

SIMPÓSIO SOBRE BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES



Valter Casarin¹
Sílvia Regina Stipp²

O Simpósio sobre Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes (BPUF), organizado pelo IPNI Brasil, foi realizado em Piracicaba, SP, no período de 28 a 30 de setembro de 2009. O evento permitiu ampla discussão sobre o manejo eficiente dos fertilizantes visando a otimização das práticas agronômicas e a minimização dos potenciais impactos ambientais relacionados a estes importantes insumos.

Contando com especialistas da Argentina, Canadá, Nova Zelândia, Estados Unidos, Suíça e Brasil, o programa do Simpósio foi apresentado em quatro painéis. Um relato dos principais temas apresentados em cada painel é feito a seguir.

PAINEL 1: BPUF NO CONTEXTO MUNDIAL

Problemas ambientais podem ocorrer pelo uso incorreto de fertilizantes. Dentre eles, o mais preocupante é a eutrofização resultante do carregamento de fertilizantes nitrogenados e fosfatados para os sistemas aquáticos. Entretanto, a adoção de boas práticas para manejo de fertilizantes é o melhor caminho para melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelas culturas e reduzir os impactos ambientais.

As boas práticas para manejo de fertilizantes estão relacionadas aos objetivos do desenvolvimento agrícola sustentável, ou seja, elas dão suporte aos sistemas de cultivo que oferecem benefícios econômicos, sociais e ambientais. As boas práticas são a manifestação no campo do sistema 4C: a fonte certa, na dose certa, no local certo e na época certa. Para ser verdadeiramente “certa”, a área deve ser apropriada para a cultura, de modo que as BPUF são específicas para cada local. Com isso, busca-se a melhoria do manejo dos nutrientes.

Veja também neste número:

| | |
|---|-----------|
| Citros: Manejo da fertilidade do solo para alta produtividade | 5 |
| O conceito 4C – selecionando a fonte certa de fertilizante | 13 |
| Qualidade nutricional: alimentos orgânicos x alimentos convencionais | 16 |
| IPNI em Destaque | 17 |
| Divulgando a Pesquisa | 19 |
| Painel Agrônomo | 21 |
| Cursos, Simpósios e outros eventos | 22 |
| Publicações Recentes | 23 |
| Ponto de Vista | 24 |

Com a crescente demanda da sociedade por alimentos, fibras e combustível, o intenso esforço financeiro global e as crescentes preocupações com os impactos na qualidade da água e do ar, tornam-se objetivos essenciais para a agricultura a melhoria simultânea da produtividade e da eficiência na utilização de recursos, incluindo a eficiência no uso de fertilizantes.

O desenvolvimento das BPUF está centrado no manejo 4C, tanto por razões econômicas e ambientais como pela gestão dos recursos não renováveis, dos quais depende a produção de alimentos, rações, fibras e combustíveis. As reservas mundiais e os recur-

Abreviações: BPUF = boas práticas para uso eficiente de fertilizantes; CTC = capacidade de troca de cátions; FAO = Organização Mundial para Alimentação e Agricultura.

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Diretor-adjunto do IPNI Brasil; email: vcasarin@ipni.net

² Engenheira Agrônoma, M.S., IPNI; e-mail: silvia@ipni.com.br

Nota: As opiniões expressas nos artigos não refletem necessariamente as opiniões do IPNI ou dos editores deste jornal.

os de N, P, K e S parecem adequados para os próximos anos, entretanto, os custos dos fertilizantes poderão aumentar com o tempo. Diante desse quadro, o incentivo ao aperfeiçoamento e ao manejo de melhores práticas de uso de fertilizantes resultará em ganhos na eficiência e poderá desacelerar o aumento dos custos dos fertilizantes. O correto manejo dos recursos não renováveis é uma responsabilidade fundamental do setor agrícola.

PAINEL 2: BPUF – ASPECTOS GERAIS E PRÁTICAS DE SUPORTE

Quando se visa as BPUF, a análise de solo é a principal ferramenta para determinar as doses corretas de fertilizantes e corretivos a serem aplicadas ao solo. As medidas dos atributos físico-químicos do solo e seus parâmetros são fundamentais para o conhecimento das práticas de manejo dos nutrientes do solo na busca por altas produtividades no sistema agropecuário.

O manejo equilibrado dos fertilizantes provoca não somente aumento da produção, mas também: aumento da receita líquida e do lucro do agricultor, balanço adequado de nutrientes, estabilidade da produção, preservação dos ecossistemas (menos terra para produzir quantidade equivalente de grãos), eficiência no uso de água e energia e, conseqüentemente, maior eficiência de todo o sistema.

Estas informações são fundamentais para entender as variações regionais, o que determinará BPUF específicas para cada região. A agricultura de precisão é uma ferramenta importante no planejamento do manejo “certo”, auxiliando os produtores a implementar e a documentar as práticas “certas” utilizadas no sistema de produção. A fonte e a dose certa de fertilizantes, bem como a época e o local certo de aplicação, são aspectos independentes na seleção de um bom manejo para qualquer local. A agricultura de precisão ajuda a incluir sistematicamente todos estes componentes na execução do melhor sistema de manejo de fertilizantes.

Um fator de grande importância para o sucesso do manejo químico do solo visando a otimização no fornecimento dos nutrientes às plantas é a tecnologia de aplicação de fertilizantes e corretivos. É de fundamental importância a realização frequente de testes de aplicação para cada tipo de produto e máquina a ser utilizada. Os avanços nas operações de aplicação de corretivos e fertilizantes estão relacionados à qualificação dos recursos humanos no nível acadêmico e o constante treinamento de operadores no campo.

Dentre as várias alternativas para integrar o desenvolvimento de novas tecnologias com a viabilidade econômica e a minimização do impacto ambiental, o plantio direto vem se consolidando como um manejo adequado. A rotação de culturas é considerada um dos pilares para o sucesso do plantio direto, devido aos inúmeros benefícios que proporciona na qualidade do solo e na produtividade dos cultivos comerciais. O aumento da matéria orgânica e a melhoria da fertilidade do solo destacam-se como os principais componentes para a manutenção e a longevidade desse sistema de manejo. A matéria orgânica contribui para o aumento da CTC das camadas superficiais do solo e para o efeito da ciclagem de bases trocáveis do material orgânico (principalmente K^+), que altera o equilíbrio eletroquímico. Na prática, o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) devido ao C é um processo que garante a manutenção da fertilidade do solo porque permite o armazenamento das bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+) no complexo de troca.

Uma etapa importante para a melhoria do ambiente do perfil do solo é a prática da calagem. A calagem aumenta

a disponibilidade de N, P, K, Ca, Mg, S e Mo, insolubiliza Al e Mn e aumenta a atividade microbiana do solo. A calagem pode ser a prática que mais contribui para o aumento da eficiência do uso de fertilizantes, promovendo enraizamento profundo e maior absorção de nutrientes. Um exemplo do efeito da calagem sobre a eficiência da adubação nitrogenada é ilustrado na Figura 1.

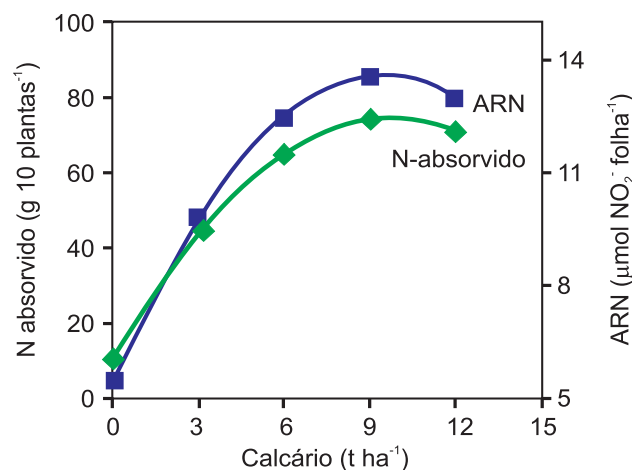


Figura 1. Interação entre calagem e adubação nitrogenada no milho.

ARN = atividade da redutase do nitrato.

Fonte: QUAGGIO et al. (1991).

Em condições de plantio direto, a calagem pode promover melhorias das condições de acidez não só nas camadas superficiais do solo como também nas do subsolo. Esta ação ocorre em virtude do deslocamento vertical de partículas finas de calcário decorrentes das condições favoráveis de estruturação do solo e pela imobilização química do calcário por formas inorgânicas – principalmente sais de nitrato e sulfato oriundos da adubação – e orgânicas – principalmente ácidos orgânicos da fração solúvel de resíduos de plantas de cobertura.

A Figura 2 ilustra o efeito da aplicação superficial de calcário e da mineralização dos resíduos culturais mantidos na superfície do solo, no plantio direto, sobre os valores de pH. A liberação de diversos compostos orgânicos que atuam no tamponamento do solo e também formam ligações com Al^{3+} , além da elevada quantidade de bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+), estabilizam o pH do solo.

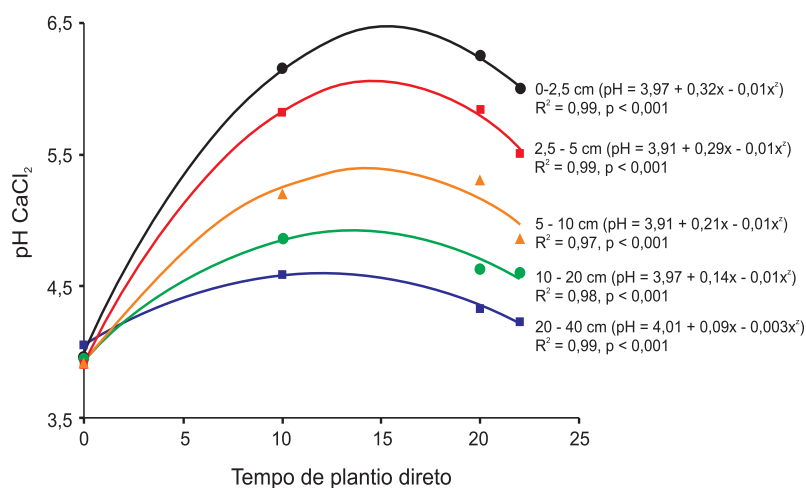


Figura 2. Variação do pH ($CaCl_2$) em função do tempo de plantio direto, nas diversas camadas do solo.

Fonte: SÁ (2009).

Os critérios de recomendação de calagem estão bem estabelecidos para os preparos de solo convencionais. Porém, na condição de plantio direto, em que o calcário é aplicado na superfície do solo, sem incorporação, o maior teor de matéria orgânica e a maior concentração de P que ocorrem na superfície do solo podem reduzir a toxicidade de Al para as plantas, e essas condições têm implicações na definição de critérios ou índices de tomada de decisão para a recomendação de calagem.

Altas concentrações de P na camada superficial do solo têm sido frequentemente observadas em sistemas de semeadura direta (Figura 3) devido a não incorporação dos adubos fosfatados, à pequena mobilidade desse nutriente e ao menor contato desses adubos com a fração mineral do solo, que reduzem os processos de adsorção e aumentam a disponibilidade do elemento.

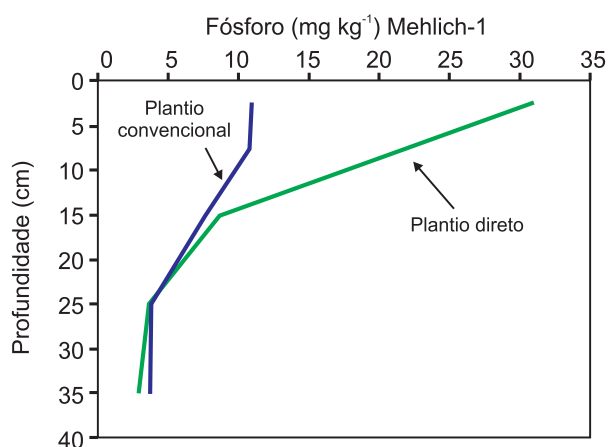


Figura 3. Disponibilidade de fósforo no perfil do solo em sistema de plantio convencional e plantio direto.

Fonte: FRANCHINI et al. (dados não publicados).

Para a melhoria do ambiente radicular em subsuperfície o gesso é um insumo de efeito muito favorável em alguns solos e pode complementar a ação da calagem. Apesar de não neutralizar diretamente a acidez do solo, pois atua principalmente na redução da atividade do Al, o gesso é um sal solúvel que penetra facilmente no subsolo, promovendo maior desenvolvimento do sistema radicular.

A Tabela 1 apresenta os resultados médios de produção de cana-de-açúcar e os aumentos de produção resultantes da aplicação de calcário e gesso. É importante notar que a produção máxima não é obtida com a aplicação isolada dos insumos, mas sim com a combinação de ambos.

Nota-se que os aumentos de produção devidos a calcário e gesso são de uma magnitude importante, considerando que a cana-de-açúcar é tida como cultura tolerante à acidez. Ressalta-se também que o efeito dos corretivos perdura por vários anos, e que, neste caso, houve apenas uma aplicação.

PAINEL 3: BPUF – NUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Estima-se que a população mundial em 2025 será de 8,3 bilhões de habitantes. Para alimentar essa população haverá a necessidade da produção de 4 bilhões de toneladas de grãos, de acordo com a Organização Mundial para Alimentação e Agricultura (FAO). Para que essas metas sejam alcançadas, a produtividade média mundial de grãos, que era de 2,5 toneladas por hectare em 1990,

Tabela 1. Produção média e aumento médio de produção em quatro cortes de cana-de-açúcar, em experimento de calagem e gessagem conduzido em Lençóis Paulista, em Latossolo Vermelho Escuro álico.

| Calcário (t ha ⁻¹) | Gesso (t ha ⁻¹) | | | |
|---|-----------------------------|------|------|------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 |
| Produção média anual de colmos (t ha⁻¹) | | | | |
| 0 | 99 | 106 | 111 | 112 |
| 2 | 110 | 114 | 117 | 114 |
| 4 | 113 | 121 | 118 | 118 |
| 6 | 110 | 117 | 114 | 118 |
| Aumento médio anual de colmos (t ha⁻¹) | | | | |
| 0 | 0 | + 7 | + 12 | + 13 |
| 2 | + 11 | + 15 | + 18 | + 13 |
| 4 | + 14 | + 22 | + 19 | + 19 |
| 6 | + 11 | + 18 | + 15 | + 19 |

Fonte: MORELLI e outros (1992).

deverá atingir 4,5 toneladas por hectare em 2025. Portanto, a palavra-chave é produtividade, a qual deverá estar sintonizada com a sustentabilidade do processo produtivo, incluindo-se, nesse contexto, a minimização de riscos ao ambiente.

O Brasil é um dos poucos países com amplas possibilidades de participar ativamente nesse processo, o qual envolve segurança alimentar. Entretanto, para que a vocação agrícola brasileira possa ser exercida em sua plenitude, torna-se necessário também, além do uso eficiente de fertilizantes minerais e corretivos, os quais ocupam lugar de destaque como tecnologia incontestável para o aumento da produtividade agrícola com sustentabilidade ambiental, resolver falhas e distorções estruturais do sistema econômico brasileiro relacionadas a: 1) política tributária, 2) logística e infra-estrutura (armazenamento e escoamento da produção) e 3) política de crédito rural e seguro agrícola. Caso esses três itens sejam resolvidos, ou ao menos equacionados, haverá maior competitividade do agronegócio brasileiro e, conseqüentemente, maior renda para o país como um todo.

Um motivo de preocupação para o país é a alta dependência, em futuro próximo, das importações, tanto de matérias-primas para a fabricação de fertilizantes minerais como de fertilizantes acabados. A produção brasileira de N, P₂O₅ e K₂O, que foi de 68% do total em 1983, caiu para 35% em 2006 e deverá atingir apenas 14% das necessidades desses insumos em 2025. Diante desse quadro, faz-se necessário o uso eficiente dos nutrientes.

A despeito desses fatos, nota-se que o balanço de nutrientes na agricultura brasileira é satisfatório, podendo, ainda, ser melhorado, com maior aproveitamento dos nutrientes (Tabela 2). Os índices de eficiência de 58,8% para nitrogênio, 47,5% para fósforo, 65,8% para potássio, 9,6% para Ca, 26,8% para Mg e 32,4% para S demonstram que esses nutrientes estão sendo usados em quantidades superiores às quantidades exportadas pelas culturas, ou seja, o consumo está acima das necessidades das plantas. O mesmo ocorre com os micronutrientes (Tabela 3).

Cabe destacar a elevada quantidade de nitrogênio fornecida pela fixação biológica, equivalendo a 1,6 vez o nitrogênio consumido como fertilizante. Isso demonstra, por um lado, a importância da cultura da soja para a agricultura brasileira e, por outro lado, também a necessidade do uso eficiente da sucessão e da rotação de culturas, que são práticas que influenciam diretamente a disponibilidade dos nutrientes no solo e sua utilização pelas culturas.

Tabela 2. Balanço do consumo de macronutrientes na agricultura brasileira em 2007.

| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Ca | Mg | S |
|---|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| Exportação pelas culturas (t) | 5.506.516 | 1.616.368 | 2.647.697 | 518.343 | 478.072 | 466.467 |
| Dedução das entradas ⁽¹⁾ (t) | 4.003.521 | | 92.422 | | | |
| Demanda líquida (t) | 1.502.995 | 1.616.368 | 2.555.276 | 518.343 | 478.072 | 466.467 |
| Total de entradas ⁽²⁾ (t) | 2.557.647 | 3.402.224 | 3.881.656 | 5.397.451 | 1.782.336 | 1.439.804 |
| Balanço (t) | 1.054.652 | 1.785.856 | 1.326.380 | 4.879.107 | 1.304.264 | 973.337 |
| Índice de eficiência médio (%) | 58,8 | 47,5 | 65,8 | 9,6 | 26,8 | 32,4 |
| Fator de consumo | 1,7 | 2,1 | 1,5 | 10,4 | 3,7 | 3,1 |

⁽¹⁾ As deduções das entradas de nitrogênio correspondem a 3.579.623 t referentes à fixação biológica do N exportado pela soja, 30% do N exportado pelo feijão e 423.898 t considerando a disponibilidade de 60 kg ha⁻¹ fornecidos pela soja para as culturas de safrinha e de inverno (milho na segunda safra, sorgo e trigo). A dedução de potássio corresponde a 20% do K exportado pela cana-de-açúcar, atendidos pela vinhaça.

⁽²⁾ O total de entradas corresponde a 93% do consumo de fertilizantes, considerando o consumo anual pelas culturas e a quantidade estimada de macronutrientes fornecida pelos fertilizantes e corretivos.

Fonte: CUNHA (2009).

Tabela 3. Balanço do consumo de micronutrientes pela agricultura brasileira em 2007.

| | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------------------------------------|--------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| Exportação pelas culturas (t) | 2.739 | 2.532 | 19.682 | 8.695 | 6.562 |
| Total de entradas ⁽¹⁾ (t) | 10.359 | 5.190 | 229.605 | 17.855 | 20.205 |
| Balanço (t) | 7.620 | 2.658 | 209.923 | 9.160 | 13.643 |
| Índice de eficiência médio (%) | 26,4 | 48,8 | 8,6 | 48,7 | 32,5 |
| Fator de consumo | 3,8 | 2,0 | 11,7 | 2,1 | 3,1 |

⁽¹⁾ As entradas correspondem a 93% do consumo de fertilizantes, considerando o consumo anual pelas culturas e a quantidade estimada de micronutrientes fornecida pelos fertilizantes e corretivos.

Fonte: CUNHA (2009).

As eventuais deficiências nutricionais das culturas devem-se à falta de diagnóstico correto ou à adubação desbalanceada.

A definição dos critérios de adubação, bem como a origem e as fontes agrícolas dos nutrientes, foram abordadas com o objetivo de determinar o correto manejo dos nutrientes visando melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas. Destacou-se, ainda, a importância de se focalizar a adubação do sistema de cultura, e não a de cada cultura isoladamente, especialmente em relação aos nutrientes de baixa mobilidade.

PAINEL 4: BPUF – MANEJO VISANDO AS CULTURAS

Neste painel foram apresentadas as BPUF para as principais culturas agrícolas brasileiras, estabelecendo-se correlações entre o desenvolvimento da planta e a disponibilidade de nutrientes no solo, incluindo o suprimento pela adubação, visando melhorar a produtividade e a qualidade do produto agrícola dentro dos novos sistemas de produção e dos diferentes ambientes agrícolas.

A Figura 4 ilustra a influência do sistema de manejo, no caso a adubação e a rotação de culturas, sobre a produtividade do algodoeiro.

O desenvolvimento da tecnologia agrícola tornou possível a exploração agrícola em áreas com solos originalmente pouco férteis. O histórico de uso das terras mostra que foram necessários aportes significativos de corretivos e fertilizantes para viabilizar a agricultura, principalmente em regiões sob Cerrado. A possibilidade e os limites de resposta das culturas aos nutrientes nas regiões mais importantes do Brasil ressaltaram e valorizaram as boas práticas agrícolas no uso de fertilizantes.

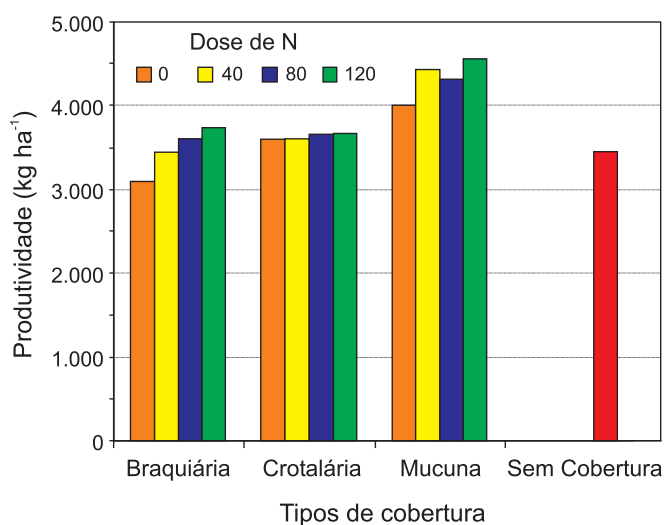


Figura 4. Produtividade do algodoeiro em função da dose de nitrogênio e da rotação com diferentes tipos de cobertura.

Fonte: ROSOLEM (2009).

Orientados pelas amostragens de solo e de plantas, necessárias para a avaliação dos resultados de fertilização e do estado nutricional das culturas, juntamente com o conhecimento dos aspectos fisiológicos e bioquímicos das plantas, possibilita-se o fortalecimento da capacidade de decisão para adoção do programa de adubação em relação à fonte certa, dose certa, local certo e época certa, com a finalidade de obter a máxima produtividade econômica e minimizar os potenciais impactos ambientais.

Informações mais detalhadas sobre os temas aqui tratados poderão ser obtidas no livro que será publicado em breve pelo IPNI Brasil sobre *Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes*.