

## Análisis foliar: Una guía para evaluar el estado nutricional del café

La cantidad y calidad de las cosechas depende de un adecuado manejo nutricional de las plantas. Para lograr este propósito se sugiere definir los planes de fertilización y el uso de enmiendas según los resultados del análisis del suelo. Otra herramienta complementaria es el análisis foliar, el cual revela el estado nutricional de las plantas en un momento específico. Al respecto, es importante tener presente que la concentración foliar de los nutrientes, además de la fertilidad del suelo en sus componentes físicos, químicos y biológicos, depende de otros factores tales como la planta (variedad), el clima, las plagas, las enfermedades y el manejo agronómico de los sistemas de producción.

El análisis foliar permite: i) verificar los síntomas visibles de deficiencias nutricionales; ii) identificar la escasez de los nutrientes antes de que aparezcan los síntomas de deficiencia; iii) ayudar a determinar la capacidad relativa del suelo para proporcionar los nutrientes; iv) cuantificar el efecto del suministro del nutriente en su concentración en la planta; y v) estudiar la relación entre el estado del nutriente de la planta y el rendimiento del cultivo (Havlin et al., 2014).

Pese a la utilidad del análisis foliar su empleo no ha sido divulgado para el manejo de la nutrición en los sistemas de producción de café en Colombia, tendencia que dista de otros países productores del grano, en especial cuando los cultivos son tecnificados. De las pocas referencias en Colombia, se resalta la de Valencia y Arcila (1977), quienes emplearon la información obtenida en un experimento con nitrógeno, fósforo y potasio para sugerir concentraciones de nutrientes que se consideran “normales” (óptimas) para las variedades Borbón y Caturra.





**Cenicafé**  
Ciencia, tecnología  
e innovación  
para la caficultura  
colombiana

#### Autores

##### Siavosh Sadeghian Khalajabadi

Investigador Científico III  
<https://orcid.org/0000-0003-1266-0885>

Disciplina de Suelos, Cenicafé  
Centro Nacional de Investigaciones de  
Café - Cenicafé  
Manizales, Caldas, Colombia

DOI (Digital Object Identifier)  
<https://doi.org/10.38141/10779/0515>

#### Edición

Sandra Milena Marín López

#### Fotografías

Archivo Cenicafé

#### Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

#### Imprenta

ISSN-0120-0178

ISSN-2145-3691 (En línea)

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia  
Tel. (6) 8500707  
A.A. 2427 Manizales  
[www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org)

Este Avance Técnico tiene como propósito dar a conocer algunos aspectos básicos acerca de la interpretación del análisis foliar y suministrar información para evaluar el estado nutricional de las variedades que se cultivan actualmente en Colombia.

## Interpretación del análisis foliar

Mediante el análisis foliar se cuantifica la concentración total de cada elemento con base en la materia seca de las hojas. La Figura 1 describe la relación entre la concentración foliar de un nutriente y el crecimiento o producción de la planta en términos relativos, expresado en porcentaje del valor máximo alcanzado, es decir, 100%. El **nivel crítico** señala la concentración del elemento por debajo del cual se hacen visibles síntomas de deficiencia y la producción potencial del cultivo se afecta de manera considerable. Generalmente, el nivel crítico se calcula para un rendimiento relativo igual al 90%, lo cual significa que la producción máxima se reduce en 10%; bajo este panorama se considera que la deficiencia es **severa** y, por lo tanto, se espera que el suministro del elemento genere efectos significativos en la producción y calidad (Havlin et al., 2014).

Por las posibles interacciones que ocurren entre planta, manejo y ambiente, es poco probable que exista un único valor de nivel crítico universal para una misma especie. Con el fin de subsanar esa imprecisión se usa el **rango crítico de nutriente**, también llamado rango crítico de suficiencia, el cual comúnmente se selecciona para rendimientos relativos que van desde el 90% hasta el **rendimiento máximo** alcanzable, es decir, el 100% (Dow y Roberts, 1982). En esta zona de transición, considerada

la más importante en el diagnóstico foliar, la deficiencia se clasifica como leve y, eventualmente, pueden aparecer síntomas de deficiencias; sin embargo, la aplicación del nutriente vía fertilización puede no tener efectos significativos en la producción, dada la proximidad a la concentración adecuada. Adicionalmente, la planta puede llegar a absorber en exceso un nutriente, sin que ello conlleve al incremento o reducción del crecimiento, condición que se conoce como **consumo de lujo**. Por último, existe una concentración del elemento en la planta, por encima de la cual el rendimiento del cultivo disminuye y aparecen síntomas de **toxicidad**.

## Fertilidad del suelo y concentración foliar de nutrientes

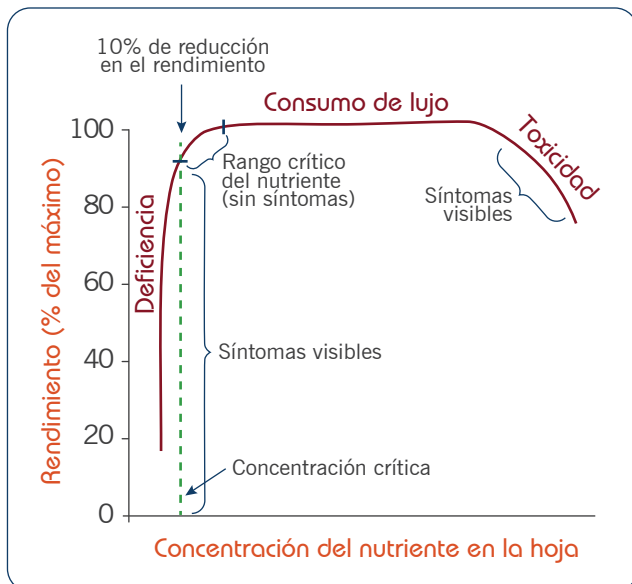
La aplicación de un nutriente vía fertilización incrementa de manera directa y proporcional los contenidos del elemento suministrado en el suelo, mientras que su concentración en la planta sigue una curva asintótica, como se muestra para el potasio en la Figura 2. Lo anterior se traduce en que la relación entre el contenido del nutriente en el suelo y en las hojas corresponda también a una curva asintótica (Figura 3); esto implica que, por encima del nivel crítico en las hojas, solo se darán cambios pequeños en la concentración del elemento, mientras que la disponibilidad del nutriente en el suelo se incrementa con una magnitud mayor. Lo expuesto sugiere que, los resultados del análisis foliar son particularmente útiles cuando la concentración del elemento objeto de estudio es baja, es decir, por debajo del rango crítico. En el caso de que la disponibilidad del nutriente sea alta o muy alta, el análisis foliar no será lo suficientemente sensible, por lo que es más apropiado el análisis del suelo (Mengel y Kirkby, 2000).

## Rangos críticos de nutrientes en café

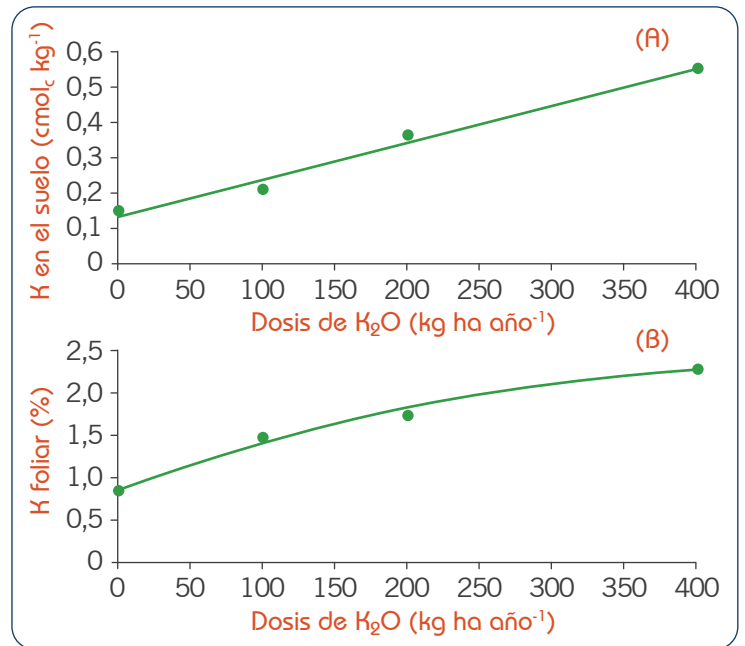
Durante los últimos años, en Cenicafé se han analizado más de 6.000 muestras foliares de café, correspondientes a las Variedades Castillo® y Colombia, tomadas en el desarrollo de 12 experimentos de nutrición en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Huila, Quindío, Risaralda, Santander y Tolima. Con el fin de definir los rangos críticos de los nutrientes para las variedades que actualmente se cultivan en Colombia, se analizaron los resultados de la siguiente manera:

Un primer paso consistió en la selección de los tratamientos con el mayor promedio de producción de café en cada experimento y sitio. Cuando no se registraron diferencias estadísticas se trabajó con el promedio de todos los tratamientos. En un segundo paso, se generaron los promedios de las concentraciones de los nutrientes para los tratamientos seleccionados de cada experimento y localidad; posteriormente, para cada nutriente se determinó la desviación estándar. Con esta información se calcularon los rangos críticos para cada nutriente (Tabla 1), de acuerdo con la metodología propuesta por Partelli et al. (2006), así:

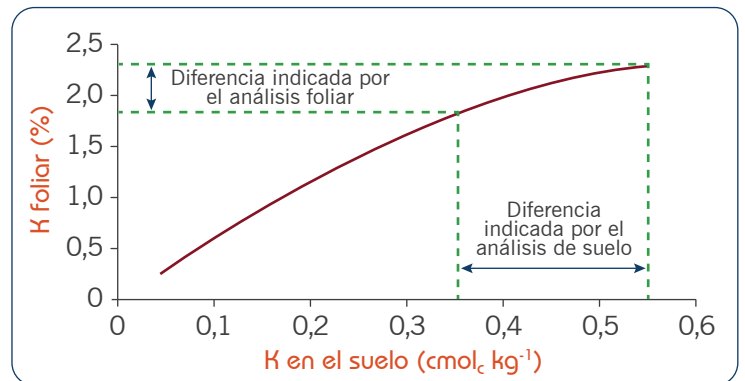
**Rango crítico = promedio ± desviación estándar**



**Figura 1.** Relación entre la concentración del nutriente en la hoja y el crecimiento de la planta. Adaptada de Havlin et al. (2014).



**Figura 2.** Contenido de potasio (K) en el suelo (A) y en las hojas (B) en función del suministro de potasio ( $K_2O$ ). Tomado de Sadeghian y Álvarez (2011).



**Figura 3.** Relación entre el nivel de potasio en el suelo y la concentración foliar de potasio en plantas de café. Datos originales tomados de Sadeghian y Álvarez (2001).

**Tabla 1.** Rangos críticos de nutrientes en hojas de café.

Nutriente	Rango crítico	Nutriente	Rango crítico
Nitrógeno	2,36%-2,78%	Manganeso	106-278 mg kg <sup>-1</sup>
Fósforo	0,14%-0,20%	Hierro	54-121 mg kg <sup>-1</sup>
Potasio	1,58%-2,15%	Boro	29-55 mg kg <sup>-1</sup>
Calcio	0,75%-1,29%	Cobre	8-17 mg kg <sup>-1</sup>
Magnesio	0,18%-0,45%	Zinc	6-12 mg kg <sup>-1</sup>
Azufre	0,15%-0,19%		

## ¿Cómo realizar un muestreo para el análisis foliar?

De manera práctica, se sugiere llevar a cabo el siguiente procedimiento para el muestreo foliar:

- ▶ Realizar el muestreo seis meses antes de una cosecha, preferiblemente la cosecha principal, pues de esta manera será posible conocer el estado nutricional de la planta en el momento que comienza la mayor demanda de los nutrientes por parte del fruto y podrán hacerse los ajustes necesarios a los planes de nutrición. Dado que esta fecha normalmente corresponde a uno o dos meses luego de la fertilización, también será posible evaluar la efectividad de esta labor.
- ▶ La muestra que se lleva al laboratorio debe corresponder a un lote homogéneo en cuanto al tipo de suelo (color y textura, entre otras características), la topografía, la edad de las plantaciones, el sombrío y las prácticas de fertilización y enclamiento realizadas recientemente.
- ▶ Seleccionar en cada lote 20 plantas de manera aleatoria.
- ▶ En cada planta escoger cuatro ramas en la zona de producción, en los cuatro puntos cardinales.
- ▶ Tomar de cada rama una hoja, ubicada en el tercero o cuarto nudo, a partir del ápice.
- ▶ Depositar las hojas recolectadas en una bolsa de papel nueva.
- ▶ Rotular la bolsa con una identificación clara y entregar al laboratorio la información correspondiente a: fecha de muestreo, ubicación de la finca, identificación del lote, características de la plantación (edad, densidad de siembra y sombrío, entre otras) y observaciones acerca de las prácticas recientes de fertilización, enclamiento, aplicación de insecticidas y fungicidas.
- ▶ Enviar la muestra al laboratorio en el menor tiempo posible. En el caso de una demora, debe secarse la muestra al aire y sobre un papel limpio, o guardarla en la nevera, sin congelarla.
- ▶ La muestra debe estar libre de suelo, polvo, pesticidas y fertilizantes. En ocasiones será necesario lavar las hojas con agua limpia y secarlas.
- ▶ Cuando existe la sospecha de una deficiencia nutricional, es necesario tomar por separado muestras en las plantas normales y otras con anomalías, en el mismo lote.

## Señor Caficultor

El análisis foliar como complemento del análisis del suelo, puede ayudar a definir planes más adecuados de nutrición de sus cafetales.

### Literatura citada

- Dow, A. I. & Roberts, S. (1982). Proposal: Critical Nutrient Ranges for Crop Diagnosis. *Agron. J.* 74(2):401-403.
- Havlin, J., Tisdale, S., Nelson, W., & Beaton, J. (2014). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (8th ed.). Pearson.
- Mengel, K., Kirkby, E. A., Kosegarten, H., & Appel, T. (2001). *Principles of plant nutrition* (5th ed.). Kluwer Academic Publishers.
- Partelli, F. L.; Vieira, H. D. & Martins, M. A. (2007). Nutritional diagnosis of the organic conilon coffee trees (*Coffea canephora Pierre ex Froehn*): sufficiency range approach for leaves and soil. *Coffee Science*, 1(1), 43-49.
- Sadeghian, S. & Álvarez, V. H. (2011). Calibración de análisis de suelos para potasio en café a partir de resultados obtenidos en una localidad. *Informaciones agronómicas de hispanoamérica* 2:13-15.
- Valencia, G. & Arcila, J. (1977). Efecto de la fertilización con N, P, K a tres niveles en la composición mineral de las hojas del café. *Cenicafé* 28(4):119-138.

