

# Análisis foliar y floral como herramienta para el diagnóstico de la nutrición mineral en cultivos frutales

*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



## Resumen

El análisis de hojas y flores son herramientas importantes para evaluar y gestionar la nutrición mineral en cultivos frutales. El análisis foliar refleja la absorción de elementos nutritivos y el estado fisiológico de las plantas, siendo el momento más adecuado para el muestreo a mediados del verano. El análisis floral ofrece la oportunidad de un diagnóstico temprano al comienzo de la temporada de crecimiento, permitiendo la detección oportuna de deficiencias en elementos clave como boro, calcio y hierro – críticos para los procesos de

polinización y cuajado de frutos. La aplicación combinada de ambos métodos, en combinación con el análisis de suelo y tecnologías precisas, permite la corrección oportuna de los desequilibrios nutricionales, la optimización de las estrategias de fertilización y la producción sostenible de frutas.



El análisis foliar es un método moderno y ampliamente utilizado para monitorear la nutrición mineral en cultivos frutales. Proporciona una evaluación cuantitativa de la absorción de elementos nutritivos por las plantas y refleja tanto su disponibilidad en el suelo como la eficacia de los procesos fisiológicos y bioquímicos en las plantas (Singh, S. & Singh, J., 2022). La investigación científica muestra que el contenido de macro y microelementos en el tejido foliar se correlaciona con el crecimiento, el potencial de rendimiento y la calidad del producto (Wang D. et al., 2022; Mertoğlu & Kırca, 2025). El análisis de suelo por sí solo no ofrece una imagen completa del estado nutricional de los árboles, ya que no tiene en cuenta los complejos mecanismos de absorción y redistribución de elementos. En contraste, el análisis foliar refleja el estado fisiológico actual de las plantas. La composición mineral de las hojas está influenciada por una serie de factores: la etapa de desarrollo, las condiciones climáticas, la disponibilidad de elementos en el suelo, la actividad del sistema radicular, el riego y el estado hídrico. Como cualquier otro método de diagnóstico, el diagnóstico foliar también tiene ciertas limitaciones. La variación en las concentraciones para la mayoría de los elementos nutritivos minerales es mínima después de que cesa el crecimiento, que es el momento para el muestreo para el diagnóstico foliar (finales de julio - principios de agosto). Es obvio que si surge un problema determinado, relacionado con perturbaciones en el desarrollo fisiológico de las plantas frutales, así como la presencia de síntomas visuales de

una determinada deficiencia de algunos elementos, el diagnóstico foliar prácticamente se vuelve inaplicable dentro de la misma temporada de crecimiento. Típicamente, los datos del diagnóstico foliar se utilizan para determinar el régimen de fertilización para la próxima temporada de crecimiento. Para superar esta limitación, se busca un enfoque alternativo para evaluar el estado nutricional de las plantas. La aplicación del diagnóstico floral (análisis floral) permite una evaluación temprana del estado mineral de las plantas, incluso durante la fase de floración, cuando los procesos fisiológicos proceden con alta intensidad. Las muestras se toman durante la floración completa (>75% de flores abiertas), seleccionando flores fisiológicamente activas, sanas e intactas de diferentes zonas de la copa del árbol, se secan a 65°C y se someten a homogeneización y determinación de laboratorio del contenido elemental utilizando métodos ICP-OES, AAS o espectrofotométricos. El tejido floral es menos propenso a fluctuaciones metabólicas, lo que asegura una alta precisión del análisis (Reuter & Robinson, 1997).

Numerosos estudios muestran que el contenido de boro en las flores de manzano influye en la capacidad de polinización y la formación del cuajado de frutos (Gao et al. 2018; Banday et al., 2020). Los elementos potasio, magnesio y hierro en las flores pueden utilizarse como herramientas para predecir y evaluar tempranamente la actividad fotosintética de los melocotoneros (Staneva et al., 2024). Así, el diagnóstico floral permite una intervención temprana mediante la alimentación foliar o la corrección de la fertilización del suelo, antes de la aparición de síntomas visibles de deficiencia.



El uso combinado del análisis foliar y floral crea una oportunidad para establecer un ciclo de diagnóstico anual – un diagnóstico temprano en primavera mediante el análisis floral y un diagnóstico posterior en verano mediante el análisis foliar. Esto logra una mayor precisión en la evaluación del estado nutricional y facilita la toma de decisiones oportunas.

Los principios modernos de la agricultura de precisión se aplican cada vez más en la fruticultura mediante la implementación de enfoques de diagnóstico avanzados, así como sistemas basados en SIG para gestionar las tasas de fertilizantes. Estas tecnologías permiten optimizar la fertilización de acuerdo con la variabilidad espacial de las plantaciones y las necesidades específicas de las plantas. Esto conduce a un uso más eficiente de los recursos, la minimización de pérdidas y la mejora de la sostenibilidad ecológica de los sistemas de producción (Zhang et al., 2021; FAO, 2023).

## Conclusión

El análisis foliar y floral representan enfoques mutuamente complementarios para diagnosticar la nutrición mineral en cultivos frutales. Su aplicación combinada permite la detección oportuna de deficiencias, el refinamiento de los regímenes de fertilización y la mejora del estado fisiológico de las plantas. En el contexto de la agricultura de precisión, estos métodos contribuyen a la gestión sostenible de los recursos y al aumento de la eficiencia en la fruticultura moderna.

---

Fotos: Prof. Asoc. Dr. Irina Staneva, Prof. Asoc. Dr. Vanya Akova

---

## Referencias

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). Effect of Nutrient Supplement on Fruit Set, Yield and Quality of Apple cv. Red Delicious under Temperate Conditions of Kashmir Valley. *Journal of Krishi Vigyan*, 9(1), 88-91.
2. FAO. (2023). *Global Assessment of Soil Pollution: Preventing and Minimizing Soil Pollution*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>
3. Gao, Y., Zhu, H., Yang, X., et al. (2018). Boron deficiency alters cytosolic  $\text{Ca}^{2+}$  concentration and affects the cell wall components of pollen tubes in *Malus domestica*. *Plant & Cell Physiology*, 59(4), 725-737.
4. Mertoğlu, K., & Kirca, L. (2025). Nutrient dynamics in apple: Analyzing macro and micronutrient distribution in leaves and fruits. *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). Soil-leaf tissue analysis for nutrient management in fruit crops. *Indian Farming*, 72(10), 35-37.
  6. Staneva, I., Akova, V., & Bakardzhieva, V. (2024). Relationships between the Mineral Composition of Flowers and the Content of Photosynthetic Pigments in Three Peach Cultivars. 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, Leaf NPK concentration requisite and chemical fertilizer inputs for high yield and quality of peach production in central Hebei Province. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 28(2): 269-278.
  8. Zhang, Y., Wang, X., Li, W., Liu, X., & He, P. (2021). Precision nutrient management in perennial fruit orchards: current status and prospects. *Agronomy*, 11(7), 1300. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071300>