

# 473

Noviembre de 2016  
Gerencia Técnica /  
Programa de Investigación Científica  
Fondo Nacional del Café



## Nutrición de los cafetales en Colombia, en escenarios de La Niña

Avances Técnicos  
Cenicafé



La productividad de los cafetales depende estrechamente de una adecuada nutrición. Cuando las raíces de las plantas encuentran condiciones óptimas para su crecimiento y absorben en cantidades suficientes los elementos que necesitan para realizar sus funciones fisiológicas, pueden producir de manera sostenible cosechas abundantes y de buena calidad.

El suelo constituye el principal reservorio de los nutrientes para las plantas; sin embargo, en la mayoría de las veces, los contenidos de nutrientes no son suficientes, por lo que es necesaria la aplicación de abonos y enmiendas que permitan incrementar y mantener la fertilidad del suelo (6).



Ciencia, tecnología  
e innovación  
para la caficultura  
colombiana

#### Autores

##### **Siavosh Sadeghian Khalajabadi**

Investigador Científico III  
Disciplina de Suelos

##### **Álvaro Jaramillo Robledo**

Investigador Senior  
Disciplina de Agroclimatología

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/10.38141/10779/0473>

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](http://www.cenicafe.org)

Un factor determinante en el proceso de la nutrición de las plantas es el agua, ésta se requiere para disolver los fertilizantes y sirve de medio para todas las reacciones químicas y bioquímicas que tienen lugar en el suelo y en la planta. Por lo anterior, la disponibilidad del agua determina el crecimiento de las plantas y la productividad de los cultivos (2).

La principal fuente de agua en la zona cafetera es la lluvia; cuando su cantidad y distribución son adecuadas, se favorece la absorción de los nutrientes por las raíces, mientras que el déficit y el exceso hídrico afectan negativamente la nutrición de las plantas.

En este Avance Técnico se presenta información acerca del evento de La Niña, el cual genera aumentos en las cantidades de lluvia en la zona cafetera, y sus implicaciones en la nutrición de los cafetales.

## **Cantidad y distribución de la lluvia en la región cafetera**

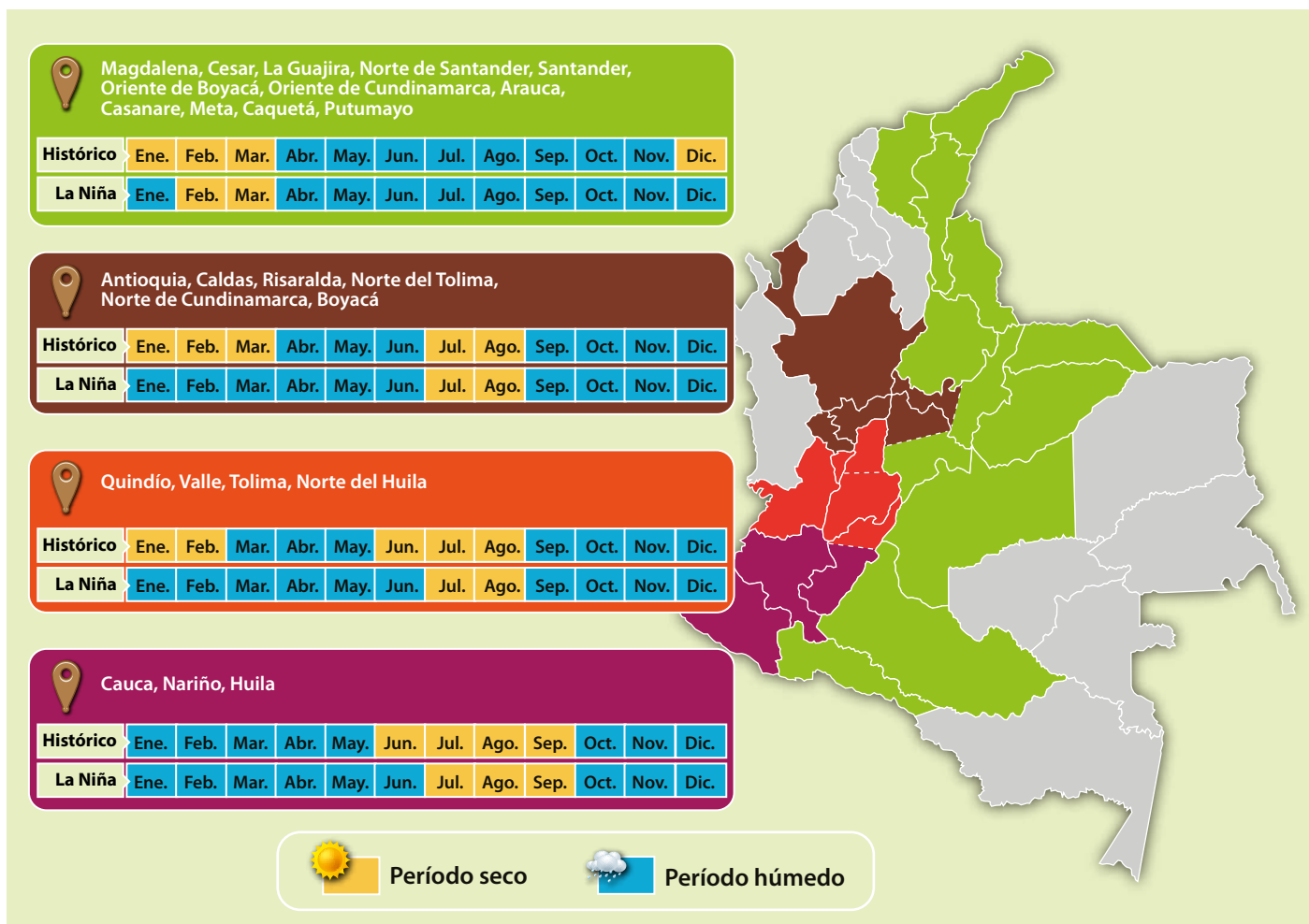
Las cantidades anuales de lluvia en la zona cafetera varían entre 1.000 y 5.000 mm, con registros de 2.000 mm en mayor frecuencia. Las menores cantidades se han registrado en El Roble-Santander (1.006 mm) y Tibacuy-Cundinamarca (1.103 mm) y las mayores en Cocorná-Antioquia (4.814 mm) y Marquetalia- Caldas (4.061 mm).

La distribución anual de la precipitación en la zona cafetera de Colombia está determinada por el movimiento latitudinal de la Zona de Confluencia Intertropical (Figura 1). En la Zona Cafetera Norte (mayor de 7° de latitud Norte) ocurre una estación seca pronunciada de diciembre a marzo y una estación lluviosa de mayo a noviembre. La Zona Cafetera Central (latitudes entre 3° a 7° Norte) presenta dos períodos lluviosos: entre marzo-junio y septiembre-diciembre, y dos períodos menos lluviosos: entre enero-febrero y julio-agosto. La Zona Cafetera Sur (latitudes inferiores a 3° Norte) presenta una estación seca marcada desde mediados de junio a mediados de septiembre y una estación lluviosa de octubre a junio.

## **Consideraciones sobre el evento de La Niña**

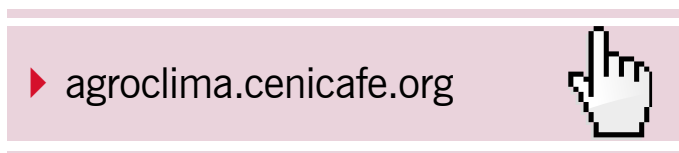
La Niña es un evento climático natural que se produce por la interacción entre la atmósfera y el océano Pacífico ecuatorial; su principal característica es la disminución de la temperatura en las aguas superficiales del océano Pacífico, en un área situada entre los 10° Norte y 10° Sur. Para definir una condición de La Niña la temperatura del océano Pacífico debe estar 0,5°C por debajo de la temperatura media normal, durante cinco temporadas consecutivas de promedios trimestrales. El promedio de su duración es de 12 meses y puede prolongarse hasta por tres años. Los efectos en la zona cafetera se manifiestan en un incremento de las cantidades de lluvia entre el 24% y el 87%, y disminuciones de la radiación solar y de la temperatura.

Actualmente se tienen conocimientos avanzados sobre las implicaciones de los eventos de El Niño y La Niña, que permiten conocer con anticipación las condiciones climáticas que predominarán y así emprender acciones para



**Figura 1.** Distribución de la lluvia en condición normal y durante el evento de La Niña en la zona cafetera de Colombia.

disminuir sus efectos. En la página de Internet de Cenicafé puede hacerse el seguimiento de estos eventos:



## El exceso de lluvia por La Niña y la nutrición de los cafetales

En la zona cafetera de Colombia los efectos de La Niña sobre la nutrición de las plantas no se pueden generalizar; es así como en regiones con baja disponibilidad de lluvia anual (menor a 1.500 mm), el aumento en las cantidades de agua favorece el desarrollo y crecimiento de los cultivos, entre ellos el café. En las regiones donde normalmente se presentan altas cantidades de lluvia anual (mayor a los 2.500 mm) los excedentes de agua y la disminución del brillo solar pueden ejercer una acción

perjudicial en la producción de café y, adicionalmente, un aumento en la incidencia y la severidad de las enfermedades y algunas plagas.

### Lixiviación de nutrientes

Las raíces de las plantas toman los nutrientes casi exclusivamente de la solución del suelo en forma iónica; por lo tanto, se necesita de humedad para que el proceso de absorción tenga lugar (1). Ante eventos de lluvia, el suelo funciona como una esponja, reteniendo los nutrientes disueltos en el agua dentro de los mesoporos (poros de tamaño medio de 30 a 100 micras, también llamados capilares). Esta característica es afectada por propiedades como el contenido de la materia orgánica, la textura y la estructura del suelo (3). Si el suelo es muy arenoso o posee muchos poros grandes (macroporos), se propicia un mayor drenaje y con ello la pérdida de los elementos esenciales por lixiviación, condición que afecta la nutrición y, por consiguiente, la producción.



“

**La lixiviación es el proceso del movimiento de nutrientes que se encuentran en la solución del suelo, por debajo de la zona de raíces de las plantas, hacia los cuerpos de agua, quedando inaccesibles para las plantas.**

”

Aunque la lixiviación ocurre de manera natural en cualquier ecosistema, su magnitud cambia de acuerdo con la cantidad de la lluvia, las propiedades del suelo y el manejo del cultivo. Las pérdidas de los nutrientes por lixiviación, además de afectar la producción de los cultivos, pueden ocasionar contaminación de las fuentes de agua; de allí la importancia de implementar estrategias de adaptación a través de prácticas agronómicas (10).

Cuando la lluvia anual es mayor que la evapotranspiración, el estrés hídrico por exceso limita el crecimiento potencial de la planta y la demanda de nutrientes (1). Ante estas condiciones se incrementan las pérdidas por lixiviación de los elementos requeridos.

“

**Las plantas que poseen un sistema de raíces más sano y abundante, absorben una mayor cantidad de nutrientes, reduciendo las pérdidas por lixiviación.**

”

En aquellas localidades de la zona cafetera, donde históricamente la cantidad anual de la lluvia es relativamente baja (menor de 1.500 mm) y bien distribuida, un exceso de la precipitación, ocurrido durante un evento de La Niña, favorece la absorción de los nutrientes, sin que ocurran pérdidas por lixiviación (Tabla 1); además, si esta condición se conjuga con suelos que tienen buena representación de poros capilares, la respuesta será más favorable. Por el contrario, en sitios caracterizados por una precipitación histórica alta (más de 2.500 mm/año) y concentrada, en los cuales por el efecto de La Niña los niveles de lluvia pueden superar los 3.800 mm al año, se incrementa la probabilidad de la ocurrencia de pérdida de los nutrientes. En el caso de que los suelos sean arenosos o que tengan alta representación de macroporos, esta situación se vuelve más crítica.





**Tabla 1.** Disponibilidad de agua en el suelo y pérdida de nutrientes por lixiviación ante la ocurrencia de un evento de La Niña, en función de la cantidad de lluvia en un año normal (Neutro).

| Cantidad de lluvia en un año normal (mm/año) | Disponibilidad de agua en el suelo | Pérdida de nutrientes por lixiviación |
|--|------------------------------------|---------------------------------------|
| Menor de 1.500                               | Baja                               | Baja                                  |
| 1.500 a 2.500                                | Media                              | Media                                 |
| 2.500 a 3.500                                | Alta                               | Alta                                  |
| Mayor de 2.500 a 3.500                       | Muy alta                           | Muy alta                              |

**“ Entre mayor sea la cantidad de la lluvia, más intensa y menos distribuida, mayores serán las pérdidas de nutrientes por lixiviación. ”**

Los suelos de la zona cafetera del país son disímiles en su capacidad para retener el agua o permitir que ésta drene, aspecto que depende principalmente de sus propiedades físicas y del contenido de la materia orgánica, que son características que varían a través del perfil. Una condición “ideal” es aquella en la que el suelo es capaz de retener suficiente cantidad de agua para suplir los requerimientos de las plantas, sin que se presente encharcamiento o lixiviación excesiva. Por lo general, los suelos derivados de cenizas volcánicas, caracterizados por ser ricos en materia orgánica y presentar buenas propiedades físicas en el horizonte superficial, texturas francas, buena estructura, densidad aparente baja y alta porosidad, cumplen con los anteriores requisitos. En contraste, suelos con textura arcillosa y bajos niveles de materia orgánica, exhiben un drenaje lento, lo cual conlleva a que ante eventos de La Niña, se presenten problemas de encharcamiento, los cuales afectan la disponibilidad de nutrientes. Algunos ejemplos de la situación descrita se presentan en las Figuras 2 y 3 para suelos de la Unidad Mandivá (departamento de Cauca) y La Cristalina (departamento de Huila). Cuando la textura del suelo es muy arenosa, la materia orgánica tiende a ser baja; condición que genera desabastecimiento de nutrientes en la solución del suelo, por el constante lavado durante períodos prolongados de lluvia. Una condición similar sucede en la unidad San Simón, de alta ocurrencia en los departamentos de Huila y Tolima.

**“ La protección del suelo contra la erosión y el uso de abonos orgánicos ayudan a mejorar la estructura y la porosidad del suelo, propiedades que favorecen la retención de humedad para el uso de las plantas y al mismo tiempo facilitan el drenaje cuando hay un exceso de agua. ”**





**Figura 2.** Suelo de la unidad Mandivá (departamento de Cauca) con alta retención de agua (A). Horizonte arcilloso con drenaje imperfecto (B), donde las coloraciones grisáceas indican condiciones de encharcamiento.



**Figura 3.** Suelo de la unidad La Cristalina (departamento de Huila) con problemas de drenaje. Nótese la necesidad de zanjas para evacuar el exceso de humedad.

## La acidez del suelo

Una de las causas de la acidez de los suelos es el exceso de lluvia, debido al lavado de las bases intercambiables (calcio- $\text{Ca}^{2+}$ , magnesio- $\text{Mg}^{2+}$  y potasio- $\text{K}^+$ ) y su reemplazo por cationes de naturaleza ácida (principalmente aluminio intercambiable- $\text{Al}^{3+}$ ). Adicionalmente, a medida que los suelos se hacen más ácidos se reduce su capacidad para retener

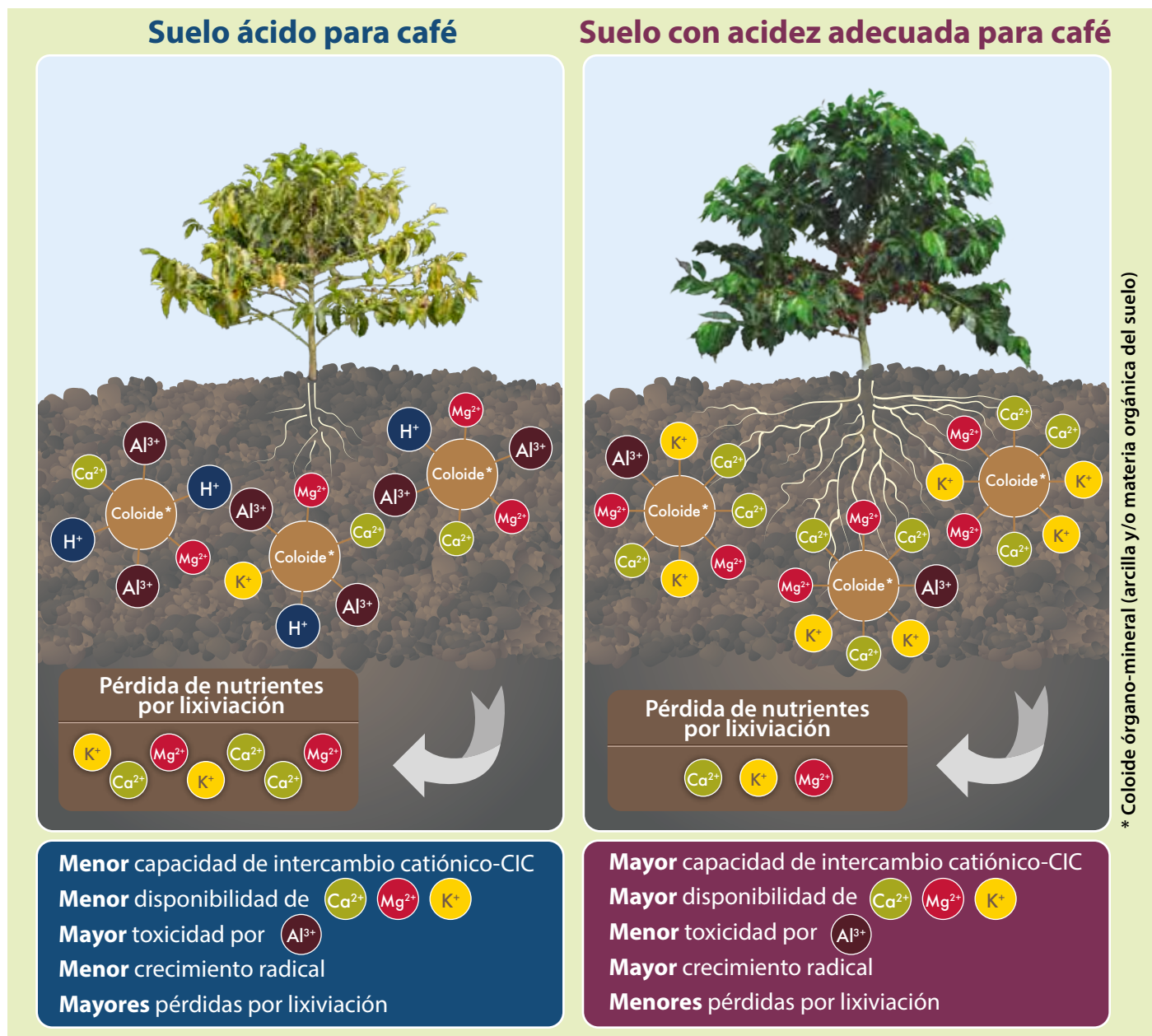
“ La corrección de la acidez mediante el encalamamiento es una verdadera inversión. Esta práctica, ayuda a que las raíces crezcan más, reduciendo las pérdidas de los nutrientes por lixiviación. ”

nutrientes, haciendo que se pierdan más fácilmente por la lixiviación (Figura 4).

En la Tabla 2 se presentan los resultados de dos análisis químicos de suelos, con y sin encalamamiento, correspondientes a la unidad Doscientos en el municipio de Jamundí, Valle del Cauca. Nótese que el encalamamiento, además de corregir la acidez del suelo (aumento del pH y la neutralización del  $\text{Al}^{3+}$ ), y elevar los contenidos de las bases intercambiables, incrementó la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva – CICE (calcio- $\text{Ca}^{2+}$  + magnesio- $\text{Mg}^{2+}$  + potasio- $\text{K}^+$  +  $\text{Al}^{3+}$ ); propiedad relacionada con el potencial del suelo para retener los nutrientes mencionados, reduciendo así su pérdida por lixiviación ante eventos de La Niña.

**Tabla 2.** Cambios químicos ocurridos en el suelo de la unidad Doscientos, en respuesta al encalamiento.

| Propiedad del suelo                                  | Suelo sin encalar | Suelo encalado |
|--|-------------------|----------------|
| pH   | 4,50              | 5,50           |
| Materia orgánica (%)                                 | 10,00             | 10,00          |
| Calcio-Ca (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )     | 0,20              | 6,70           |
| Magnesio-Mg (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )   | 0,10              | 1,00           |
| Potasio-K (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )     | 0,12              | 0,20           |
| Aluminio-Al (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )   | 3,00              | 0,20           |
| Suma de bases (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> ) | 0,42              | 7,90           |
| CICE (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )          | 3,42              | 8,10           |



**Figura 4.** Cambios en la CICE, disponibilidad de bases intercambiables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^+$ ), presencia de  $\text{Al}^{3+}$ , crecimiento radical y pérdidas de nutrientes por lixiviación, como consecuencia de la acidez del suelo para café (7).



## Consideraciones y recomendaciones sobre nutrición en escenarios La Niña

- ▶ Registre la lluvia diaria en su finca o consulte la información de una estación climática cercana de la Red Meteorológica Cafetera, para evaluar la cantidad y distribución de la precipitación durante el año.
- ▶ Realice análisis de suelos con el fin de conocer la fertilidad del suelo e identificar las propiedades que más afectan la lixiviación de nutrientes en los lotes de su finca. Ante un evento La Niña toman relevancia las propiedades como la textura, el contenido de la materia orgánica, la acidez (pH y contenido de aluminio) y la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva-CICE.
- ▶ Defina la cantidad de nutrientes con base en el análisis de suelos, la etapa fenológica del cultivo y el sistema de producción. Para mayor información consulte el Boletín Técnico No. 32 (4) y el Manual del Cafetero Colombiano (5). En caso de que no disponga de los resultados de dicho análisis, consulte los Avances Técnicos No. 423 (8) y No. 424 (9).
- ▶ Racionalice el uso de los fertilizantes que generan acidez, principalmente los que contienen o generan amonio. Una fertilización balanceada también ayudará a reducir los antagonismos entre los nutrientes (por ejemplo K vs Mg y N vs bases intercambiables), evitando sus pérdidas por lixiviación.
- ▶ Distribuya de manera homogénea el fertilizante en el plato del árbol.
- ▶ Corrija la acidez del suelo mediante la aplicación de enmiendas. Para mayor información consulte el Avance Técnico No. 466 (7) y el Boletín Técnico No. 32 (4).
- ▶ Defina el fraccionamiento de la fertilización (número de veces por año), según la cantidad de la lluvia anual. Durante la etapa de levante podrá distribuirse la cantidad total del fertilizante hasta en cuatro aplicaciones durante el año, en sitios con más de 2.500 mm al año; en cuanto a la fase reproductiva, se sugiere fraccionar hasta tres veces. Una recomendación general para la etapa de producción se presenta en la Tabla 3, y otra específica para algunos sitios de la zona cafetera del país en la Tabla 4.
- ▶ Identifique las épocas más propicias para la aplicación de los fertilizantes; por lo general, éstas coinciden con el inicio de las lluvias en sitios donde la distribución es bimodal (Figura 5). En aquellos lugares con distribución unimodal, la primera aplicación debe realizarse al comenzar el período lluvioso y la segunda tres meses antes de que éste finalice. Cuando se requiera una tercera aplicación, realícela tres a cuatro meses después de la primera. En la Tabla 5 se presenta una guía general, según la zona y el número de aplicaciones.
- ▶ Realice el encalamiento en el intermedio de dos fertilizaciones; preferiblemente 2 meses después de un abonamiento.
- ▶ En las regiones que se caracterizan por ser muy lluviosas en los años de condición normal o Neutro (más de 3.500 mm como Cocorná, Antioquia y Santa Elena, Caldas) podrá incrementarse la cantidad de nutrientes en aproximadamente 25%, con el fin de compensar las pérdidas por lixiviación. Además, se sugiere no fertilizar en los meses de mayor lluvia.
- ▶ Realice prácticas que favorezcan el desarrollo de un sistema radical sano y funcional, para que las plantas absorban eficientemente los nutrientes, como son: llevar almácigos vigorosos al campo, realizar desyerbas oportunas y manejar las plagas y enfermedades.
- ▶ Seleccione adecuadamente las fuentes fertilizantes. No siempre las fuentes más solubles son las más eficientes, debido a que bajo condiciones de exceso de lluvia pueden perderse si no se fraccionan adecuadamente. La posibilidad de emplear fuentes de fertilizantes y enmiendas de mediana solubilidad constituye una estrategia para incrementar la eficiencia en el uso de los nutrientes en las épocas muy lluviosas; como por ejemplo, el óxido de magnesio y el yeso.

**Tabla 3.** Fraccionamiento de la fertilización (número de aplicaciones), de acuerdo a la cantidad de lluvia anual y la condición climática (Normal/La Niña).

| Cantidad de lluvia en un año normal(mm/año) | Disponibilidad de agua | Fraccionamiento según condición |         |
|---|------------------------|---------------------------------|---------|
|   |                        | Normal                          | La Niña |
| Menor de 1.500                              | Baja                   | 2                               | 2       |
| Entre 1.500 y 2.500                         | Media                  | 2                               | 2-3     |
| Entre 2.500 y 3.500                         | Alta                   | 2-3                             | 3       |
| Mayor de 3.500                              | Muy alta               | 3                               | 3       |



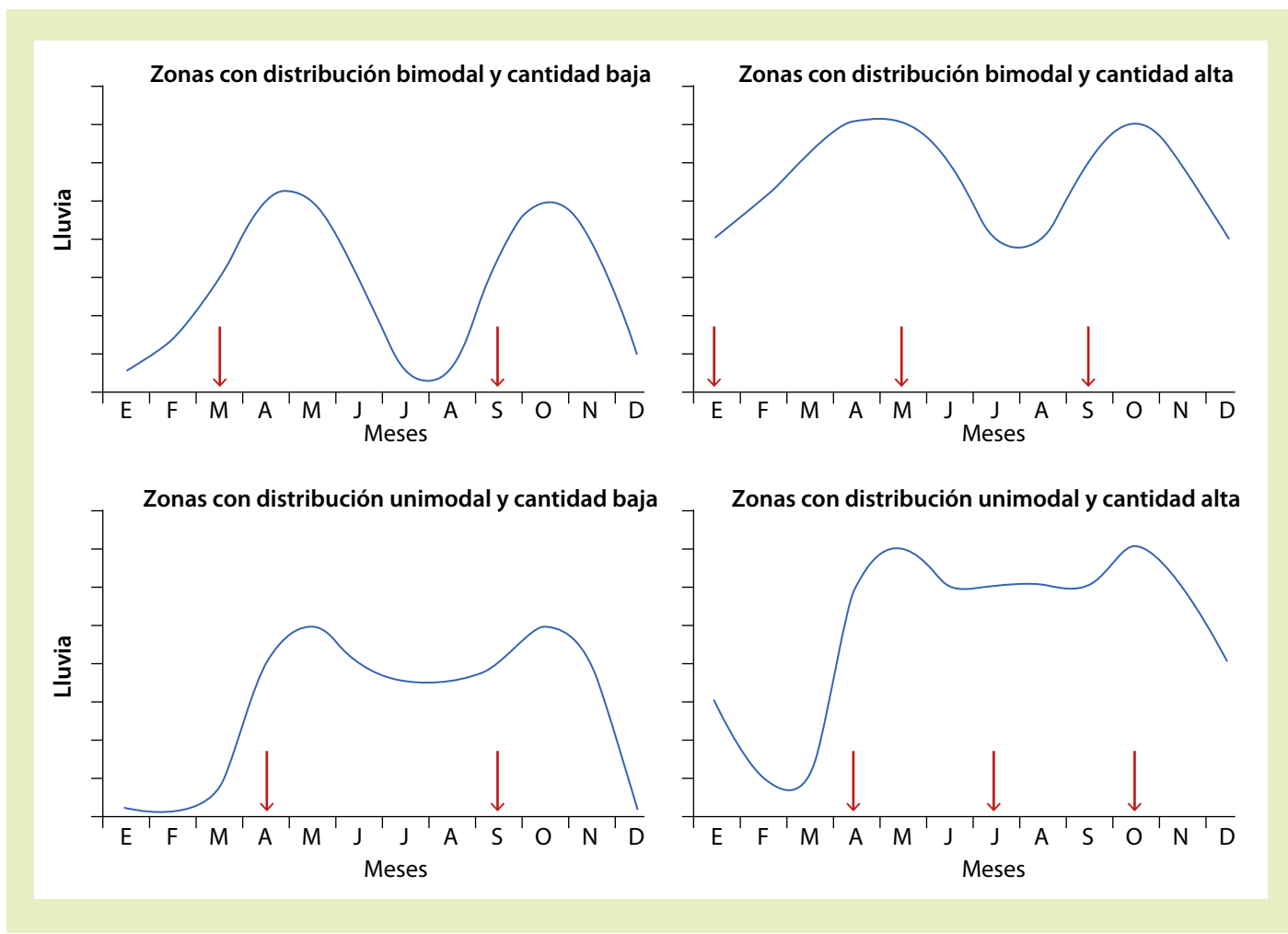
**Tabla 4.** Fraccionamiento de la fertilización (número de aplicaciones por año) en función de la cantidad de lluvia anual para algunas localidades de la zona cafetera de Colombia.

| Estación  | Lluvia anual (mm) |                     | Aplicaciones al año |                   |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|   | Neutro (Normal)   | La Niña (2010-2011) | Condición Neutra    | Condición La Niña |
| <b>Zona Cafetera Norte ( Mayor de 7° Norte)</b>     |                   |                     |                     |                   |
| Menor 1.500 mm                                      |                   |                     |                     |                   |
| Blonay-Norte de Santander                           | 1.463             | 2.702               | 2                   | 2                 |
| Gabriel María Barriga-Norte de Santander            | 1.190             | 2.226               | 2                   | 2                 |
| Entre 1.500 y 2.500 mm                              |                   |                     |                     |                   |
| Pueblo Bello-Cesar                                  | 2.038             | 2.755               | 2                   | 2                 |
| San Antonio-Santander                               | 1.509             | 2.454               | 2                   | 2                 |
| Mayor de 2.500 mm                                   |                   |                     |                     |                   |
| Francisco Romero-Norte de Santander                 | 2.685             | 4.797               | 2                   | 3                 |
| <b>Zona Cafetera Central Norte ( 5° a 7° Norte)</b> |                   |                     |                     |                   |
| Menor 1.500 mm                                      |                   |                     |                     |                   |
| El Roble-Santander                                  | 1.006             | 1.646               | 2                   | 2                 |
| Entre 1.500 y 2.500 mm                              |                   |                     |                     |                   |
| Alberto Santos-Santander                            | 1.649             | 2.664               | 2                   | 2                 |
| Aguasblancas-Santander                              | 1.911             | 2.881               | 2                   | 2-3               |
| Mesitas de Santa Inés-Cundinamarca                  | 1.521             | 1.921               | 2                   | 2                 |
| <b>Zona Cafetera Central Sur ( 3° a 5° Norte)</b>   |                   |                     |                     |                   |
| Menor 1.500 mm                                      |                   |                     |                     |                   |
| Misiones-Cundinamarca                               | 1.424             | 1.969               | 2                   | 2                 |
| Tibacuy-Cundinamarca                                | 1.103             | 1.727               | 2                   | 2                 |
| Entre 1.500 y 2.500 mm                              |                   |                     |                     |                   |
| El Trapiche-Antioquia                               | 2.403             | 2.912               | 2                   | 2-3               |
| La Cristalina-Antioquia                             | 2.308             | 3.756               | 2                   | 3                 |
| Valencia - Antioquia                                | 2.143             | 2.943               | 2                   | 2-3               |
| Bertha-Boyacá                                       | 1.995             | 2.483               | 2                   | 2                 |
| Agronomía-Caldas                                    | 1.899             | 2.972               | 2                   | 2-3               |
| Ospirma-Risaralda                                   | 1.736             | 2.319               | 2                   | 2                 |
| El Pílamó-Risaralda                                 | 2.396             | 3.029               | 2                   | 3                 |
| Paraguaicito-Quindío                                | 2.161             | 3.265               | 2                   | 3                 |

Continúa...

...continuación

| Estación                                     | Lluvia anual (mm) |                     | Aplicaciones al año |                   |
|--|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|  | Neutro (Normal)   | La Niña (2010-2011) | Condición Neutra    | Condición La Niña |
| La Bella-Quindío                             | 2.176             | 3.527               | 2                   | 3                 |
| El Agrado-Quindío                            | 2.137             | 3.156               | 2                   | 3                 |
| Maracay -Quindío                             | 2.447             | 2.808               | 2                   | 2-3               |
| La Esperanza - Quindío                       | 1.996             | 2.728               | 2                   | 2                 |
| La Catalina-Risaralda                        | 2.202             | 2.936               | 2                   | 2-3               |
| Arturo Gómez-Valle                           | 2.010             | 3.127               | 2                   | 3                 |
| Venecia-Valle                                | 1.875             | 2.918               | 2                   | 2-3               |
| Albán-Valle                                  | 1.505             | 2.235               | 2                   | 2                 |
| La Selva-Valle                               | 1.649             | 2.061               | 2                   | 2                 |
| La Sirena-Valle                              | 2.112             | 2.973               | 2                   | 2-3               |
| Trujillo-Valle                               | 1.734             | 2.924               | 2                   | 2-3               |
| El Campín-Tolima                             | 2.147             | 3.348               | 2                   | 3                 |
| Líbano-Tolima                                | 2.173             | 3.164               | 2                   | 3                 |
| Mayor de 2.500 mm                            |                   |                     |                     |                   |
| Cocorná-Antioquia                            | 4.814             | 5.578               | 3                   | 3                 |
| Virgen de Oro-Antioquia                      | 2.780             | 4.399               | 2                   | 3                 |
| El Rosario-Antioquia                         | 2.601             | 4.351               | 2                   | 3                 |
| Santa Helena-Caldas                          | 4.061             | 4.919               | 3                   | 3                 |
| Cenicafé-Caldas                              | 2.561             | 3.347               | 2                   | 3                 |
| Naranjal-Caldas                              | 2.769             | 3.984               | 2                   | 3                 |
| Santágueda-Caldas                            | 2.735             | 3.726               | 2                   | 3                 |
| El Jazmín-Risaralda                          | 2.651             | 3.599               | 2                   | 3                 |
| Yacopí-Cundinamarca                          | 2.735             | 3.736               | 2                   | 3                 |
| <b>Zona Cafetera Sur (menor de 3° Norte)</b> |                   |                     |                     |                   |
| Menor 1.500 mm                               |                   |                     |                     |                   |
| Ospina Pérez-Nariño                          | 1.435             | 1.721               | 2                   | 2                 |
| Gigante-Huila                                | 1.325             | 1.871               | 2                   | 2                 |
| Entre 1.500 y 2.500 mm                       |                   |                     |                     |                   |
| Manuel Mejía-Cauca                           | 2.026             | 2.855               | 2                   | 2-3               |
| El Sauce                                     | 1.883             | 2.410               | 2                   | 2                 |



**Figura 5.** Épocas de fertilización según cantidad y distribución de la lluvia. Las flechas señalan los meses para la ejecución de la labor.

**Tabla 5.** Épocas de aplicación y fraccionamiento de la fertilización para la zona cafetera.

| Zona cafetera | Época de aplicación (mes) |                          |
|---------------|---------------------------|--------------------------|
|               | Para dos aplicaciones     | Para tres aplicaciones   |
| Norte         | Abril y septiembre        | Abril, julio y octubre   |
| Central-Norte | Abril y septiembre        | Enero, mayo y septiembre |
| Central-Sur   | Marzo y septiembre        | Enero, mayo y septiembre |
| Sur           | Marzo y octubre           | Enero, mayo y octubre    |





## 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. MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principios de nutrición vegetal. Traducción al español de la 4a edición (1987). Internacional Potash Institute. Basel, Switzerland, 2000. 692 p.
3. NAVARRO B., S.; NAVARRO G., G. Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2003. 487 p.
4. SADEGHIAN K., S. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. (Boletín Técnico No. 32). Chinchiná : Cenicafé, 2008. 43 p.
5. SADEGHIAN K., S. Nutrición de cafetales. p. 85-116. En: Cenicafé. Manual del Cafetero Colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Chinchiná : FNC : Cenicafé, 2013. 3 vols.
6. SADEGHIAN K., S. Nutrición de cafetales p. 51-55. En: Cenicafé. Guía: Más agronomía más productividad. Manizales: Cenicafé, 2016. 96 p.
7. SADEGHIAN K., S. La acidez del suelo una limitante común para la producción de café. Manizales: Cenicafé, 2016. 12 p. (Avances Técnicos No. 466).
8. SADEGHIAN K., S.; GONZÁLEZ O., H. Alternativas generales de fertilización para cafetales en la etapa de levante. Chinchiná : Cenicafé, 2012. 4 p. (Avances Técnicos No. 423).
9. SADEGHIAN K., S.; GONZÁLEZ O., H. Alternativas generales de fertilización para cafetales en la etapa de producción. Chinchiná : Cenicafé, 2012. 8 p. (Avances Técnicos No. 424).
10. SADEGHIAN K., S.; GONZÁLEZ O., H.; ARIAS S., E. Lixiviación de nutrientes en suelos de la zona cafetera: Prácticas que ayudan a reducirla. Cenicafé, 2015. 36 p. (Boletín Técnico No. 40).

