

# FUNDAMENTOS PARA UTILIZAÇÃO CORRETA DO SEU FERTILIZANTE<sup>1</sup>

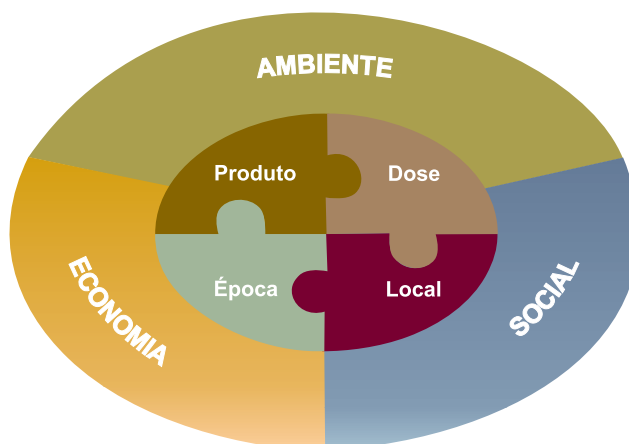
Tom Bruulsema<sup>2</sup>  
Jerry Lemunyon<sup>3</sup>  
Bill Herz<sup>4</sup>

**E**ste artigo descreve um novo e inovador conceito sobre as boas práticas para uso de fertilizantes (BPUF) conhecido como manejo de nutrientes 4C. Ele fornece as premissas para que o produto correto seja aplicado na dose correta, no momento correto e no local correto. Este conceito simples pode ajudar os produtores e o público em geral a entender como as práticas corretas de manejo do fertilizante contribuem para uma agricultura sustentável. O uso “correto” das práticas depende de vários fatores importantes praticados por muitos parceiros, que incluem: produtores, agrônomos, cientistas, políticos, consumidores e público em geral.

## SUSTENTABILIDADE

O crescente número das questões relativas ao manejo de nutrientes das lavouras, bem como sua importância, requer a adoção de uma abordagem que descreva claramente as práticas e seus impactos. Por um lado, a aplicação de nutrientes promove o aumento da produtividade das culturas que alimentam o mundo, enquanto se poupa o uso da terra para outros fins e se aumenta o retorno de carbono orgânico para o solo, sequestrando, desta forma, os gases de efeito estufa. Por outro lado, aplicações incorretas de nutrientes podem acarretar em perdas que afetam potencialmente a qualidade da água e do ar de várias formas e possivelmente aumentam os gases de efeito estufa. O uso do fertilizante também apresenta impactos a longo prazo e em larga escala na produtividade do solo e nas estruturas econômicas e sociais das áreas rurais. Estas são questões que fazem parte do desenvolvimento sustentável.

O conceito sobre manejo de nutrientes 4C está sendo desenvolvido devido à importância da produção agrícola sustentável



**O conceito sobre manejo de nutrientes 4C define o produto, a dose, a época e o local corretos para aplicação do fertilizante visando a obtenção de resultados econômicos, sociais e ambientais desejados por todos os responsáveis no ecossistema da lavoura**

e da necessidade de se assegurar que o uso do fertilizante esteja contribuindo para tal. O uso correto de fertilizantes – produto, dose, época e local – está ligado aos objetivos do desenvolvimento sustentável. Internacionalmente, o desenvolvimento sustentável é reconhecido por se constituir de três elementos imprescindíveis: econômico, social e ambiental. O progresso em cada um desses aspectos é essencial para a sustentabilidade. E a forma para se alcançar o progresso requer a contribuição dos responsáveis. Para que o uso do fertilizante seja sus-

tentável, ele deve dar suporte a sistemas de cultivos que ofereçam benefícios econômicos, sociais e ambientais.

A ligação entre as práticas e os benefícios deve ser bem compreendida, não apenas por produtores e seus consultores, mas também por aqueles que adquirem os produtos finais dos sistemas agrícolas e aqueles que vivem em áreas impactadas por estes sistemas. Programas que envolvem remuneração aos produtores por serviços e benefícios ecológicos – por exemplo, créditos de carbono relacionados à redução de gases de efeito estufa, reduções de taxas em negociação de crédito em função da qualidade da água, e outros – dependem de uma clara compreensão destas conexões pelo público e de uma linguagem e vocabulário próprios relacionados ao manejo do fertilizante.

## QUEM DECIDE O QUE É CORRETO?

Tradicionalmente, um grupo composto de produtores, pesquisadores, administradores de recursos naturais, extensionistas e profissionais do agronegócio – ou um subgrupo desta equipe – tem decidido o que deve ser qualificado como boas práticas de manejo. Atualmente, não há dúvida que a experiência conjunta de cada uma dessas pessoas é importante para determinar, de forma

**Abreviações:** BPU = boas práticas para uso, BPUF = boas práticas para uso de fertilizantes, N = nitrogênio, NRCS = Natural Resources Conservation Service.

<sup>1</sup> **Nota do editor:** Este é o primeiro artigo de uma série de cinco, traduzido do original *Know Your Fertilizer Rights*, publicado pela revista *Crops and Soils* e patrocinado pelo The Fertilizer Institute e pelo Canadian Fertilizer Institute. A série tem como base as boas práticas de manejo de fertilizantes estruturadas no conceito de manejo de nutrientes “4C”. Para mais informações, visite o site do International Plant Nutrition Institute no endereço [www.ipni.net](http://www.ipni.net)

<sup>2</sup> Diretor do International Plant Nutrition Institute, Programa da região Nordeste do Estados Unidos; email: [Tom.Bruulsema@ipni.net](mailto:Tom.Bruulsema@ipni.net)

<sup>3</sup> Central National Technology Support Center, USDA-NRCS, Fort Worth, TX, Estados Unidos; email: [Jerry.Lemunyon@ftw.usda.gov](mailto:Jerry.Lemunyon@ftw.usda.gov)

<sup>4</sup> The Fertilizer Institute, Washington, DC; email: [wcherz@tfi.org](mailto:wcherz@tfi.org)

prática, o manejo correto. Um método com enfoque em sustentabilidade, no entanto, é mais abrangente e inclui contribuições de todos os responsáveis para determinar os indicadores, as medidas, os padrões e os alvos para o desempenho das práticas de manejo implementadas. Então, o que é correto é determinado pelo modo como essas pessoas querem que o sistema de plantio seja executado.

Os responsáveis pelo sistema de cultivo incluem as pessoas que consomem os produtos desta lavoura e as pessoas que habitam nas áreas impactadas. As perspectivas de todos esses responsáveis devem ser refletidas nas metas econômicas, sociais e ambientais que são estabelecidas para o sistema de cultivo.

O manejo de fertilizantes, para ser considerado “correto”, deve dar suporte a essas metas. Todos os responsáveis têm participação nessas metas. Porém, o produtor – o administrador da terra – é o último a tomar decisões na seleção das práticas – apropriadas para o tipo de solo, clima e condições de plantio da região – que apresentam maior probabilidade de atingir as metas. Considerando que todas essas condições influenciam a decisão da prática a ser adotada, desde o primeiro momento da decisão até a sua implementação, decisões tomadas no local, com o correto suporte de informações, são mais eficazes do que decisões tomadas por um modelo regulatório centralizador.

Por exemplo, um guia recente das BPU para sistemas de produção de leite no nordeste dos Estados Unidos foi desenvolvido com base nas informações e opiniões de produtores, profissionais do agronegócio, estudantes universitários extensionistas e equipe do Natural Resources Conservation Service – USDA-NRCS. Metas de desempenho para lucratividade da fazenda e impacto na qualidade da água foram as principais considerações feitas por esta equipe de especialistas, com base em informações sobre experiências com agências ambientais, grupos de interesse público e políticos. O guia BPU que eles desenvolveram apresentou uma lista de 20 práticas gerais nas categorias de: produto, dose, momento e local corretos (BRUULSEMA e KETTERINGS, 2008).

## **O QUE SIGNIFICA APLICAR O ‘PRODUTO CORRETO, NA DOSE CERTA E NA ÉPOCA E LOCAL CORRETOS’?**

A frase “produto correto, na dose certa, no momento correto e no local correto” indica que cada prática de manejo do fertilizante, ou grupo de práticas, é efetiva em relação às metas para uma produção sustentável. Ela também indica que há quatro aspectos para cada aplicação de fertilizante e representa um teste simples para avaliar se uma determinada lavoura está sendo adequadamente fertilizada. O fato de se perguntar “a lavoura recebeu o correto produto na dose certa e na época e local corretos?” auxilia produtores e consultores a identificar oportunidades para melhorias no uso de fertilizantes para cada lavoura, em cada região específica.

O ideal é obter equilíbrio entre os quatro aspectos. Este equilíbrio impede que se dê muita ênfase a um aspecto em detrimento dos demais. A dose é muitas vezes enfatizada e, consequentemente, relacionada aos custos. O produto, o momento e o local são mais frequentemente desconsiderados e há condições para que se melhore o seu desempenho.

A frase também sinaliza claramente para a indústria de fertilizantes que os produtores possuem exigências específicas para a entrega e distribuição das formas corretas de nutrientes, adequadas para os seus equipamentos de aplicação, nas quantidades corretas, visando proporcionar a dose correta, na época e no local corretos. É responsabilidade da indústria de fertilizantes superar estes desafios referentes à distribuição e logística.

Concentrar práticas específicas associadas ao manejo de fertilizantes sob os aspectos de produto, dose, época e local ajuda a garantir que nenhum aspecto crítico no manejo de fertilizante seja desconsiderado. Desta forma, eles são valiosos para produtores e agrônomos. Para garantir práticas agronômicas saudáveis o administrador deve perguntar: “Estou usando todas as ferramentas disponíveis para escolher o produto correto, para estabelecer a sua dose certa, para aplicá-lo na época correta e no local onde este produto será mais efetivo para a minha lavoura, considerando as condições de solo e clima?”

Os quatro aspectos também ajudam produtores, consultores e cientistas agrícolas a se comunicarem claramente com outros que estejam menos familiarizados com a agricultura.

## **OS PROCEDIMENTOS 4C SÃO INDEPENDENTES OU INTERLIGADOS?**

Os quatro aspectos para manejo de fertilizantes – produto, dose, época e local – são totalmente interligados a um grupo de práticas de manejo no sistema de cultivo.

Nenhum dos quatro aspectos pode estar correto quando um deles estiver errado. É possível que para uma dada situação haja mais de uma combinação correta de produto, dose, momento e local, mas quando um deles se modifica, os outros também se modificam. Por exemplo, pode ser verdade, para algumas fazendas, em uma determinada região, que a aplicação única de uma fonte de nitrogênio (N) de liberação controlada seja igual em custo e benefício que a aplicação parcelada de uma fonte solúvel de N. As duas doses iriam diferir, obviamente, quanto à época apropriada para a aplicação. Elas seriam igualmente corretas se ambas atingissem o mesmo desempenho, no sistema de cultivo, a um mesmo custo. Porém, em muitas situações práticas, uma combinação de ambas pode ser preferida à utilização isolada, considerando as melhores condições de logística da operação e as variações dos riscos climáticos as quais elas possam ser suscetíveis.

Os procedimentos 4C devem operar em sincronismo um com o outro e com o ambiente envolvendo clima-solo-planta e manejo ambiental. A mudança de um passo ou direção pode prejudicar o cumprimento das metas estabelecidas para todo o sistema de manejo de nutrientes.

As mudanças na combinação do produto, da dose, da época e do local também dependem do sistema de manejo da lavoura. Por exemplo, para certas condições e locais do mundo, a aplicação a lanço do fertilizante, incorporado antes do plantio, pode ser adequada para a rotação milho-soja com aração, mas a aplicação em faixa e a injeção do fertilizante podem ser requeridas em sistema de plantio direto. Portanto, o produto correto, a dose certa, a época e o local corretos estão interligados e fortemente conectados ao manejo da lavoura, bem como ao tipo de solo e às condições específicas de clima.

## **QUAIS SÃO OS PRINCÍPIOS CIENTÍFICOS APLICADOS?**

As ciências da física, química e biologia são fundamentais para a nutrição mineral de plantas cultivadas em solos. A aplicação destas ciências nas práticas de manejo da nutrição de plantas tem colaborado para o desenvolvimento científico de disciplinas em fertilidade do solo e nutrição vegetal. Cada um dos quatro componentes de manejo – produto, dose, época e local – possui uma ciência específica para descrever os processos fundamentais. A ciência também estuda e descreve os sistemas completos. Ambos os níveis de ciência são relevantes porque existem lacunas no co-

nhecimento dos processos fundamentais e os sistemas de produção de lavouras ou os ecossistemas vegetais são complexos e podem responder de forma imprevisível à aplicação de fertilizantes. Portanto, para que a ciência dê suporte a uma prática específica ela precisa incluir tanto os documentos que registrem como a prática funciona em níveis básicos como também a forma como são medidos os resultados relativos às mudanças de desempenho da lavoura na qual o fertilizante é aplicado.

Os princípios científicos específicos dirigem o desenvolvimento de práticas que determinam o produto correto, a dose certa, e a época e o local corretos. Alguns dos princípios-chaves são apresentados na Tabela 1. Estes e outros princípios importantes para a nutrição das plantas serão descritos com mais detalhes nos próximos quatro artigos desta série.

Os princípios são os mesmos em termos globais, porém a forma como são aplicados localmente varia de acordo com as condições de solo, cultura, economia e clima. Agrônomos e consultores agrônômicos devem se certificar se as práticas que eles selecionam e adotam localmente estão de acordo com estes princípios.

## O QUE É DESEMPENHO E COMO ELE É AVALIADO COM A IMPLEMENTAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS 4C?

Desempenho é o resultado da implementação de uma prática. Os impactos do manejo de fertilizantes são expressos nos desempenhos dos sistemas de cultivo ou dos ecossistemas solo-planta-atmosfera nos quais eles são aplicados. Desempenho inclui aumento na produtividade, na qualidade e no lucro resultantes da aplicação de fertilizantes e se estende a efeitos de longo prazo nos níveis de fertilidade do solo e de perdas de nutrientes para a água e a atmosfera. O desempenho também inclui impactos na economia regional e nas condições sociais – por exemplo, alimentos mais acessíveis. Nem todos os aspectos podem ser medidos em cada fazenda, mas todos devem ser avaliados. O delineamento de índices e modelos computadorizados podem ser usados para essas avaliações, mas eles precisam ser aceitos por todos os responsáveis pelo sistema.

O desempenho é avaliado por intermédio de medidas e indicadores. Ele está relacionado com todos os resultados considerados importantes pelos responsáveis do sistema (produtores, empresários, consumidores e público em geral).

Medidas de desempenho são medições detalhadas do resultado real da implementação de uma prática específica de manejo em um sistema de cultivo. Elas podem ser muito caras e difíceis de executar. Medições de desempenho são primeiramente realizadas por pesquisadores agrícolas e são usadas para validar as práticas de cultivo, frequentemente em situação controlada de lavoura, e projetadas para serem extrapoladas para um grande número de situações de prática de cultivo na fazenda. Um exemplo pode ser um

experimento de campo em uma estação experimental no qual duas ou mais práticas de cultivo são comparadas e onde as medições incluem ganho de produção, absorção de nutrientes, perdas de amônia e óxido nítrico para o ar, perdas de nutrientes por escoamento e drenagem da água, e outras. O manejo de nutrientes 4C ajudam a orientar a pesquisa e a extensão em relação à validação das práticas mais relevantes para se atingir resultados econômicos, sociais e ambientais, consideradas importantes pelos responsáveis do sistema.

Indicadores do desempenho são medidas simples que podem ser aplicadas na fazenda. Os responsáveis precisam concordar que esses indicadores representam suas aspirações de desempenho e que os indicadores estão correlacionados com as medições reais. Por exemplo, em local onde a erosão do solo é uma questão primordial e há uma grande perda de nutrientes, um indicador para medir a cobertura do solo por resíduos de lavoura em momentos críticos parece ser apropriado.

Considerando-se que a aplicação de fertilizantes tem impactos múltiplos, nenhuma medida isolada ou indicador isolado refletirá o desempenho. Nem todos os possíveis impactos podem ser medidos. Os responsáveis pelo sistema precisam selecionar as medidas de resultados e indicadores que estejam relacionados às questões de grande relevância. Uma lista parcial de indicadores que podem ser utilizados pelos responsáveis é apresentada na Tabela 2. É importante reconhecer que nenhum desses indicadores pode ser afetado pelo manejo isolado do fertilizante. Todos podem ser melhorados com o uso do manejo de nutrientes 4C, mas eles também dependem do manejo adequado de todas as práticas aplicadas no sistema de cultivo ou no ecossistema vegetal. Por exemplo, um bom programa de fertilização em gramado não garantirá o controle da erosão se o manejo de corte ou a seleção de espécies forem inadequados.

## QUAIS SÃO OS INDICADORES DE DESEMPENHO MAIS IMPORTANTES?

Produtores e consultores agrícolas não podem selecionar os mais importantes indicadores de desempenho por conta própria. A opinião dos responsáveis pelo sistema é necessária para a seleção dos indicadores que demonstrem o progresso nas metas consideradas importantes para todos. É comum considerar que o uso eficiente de nutrientes é o indicador mais importante de desempenho para o uso de fertilizantes, mas não é verdade. Fertilizantes são aplicados para aumentar o desempenho geral do sistema de cultivo. O uso eficiente de nutrientes é apenas um aspecto deste desempenho, como mostrado na Tabela 2. O uso eficiente de nutrientes tem muitas definições, refletindo recuperação de nutrientes, equilíbrio de nutrientes ou produtividade em relação aos nutrientes aplicados.

**Tabela 1.** Princípios científicos-chaves utilizados no desenvolvimento de práticas para determinar o produto correto, a dose certa e a época e o local corretos.

Categoria	Exemplos de princípios científicos-chaves
Produto	Garante o fornecimento equilibrado de nutrientes essenciais, considerando as fontes naturalmente disponíveis e as características dos produtos específicos, em formas disponíveis às plantas.
Dose	Determina o fornecimento de nutrientes ao solo e a demanda da planta.
Época	Avalia a dinâmica da absorção das plantas, o fornecimento ao solo e as operações de logística no campo. Determina a época de risco de perdas de nutrientes.
Local	Reconhece a dinâmica solo/raiz. Administra a variação do espaço no campo para identificar as necessidades locais específicas da lavoura e limitar as perdas potenciais para o campo.



**Tabela 2.** Medidas de desempenho e indicadores para práticas de manejo de fertilizantes<sup>1</sup>.

Medida de desempenho ou indicador	Descrição
Ganho	Volume de safra colhida por unidade de lavoura e por unidade de tempo.
Qualidade	Açúcar, proteína, minerais, vitaminas e outros atributos que possam agregar valor ao produto colhido.
Uso eficiente de nutrientes	Ganho gerado ou nutriente absorvido por unidade de nutriente aplicado.
Uso eficiente da água	Produção por unidade de água usada ou disponível.
Uso eficiente do trabalho	Produtividade da mão-de-obra relacionada ao número e ao tempo das operações na lavoura.
Uso eficiente da energia	Produção por unidade de energia aplicada.
Lucro líquido	Volume e valor da safra produzida em relação a todos os custos de produção.
Retorno de investimento	Lucro em relação ao capital investido.
Adoção	Proporção de produtores usando BPUF.
Produtividade do solo	Níveis de fertilidade do solo, matéria orgânica no solo e outros indicadores da qualidade do solo.
Estabilidade da produção	Capacidade de recuperação dos ganhos de produção afetados por variações de clima e pragas.
Ganho para a fazenda	Melhorias nas condições de vida.
Condições de trabalho	Questões de qualidade de vida, satisfação no trabalho e trocas de funcionários.
Qualidade do ar e da água	Concentração de nutrientes e descarga em fontes de água ou no ar.
Atividades no ecossistema	Estética do campo, predadores naturais e polinizadores, recreação ao ar livre, caça, pesca, etc.
Biodiversidade	Difícil de quantificar – pode ser descritiva.
Erosão do solo	Nível de cobertura do solo por lavouras ativas ou resíduos de plantações.
Perdas de nutrientes fora do campo	O total combinado de perdas de nutrientes da área de manejo agrícola – extremidade do campo, parte inferior da zona de enraizamento e parte superior da lavoura.
Balanco de nutrientes	Total das entradas e saídas de nutrientes na superfície do solo ou no portão da fazenda.

<sup>1</sup> A importância relativa entre estes e outros indicadores precisa ser determinada pela opinião do responsável pelo sistema.

Cada uma delas oferece indicações individuais do potencial para melhoria do manejo de fertilizantes, mas nenhuma oferece uma representação completa do impacto no desempenho total.

Em resumo, o manejo de nutrientes 4C envolve produtores rurais e seus consultores na escolha da combinação do produto correto, da dose correta, da época e do local corretos de práticas validadas por pesquisas conduzidas por cientistas agrônômicos. Metas para progressos econômicos, sociais e ambientais são esti-

puladas pelos responsáveis do sistema de produção de lavouras e avaliadas pelos indicadores de desempenho escolhidos.

## REFERÊNCIA

BRUULSEMA, T. W; KETTERINGS, Q. M. **Best management practices for fertilizers on Northeastern dairy farms**. Norcross: International Plant Nutrition Institute, 2008. (BMP Item 30-3220, Ref.08052)

# AS PLANTAS NÃO SE IMPORTAM COM AS CONDIÇÕES DE MERCADO

**T. Scott Murrell**

Diretor do IPNI - Região Centro-Norte,  
Estados Unidos

**N**os últimos meses, a economia agrícola tem sido o assunto dominante, mais que nos últimos anos. Os custos das sementes e dos fertilizantes ainda são superiores aos que os agricultores estão acostumados a pagar. Tanto dinheiro envolvido no custo de produção significa que um grande retorno deve ser garantido para assegurar a rentabilidade das culturas.

**Incertezas no mercado e nos rendimentos colocam os agricultores em risco de perder grande quantidade de capital.** Isto levou a questões sobre a forma como os custos podem ser diminuídos e os riscos administrados. A conclu-



são é que não há uma solução geral e rápida. Os agricultores têm que avaliar por si mesmos os riscos que estão dispostos a assumir.

**O mais importante a considerar na presente conjuntura econômica é o tempo para se tomar uma decisão inteligente.** Conhecer os fundamentos da nutrição da cultura é essencial. Muitas ferramentas – incluindo análise de solo, análise vegetal e recomendações de adubação – fornecem boa ciência e servem como diretrizes para as decisões quanto ao manejo nutricional.

**Lembre-se que a planta, como a criança, não se importa com as condições de mercado. Ela só quer ser alimentada.**