

# Oportunidades para a inovação tecnológica no setor de fertilizantes no Brasil

Vinicius de Melo Benites  
José Carlos Polidoro  
Álvaro Vilela Resende

*No segundo semestre de 2007, logo no início do plantio da safra 2007/2008, empresas e produtores rurais brasileiros foram abalados pelo aumento vertiginoso dos preços de fertilizantes. Alguns, tentando se proteger de aumentos ainda maiores, compraram os produtos a preços acima de 100 % dos valores pagos na safra anterior, como no caso de fosfatados solúveis. Entretanto, em 2008 ocorreu a crise financeira mundial. Os preços das commodities, assim como das matérias-primas para fertilizantes, recuaram bruscamente. Os produtores que haviam adquirido estoques de fertilizantes tiveram que amargar um enorme prejuízo, vendo a relação de troca com as commodities explodir em suas mãos. Empresas tiveram que repassar para o mercado fertilizantes a preços muito inferiores ao custo das matérias-primas adquiridas antes da crise. Ocorreram grandes mudanças no mercado, surgindo novos atores e saindo de cena grandes players do setor no mercado nacional. Esse foi o estopim para o começo da discussão sobre a sustentabilidade do agronegócio brasileiro em relação aos fertilizantes.*



Área experimental de campo da Rede FertBrasil, no Centro Tecnológico da COMIGO, em Rio Verde GO

Foi assim que um velho assunto que parecia esquecido veio à tona. Depois do último Plano Nacional de Fertilizantes, lançado em 1974, poucas ações de impacto haviam sido criadas no sentido de fortalecer o setor de fertilizantes brasileiro. Pelo contrário, durante a década de 1990, grande parte das empresas nacionais do setor foi privatizada e os grupos de pesquisa relacionados a tecnologias em fertilizantes, como o CEFER, foram extintos. A enorme dependência externa brasileira voltou a ser questionada. A necessidade de identificação de novas fontes de nutrientes para a agricultura brasileira e o desenvolvimento de tecnologias voltadas para

uma maior eficiência no uso de fertilizantes passou a ser um assunto estratégico no setor de pesquisa.

Nesse cenário, foram tomadas importantes iniciativas governamentais e não governamentais, como a elaboração de um novo Plano Nacional de Fertilizantes, elaborado pelos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e das Minas e Energia; o programa de Boas Práticas de Utilização de Fertilizantes, liderado pelo IPNI (International Plant Nutrition Institute); o fortalecimento dos setores de P&D&I nas empresas produtoras de matéria-prima Petrobras S.A. e Vale S.A., e o investimento em programas de P&D&I e formação de

recursos humanos nas IFES e na Embrapa. Nessa última, foi criada a Rede FertBrasil – Tecnologias para o aumento de eficiência de fertilizantes e identificação de fontes alternativas de nutrientes para a agricultura brasileira.

A criação da Rede FertBrasil se deu a partir de uma ampla discussão envolvendo pesquisadores de diferentes áreas e setores. Em busca de soluções para a redução da nossa dependência externa, foram definidas estratégias de ação para um trabalho multi-institucional e multidisciplinar, envolvendo geólogos, agrônomos, biólogos, químicos e engenheiros de materiais. A discussão não se resumiu à viabilidade

estrutural ágil e objetiva de pesquisa, as ações da rede foram divididas em três principais linhas de atuação:

- Boas práticas de manejo visando ao aumento da eficiência do uso de fertilizantes em agroecossistemas brasileiros;
  - Identificação de fontes alternativas de nutrientes para a agricultura brasileira;
  - Novas tecnologias em fertilizantes para a produção industrial;
- Cada uma dessas linhas apresenta um impacto sobre o cenário de consumo e necessidade de importação de fertilizantes que merece ser tratado separadamente.

## BOAS PRÁTICAS DE MANEJO PARA EFICIÊNCIA NO USO DE FERTILIZANTES EM AGROECOSSISTEMAS

Ao longo das últimas décadas, nos sistemas de produção de grãos com uso intensivo de tecnologia - os principais consumidores de fertilizantes na agricultura brasileira -, as adubações contínuas e a reposição dos nutrientes exportados nas colheitas ampliaram a fertilidade do solo nas principais regiões produtoras do país. Em muitos solos sob plantio direto, a disponibilidade atual de nutrientes permite reduzir, ou até dispensar, a adubação de manutenção por uma ou mais safras, sem prejuízo imediato sobre a produtividade. Contudo, mesmo nessa condição, a maioria dos agricultores continua aplicando quantidades fixas de nutrientes, muitas vezes superiores à dose de manutenção relativa à exportação pelas colheitas.

Na falta de informações atualizadas e visando incrementos adicionais de produtividade, grande número de agricultores mais tecnificados ainda adota a cultura da precaução e continua adubando suas lavouras com N, P e K, sem maiores critérios na definição de dosagens dos fertilizantes. É comum se aplicar quantidades fixas de determinados formulados NPK, o que ao longo do tempo favorece o desequilíbrio no fornecimento desses nutrientes. Ou seja, é cada vez mais comum a realização de adubações desnecessárias ou superdimensionadas. Via de regra, as adubações sucessivas deixam um efeito residual que contribui para aumentar a reserva total de nutrientes do solo. O estoque disponível às plantas também é incrementado com o tempo, de forma que as culturas subsequentes passam a depender menos da aplicação de fertilizantes para o atendimento de suas exi-

gências nutricionais.

O que se observa atualmente, nas principais regiões produtoras, é que as lavouras de alta produtividade são conduzidas em solos cuja fertilidade pode ser interpretada como alta ou muito alta. Os agricultores continuam adubando essas lavouras, o que leva aos seguintes questionamentos:

- Os teores disponíveis de alguns nutrientes no solo não estariam atingindo níveis excessivamente elevados, favorecendo desequilíbrios nutricionais e perdas no sistema?
- As quantidades de fertilizantes aplicadas a cada safra seriam realmente necessárias?
- Haveria retorno econômico decorrente dessas adubações?

iv) Qual seria o novo ponto de equilíbrio para otimizar a manutenção da fertilidade do solo, a produtividade, as respostas à adubação e a rentabilidade para o agricultor em solos de fertilidade construída? Enfim, há indicativos consistentes de que esses sistemas envolvendo plantio direto, adubações sucessivas há anos ou décadas, alternância de espécies cultivadas e patamares crescentes de produtividade desencadeiam novos padrões de tamponamento do solo, o que modifica as respostas à adubação e possivelmente os níveis críticos de nutrientes.

Assim, percebe-se a demanda por pesquisas envolvendo experimentação em áreas que vêm sendo cultivadas e adubadas há mais tempo, com o uso de cultivares modernas, em plantio direto e com demais práticas agrônômicas otimizadas, que conferem novos patamares de produtividade. Isso permitiria redefinir as recomendações de adubação para essas condições, com grande probabilidade de levar à redução nos gastos com fertilizantes e, conseqüentemente, menor custo de produção.

A possibilidade de redução da adubação em sistemas de elevado investimento tecnológico e grandes áreas de cultivo redundam em menor pressão de demanda de fertilizantes, amenizando a dependência brasileira quanto à importação desses produtos.

## IDENTIFICAÇÃO DE FONTES ALTERNATIVAS DE NUTRIENTES PARA A AGRICULTURA

Como “fontes alternativas de nutrientes”, entendem-se todas as fontes, sejam elas orgânicas ou minerais, que até então não eram exploradas comercialmente, seja por desconhecimento

técnico do potencial de uso, por falta de posicionamento do produto no mercado ou por falta de interesse da grande indústria de fertilizante.

Estão sendo avaliadas novas fontes de fosfatos naturais brasileiras, sobretudo as de origem sedimentar e metassedimentar, que apresentam grande potencial de aproveitamento em sistemas agrícolas perenes, ou como fontes para a adubação corretiva em sistemas intensivos de produção de grãos e fibras. Normalmente, essas fontes não são de interesse da indústria de fertilizantes fosfatados solúveis, devido ao tamanho das reservas, muitas vezes não compatível com o investimento industrial necessário. Contudo, estudos anteriores têm mostrado uma eficiência relativa elevada desses produtos quando comparados a fontes solúveis, dependendo do manejo empregado na sua utilização no campo. Nesse caso, o posicionamento do produto no sistema de produção pode viabilizar seu uso sem a necessidade de suas transformações industriais.

Outras fontes minerais estudadas são as rochas silicáticas, de potássio e outros elementos. Nessa linha, é importante ressaltar a baixa solubilidade observada para a maioria das rochas encontradas em território nacional. Embora sejam abundantes, conforme recente levantamento executado pelo CPRM, a necessidade de utilização dessas rochas em seu estado natural são limitadas devido a questões logísticas. Contudo, já foram identificadas algumas rochas que apresentam viabilidade regional como fontes de potássio, e os desafios relacionados à sua preparação e distribuição já estão sendo resolvidos pelo setor industrial.

Novos desafios estão relacionados às transformações industriais dessas rochas, utilizando rotas alternativas às utilizadas pelo setor de fertilizantes, como processos térmicos e biológicos de aumento de solubilidade - essas ações estão atualmente sendo exploradas por grupos de pesquisadores da Rede FertBrasil. Rotas térmicas para a produção de fertilizantes potássicos e fosfatados de solubilidade variável em água a partir de fontes silicáticas e fosfáticas "secundárias" de ocorrência nacional também merecem destaque. Esses processos, que atualmente são alvo de pesquisa em escala piloto de grupos de pesquisa do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), poderão viabilizar rotas economicamente viáveis para o atendimento de

uma quantidade significativa da demanda brasileira por potássio.

A tecnologia que usa processos térmicos também tem sido usada para a produção de fertilizantes fosfatados com base em fosfatos de alumínio, que têm grande ocorrência no estado do Pará, e pode ser uma fonte viável desse nutriente para a região Norte, onde a disponibilidade de fertilizantes é um limitante para aumento da produtividade agrícola. Essas tecnologias e pesquisas podem ser consideradas promissoras e, independentemente da sua viabilidade econômica atual e considerando-se a enorme dependência brasileira por potássio, devem ser incentivadas para gerar bagagem tecnológica estratégica para um eventual cenário de elevação de preços internacionais de fertilizantes potássicos.

## A abertura de novas fábricas de nitrogenados e a implantação de novas unidades de exploração de fósforo e potássio devem ser prioridades nacionais.

Por sua vez, as fontes orgânicas representam boas oportunidades para a produção de novos fertilizantes em um prazo relativamente curto. O Brasil projeta-se como o maior produtor e exportador mundial de proteína animal e, com isso, a geração de resíduos desses sistemas de produção será cada vez maior. O Brasil tem um rebanho atual de 190 milhões de cabeças de bovinos de corte (cerca de 3 milhões em confinamento), 5,5 bilhões de cabeças de frangos de corte e postura, e 37 milhões de suínos. Apenas o rebanho confinado gera anualmente cerca de 1,2 milhão de toneladas de resíduos orgânicos primários, na forma de fezes, urina e camas.

Além disso, são gerados outros resíduos de origem agroindustrial, por exemplo, de curtumes, farinhas de ossos e sangue e de abatedouros. Outro grande gerador de resíduos orgânicos é o setor sucroalcooleiro, responsável, adicionalmente, por cerca de 320 milhões de m<sup>3</sup> de vinhaça e 19 milhões de toneladas de torta de filtro por ano. Somados apenas os macronutrientes

contidos nesses resíduos, sem considerar a enorme quantidade de resíduos orgânicos urbanos e agroindustriais gerados no país, estima-se uma quantidade produzida de nutrientes equivalente a um terço do total consumido pela agricultura brasileira.

Os resultados mostram o enorme potencial de utilização dessas fontes. Atualmente, o principal destino dos resíduos orgânicos é a agricultura. Contudo, o que se observa é uma baixíssima eficiência de utilização desses produtos, fazendo com que o solo seja utilizado mais como local de descarte do produto do que de aproveitamento racional e adequados de resíduos. Novas tecnologias de transformação de resíduos, buscando materiais mais apropriados para uso agrícola são o foco de pesquisa da Rede FertBrasil. Acredita-se que o desenvolvimento de tecnologias de produção de fertilizantes organominerais, granulados ou na forma líquida, permitirá o uso mais eficiente dos resíduos orgânicos produzidos no Brasil e o estabelecimento de pequenas e médias empresas de produção de fertilizantes com importantes impactos na economia regional.

### NOVAS TECNOLOGIAS EM FERTILIZANTES PARA A PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Durante as últimas décadas, as inovações observadas na indústria de fertilizantes no Brasil foram relativas aos processos de produção, procurando a redução de custos e otimização de processos. Essa tendência é explicada pelas pequenas margens de lucro obtidas pelo setor, que se caracteriza tipicamente como uma indústria de escala. Entretanto, a partir do ano 2000 e, principalmente, após a crise do mercado de fertilizantes de 2007, observa-se um maior número de inovações em produtos e novas tecnologias de fertilizantes no mercado brasileiro. A grande maioria oferece ao agricultor aumento da eficiência agrônoma e melhores qualidades físicas para a aplicação mecanizada. Entre as principais novidades observadas no mercado, estão os formulados NPK com micronutrientes solúveis no grão, fertilizantes nitrogenados e potássicos binários polímeros de liberação gradual, fertilizantes foliares específicos, fertilizantes sem pó, inibidores de atividade enzimática (urease), granulados com enxofre elementar e fertilizante organomineral granulados, entre outros. Tais tecnologias, de maneira geral, apresentam vantagens operacionais e ganhos de eficiência nos ensaios



Pilha de cloreto de potássio em uma misturadora de fertilizantes no Centro Oeste

de campo.

Contudo, o que se questiona é se esse tipo de tecnologia proporciona alguma vantagem econômica para o produtor, que é o consumidor final. Quem ficou com os ganhos de eficiência devido às inovações? A indústria ou o consumidor? Qual o efeito das tecnologias sobre a economia de fertilizantes e sobre a dependência por importação? Quais foram os reais impactos sobre matriz atual de produção de NPK?

Na maioria dos casos, a inovação tecnológica em fertilizante esbarra na viabilidade econômica e vantagens competitivas dessas tecnologias em relação àquelas atualmente disponíveis no mercado. De nada adianta o desenvolvimento de tecnologias revolucionárias, sob o ponto de vista da eficiência de uso, se o preço final é pouco competitivo. Em outras palavras, em muitas situações é mais econômico manter um menor nível de eficiência do que melhorar a qualidade do fertilizante baseada na incorporação de novos custos trazidos por novas tecnologias.

Um bom exemplo do impacto das tecnologias para aumentar a eficiência agrônoma de nutrientes nos fertilizantes NPK é o uso de substâncias em recobrimento da uréia, que evitam as perdas de nitrogênio por volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>), por meio do uso de inibidores de uréase (NBPT, micronutrientes B e Cu, e enxofre elementar), ou com polímeros que interferem na solubilização da uréia no solo. Esses sistemas representam os principais produtos comerciais com tecnologia agregada comerciali-

zados para as culturas de grãos, cana-de-açúcar e fibras. De modo geral, essas tecnologias podem ocasionar diminuição da volatilização em até 80% - o efeito é extremamente impactante na economia de fertilizantes, uma vez que 51% do N utilizado no Brasil é uréia, e as perdas de amônia no campo podem ser elevadas, principalmente em condições de cultivo em sistema de plantio direto. Vários produtos comerciais foram estudados por órgãos de pesquisa e desenvolvimento, mas ainda faltam estudos regionalizados considerando as diferentes condições edafoclimáticas do país e variações no manejo dos agrossistemas.

Tecnologias com uso de substâncias recobrindo fertilizantes já são utilizadas em fertilizantes fosfatados e potássicos, nos quais o objetivo é também aumentar o aproveitamento e a eficiência agrônoma. Novas moléculas e técnicas para serem usadas como "aditivos" de fertilizantes NPK estão sendo desenvolvidas em parcerias entre as instituições de pesquisa e empresas privadas, tais como o uso de substâncias húmicas, zeólitas e outros minerais silicatados naturais e sintéticos, biopolímeros nanoestruturados, inibidores de nitrificação, entre outros. Grupos de pesquisa da UFRJ e UFPR, em parceria com a Rede FertBrasil, estão desenvolvendo com sucesso nanoestruturas a partir de matérias-primas orgânicas e minerais naturais, que têm por objetivo "programar" a liberação de da uréia no solo, visando produzir fertilizantes de liberação controlada para diversas culturas, proporcionando a aplicação de todo o N requerido

pela planta incorporado no momento do plantio.

O desenvolvimento ou a finalização de novas tecnologias que viabilizem rotas alternativas para a produção de fertilizantes a partir de fontes alternativas ou resíduos agroindustriais tem alto potencial de contribuir para o aumento da oferta nacional de fertilizantes e minimizar o impacto ambiental de diversas atividades agroindustriais. Por exemplo, o aproveitamento de fosfatos marginais residuais do processo de produção de fertilizantes fosfatados solúveis (rota do ácido fosfórico), merece ser mais bem estudado, visando à incorporação de quantidades importantes de fontes fosfatadas para a produção de fertilizantes.

Todas essas tecnologias, quando somadas, podem - certamente em um futuro próximo - contribuir com outros esforços que buscam o aumento da produção nacional de fertilizantes. Além disso, mostrar para o mundo a qualidade do setor agropecuário brasileiro em aproveitamento responsável e sustentável dos recursos naturais para alimentar o mundo. Porém, como pesquisadores, não podemos criar a ilusão de que somente com tecnologia iremos resolver a questão de fertilizantes no Brasil.

Temos de fazer a nossa parte, mas é importante destacar que o setor de fertilizantes no Brasil também exige que sejam executados grandes investimentos em infraestrutura e logística. A abertura de novas fábricas de nitrogenados e a implantação de novas unidades de exploração de fósforo e potássio devem ser prioridades nacionais. Para que isso aconteça, é necessário que haja interesse estratégico, com uma série de medidas de ordem legal e fiscal. Sem esse esforço conjunto, provavelmente, jogaremos fora mais uma vez a grande janela de oportunidade que se abriu para a discussão do tema fertilizantes e sobre o impacto do setor sobre o agronegócio brasileiro.

Visite o site da Rede FertBrasil: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redefertbrasil>

Vinicius de Melo Benites e José Carlos Polidoro são pesquisadores da Embrapa Solos e membros do grupo gestor da Rede FertBrasil. E-mails: [vinicius@cnps.embrapa.br](mailto:vinicius@cnps.embrapa.br) e [polidoro@cnps.embrapa.br](mailto:polidoro@cnps.embrapa.br)

Álvaro Vilela Resende é pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, membro do grupo gestor da Rede FertBrasil. E-mail: [alvaro@cnps.embrapa.br](mailto:alvaro@cnps.embrapa.br)