

477

Marzo de 2017
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Nutrición de los cafetales en Colombia en escenarios El Niño

El agua está íntimamente relacionada con la vida. La mayor parte de las funciones en las que participa este compuesto vital son de naturaleza física; por ejemplo, es un solvente para muchas sustancias, sirve como medio para las reacciones bioquímicas, mantiene la turgencia y la rigidez de los órganos de la planta y permite la difusión y el flujo en masa de los solutos, razón por la cual es esencial para la translocación y distribución de los nutrientes y metabolitos por toda la planta (6).

Avances Técnicos
Cenicafé





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

Hernando Duque Orrego

Gerente Técnico
Federación Nacional de Cafeteros

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Oscar Jaime Loaiza Echeverri

Imprenta

<https://doi.org/10.38141/10779/0477>

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 cultivos consumen cantidades considerables de agua durante las diferentes etapas de su desarrollo, las cuales luego de ser absorbidas por las raíces se mueven a través de la planta y regresan a la atmósfera casi en su totalidad en el proceso de transpiración (cerca del 98%); en razón de ello, cuando se interrumpe el flujo de agua, se afecta el crecimiento y desarrollo vegetal (7).

En la zona cafetera del país, la lluvia constituye la principal fuente de agua para las plantas. Si la cantidad de la lluvia es deficiente o su distribución no es adecuada, se afecta el crecimiento vegetativo y reproductivo.

En este Avance Técnico se presenta información acerca de El Niño (evento en el cual se genera disminución en las cantidades de lluvia en la zona cafetera) y sus implicaciones en la nutrición de los cafetales. Además, se discuten los posibles escenarios del clima y se dan recomendaciones para el manejo de la fertilidad del suelo en cada caso.

La lluvia en la zona cafetera

La distribución intra-anual de la precipitación en la región Andina de Colombia se caracteriza por la ocurrencia de dos períodos secos y dos lluviosos en el año, determinados principalmente por el movimiento latitudinal de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), la cual condiciona el tiempo de alta nubosidad y gran cantidad de lluvia. Esta distribución de la lluvia determina las épocas de floración y de cosecha en las zonas cafeteras de Colombia, las cuales permiten tener café disponible durante todo el año.

En la Zona Cafetera Norte (mayor de 7° de latitud Norte) ocurre una estación seca pronunciada de diciembre a marzo (abril) y una estación lluviosa de mayo a noviembre, con una ligera disminución en julio; este comportamiento en la distribución de la lluvia también se presenta en la vertiente Oriental de la cordillera Oriental.

La Zona Cafetera Central (latitudes entre 3° y 7° Norte) presenta dos períodos lluviosos y dos secos. En la zona Cafetera Central Norte (entre los 5° y 7° de latitud Norte), el período seco más largo ocurre en enero-febrero-marzo; mientras que en la Zona Cafetera Central Sur (entre los 3° y 5° de latitud Norte), el período seco es más pronunciado se presenta en junio-julio-agosto.

La Zona Cafetera Sur (latitudes inferiores a 3° Norte) presenta una estación marcadamente seca desde mediados de junio a mediados de septiembre y una estación lluviosa de octubre a junio.

El Niño - La Niña - Oscilación del Sur (ENSO)

Condiciones normales

En el océano Pacífico Ecuatorial en su condición Normal o Neutral, los vientos Alisios se desplazan desde las costas de Suramérica hacia el continente Asiático; este movimiento de grandes masas atmosféricas mantiene las aguas superficiales calientes en las costas

de Australia, Indonesia y Filipinas (Figura 1). Como consecuencia, en Asia el aire es húmedo y caliente, la presión atmosférica es baja y la temperatura del agua es alta; estas condiciones originan abundantes lluvias en la Polinesia Ecuatorial, el Sureste Asiático, parte de la China y el Japón. Simultáneamente, en la costa del Sur de Ecuador, la costa peruana y buena parte de la costa chilena el aire es frío y seco, la presión atmosférica es alta y la temperatura oceánica superficial es menor que en la costa asiática como resultado gran parte de la costa Pacífica Suramericana es relativamente seca (9, 11, 12).

Condiciones de El Niño

El Niño es un evento climático natural que se produce por la interacción entre la atmósfera y el océano, su principal característica es el incremento de la temperatura en las aguas superficiales del océano Pacífico, en una gran área de la región Ecuatorial (Figura 2), situada entre los 10°N y 10°S (2, 9, 12). Como resultado de este calentamiento del océano se afecta el clima terrestre, con disminución de las lluvias en algunas regiones y el incremento en otras, asociadas a cambios en el brillo solar y de la temperatura.

Para que se defina una condición de El Niño, la temperatura del océano Pacífico debe estar 0,5°C

por encima de la temperatura media normal (media de 30 años), durante cinco trimestres consecutivos. El evento de El Niño puede presentarse en forma recurrente, con intervalos que pueden ocurrir entre cada dos y siete años; normalmente inicia su formación entre abril y junio, y alcanza su máximo desarrollo ocho meses después, entre diciembre y febrero.

La duración media de El Niño es de un año, pero se han registrado eventos con un mínimo de siete meses (1946) y un máximo de cuatro años (1991 a 1995); los eventos más intensos en los últimos cien años se presentaron en 1982/1983, 1997/1998 y 2015/2016.

Durante el desarrollo de El Niño se identifican cuatro fases: Inicio, desarrollo, madurez y debilitamiento. La **fase inicial** corresponde al desplazamiento de aguas cálidas desde el Sureste de Asia y Polinesia Ecuatorial hacia el centro del océano Pacífico debido a la disminución en la intensidad de los vientos Alisios que soplan desde el Oriente hacia el Occidente; en la **fase de desarrollo** las aguas cálidas se desplazan desde Asia hacia Suramérica; en la **fase de madurez** ocurre el máximo calentamiento frente a las costas de Perú, Ecuador y Colombia, y por último, en la **fase de debilitamiento** va retornando a la normalidad y los vientos Alisios empiezan a

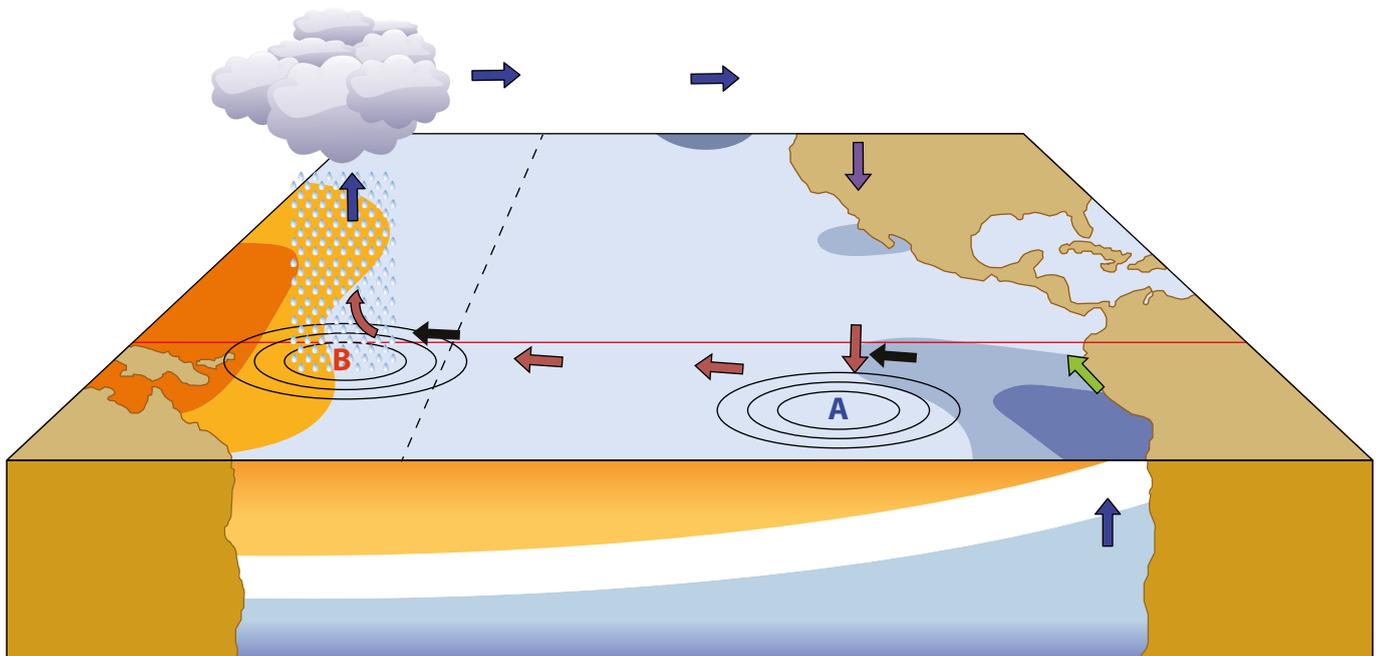


Figura 1. Condición Neutra o Normal en la superficie del océano Pacífico. (http://esminfo.prenhall.com/science/geoanimations/animations/26_NinoNina.html). B: Baja presión; A: Alta presión.

recuperar su intensidad y la temperatura de las aguas superficiales comienza a disminuir. Estas condiciones originan lluvias intensas en Ecuador y Perú, y sequías en algunas regiones del continente asiático, África y Australia (9, 11, 12).

El efecto sobre el régimen de lluvias por el efecto de El Niño no sigue un patrón común, ni ha sido el

mismo en los últimos eventos. En términos generales, se ha podido identificar una deficiencia moderada de la precipitación entre el 20% y el 40%, en los volúmenes mensuales en la región Caribe y la mayor parte de la región Andina, especialmente en Nariño, Valle, Norte del Huila, Occidente de Antioquia, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Santander y región del Catatumbo.

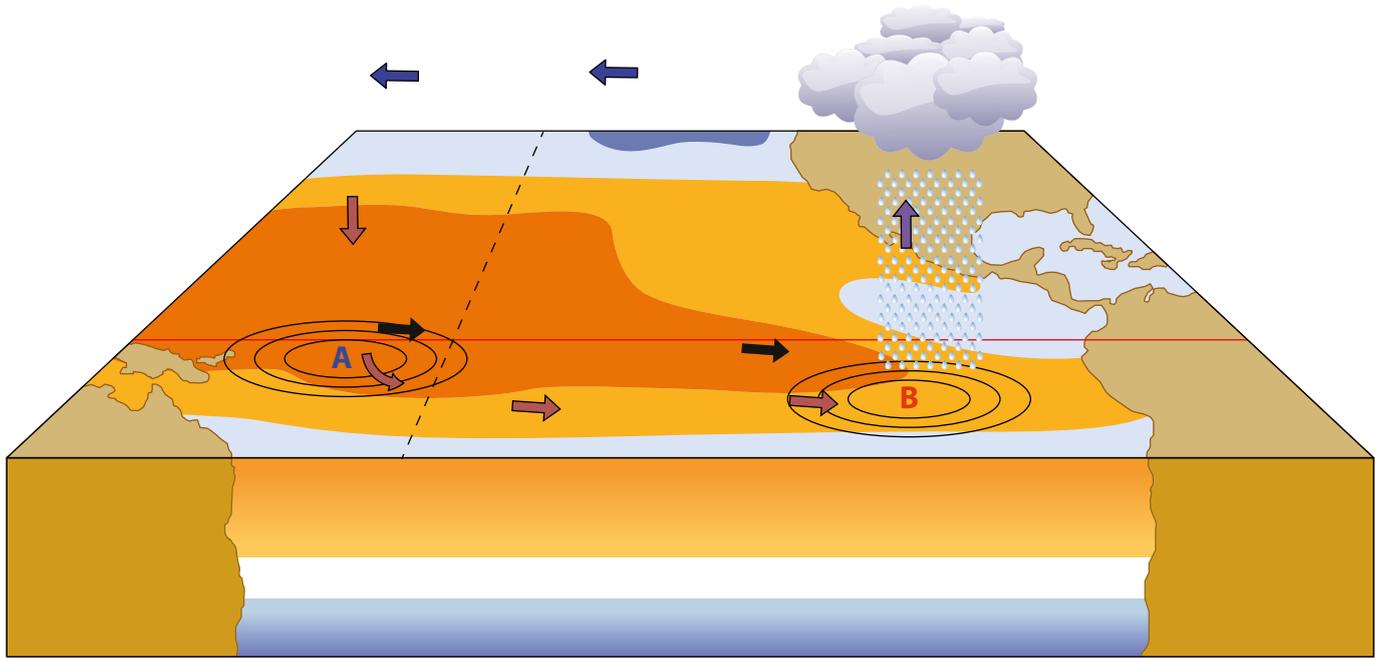


Figura 2. Condición de El Niño en la superficie del océano Pacífico.

(http://esminfo.prenhall.com/science/geoanimations/animations/26_NinoNina.html). B: Baja presión; A: Alta presión.

Durante los eventos fuertes de El Niño que se presentaron en los años 1982/83, 1991/1992, 1997/98 y 2015/16 (Tabla 1), los porcentajes de disminución de la lluvia anual para la zona cafetera de Colombia fueron respectivamente de 20%, 25%, 13% y 29%, con valores extremos de 38% (1982/83) en la Estación meteorológica Manuel Mejía (El Tambo, Cauca), 53% (1991/92) y 27% (1997/98) en Blonay (Chinácota, Norte de Santander) y 46% (2015/16) en Francisco Romero (Salazar, Norte de Santander). Entre 1982 y 2016 El Niño 2015/16 fue el evento que originó la mayor disminución de la lluvia anual, seguido por el evento de 1991/92.

La falta de agua causada por El Niño afecta el desarrollo de los árboles con atraso en el crecimiento, defoliación, secamiento de ramas, muerte de yemas, síntomas de marchitez y el llenado de frutos (1). La Figura 3 presenta los porcentajes de daños en el café causados por El Niño de 2015-2016 a nivel nacional. Se cuantificó un 20% de frutos flotantes debido a la

disminución de la humedad del suelo por falta de lluvia y los frutos con problemas de llenado alcanzaron valores cercanos al 35%. Alrededor de un 15% de los árboles de café presentaron síntomas de marchitez, en los cuales se afectó la producción del año siguiente.

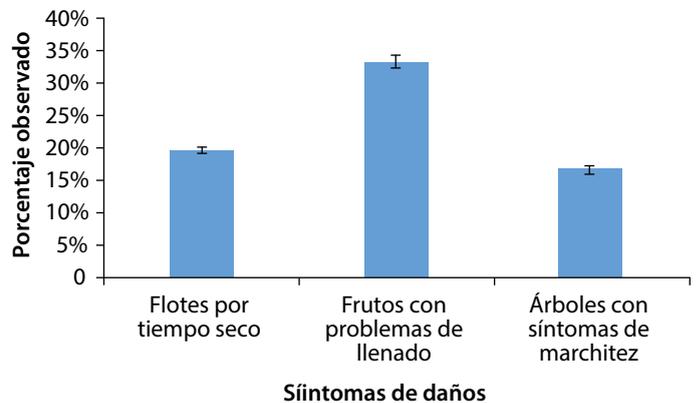


Figura 3. Porcentajes de daños en café observados en El Niño de 2015-2016 a nivel nacional. Gerencia Técnica, Federación Nacional de Cafeteros-FNC.

Tabla 1. Disminución de la cantidad de lluvia anual en la zona cafetera durante eventos fuertes de El Niño.

Departamento	Municipio	Estación meteorológica	Lluvia media (mm)	El Niño-Disminución anual de lluvia (%)				
				Jul 82 Jun 83	Jul 91 Jun 92	Jul 97 Jun 98	Jul 15 Jun 16	Media
Antioquia	Venecia	El Rosario	2.635	15	31	20	35	25
Boyacá	Moniquirá	Bertha	1.996	14	23	5	10	13
Caldas	Chinchiná	Cenicafé	2.574	28	22	22	28	25
Caldas	Chinchiná	Naranjal	2.805	30	25	20	15	22
Caldas	Manizales	Agronomía	1.923	23	36	20	41	30
Caldas	Palestina	Santágueda	2.289	27	33	21	33	28
Cauca	El Tambo	Manuel Mejía	2.049	38	18	2	34	23
Cesar	Pueblo Bello	Pueblo Bello	2.049	27	11	19	40	24
Cundinamarca	Cachipay	Mesitas Santa Inés	1.532	22	32	2	32	22
Cundinamarca	Tibacuy	Granja Tibacuy	1.115	28	25	18	22	23
Cundinamarca	Yacopí	Montelíbano	2.748	14	24	0	14	13
Huila	Gigante	Jorge Villamil	1.337	26	16	0	20	15
N. de Santander	Chinácota	Blonay	1.481	37	53	27	43	40
N. de Santander	Salazar	Francisco Romero	2.685	19	33	21	46	30
Nariño	Consacá	Ospina Pérez	1.435	31	25	16	32	26
Nariño	La Unión	El Sauce	1.874	11	20	0	31	15
Quindío	Buenavista	Paraguacito	2.169	20	31	17	28	24
Quindío	Calarcá	La Bella	2.197	24	13	22	42	25
Quindío	Montenegro	El Agrado	2.145	14	30	12	23	20
Quindío	Quimbaya	Maracay	2.457	17	25	2	42	22
Risaralda	Guática	Ospirma	1.737	14	26	16	19	19
Risaralda	Pereira	P. de Tratamiento	2.696	12	20	11	9	13
Risaralda	Sta. Rosa de Cabal	El Jazmín	2.674	27	22	11	22	20
Santander	San Vicente de Ch.	Aguasblancas	1.919	7	12	12	8	10
Tolima	Líbano	La Trinidad	2.192	15	20	20	33	22
Valle	Alcalá	Arturo Gómez	2.018	22	19	7	32	20
Valle	El Cairo	Albán	1.504	16	9	24	31	20
Valle	Ginebra	La Selva	1.664	18	20	3	40	20
Valle	Restrepo	Julio Fernández	1.093	0	33	10	32	19
Valle	Trujillo	Manuel Mallarino	1.749	14	36	9	27	21
Media				20	25	13	29	22
Máximo				38	53	27	46	41
Mínimo				0	9	0	8	4

El agua y la nutrición

En el proceso de la absorción de los nutrientes el agua es el factor con mayor influencia. Para que los elementos esenciales presentes en la solución del suelo sean absorbidos por las raíces, es necesario que establezcan contacto con éstas. Existen tres mecanismos para generar este contacto y el movimiento hacia la raíz: Interceptación radical, flujo de masa y difusión (3), y para todos es indispensable el agua (Figura 4).

El agua también es esencial para otros seres vivos que habitan en la Tierra, en particular los microorganismos. El papel que juegan éstos en los procesos bioquímicos es fundamental para mantener y mejorar la fertilidad del suelo. A medida que el agua del suelo se reduce, disminuye la actividad de la población microbiana, y con ello, la disponibilidad de nutrientes. Son ejemplos de estas funciones: la mineralización de la materia orgánica, la fijación del nitrógeno atmosférico, la asociación con micorrizas y la nitrificación del amonio, entre otros.

Las raíces de todas las plantas, incluyendo las del café, absorben los nutrientes minerales desde la solución del suelo, casi exclusivamente en sus formas iónicas, bien sea como catión (con carga positiva) o como anión (con carga negativa). Para que el nutriente esté en su forma iónica es indispensable el agua.

Las formas iónicas de los nutrientes en la solución del suelo son:



- ✓ Nitrógeno: NO_3^- (nitrato) y NH_4^+ (amonio)
- ✓ Potasio: K^+
- ✓ Magnesio: Mg^{2+}
- ✓ Manganeso: Mn^{2+}
- ✓ Cobre: Cu^{2+}
- ✓ Cloro: Cl^- (cloruro)
- ✓ Molibdeno: MoO_4^{2-} (molibdato)
- ✓ Fósforo: H_2PO_4^- (fosfato monovalente) y HPO_4^{2-} (fosfato divalente)
- ✓ Calcio: Ca^{2+}
- ✓ Azufre: SO_4^{2-} (sulfato)
- ✓ Hierro: Fe^{2+} (ferroso) y Fe^{3+} (férrico)
- ✓ Cinc: Zn^{2+}
- ✓ Boro: H_2BO_3^- (borato) y H_3BO_3 (ácido bórico)
- ✓ Níquel: Ni^{2+}



Figura 4. Mecanismos de contacto y movimiento de nutrientes hacia la raíz. Adaptado de Malavolta *et al.* (5).
*Coloide: Materia orgánica o arcilla.

Propiedades del suelo relacionadas con el almacenamiento del agua

La capacidad del suelo para retener el agua depende de la distribución del tamaño de sus poros, la cual a su vez está relacionada con las propiedades como el contenido de la materia orgánica, la textura y la estructura del suelo. Cuando en el suelo hay predominancia de poros grandes o macroporos, el agua drena con facilidad y se retiene poco; en contraste, cuando hay una mayor presencia de poros pequeños o microporos, se dificulta la permeabilidad (8).

Una condición “ideal” es aquella en la que el suelo es capaz de almacenar suficiente cantidad de agua para suplir los requerimientos de las plantas, sin que se presente encharcamiento. 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. Cuando los suelos son arenosos y pobres en materia orgánica, por ejemplo, en la unidad cartográfica San Simón, en los departamentos del Huila y Tolima, su capacidad para retener agua aprovechable por las plantas tiende a ser reducida.

Algo similar ocurre en suelos arcillosos, dado que poseen bajas permeabilidad y capacidad de agua que pueda ser absorbida fácilmente por las raíces.

Déficit hídrico y la nutrición de los cafetales

El manejo de la fertilidad del suelo mediante la aplicación de fertilizantes y enmiendas, es fundamental para el uso eficiente del agua por el cultivo y mejora la tolerancia al déficit hídrico. Cuando las plantas de café reciben una nutrición adecuada, sus raíces crecen más (tanto superficialmente como en profundidad) y extraen una mayor cantidad de agua y nutrientes; en contraste, ante una nutrición deficiente, el crecimiento de las raíces se ve limitado, afectando así su crecimiento y, por ende, la producción de frutos.

Los cafetales bien alimentados resisten más la sequía.



La fertilización sólo es efectiva si el suelo está húmedo.

Si durante el período seco el contenido de humedad del suelo en las capas más profundas es mayor que en la superficie y no existen limitantes físicos ni químicos para que las raíces crezcan (principalmente acidez y compactación), éstas podrán explorar nuevas áreas y extraer agua a más profundidad. En el caso que el suelo esté seco, el incremento en la fertilización no ayudará a que las raíces se profundicen; por el contrario, puede traer consecuencias negativas por incrementar la salinidad del suelo (particularmente en la etapa del establecimiento) o por toxicidad de elementos como el nitrógeno (Figura 5).

Cuando la humedad del suelo es baja se reduce la absorción de nutrientes, haciendo que se afecte la producción y la calidad del café. En ocasiones, el efecto del déficit hídrico afecta tanto la cosecha actual como la próxima.

El dosel de las plantas bien nutridas se desarrolla más rápido, cubriendo así la superficie del terreno y permitiendo una reducción en la evaporación del agua del suelo. Cuando se realiza la fertilización con fuentes ricas en potasio se favorece el cierre de los estomas durante los períodos secos, disminuyendo la pérdida de agua vía transpiración. Una nutrición adecuada también ayuda a lograr la madurez de las yemas requerida para iniciar la floración, la polinización y el llenado de los frutos antes de que inicie la época seca y las altas temperaturas. Adicionalmente, los residuos de las plantas se



Figura 5. Síntomas de toxicidad generados por la aplicación de fertilizantes durante períodos secos. Nótese que las lesiones generadas se asemejan a las deficiencias de potasio; la diferencia radica en que las áreas afectadas ocurren tanto en los bordes como al interior de la hoja.

incrementan con la producción, aumentando así la superficie de la cobertura muerta sobre el terreno, fenómeno que mejora la infiltración y reduce la escorrentía, contribuyendo así al incremento de la disponibilidad del agua (3).

Influencia del déficit hídrico en el cultivo del café

Los efectos de El Niño sobre la caficultura no pueden generalizarse. Es así como en las regiones con bajo brillo solar y alta lluvia, su efecto es benéfico para la producción de café, por los incrementos en el brillo solar; en otras regiones puede ejercer una acción perjudicial, como por ejemplo, en zonas bajas, con suelos de baja retención de humedad y en regiones con lluvias inferiores a 1.500 mm al año.

En las zonas cafeteras de Colombia se ha observado que cuando se presenta El Niño disminuyen las cantidades de lluvia esperadas, especialmente durante los meses de menor lluvia, de diciembre a febrero y de junio a agosto. Durante los meses de mayor lluvia, abril-mayo y octubre-noviembre, aunque pueden disminuirse las cantidades de lluvia por efecto de El Niño, hay una adecuada humedad en el suelo para la fertilización en los cafetales.

Como ya se mencionó, las deficiencias hídricas severas afectan el crecimiento y desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta. Mientras que la floración tiende a ser favorecida, el desarrollo foliar, las ramas y los frutos pueden resultar perjudicados. Al final de los períodos secos se acentúa la senescencia y se acelera la defoliación de las plantas.

La magnitud de los daños en la cosecha de café depende de los daños provocados por la deficiencia hídrica durante la floración y la etapa de llenado de los granos, que es crítica para la formación del fruto (1, 4, 10).

Los daños en los frutos de café por efecto de una deficiencia hídrica (Figura 6) pueden clasificarse en:

- Granos flotantes (vacíos): uno o ambos lóculos del fruto aparecen vacíos sin formación de endospermo. Estos granos al beneficiarse producen el defecto “espuma” o “pasilla”.
- Granos parcialmente formados: uno o ambos lóculos del fruto presentan formación parcial del endospermo, sin que llegue al llenado completo. Estos granos alcanzan a madurar y producen el defecto de “averanado”.
- Grano negro: frutos en un estado de desarrollo muy avanzado con una ligera tonalidad amarillenta y que al partirlos muestran una o ambas almendras desarrolladas de un color café oscuro casi negro. Estos granos al beneficiarlos producen del defecto “espuma” o “pasilla”.
- Granos pequeños: el fruto se desarrolla pero adquiere un tamaño final inferior al normal.

Consideraciones y recomendaciones

- Si las plantas están bien nutridas son más sanas y resisten en mayor grado las condiciones desfavorables como la sequía.
- En la zona cafetera de Colombia la principal fuente del agua para las plantas es la lluvia.
- La disponibilidad del agua afecta el crecimiento vegetativo del café (producción de raíces, hojas, tallo y ramas), la cantidad y el cuajamiento de las flores y el llenado de los frutos; por lo tanto, el déficit hídrico reduce la producción actual y futura. Esto guarda relación tanto con los requerimientos del agua como de nutrientes, siendo más importante el efecto del agua en las épocas secas.
- Dado que las plantas toman los nutrientes exclusivamente de la solución del suelo, cuando escasea el agua se reduce notablemente la absorción de los nutrientes (puede detenerse casi por completo); además, se necesita del agua para disolver los fertilizantes. Por lo anterior, la decisión de aplicar el fertilizante debe basarse en la disponibilidad de agua, la cual está

gobernada principalmente por la cantidad y la distribución de las lluvias.

- Como es de esperarse, en sitios donde históricamente la cantidad anual de lluvia es relativamente baja (menor de 1.500 mm), el efecto negativo de un período prolongado de sequía es considerable, mientras que en otros sitios con más de 2.500 mm la situación puede ser favorable, dadas sus consecuencias en la floración. El contexto descrito también depende de la retención de humedad del suelo (Tabla 2). En suelos arenosos y con bajos contenidos de materia orgánica la retención de agua es baja, en tanto que en suelos derivados de cenizas volcánicas, ricos en materia orgánica y arcillas, ocurre lo contrario.

Las siguientes prácticas ayudan a conservar el agua en el suelo:

- Control de la erosión mediante conservación del suelo.
- Aplicación de mulch para disminuir la evaporación del agua en el plato del árbol.
- Aplicación de abonos orgánicos, para mejorar la retención y la infiltración del agua.
- Manejo integrado de arvenses.
- Establecimiento de sombrío temporal o permanente.



Figura 6. Daños ocasionados al fruto por deficiencia hídrica: **a.** Fruto normal; **b.** Fruto con llenado parcial; **c.** Grano negro; **d.** Secamiento de frutos tiernos (1).

Tabla 2. Magnitud del déficit hídrico en respuesta a la lluvia y la retención de humedad del suelo ante la ocurrencia de El Niño, en función de la cantidad de lluvia en un año Normal (Neutro).

Capacidad del suelo para retener agua aprovechable	Cantidad de lluvia en un año Normal		
	Menor de 1.500 mm.año ⁻¹	1.500 a 2.500 mm.año ⁻¹	Mayor de 2.500 mm.año ⁻¹
Baja	Déficit hídrico muy severo	Déficit hídrico severo	Déficit hídrico moderado
Alta	Déficit hídrico severo	Déficit hídrico moderado	Déficit hídrico bajo

Ante el anuncio de condiciones prolongadas de déficit hídrico, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones de fertilización, para reducir los efectos por El Niño:

- ✓ En localidades con déficit hídrico muy severo, severo y moderado deben programarse sólo dos aplicaciones al año. Es necesario procurar que las plantas absorban la mayor cantidad de nutrientes antes de que inicie el período crítico de sequía, con el fin de soportar las condiciones que se aproximan. Generalmente, los períodos más secos ocurren de enero a marzo y de junio a septiembre. En razón de ello, deben evitarse las aplicaciones cercanas a estas fechas; por ejemplo, puede hacerse una primera fertilización en marzo-abril y otra en septiembre-octubre.
- ✓ Si el déficit hídrico es bajo, la fertilización puede fraccionarse hasta en tres oportunidades al año, dependiendo de la cantidad y distribución de lluvias.
- ✓ Un solo evento de lluvia durante el período seco no es garantía de que existan condiciones de humedad para la aplicación del fertilizante. El éxito de la práctica se asegura en la medida en que las lluvias sean más continuas. De no ocurrir esta condición, se limita significativamente el resultado de la labor, incluso, se presentan pérdidas por volatilización de nitrógeno.
- ✓ Es recomendable llevar a cabo una fertilización balanceada basada en el análisis de suelos. No debe excederse en la aplicación de nitrógeno.
- ✓ Con respecto al encalamiento, éste puede realizarse dos meses después de haber aplicado el fertilizante, bien sea a mitad o finales del período lluvioso.



El seguimiento de los eventos de El Niño-La Niña-Condiciones Neutras en el océano Pacífico puede realizarse en la página <http://agroclima.cenicafe.org>



Señor caficultor:

Identifique los meses más secos del año y realice las prácticas para reducir sus efectos.

Una fertilización oportuna mejora el aprovechamiento de los nutrientes aplicados y la productividad del cafetal; además, contribuye a una mayor resistencia de las plantas a condiciones de déficit hídrico.

Literatura citada

1. ARCILA P, J.; JARAMILLO R., A. Relación entre la humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. Manizales : Cenicafé, 2003. 8 p. (Avances Técnicos No. 311)
2. ARNTZ, W.E.; FAHRBACH, E. El Niño; experimento climático de la naturaleza, causas físicas y efectos biológicos. México : Fondo de cultura económico, 1996. 312 p.
3. 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.
4. JARAMILLO R., A.; ARCILA P, J. La variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de El Niño y su efecto en la caficultura. Manizales : Cenicafé, 2009. 8 p. (Avances Técnicos No. 390)
5. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. DE. Avaliação do estado nutricional das planta: Princípios e aplicações. Piracicaba : Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1989. 201 p.
6. MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Principios de nutrición vegetal. Basel : Internacional potash institute, 2000. 692 p.
7. MEURER, E.J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. p. 65-90. En: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viosa : SBCS, 2007. 1017 p.
8. NAVARRO B., S.; NAVARRO G., G. Química agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2a. ed. Madrid : Mundi prensa, 2003. 487 p.
9. PHILANDER, S.G. El Niño, La Niña and the southern oscillation. San Diego : Academy press, 1990. 293 p.
10. SALAZAR G., M.R.; CHAVES C., B.; RIAÑO H., N.M.; ARCILA P, J.; JARAMILLO R., A. Crecimiento del fruto del café *Coffea arabica* L. var. Colombia. Cenicafé 45(2):41-50. 1994.
11. TRENBERTH, K.E. The definition of El Niño. Bulletin of the american meteorological society 78(12):2771-2777. 1997.
12. WALLACE J., M.; VOGEL, S. "El Niño" y la predicción climática: Informes a la nación sobre nuestro cambiante planeta. Boulder : University corporation for atmospheric research : NOAA, 1994. 24 p.

