ANÁLISE FOLIAR COMPLEMENTA ADUBAÇÃO DO MILHO

Shutterstock

Álvaro Resende
Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo
alvaro.resende@embrapa.br

As lavouras de alta produtividade são conduzidas com vistas à máxima resposta numa condição de suprimento ótimo de nutrientes, considerando os demais fatores de produção (semente, clima, tratos culturais) também adequados.

O solo deve estar com a acidez corrigida pela aplicação e incorporação de calcário, de modo a proporcionar, também, o fornecimento satisfatório de cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

É ideal que haja de média a alta disponibilidade de fósforo (P), potássio (K) e micronutrientes em todo o volume de solo da zona de crescimento radicular, condição alcançada por meio de adubações corretivas e de manutenção. Aliado a isso, a conservação ou, preferencialmente, o aumento dos teores de matéria orgânica é altamente desejável nos solos tropicais. Esse "diagnóstico primário" do sistema de produção pode ser obtido com a análise do solo.

Equilíbrio nutricional

A preocupação com o fornecimento suplementar de nutrientes às culturas deve ser precedida de adequação inicial do solo quanto aos aspectos mencionados. A partir desse nível de manejo, um condicionante de ganhos adicionais de produtividade passa a ser o equilíbrio nutricional de macro e micronutrientes. Dessa maneira, a análise foliar assume papel fundamental no "diagnóstico detalhado" do sistema, permitindo refinar o manejo das lavouras.

Muitos estudos comprovam ganhos de produtividade de milho pela aplicação de nutrientes, mas há também trabalhos evidenciando situações de falta de resposta ou baixa eficiência da adubação. O monitoramento da fertilidade com análise do

solo e a avaliação do estado nutricional da cultura por meio da análise foliar são imprescindíveis para se detectar a necessidade de corrigir distorções (desequilíbrios nutricionais) ou a possibilidade de otimização do manejo da adubação (economia de insumos) ao longo do tempo.

A utilização da análise foliar pode indicar se os fertilizantes aplicados ao solo estão sendo realmente aproveitados e se os nutrientes fornecidos estão balanceados conforme as exigências da cultura.

Informações integradas

Apesar de bastante estudada quando o assunto é a nutrição mineral e o manejo da adubação, a cultura do milho ainda carece de informações integradas que possam fornecer mais subsídios para a avaliação do estado nutricional em lavouras de alta produtividade.

Diante disso, a diagnose foliar é uma via de informação que precisa ser conjugada e confrontada com outros dados (exemplo: dados de análise do solo, do manejo da adubação e de produtividade dos talhões) para ampliar seus benefícios na otimização do manejo.

Aspectos relacionados à interpretação da análise foliar devem ser aprimorados constantemente, conforme a expansão das áreas de cultivo para regiões com diversas características edafoclimáticas.

Diagnose foliar na avaliação do estado nutricional

Ao analisar o manejo de longo prazo, a definição da necessidade de fornecimento de nutrientes (Quais? Quanto?) na adubação apresenta limitações quando se baseia apenas na análise de solo.

A análise da folha reflete o que a planta realmente consegue extrair de nutrientes do solo, o que, em última instância, decorre não só do aporte de fertilizantes, mas das reações e interações dos nutrientes no solo, da disponibilidade hídrica, do vigor radicular, da sanidade da cultura, dentre outros fatores.

Muitas vezes, um fator essencial para a qualidade das informações obtidas na análise foliar depende exclusivamente do agricultor: a coleta das folhas de forma correta. Deve-se amostrar 30 plantas em cada zona homogênea dentro da lavoura.

Assim, cada amostra composta de 30 folhas é enviada separadamente para o laboratório. Na delimitação das zonas homogêneas, é preciso considerar as variações nas características de solo e topografia, no manejo do solo e da cultura, além das diferenças de cultivares. Após a coleta, a menos que as amostras possam chegar ao laboratório num prazo de 24 horas, as folhas devem receber uma lavagem rápida em água limpa (se possível destilada) e secar antes do envio para análise.

Diagnose do solo e diagnose foliar

Na prática, a diagnose visual com reconhecimento da ocorrência de sintomas nas folhas, características relacionadas à deficiência isolada de um dado nutriente, tem aplicação improvável em sistemas de alta produtividade que, necessariamente, são mais adubados.

A análise do solo constitui o primeiro passo para se avaliar a disponibilidade de nutrientes e recomendar a adubação objetivando elevar ou manter a fertilidade. Contudo, isso é insuficiente para garantir o monitoramento satisfatório do estado nutricional das culturas ou permitir ajustes finos nos programas de adubação.

Tal aspecto se deve ao fato de as análises que visam quantificar, para cada nutriente presente no solo, a fração que se encontra disponível para absorção vegetal, serem afetadas pela limitada eficiência dos extratores químicos utilizados no laboratório. Ademais, o desequilíbrio nutricional na planta pode ocorrer em razão de alguma falha de manejo que passa despercebida, mesmo quando se empregam adubações pesadas e frequentes.

O fornecimento desproporcional pode prejudicar a produtividade tanto quanto uma condição de deficiência de determinado nutriente. Nesse aspecto, a análise foliar é um indicador bastante confiável quando se deseja saber se o manejo adotado numa lavoura está coerente, ou seja, se não há falta ou desperdício de algum nutriente, o que nem sempre fica claro na análise de solo.

Quando o assunto são os nutrientes como o enxofre (S) e, principalmente, os micronutrientes boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), a determinação e a interpretação da disponibilidade no solo são ainda mais complexas. Por isso, são mais seguramente monitorados por meio da análise foliar.

Diagnóstico preciso

A utilização da análise foliar como critério diagnóstico baseia-se na relação entre o suprimento de nutrientes pelo solo e os teores foliares dos elementos, cujo aumento ou decréscimo se relaciona com

A época apropriada para amostragem foliar é no florescimento feminino

Álvaro Vilela

produções mais altas ou mais baixas. Porém, nem sempre é possível constatar essas relações, pois os teores foliares são influenciados por fatores relacionados à planta (variedade, idade fisiológica, tipo de folha), aos atributos do solo (textura, Capacidade de Troca Catiônica (CTC), densidade, aeração, pH), à adubação, à calagem, à gessagem, às interações entre os nutrientes, às condições do clima, à atividade microbiana, à mineralização da matéria orgânica, às práticas culturais (cultivo, uso de herbicidas, cobertura morta, adubação verde) e ao ataque de pragas e doenças.

Dessa forma, tanto a amostragem quanto a interpretação devem ser orientadas por um profissional que possa fornecer mais detalhes a respeito dos cuidados na coleta das folhas e tirar conclusões práticas, de interesse do agricultor, a partir da avaliação dos resultados da análise.

Visto que há limitações em relação à eficácia das análises, tanto de solo quanto de folha, o ideal é que se trabalhe com ambas, para melhorar o diagnóstico nutricional de lavouras de alta produtividade.

Ao indicar o que realmente foi absorvido, a análise foliar confirmará a condição de deficiência, suficiência ou toxidez para a planta, permitindo aferir se o que foi detectado na análise do solo está coerente com o estado nutricional da lavoura. A confiabilidade desse diagnóstico pode ainda ser substancialmente incrementada ao levar em conta o desempenho produtivo da cultura em diferentes partes do talhão ao longo do tempo.

O acompanhamento realizado dessa forma permite direcionar amostragens e identificar a ocorrência localizada de problemas nutricionais que acarretam queda na produtividade média da lavoura.

Critérios de interpretação

A interpretação básica dos resultados de análise foliar consiste na comparação com os valores de referência para os diversos nutrientes. Os teores de nutrientes considerados baixos, adequados ou altos podem ser encontrados em tabelas de interpretação apresentadas em livros e boletins técnicos que tratam de adubação e nutrição de plantas.

Para a maioria dos nutrientes, observa-se também que as faixas de suficiência têm intervalos muito amplos, o que pode gerar dúvidas na tomada de decisão de manejo a partir da interpretação da análise.

A enorme extensão territorial e a diversidade de biomas em que o milho é cultivado no país tornam patente a necessidade de confirmação ou redefinição regional/local dos valores de referência, considerando as variantes de solo, clima, cultivares e manejo da cultura.

Outro fator que pode ocasionar interpretações equivocadas é que o maior ou o menor crescimento do milho afeta inversamente os teores foliares de nutrientes pelo efeito de diluição. Sob condições de baixa disponibilidade de nutrientes, a planta cresce menos e concentra os nutrientes absorvidos, resultando em elevados teores na análise foliar.

Com fertilidade adequada, o contrário pode ocorrer. Nesses casos, a relação entre o teor de um nutriente no solo e na planta seria invertida. Logo, atentar para o histórico produtivo da área e para as características de porte e vigor das plantas no momento da amostragem na lavoura ajuda a contornar problemas desse tipo.

Atenção

É preciso saber que as informações e tendências observadas na diagnose foliar nem sempre são consonantes com as obtidas quando se avalia o solo. É comum não encontrar correlações consistentes entre dados de solo, folha e produtividade de grãos, mesmo em lavouras com grande variabilidade de produção.

Essa dificuldade em se estabelecer relações de causa e efeito no monitoramento nutricional dos campos de cultivo tem sido frequente, sobretudo em lavouras de alta produtividade, nas quais as variações de produtividade costumam ser de pequena magnitude.

Em princípio, as dificuldades de se extrair informações na diagnose foliar de talhões mais produtivos parece ser um fator desestimulante de sua aplicação na rotina das fazendas. Todavia, devido às adubações intensivas que normalmente são realizadas, é mais provável a ocorrência de situações em que há excesso de determinados nutrientes no sistema solo-planta, o que pode implicar em gasto com insumos sem retorno na produtividade.

Na verdade, aí se abre uma oportunidade para o monitoramento nutricional (solo/folha/produtividade) na racionalização do manejo, diminuindo o custo e a chance de desperdício de fertilizantes e, por conseguinte, os riscos ao ambiente.

Existem abordagens que adotam formas mais elaboradas de diagnose a partir da análise foliar. O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) utiliza resultados de análises foliares de áreas referência de produtividade para identificar problemas nutricionais nas lavouras.

Por meio da constituição de bancos de dados e do processamento por progra-

Ademir Torchetti

mas computacionais, são calculados índices baseados nas relações entre nutrientes que discriminam populações de alta e baixa produtividade. O DRIS possibilita priorizar a intervenção no manejo da adubação, conforme a intensidade com que a insuficiência ou o excesso de um dado nutriente esteja limitando a produtividade.

DRIS

Interpretações de análises foliares utilizando o DRIS vêm sendo demonstradas em vários trabalhos. Cumpre ressaltar que os programas computacionais de DRIS permitem que se entre com os dados de análise foliar de uma determinada área, sendo possível gerar fertigramas e índices DRIS diagnósticos.

Contudo, é necessário salientar que as normas utilizadas nos referidos programas podem não ser as mais adequadas para as condições específicas de uma dada região. O DRIS não está isento dos problemas associados à interpretação pelos critérios tradicionais de nível crítico/faixa de suficiência, e a efetividade desse sistema depende do estabelecimento de referências (normas) regionais ou locais.

Diagnóstico nutricional em lavouras de alta produtividade

Quando se trabalha com tetos de produtividade elevados, o acompanhamento mais detalhado da lavoura se destaca na busca de maior eficiência do sistema de produção. A caracterização dos atributos químicos e físicos do solo e do estado nutricional das plantas passa a ser prática habitual.

É recomendável cercar-se da maior gama possível de informações do histórico da área e das condições gerais de cultivo para fazer o ajuste fino nas estratégias de manejo da fertilidade do solo ao longo do tempo. Avaliações superficiais para subsidiar decisões imediatistas podem levar a recomendações precariamente embasadas, aumentando o risco de insucesso.

Ao serem observadas partes da lavoura com plantas de desenvolvimento atípico, é possível empregar a análise foliar para diagnosticar possíveis problemas nutricionais, mesmo que o estádio de desenvolvimento da cultura não seja o indicado para a amostragem das folhas.

Basta comparar as análises de plantas anormais e normais do mesmo talhão. A detecção e a correção de problemas localizados são cuidados importantes para elevar a produtividade da lavoura, mas nem sempre recebem a devida atenção dos agricultores e técnicos.

Ainda predomina no país o dimensionamento das adubações com base nas condições médias de fertilidade do campo de produção ou da propriedade como um todo. Obviamente, essa situação é incompatível com a eficiência e a

Álvaro Vilela

Indicação da folha certa a ser coletada abaixo e oposta à espiga principal

competitividade almejadas pelos produtores; sendo assim, a tendência é adotar o tratamento diferenciado e flexível, conforme as variações das características do terreno e do potencial produtivo entre e dentro dos talhões de cultivo.

Dicas importantes

Uma alternativa promissora diz respeito aos diagnósticos nutricionais realizados de forma espacializada. O surgimento dos aparelhos de posicionamento geográfico (GPS) viabilizou o uso de amostragens georrefenciadas de solo e folhas para a caracterização das áreas de cultivo com maior detalhamento.

As informações obtidas podem ser utilizadas para mapear a variabilidade espacial de cada componente da fertilidade do solo e as variações no estado nutricional das plantas dentro da lavoura.

Também é possível realizar o monitoramento espacializado das colheitas para identificar a variabilidade da produção, usando sensores de produtividade (sensores de fluxo de grãos) acoplados a um sistema de posicionamento por satélite (GPS) na colhedora.

Assim sendo, tem-se o registro da localização da colhedora, em latitude e longitude, e da produtividade em intervalos de tempo definidos. Com esses dados obtém-se o mapa de produtividade, ponto de partida para avaliar as causas da variabilidade espacial e temporal do rendimento das culturas e conhecer o potencial produtivo em diferentes partes do talhão.

Miriam Lins

A análise foliar assume papel fundamental no "diagnóstico detalhado" do sistema

Mais de perto

A identificação de subáreas de alta produtividade viabiliza o estabelecimento local de valores de referência para a diagnose foliar e a indicação do balanço nutricional mais adequado para o talhão ou a propriedade.

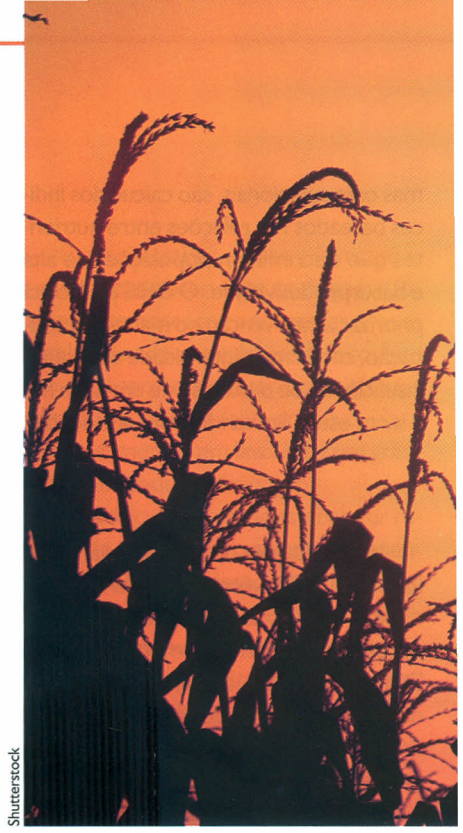
O confronto de informações de solo e planta em subáreas ou zonas que apresentem produtividades contrastantes no talhão, além de permitir uma "radiografia" da lavoura e aumentar a chance de reconhecimento de problemas nutricionais, possibilita intervenções localizadas para sua correção ao invés de se manejar o talhão inteiro pelas condições médias de fertilidade.

Essa estratégia está ligada à filosofia da Agricultura de Precisão (AP), um conjunto de tecnologias que tem grande potencial de aplicação na produção de grãos no Brasil, notadamente na região do cerrado.

Na teoria, o cruzamento de dados espacializados de produtividade, fertilidade do solo e estado nutricional das culturas é o procedimento ideal para definir o manejo mais apropriado nas diferentes partes do talhão e operacionalizar a aplicação de corretivos e fertilizantes a taxas variáveis.

Contudo, a obtenção e o processamento desses dados não são ações corriqueiras e requerem apoio técnico especializado. É preciso evoluir bastante até que a implementação prática dessas tecnologias tenha sua eficiência comprovada e possa ser amplamente disseminada entre os agricultores.

Vários anos de observação e coleta de dados podem ser necessários para se entender as interações entre variabilidade espacial e temporal das propriedades do solo e da produção das culturas, para então serem desenvolvidas estratégias de manejo mais efetivas.



Shutterstock

Medidas corretivas

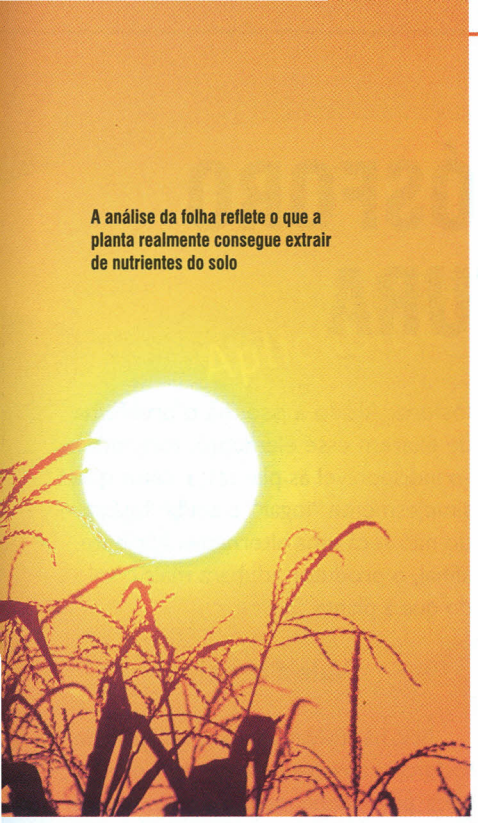
Uma vez constatadas deficiências ou desbalanço de nutrientes a partir da diagnose foliar, o passo seguinte refere-se à tomada de decisão quanto às intervenções a serem feitas no campo de cultivo. No caso de culturas anuais, a correção dos problemas encontrados deve ser planejada para a próxima safra, visto que a amostragem de folhas é feita já na fase florescimento.

De fato, o fornecimento de macronutrientes, mesmo quando realizado apenas visando restabelecer as condições de equilíbrio nutricional (menores quantidades), deve ser feito prioritariamente em aplicações via solo.

Já na adubação com micronutrientes, parece ser vantajoso conciliar o suprimento periódico de maiores quantidades via solo, com aplicações foliares durante a fase de desenvolvimento vegetativo.

As características dos sistemas de produção podem resultar em determinadas condições que predispõem a problemas nutricionais. Conhecer as situações de ocorrência mais comum na região facilita o diagnóstico e a solução desses problemas.

O tipo de solo (arenoso ou argiloso, por exemplo), as condições de drenagem, as quantidades de palhada e de matéria orgânica acumuladas, a composição dos fertilizantes mais utilizados e o nível de saturação por bases (associado ao pH do



A análise da folha reflete o que a planta realmente consegue extrair de nutrientes do solo

solo) são fatores que permitem antever a probabilidade de ocorrência de desordens nutricionais, especialmente envolvendo micronutrientes.

Na região do cerrado, sobretudo a partir de 1990, tornou-se habitual a utilização de insumos com o objetivo de suprir micronutrientes, notadamente o zinco. Isso se deu pela aplicação isolada das fontes e pelo uso contínuo de formulados NPK+Zn. Tal fato é comprovado pela baixa frequência da deficiência desse micronutriente nas análises de solo e planta.

Como evitar deficiências

Atualmente, cobre, manganês e boro são os micronutrientes que apresentam maior probabilidade de deficiência nas áreas cultivadas há mais tempo. Além de o fornecimento de cobre junto aos formulados NPK ser menos comum, teores elevados de matéria orgânica e calagem excessiva favorecem sua indisponibilização no solo.

Uma saturação por bases elevada (V maior que 60% e pH acima de 6,0) é a causa mais comum da deficiência de manganês. A adubação via solo costuma ser pouco efetiva na correção de deficiências de manganês, com efeito residual bastante inferior ao observado em zinco e cobre.

Desse modo, a adubação foliar com manganês é recomendada para quando há condição provável de insuficiência, como quando é feita a aplicação exagerada, a má incorporação de calcário ou, ainda, em áreas de solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica.

O boro é considerado o micronutriente para o qual seria mais estreito o intervalo entre os limites de deficiência e de toxidez para as plantas. Em virtude da ocorrência como molécula neutra no solo (H_3BO_3), o nutriente pode ser lixiviado com relativa facilidade. Assim, o efeito de adubações sucessivas na elevação dos teores de boro no solo é bem menos evidente do que o observado para zinco e cobre.

É bastante difundida a pulverização complementar de boro e cálcio por ocasião do florescimento da soja. Supostamente, tal procedimento favorece melhores fecundação das flores e formação de grãos pelo efeito do boro, bem como maior retenção das vagens recém-formadas (canivetes) devido à presença do cálcio. Bevilaqua et al. (2002) obtiveram aumento no peso de grãos por planta em solo de várzea do Rio Grande do Sul (Planossolo Hidromórfico Eutrófico), pela aplicação foliar de cálcio e boro, especialmente quando a pulverização foi realizada na fase de floração plena ou 15 dias após a floração.

O que se tem hoje é uma grande diversidade de produtos comercializados como fonte de nutrientes, em que há vários coquetéis destes elementos e de outras substâncias para uso via solo, folha ou semente. É frequente a indicação de tais produtos sem um diagnóstico da lavoura que justifique sua aplicação, assim como a venda de substâncias de eficiência desconhecida.

Considerações finais

A análise de solo é uma prática rotineira adotada pelos agricultores mais tecnificados, mas a diagnose foliar é uma técnica ainda subutilizada. O agricultor deve estar preparado para enfrentar cenários com redução das margens de lucro, em virtude do aumento de produção ou de competição no âmbito dos mercados interno e externo.

Um grande desafio se refere à otimização do uso de insumos e à redução de custos, mantendo patamares de produtividade satisfatórios. A análise foliar não pode ser relegada nesse processo, por ser uma técnica que envolve benefícios potenciais tanto no ganho de produtividade quanto na racionalização do uso de corretivos e fertilizantes.

Isso é tão mais evidente quanto maior a adoção de tecnologias na lavoura; afinal, o suprimento de nutrientes para as plantas não pode ser limitante num sistema que envolve grande investimento nos demais fatores de produção (irrigação, energia, maquinário, sementes, defensivos etc.).

AGRIMIG
CALCÁRIO AGRÍCOLA LTDA.
DESDE 1985 TRABALHANDO
JUNTO COM O PRODUTOR RURAL
Tel: (37) 3352-2000 / Fax: (37) 3352-2020
www.agrimig.com.br

Garantias do Produto:
Dolomítico:
MgOde 12% a 14% e CaO de 36%
Dolomítico II:
MgO de 6% a 10% e CaO de 45%
Calcítico:
MgO de 1% a 3% e CaO de 50%