

---

## 1.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE PLANTAS, AMOSTRAGEM E DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS

---

Dirceu Mattos Jr. (¹)  
Ondino Cleante Bataglia (¹)

### 1. INTRODUÇÃO

Cerca de 5% da matéria seca total das plantas é composta por nutrientes minerais, cujas concentrações dos macros (N, P, K, Ca, Mg e S) ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn, Cl, Mo e Ni) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) variam grandemente (até 10.000 vezes), assim como variam entre diferentes partes (folhas, ramos e raízes) e entre espécies.

O estado nutricional das plantas pode ser definido pelos níveis de ocorrência dos nutrientes no tecido vegetal e as interações entre eles determinando o crescimento, a produtividade e a qualidade da produção. O diagnóstico do estado nutricional é realizado por comparação entre amostra ou indivíduo (= planta isolada ou população) de interesse com um padrão, geralmente, obtido por meio de resultados experimentais.

Fato que a carência ou excesso dos nutrientes causam perdas de produtividade das culturas por limitar diretamente a formação da produção e/ou causar indiretamente desordens caracterizadas por desbalanços nutricionais. Enquanto a ocorrência de níveis adequados pode ser correlacionada à produtividade máxima de cada cultura.

Além disso, as quantidades totais exigidas por uma cultura dependem da produtividade. Assim, é importante conhecer o conteúdo mineral das plantas e das partes colhidas para poder avaliar a remoção de nutrientes da área de cultivo. Destaca-se que a avaliação do estado nutricional das plantas pode ser feita pela diagnose foliar.

---

(¹) Instituto Agronômico (IAC), Campinas (SP).

## 2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS PLANTAS

O B-100 apresenta dados organizados em tabelas com a composição química das plantas, para os nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S), e para algumas espécies, também com a composição química para micronutrientes, para a planta inteira e a parte colhida, ou apenas para a parte colhida. Em ambos os casos, os valores referem-se a uma tonelada de produto colhido.

As tabelas de composição química das plantas estão distribuídas nos capítulos das culturas ou grupos de culturas.

Essas informações permitem confrontar as adubações com as extrações e exportações de nutrientes pelas culturas e preparar balanços nutricionais, que são úteis, juntamente com outras informações do campo e do mercado de insumos, para o ajuste das doses recomendadas para as adubações.

As quantidades de nutrientes necessárias para as recomendações econômicas das adubações não dependem apenas da reposição do que é exportado pelas colheitas. No desenvolvimento das culturas, quantidades importantes de nutrientes são necessárias à formação da parte vegetativa das plantas e para órgãos que concentram nutrientes, tais como frutos e grãos, raízes e tubérculos, etc. No caso das culturas perenes, a reserva de nutrientes nas folhas e raízes é importante para a sustentação das novas safras, considerando-se por exemplo, que N, P, K e magnésio (Mg) podem ser remobilizados para os novos pontos de crescimento.

Ainda, há a interação dos nutrientes com o solo, como fixação ou lixiviação, entre outros processos, que resulta, assim, num sistema complexo, em que a composição química da parte aérea das plantas é apenas um dos componentes do sistema de diagnose e recomendações das adubações. De qualquer forma, essa composição química é uma indicação útil, desde que não seja usada isoladamente como critério de recomendações de fertilizantes.

## 3. AMOSTRAGEM DE FOLHAS PARA ANÁLISE QUÍMICA

A análise foliar determina o teor total de nutriente no tecido vegetal, diferentemente, da análise de solo que determina o teor de nutriente disponível para as plantas.

A folha é parte da planta mais sensível ao suprimento de nutrientes e pode servir como um bom indicador da ocorrência da concentração de nutrientes minerais, uma vez que alterações fisiológicas em razão de desordens nutricionais tornam-se mais evidentes neste órgão comparado a outros como ramos e raízes. Assim, a análise foliar é uma ferramenta útil para o diagnóstico nutricional das plantas e consequente recomendações de adubação.

A composição do tecido foliar, além da espécie, é influenciada pela idade, estágio de maturação e interações que envolvem a absorção e transporte dos nutrientes. Além disso, contaminações por pulverizações com defensivos e nutrientes podem prejudicar a interpretação dos resultados da análise realizada pelo laboratório, por isso, deve-se evitar coletar amostras logo após essas operações.

Do mesmo modo que a análise de solo, erros de amostragem não podem ser corrigidos no laboratório. Assim, a validade do uso do resultado da análise química de folhas depende da obtenção de uma amostra confiável que represente, então, a população de plantas no campo, dentro de parâmetros estatísticos. Para isso, a intensidade de amostragem (exemplo, número de plantas amostradas e folhas coletadas) é definida para cada cultura, para que a variabilidade amostral seja pequena. Com base nessas questões, são estabelecidos critérios que orientam a coleta de folhas ou parte de folhas recém maduras, e os valores de referência da análise foliar estão juntos aos capítulos de recomendações de adubação das diferentes culturas do B-100. A amostragem de folhas para fins de recomendações de adubações deve ser realizada em acompanhamento como a análise química do solo, para que seja possível avaliar a evolução da produtividade e da qualidade das culturas.

Em caso de ocorrência de desordens nutricionais não identificadas pelos resultados de análise da folha-diagnóstico, retirar amostras pareadas, ou seja, uma amostra de plantas afetadas e outra de plantas saudas, como base de comparação e possível identificação do problema.

No caso de plantas ainda não contempladas com critérios de amostragem e interpretação, seguir as recomendações para plantas que mais se assemelham, retirando folhas preferencialmente recém-maduras.

Por último, a interpretação correta da análise química das plantas, determinada em amostras coletadas conforme critérios de coleta, está associada também a cuidados no envio do material para o laboratório.

Enviar as amostras em sacos de papel limpos, evitando que o material demore mais de 48 h entre a coleta e o processamento no laboratório. Se houver necessidade, as folhas podem ser armazenadas em geladeira por algum tempo até completar a amostragem. Esse tempo, entretanto, não pode ser muito longo, para evitar a deterioração do material.

#### 4. DIAGNOSE FOLIAR

A diagnose foliar pode ser feita por meio da observação visual de sintomas de desordens nutricionais (diagnose visual) ou por meio de procedimentos mais precisos, envolvendo por exemplo a análise química das folhas.

Outros métodos, como anatômicos, bioquímicos, ou determinação de extrato de seiva, são disponíveis, contudo, mais viáveis para aplicação em pesquisa e menos aplicáveis em rotina para o agricultor.

Os nutrientes minerais estão relacionados, direta ou indiretamente, ao metabolismo nas plantas, assim, desordens nutricionais induzem o aparecimento de sintomas visuais, com padrões básicos (característicos) para as plantas. Contudo, essa é possível apenas quando os sintomas de deficiência ou excesso se manifestam visualmente. Nesse estágio, muitas vezes já é inevitável a perda de produção.

Em muitas situações, também verificam-se prejuízos à produtividade das culturas devido à falta de um nutriente, sem que estas demonstrem sintomas visuais de deficiência, o que também é conhecido como "fome oculta". Ademais, para alguns nutrientes, principalmente com alta mobilidade no floema, é comum ocorrer casos nos quais os teores de nutrientes nas folhas de diagnose estejam dentro da faixa de valores considerados adequados, enquanto a planta apresenta algum tipo de sintoma visual de deficiência mineral nas folhas mais velhas. Desse modo, a diagnose visual pode auxiliar no manejo da adubação das culturas.

A diagnose foliar via análise química permite identificar o nível de resposta da produtividade, em função da concentração de nutrientes nas folhas. A interpretação correta dos resultados de uma análise depende de experimentação para o estabelecimento de índices de calibração que reflitam o estado nutricional das plantas.

Na prática, os critérios para isso variam bastante, mas há um acervo de informações na literatura mundial, em geral reproduzidas de uma publicação para outra, com acréscimos de informações regionais. No caso desta publicação, foram utilizados limites de teores da literatura e do próprio acervo de dados do Instituto Agrônômico. Geralmente se estabelecem um ou mais níveis críticos ou faixas de concentração que permitem definir se a concentração do nutriente é adequada, deficiente ou excessiva.

Para diversos grupos de culturas, são apresentadas as tabelas de interpretação visando servir de subsídio para o acompanhamento dos resultados das adubações. Os resultados são usados para recomendações das doses de fertilizantes apenas para N em algumas culturas perenes. Nos demais casos, a diagnose foliar é usada para avaliar se as adubações estão sendo adequadas, como também para alterar as rotinas de adubação.

Para culturas anuais, o diagnóstico do estado nutricional pode não ser tão ágil para a revisão de doses de fertilizantes recomendadas no mesmo ano agrícola. Contudo, deve ser considerado como uma ferramenta para avaliação da qualidade das práticas de cultivo adotadas naquele momento, e assim auxiliar nas tomadas de decisões da safra seguinte, com base nas colheitas alcançadas.

Para culturas perenes, esse diagnóstico é bastante adotado, haja vista da possibilidade para o ajuste de doses de fertilizantes, que normalmente são parceladas ao longo do ano. A diagnose foliar também é útil para a manutenção do histórico de evolução da produtividade e qualidade das safras, com vista às práticas realizadas no campo.

## REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de Análise Química de Plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48 p. (Boletim técnico, 78)

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 2012. 651 p.