

Análise foliar e floral como ferramenta para o diagnóstico da nutrição mineral em fruteiras

Автор(и): доц. д-р Ирина Станева, Институт по овощарство – Пловдив; доц. д-р Ваня Акова, Институт по овощарство – Пловдив

Дата: 27.10.2025 *Брой:* 10/2025



Resumo

A análise de folhas e flores são ferramentas importantes para avaliar e gerenciar a nutrição mineral em culturas frutíferas. A análise foliar reflete a absorção de elementos nutrientes e o estado fisiológico das plantas, sendo a metade do verão o período mais adequado para a amostragem. A análise de flores oferece a oportunidade de diagnóstico precoce no início da estação de crescimento, permitindo a detecção atempada de deficiências em elementos chave como boro, cálcio e ferro – críticos para os processos de polinização e frutificação. A aplicação combinada de ambos os métodos, em conjunto com a análise do solo e tecnologias precisas, permite

a correção atempada de desequilíbrios nutricionais, a otimização das estratégias de fertilização e uma produção de frutas sustentável.



A análise foliar é um método moderno e amplamente utilizado para monitorar a nutrição mineral em culturas frutíferas. Ela fornece uma avaliação quantitativa da absorção de elementos nutrientes pelas plantas e reflete tanto a sua disponibilidade no solo quanto a eficácia dos processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas (Singh, S. & Singh, J., 2022). Pesquisas científicas mostram que o teor de macro e microelementos no tecido foliar se correlaciona com o crescimento, o potencial de rendimento e a qualidade do produto (Wang D. et al., 2022; Mertoğlu & Kirca, 2025). A análise do solo, por si só, não fornece um quadro completo do estado nutricional das árvores, pois não leva em conta os complexos mecanismos de absorção e redistribuição de elementos. Em contraste, a análise foliar reflete o estado fisiológico atual das plantas. A composição mineral das folhas é influenciada por uma série de fatores: o estágio de desenvolvimento, condições climáticas, disponibilidade de elementos no solo, atividade do sistema radicular, irrigação e estado hídrico. Assim como qualquer outro método de diagnóstico, o diagnóstico foliar também apresenta certas limitações. A variação nas concentrações da maioria dos elementos nutrientes minerais é mínima após o término do crescimento, que é o momento para a amostragem para diagnósticos foliares (final de julho - início de agosto). É óbvio que, se surgir um determinado problema, relacionado a distúrbios no desenvolvimento fisiológico das plantas frutíferas, bem como a presença de sintomas visuais de uma certa deficiência de alguns elementos, o diagnóstico foliar torna-se praticamente inaplicável dentro da mesma estação de crescimento. Tipicamente, os dados do diagnóstico

foliar são usados para determinar o regime de fertilização para a próxima estação de crescimento. Para superar essa limitação, busca-se uma abordagem alternativa para avaliar o estado nutricional das plantas. A aplicação do diagnóstico de flores (análise floral) permite uma avaliação precoce do estado mineral das plantas, mesmo durante a fase de floração, quando os processos fisiológicos ocorrem com alta intensidade. As amostras são coletadas durante a plena floração (>75% de flores abertas), selecionando flores fisiologicamente ativas, saudáveis e não danificadas de diferentes zonas da copa da árvore, secas a 65°C, e submetidas a homogeneização e determinação laboratorial do teor de elementos usando ICP-OES, AAS ou métodos espectrofotométricos. O tecido floral é menos propenso a flutuações metabólicas, o que garante alta precisão da análise (Reuter & Robinson, 1997).

Vários estudos mostram que o teor de boro em flores de maçã influencia a capacidade de polinização e a formação do vingamento de frutos (Gao et al. 2018; Banday et al., 2020). Os elementos potássio, magnésio e ferro nas flores podem ser usados como ferramentas para prever e avaliar precocemente a atividade fotossintética de pessegueiros (Staneva et al., 2024). Assim, o diagnóstico de flores permite uma intervenção precoce através da alimentação foliar ou da correção da fertilização do solo, antes do aparecimento de sintomas visíveis de deficiência.



O uso combinado da análise foliar e floral cria uma oportunidade para estabelecer um ciclo de diagnóstico anual – diagnóstico no início da primavera através da análise de flores e diagnóstico subsequente no verão

através da análise foliar. Isso alcança maior precisão na avaliação do estado nutricional e facilita a tomada de decisões oportunas.

Os princípios modernos da agricultura de precisão são cada vez mais aplicados na fruticultura através da implementação de abordagens de diagnóstico avançadas, bem como de sistemas baseados em SIG para gerenciar as taxas de fertilizantes. Essas tecnologias permitem otimizar a fertilização de acordo com a variabilidade espacial das plantações e as necessidades específicas das plantas. Isso leva a um uso mais eficiente dos recursos, minimização de perdas e melhoria da sustentabilidade ecológica dos sistemas de produção (Zhang et al., 2021; FAO, 2023).

Conclusão

A análise foliar e floral representam abordagens mutuamente complementares para o diagnóstico da nutrição mineral em culturas frutíferas. A sua aplicação combinada permite a detecção atempada de deficiências, o refinamento dos regimes de fertilização e a melhoria do estado fisiológico das plantas. No contexto da agricultura de precisão, esses métodos contribuem para a gestão sustentável dos recursos e para o aumento da eficiência na fruticultura moderna.

Fotos: Prof.^a Associada Dr.^a Irina Staneva, Prof.^a Associada Dr.^a Vanya Akova

Referências

1. Banday, S.A., Bhat, J.A., Ahanger, F.A., Mir, M. M., Iqbal, U., Khalil, A., Nazir, N., Bhat, R., & Wani, M.A. (2020). Efeito do Suplemento Nutricional na Frutificação, Rendimento e Qualidade da Maçã cv. Red Delicious sob Condições Temperadas do Vale da Caxemira. *Journal of Krishi Vigyan*, 9(1), 88-91.
2. FAO. (2023). *Avaliação Global da Poluição do Solo: Prevenir e Minimizar a Poluição do Solo*. Roma: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.
<https://www.fao.org>
3. Gao, Y., Zhu, H., Yang, X., et al. (2018). Deficiência de boro altera a concentração citosólica de Ca²⁺ e afeta os componentes da parede celular de tubos polínicos em *Malus domestica*. *Plant & Cell Physiology*, 59(4), 725-737.
4. Mertoğlu, K., & Kırca, L. (2025). Dinâmica de nutrientes na maçã: Análise da distribuição de macro e micronutrientes em folhas e frutos. *International Journal of*

- Agriculture Environment and Food Sciences, 9(1), 123-131.
<https://doi.org/10.31015/2025.1.15>
5. Singh, S. & Singh, J. (2022). Análise de tecido solo-folha para manejo de nutrientes em culturas frutíferas. *Indian Farming*, 72(10), 35-37.
 6. Staneva, I., Akova, V., & Bakardzhieva, V. (2024). Relações entre a Composição Mineral das Flores e o Teor de Pigmentos Fotossintéticos em Três Cultivares de Pessequeiro. In *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* (Vol. 27, Issue 2, pp. 176–190)
 7. Wang D., Zhou Y., Guo L., Zhang M., Ji Q., Han Y., Sun Z., Ma W. 2022, Requisitos de concentração de NPK foliar e insumos de fertilizantes químicos para alta produtividade e qualidade da produção de pêssego na província central de Hebei. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 28(2): 269-278.
 8. Zhang, Y., Wang, X., Li, W., Liu, X., & He, P. (2021). Manejo de nutrientes de precisão em pomares de frutas perenes: estado atual e perspectivas. *Agronomy*, 11(7), 1300. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071300>