com propriedades de liberação lenta e retenção de água. Esses autores descreveram a preparação de grânulos de ureia (núcleo), revestida por uma camada interna a base de ureia-formaldeído e outra camada de poli (ácido acrílico) reticulado. Esses métodos de fertilizantes revestidos são os mais promissores para o futuro, onde os polímeros escolhidos para o revestimento de uma ou duas camadas e o processo desenvolvido para a produção dos mesmos, podendo tornar mais prático e de baixo custo, serão os diferenciais.

A China lidera essa área tecnológica apresentando o maior número de patentes depositadas, e tem forte tendência a se manter nessa liderança por muito tempo. O Brasil já apresenta projetos para aumentar a produção de fertilizantes no país, bem como pesquisas para aumentar o conhecimento, o domínio e solucionar problemas. Essas propostas podem contribuir para o desenvolvimento

tecnológico e o depósito de patentes por parte de inventores, empresas e universidades brasileiras. Percebe-se que a produção e consumo de fertilizantes dependem da situação econômica do país. Além disso, a viabilidade econômica dos fertilizantes de liberação lenta produzidos influencia diretamente na produção e venda desses nutrientes químicos para a agricultura.

## REFERÊNCIAS

ANNA, J.; MARIA, T. Controlled-Release NPK Fertilizer Encapsulated by Polymeric Membranes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 413. 2003.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: Novais, R. F. et al. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, p. 375-470. 2007.

CHEN, L.; XIE, Z. G.; ZHUANG, X. L.; CHEN, X. S.; JING, X. B. Controlled release of urea encapsulated by starch-g-poly(L-lactide). **Carbohydrate Polymers**, v. 72, p. 342, 2008.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 52-59. 2011.

DUARTE, D. S. A. **Perdas de amônia por volatilização em solo tratado com uréia, na presença de resíduos culturais**. 64 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ENTRY, J. A., SOJKA, R. E. Matrix based fertilizers reduce nitrogen and phosphorus leaching in three soils. **Journal of Environmental Management**, v. 87, p. 364-372. 2008.

GUO, M.; LIU, M.; ZHAN, F.; WU, L. Preparation and properties of a slow-release membrane-encapsulated urea fertilizer with superabsorbent and moisture preservation. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 44, n. 12, p. 4206-4211, 2005.

JAROSIEWICZ, A.; TOMASZEWSKA, M. Controlled-release NPK fertilizer encapsulated by polymeric membranes". **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 2, p. 413-7, 15. 2003.

LIANG, R.; LIU, R. Preparation and properties of coated nitrogen fertilizer with slow release and water retention. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 45, n. 25, p. 8610-8616. 2006.

ZHAO, G. Z.; LIU, Y. Q.; TIAN, Y.; SUN, Y. Y.; CAO, Y. Preparation and properties of macromolecular slow-release fertilizer containing nitrogen, phosphorus and potassium. **Journal of Polymer Research**, v. 17, p. 119. 2010.