

Síntomas visuales de deficiencias nutricionales en café

Diagnóstico y manejo

Son catorce los nutrientes minerales que absorben las raíces de las plantas desde el suelo para cumplir sus funciones fisiológicas. De ellos, seis tienen una demanda más alta y se denominan macronutrientes: nitrógeno-N, fósforo-P, potasio-K, calcio-Ca, magnesio-Mg y azufre-S. Los ocho restantes son exigidos en cantidades muy bajas y son referidos como micronutrientes: hierro-Fe, cobre-Cu, manganeso-Mn, boro-B, molibdeno-Mo, zinc-Zn, cloro-Cl y níquel-Ni (1, 3).

La disponibilidad de estos elementos en el suelo puede verse afectada por factores como: la extensión de las raíces, temperatura, acidez, salinidad, plagas, enfermedades, humedad, daños por herbicidas, prácticas de labranza, variedad, arreglo espacial de las plantas, época de siembra, cantidad y localización del fertilizante, entre otros (2). Por lo anterior, conocer las características del suelo, el clima, la variedad y el manejo ayudan a identificar las causas que limitan una adecuada nutrición de los cultivos.

Cuando la nutrición mineral es deficiente se reduce la producción y aparecen frecuentemente síntomas visibles de la carencia de los elementos (Tabla 1); en contraste, a medida que se proporcionan los elementos requeridos en las cantidades suficientes y balanceadas, se obtienen producciones más altas y se reduce la probabilidad de presentarse síntomas visibles de sus carencias. Una nutrición excesiva o desbalanceada afecta negativamente la producción con sintomatologías visibles en casos severos (6).





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Siavosh Sadeghian Khalajabadi

Investigador Científico III

Disciplina de Suelos

Centro Nacional de Investigaciones

de Café - Cenicafé

Manizales, Caldas, Colombia

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Óscar Jaime Loaiza Echeverri

Imprenta

<https://doi.org/10.38141/10779/0478>

ISSN - 0120 - 0178

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) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

Los síntomas de la insuficiencia de uno o más nutrientes puede traducirse en cambios en el color de las hojas, necrosis y deformaciones, entre otros. Este Avance Técnico tiene como propósito dar a conocer los síntomas visuales de las deficiencias nutricionales más comunes de café en Colombia, como una herramienta para su diagnóstico y manejo.

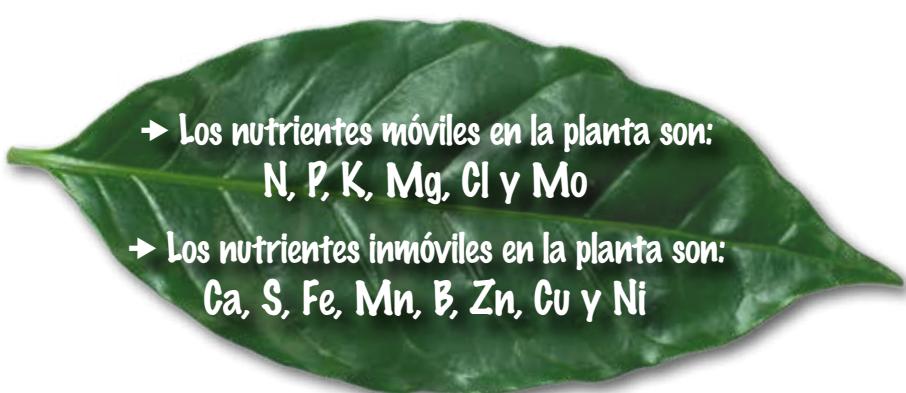
Tabla 1. Diagnóstico nutricional, según los síntomas visibles de deficiencia o toxicidad. Tomado de Sadeghian (6).

Nutrición	Producción relativa	Aparición de síntomas visibles	Diagnóstico nutricional
Muy deficiente	Muy baja	Muy frecuente	Deficiencia severa
Deficiente	Baja	Ocasional	Deficiencia latente
Adecuada	Alta	Rara vez	Nutrición correcta
Excesiva	Media	Ocasional	Toxicidad oculta
Muy excesiva	Baja	Frecuente	Toxicidad visible

Movilidad de nutrientes en la planta

Una vez los elementos esenciales ingresan a las raíces de las plantas, éstos se mueven con relativa facilidad hasta las hojas a través del xilema. Del mismo modo, algunos nutrientes también pueden moverse rápidamente vía floema desde las hojas más viejas hacia las más nuevas cuando ocurre una deficiencia; razón por la cual se conocen como **elementos móviles**. Por el contrario, ante la eventualidad de una carencia, los **nutrientes inmóviles** permanecen en las hojas más viejas (5).

En el diagnóstico de las deficiencias nutricionales los síntomas de la falta de los elementos móviles aparecen principalmente en las hojas más viejas y, en el caso de los inmóviles, en los tejidos más nuevos.



Deficiencias de nutrientes móviles

Cuando la planta de café es joven (menor de 2 años) las deficiencias de nutrientes móviles se observan en las hojas viejas de las ramas bajas, es decir, aquellas que se formaron primero (Figura 1), y conforme estas ramas fructifican, la magnitud de las deficiencias aumenta, ocasionando defoliación; en casos severos, las hojas nuevas también muestran las sintomatologías de la carencia. En las plantas que tienen más de 2 años, la aparición de las sintomatologías se centra principalmente en la zona productiva y se acentúa con la maduración de los frutos.

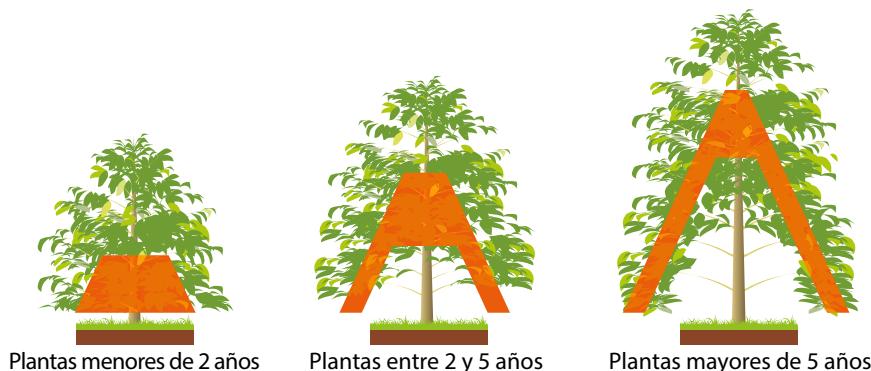


Figura 1. Sitio de aparición de los síntomas de deficiencias de nutrientes móviles en plantas de café, de acuerdo a la edad. El color anaranjado señala la zona de la aparición de las deficiencias.

Deficiencias de nutrientes inmóviles

El crecimiento vegetativo de café tiene lugar tanto en la parte inferior de la planta, donde se encuentran las ramas plagiotrópicas más viejas, como en la parte media y superior. Por esta razón, todas las ramas ortotrópicas o plagiotrópicas disponen de hojas más nuevas en su ápice. Lo anterior conlleva a que, ante una deficiencia de nutrientes inmóviles, se presenten sintomatologías de carencia en las hojas nuevas de todas las ramas, independiente de la edad de la planta (Figura 2).



Figura 2. Sitio de aparición de los síntomas de deficiencias de nutrientes inmóviles en plantas de café. El color anaranjado señala la zona de la aparición de las deficiencias.

Diagnóstico de las deficiencias nutricionales

La efectividad de los planes de fertilización y encalamiento debe ser analizada permanentemente a través del **estado nutricional de las plantas**, el cual se realiza habitualmente con el diagnóstico visual. A partir de éste se compara en el campo el aspecto de plantas afectadas por la falta o exceso de uno o más elementos, frente a plantas que se consideran "normales" en cuanto a su nutrición. Para este propósito generalmente se usan las hojas y, en ocasiones, otros órganos como la raíz o el fruto, según el elemento (4).

En los diferentes órganos de las plantas pueden aparecer desórdenes o alteraciones visibles, como resultado de una situación anómala; sin embargo, éstas pueden estar relacionadas con factores bióticos y abióticos, diferentes a las deficiencias nutricionales. De allí, la importancia de identificar los síntomas visibles de la carencia de elementos esenciales en el campo, con el fin de establecer planes de manejo según el caso.

La aparición de los síntomas de deficiencias de los nutrientes en ciertos sitios específicos de la planta está relacionada con las funciones fisiológicas que estos elementos realizan y su movilidad dentro de la planta; por ejemplo, la carencia de nitrógeno se manifiesta como clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas. El cambio de color verde a amarillo está relacionado con la pérdida de nitrógeno proteico de los cloroplastos, y la aparición de los síntomas en las hojas más viejas es el resultado de su alta movilidad. A su vez, cuando se presenta una deficiencia de P, aparecen coloraciones rojizas en las hojas viejas, sintomatología que se debe a la acumulación de azúcares que propician la síntesis de antocianinas (un pigmento de color púrpura) en la hoja (1).

Deficiencias de nitrógeno-N

Descripción. Las plantas con deficiencias de N exhiben los siguientes síntomas:

- Clorosis relativamente uniforme de las hojas más viejas
- Senescencia prematura de las hojas y posterior defoliación en las ramas productivas
- Poca emisión de nuevos brotes y reducción en el crecimiento de la planta
- Ante una deficiencia severa, la defoliación es acompañada de clorosis en las hojas más nuevas. Puede presentarse muerte descendente de las ramas y paloteo
- Reducción en el crecimiento de los frutos, éstos se tornan amarillos y, en ocasiones, se secan
- Frutos afectados por enfermedades como la mancha de hierro

Causas. La deficiencia de N puede estar relacionada con una o más de las siguientes condiciones:

- Niveles insuficientes de N en el suelo, consecuencia de los bajos contenidos de materia orgánica
- Baja mineralización de la materia orgánica en respuesta de la acidez del suelo o bajas temperaturas
- Limitaciones en la profundidad efectiva del suelo
- Suelos muy arenosos
- Dosis insuficientes de N suministrado
- Aplicaciones de fertilizantes nitrogenados en épocas inadecuadas (principalmente en época seca)
- Altas pérdidas de N por lixiviación, especialmente en suelos arenosos y períodos muy lluviosos

Prevención. Para prevenir las deficiencias de N se recomiendan las siguientes prácticas, según el caso:

- Controlar la erosión (reducción en la pérdida de la capa superficial, rica en materia orgánica y N)
- Corregir la acidez del suelo
- Establecer árboles de sombrío con el fin de: menguar los efectos de los períodos secos, aportar N mediante la aplicación de materiales orgánicos y estimular el ciclaje de N, además de mejorar las propiedades físicas del suelo
- Proporcionar regularmente N
- Construir zanjas de drenaje en suelos con problemas de encharcamiento



Figura 3. Síntomas de deficiencia de nitrógeno.

- Condiciones de encharcamiento o sequía
 - Problemas de las raíces
 - Presencia de arveses agresivas en el plato del árbol
 - Falta de sombrío en sitios con déficit hídrico prolongado
-
- Controlar las plagas y enfermedades de las raíces del café
- Corrección.** En la etapa de levante deben suministrarse hasta $30 \text{ g.} \text{año}^{-1}$ de N por planta, distribuidos en tres o cuatro aplicaciones. Durante la fase de producción es necesario aplicar dosis equivalentes a $300 \text{ kg.} \text{ha}^{-1}$ de N, fraccionados en dos o tres aplicaciones. La anterior dosis puede ajustarse con base en el sistema de producción (densidad de siembra y nivel de sombra). Las fuentes más comunes de N son: urea (46% de N), DAP (18% de N) y fertilizantes compuestos ricos en N como 25-4-24, 17-6-18-2 y 25-3-19-3-4.

Deficiencias de fósforo-P

Descripción. Las plantas con deficiencias de P exhiben los siguientes síntomas:

- En las plantas muy jóvenes se presenta un retardo en el crecimiento, consecuencia de un sistema de raíces poco desarrollado. Las hojas se tornan de color verde opaco y ligeramente claro
- En las plantas adultas ocurre amarillamiento desuniforme en las hojas más viejas, acompañada de manchas rojizas
- Defoliación en casos severos

Causas. La deficiencia de P está relacionada con las siguientes condiciones:

- Bajos contenidos de P en el suelo
- Suelos ácidos con altos contenidos de hierro y aluminio
- Suelos con alta capacidad para fijar el P (principalmente los derivados de cenizas volcánicas)
- Planes de fertilización deficientes en P
- Baja asociación con micorrizas
- Lixiviación excesiva de P durante períodos muy lluviosos
- Desarrollo radical deficiente o daño por plagas y enfermedades
- Baja mineralización de la materia orgánica del suelo



Figura 4. Síntomas de deficiencia de fósforo.

Prevención. Las deficiencias de P pueden prevenirse mediante las siguientes prácticas:

- Aplicación de abonos orgánicos, en especial de aquellos ricos en P
- Corrección de la acidez del suelo
- Planes de fertilización fosfórica según el contenido del elemento en el suelo
- Aplicación de micorrizas en la etapa de almácigo
- Control de plagas que afectan la raíz

Corrección. En la etapa de levante deben suministrarse hasta $10 \text{ g.} \text{año}^{-1}$ de P_2O_5 por planta, distribuidos en dos aplicaciones. Durante la fase de producción deben aplicarse dosis equivalentes a $60 \text{ kg.} \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$ de P_2O_5 , suministrados de manera localizada en una sola aplicación. La dosis en mención puede ajustarse con base en el sistema de producción. En el establecimiento es particularmente beneficioso el empleo de fuentes ricas en P, por ejemplo, DAP (46% de P_2O_5). En la fase reproductiva, además de DAP pueden emplearse fertilizantes compuestos que contengan este elemento, por ejemplo, 25-4-24 y 17-6-18-2.

Deficiencias de potasio-K

Descripción. Los síntomas de las deficiencias de K se manifiestan así:

- Necrosis en la punta y los bordes de las hojas más viejas, particularmente en la zona de producción
- En casos severos ocurre defoliación de las hojas afectadas
- Reducción ligera en el tamaño de los frutos, principalmente del grosor de la pulpa

Causas. La deficiencia de K se relaciona principalmente con:

- Niveles bajos de K en el suelo
- Desbalances con respecto al Ca y Mg
- Planes de fertilización deficientes en K
- Baja Capacidad de Intercambio Catiónico-CIC del suelo
- Material parental pobre en K
- Pérdidas de K por lixiviación en suelos arenosos
- Acidez del suelo
- Aplicación de dosis altas de N
- Daños en el sistema radical por plagas y enfermedades
- Baja humedad y temperatura



Figura 5. Síntomas de deficiencia de potasio.

Prevención. Las deficiencias de K pueden prevenirse a través de las siguientes prácticas:

- Aplicación de abonos orgánicos ricos en K, especialmente la pulpa de café
- Planes de fertilización preferiblemente basados en los resultados de análisis de suelos
- Corrección de la acidez del suelo
- Racionalización de la fertilización con N, Ca y Mg
- Control de las plagas y enfermedades que afectan las raíces

Corrección. En la etapa de levante deben suministrarse hasta $10 \text{ g.} \text{año}^{-1}$ de K_2O por planta, distribuidos en dos aplicaciones. Durante la etapa de producción deben suministrarse, en dos a tres aplicaciones, dosis equivalentes a $300 \text{ kg.} \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$ de K_2O . Es posible ajustar la anterior dosis según el sistema de producción. La principal fuente simple de K es el cloruro de potasio-KCl (60% de K_2O). Otras alternativas son los fertilizantes compuestos, entre ellos, el 25-4-24 y el 17-6-18-2.

Deficiencias de calcio-Ca

Descripción. Las plantas con deficiencias de Ca exhiben clorosis en los bordes de las hojas más nuevas. Ocasionalmente las hojas pierden su turgencia, se curvan hacia abajo y los bordes se tornan ondulados. En casos severos se produce la muerte de los puntos de crecimiento.

Causas. La sintomatología de la deficiencia de Ca puede estar relacionada con una o más de las siguientes condiciones:

- Baja capacidad de intercambio catiónico - CIC
- Niveles muy bajos de Ca en el suelo
- Condiciones de fuerte acidez
- Déficit hídrico prolongado, particularmente en suelos arenosos
- Material parental pobre en Ca
- Desbalances con respecto a Mg y K



Figura 6. Síntomas de deficiencia de calcio.

Prevención. La principal vía para prevenir las deficiencias de Ca es la corrección de la acidez del suelo, basándose en el análisis del suelo. Cuando el pH es adecuado, pueden aplicarse fertilizantes como sulfato de Ca.

Corrección. En la siembra incorporar hasta 120 g/planta de cal, según los resultados de análisis de suelos. Repetir la aplicación al año. Durante la etapa de producción aplicar dosis entre 400 y 1.400 kg.ha⁻¹ de cal, según el grado de la acidez y el contenido de Ca. Eventualmente podrá utilizarse el yeso agrícola (sulfato de Ca).

Deficiencias de magnesio-Mg

Descripción. La deficiencia de Mg genera los siguientes síntomas:

- Clorosis interenal de las hojas más viejas, en tanto que las nervaduras principales permanecen verdes
- Defoliación en las ramas productivas

Causas. La falta de Mg puede tener su origen en las siguientes causas:

- Bajos niveles de Mg en el suelo
- Planes de fertilización deficientes en Mg
- Baja CIC
- Condiciones de acidez del suelo
- Suministro de altas dosis de K
- Corrección de la acidez del suelo con cal agrícola u otras fuentes que no contengan Mg
- Desbalances con respecto al K y Ca



Figura 7. Síntomas de deficiencia de magnesio.

Prevención. Es posible prevenir la deficiencia de Mg a través de:

- Planes de fertilización en suelos con bajos niveles de Mg
- Racionalizar la fertilización potásica

Corrección. Emplear materiales encalantes ricos en Mg cuando se requiere corregir la acidez del suelo, particularmente la caliza dolomítica.

Adicionalmente, en la etapa de levante deben suministrarse 5 g/planta de MgO, distribuidos en dos aplicaciones. Durante la fase reproductiva se recomiendan dosis cercanas a $60 \text{ kg.ha-año}^{-1}$ de MgO, fraccionados en una o dos aplicaciones, según el tipo de fertilizante. Las fuentes más comunes de Mg son el óxido y el sulfato de magnesio (88 y 25% de MgO, respectivamente).

Deficiencias de azufre-S

Descripción. Muy pocas veces se presentan deficiencias de S en los suelos de la zona cafetera de Colombia. Estas deficiencias se caracterizan por un amarillamiento uniforme de las hojas más nuevas. A diferencia de lo que ocurre con la carencia severa de N, ante la falta de S las hojas más viejas próximas al ápice de las ramas (tercero o cuarto par) permanecen de color verde.

Causas. La carencia de S se genera principalmente por:

- Bajos niveles bajos de S en el suelo, particularmente cuando los contenidos de la materia orgánica son muy bajos
- Baja mineralización de la materia orgánica, principalmente debido a la temperatura
- Problemas de aireación del suelo
- Planes de fertilización con ausencia de S



Figura 8. Síntomas de deficiencia de azufre.

Prevención. La deficiencia de S puede prevenirse mediante:

- Conservación del suelo, evitando la erosión
- Aplicación de abonos orgánicos
- Planes de fertilización incluido el S

Corrección. La deficiencia de S puede corregirse al aplicar 50 kg.ha-año⁻¹ de S, empleando fuentes que contengan este elemento, como sulfato de magnesio (25% de MgO y 20% de S) o sulfato de amonio (21% de N y 24% de S).

Deficiencias de hierro-Fe

Descripción. En las plantas que exhiben deficiencias de Fe las hojas nuevas toman coloraciones que van desde amarillo verdoso hasta verde muy claro (casi blanco), mientras que las nervaduras se conservan verdes, formando una red muy fina.

Causas. La deficiencia de Fe está relacionada con las siguientes condiciones:

- Suelos con pH cercano a 7,0
- Exceso de agua y pobre aireación
- Aplicación de dosis altas de cal
- Aplicación de glifosato para el control de arvenses



Figura 9. Síntomas de deficiencia de hierro.

Prevención. Las deficiencias de Fe pueden prevenirse mediante las siguientes prácticas:

- Análisis del suelo para definir la pertinencia de la aplicación de cales
- Evitar el sobre-encalamiento
- Tener cuidado con la aplicación de glifosato

Corrección. En ocasiones, el empleo de fertilizantes nitrogenados, en particular el sulfato de amonio, ayuda a reducir el pH del suelo, lo cual aumenta la disponibilidad del Fe. No se recomienda la aplicación foliar del elemento debido a su baja eficiencia.

Deficiencias de boro-B

Descripción. La carencia de B puede manifestarse de las siguientes formas:

- Manchas de color café en los brotes (hojas nuevas)
- Muerte de las yemas terminales y aparición de nuevos brotes
- Hojas más viejas de color “verde aceituna” que se extiende desde el ápice hacia la base, en forma de “V” invertida (Λ)
- Suberización (formación de tejido corchoso) de las nervaduras en las hojas más viejas
- Aparición de una mancha circular de color café y apariencia corchosa (suberización) en la base de los frutos. A partir de este punto se extienden hasta el pedúnculo del fruto rayas con un aspecto similar, las cuales pueden crecer hasta formar manchas de aspecto irregular



Figura 11. Síntomas de deficiencia de boro.

Prevención. Para prevenir la deficiencia de B pueden llevarse a cabo las siguientes alternativas de manejo:

- Conservación del suelo
- Aplicación de abonos orgánicos
- Incluir el B en los planes de fertilización, especialmente en suelos pobres en materia orgánica y con bajos niveles de B

Causas. La deficiencia de B se relaciona principalmente con:

- Suelos con niveles muy bajos de B
- Suelos con bajos contenidos de materia orgánica y muy arenosos
- Déficit hídrico prolongado
- Planes de fertilización con ausencia del nutriente

Deficiencias de manganeso-Mn

Descripción. Las hojas nuevas de la planta se tornan más grandes de lo normal. Éstas presentan un color verde claro y uniforme en toda su superficie, mientras que las nervaduras tienden a ser ligeramente más oscuras. Cabe resaltar que en escasas oportunidades se detectan deficiencias de este nutriente.

Causas. La sintomatología de la deficiencia de Mn ocurre ante las siguientes condiciones:

- Niveles muy bajos de Mn en el suelo, principalmente debido a las condiciones de alcalinidad o valores de pH cercanos a la neutralidad. Por lo general, ocurren en pequeñas áreas cercanas a las viviendas, donde han arrojado cenizas
- Desbalances con respecto al Fe



Figura 10. Síntomas de deficiencia de manganeso.

Prevención. La principal vía para prevenir las deficiencias de Mn es evitar que el pH del suelo exceda de 5,5. Por lo tanto es necesario:

- No realizar prácticas de encalamiento, si no se cuenta con los resultados de análisis del suelo
- Evitar el sobre-encalamiento

Corrección. Cuando el área afectada por la deficiencia sea considerable deben realizarse prácticas tendientes a reducir el pH del suelo, entre ellas, la aplicación de sulfato de amonio o flor de azufre.

Deficiencias de zinc-Zn

Descripción. Las plantas con deficiencias de Zn exhiben los siguientes síntomas:

- Hojas nuevas más pequeñas, lanceoladas y con clorosis intervenal
- Entrenudos cortos

Causas. La deficiencia de Zn tiene su origen en causas como:

- Suelos con niveles bajos en Zn
- Planes de fertilización deficientes en Zn
- Suelos con pH neutro o alcalino
- Períodos de sequía prolongados
- Exceso de P en el suelo, generalmente consecuencia de fertilizaciones excesivas



Figura 12. Síntomas de deficiencia de zinc.

Prevención. Puede prevenirse la deficiencia de Zn mediante prácticas como:

- Aplicación de Zn en suelos deficientes
- Manejo adecuado de la fertilización fosfórica
- Evitar el sobre-encalamiento

Corrección. La fuente más común es el sulfato de Zn (25 a 36% de Zn). Dosis cercanas a los 3 kg.ha-año⁻¹ se consideran normales.

Señor caficultor:

Una adecuada nutrición es la clave para obtener buenas cosechas.

Ante la aparición frecuente de los síntomas de deficiencias nutricionales revise los planes de fertilización y encalamiento.

Prevenga o corrija las deficiencias nutricionales



Literatura citada

1. HAVLIN, J.L.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. 8a. ed. New Jersey: Pearson, 2014. 516 p.
2. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FÓSFORO-INPOFOS. Diagnóstico del estado nutricional de los cultivos. Oficina para el norte de Latinoamérica, Quito (Ecuador), 1993. 55 p.
3. KIRKBY E. Introduction, definition and classification of nutrients. p. 3-5. En: Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3a ed. London: Academic Press, 2012.
4. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. DE. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 201 p.
5. MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Principios de nutrición vegetal. Basel : International Potash Institute, 2000. 692 p.
6. SADEGHIAN K., S. Nutrición de cafetales. p. 85-116. En: CENICAFÉ. Manual del cafetero colombiano : Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Manizales : FNC : CENICAFÉ, 2013. 3 vols.

