

## LA LLUVIA COMO FACTOR DE AMENAZA PARA EL CULTIVO DEL CAFÉ EN COLOMBIA

El Riesgo y la incertidumbre son dos características cruciales de la producción agrícola. Este riesgo está relacionado al hecho inequívoco de que la producción depende del ambiente, especialmente del suelo, el tiempo y el clima (6), y estos dos últimos factores, que son incontrolables, juegan un papel fundamental en los rendimientos de los cultivos (7).





Ciencia, tecnología  
e innovación  
para la caficultura  
colombiana

#### Autores

**Andrés J. Peña Q.**

Investigador Científico II.

Agroclimatología

**Víctor H. Ramírez B.**

Investigador Científico II. Fitotecnia

**Julián A. Valencia A.**

Asistente de Investigación.

Agroclimatología

**Álvaro Jaramillo R.**

Investigador Científico III.

Agroclimatología

Centro Nacional de Investigaciones  
de Café, Cenicafé

Manizales, Caldas, Colombia

#### Edición:

Sandra Milena Marín López

#### Fotografías:

Gonzalo Hoyos

#### Diagramación:

María del Rosario Rodríguez L.

#### Imprenta:

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

El **riesgo**, en su concepción más simple, puede definirse como la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre, lo cual ocurre cuando el nivel de exposición o el nivel de susceptibilidad de un sistema, que en conjunto definen la vulnerabilidad, son altos. Es decir, bajo una condición de amenaza y vulnerabilidad altas, se incrementan las probabilidades de riesgo, razón por la cual se ha definido que  $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$ , como ecuación básica para caracterizarlo. En el caso de la agricultura, **la amenaza** puede ser definida como la probabilidad de ocurrencia de todo evento capaz de impactar los agroecosistemas, mientras que **la**

**vulnerabilidad** se puede definir como la capacidad de respuesta de los agroecosistemas ante una amenaza definida.

Para este caso, como una primera aproximación, se han definido tres tipos de amenaza. La relacionada con la probabilidad de tener valores de lluvia por encima (exceso hídrico) y por debajo (déficit hídrico) de los niveles “adecuados” para el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo del café, los cuales fueron definidos por Ramírez *et al.* (9), y la relacionada con el efecto del evento ENOS, es decir El Niño y La Niña.

## La lluvia como amenaza para el cultivo del café

Las deficiencias hídricas severas a nivel del suelo, así como los excesos, pueden afectar el crecimiento y desarrollo vegetativo y productivo de la planta. La sobresaturación del suelo, asociada en gran medida, a altas precipitaciones o un gran número de días con lluvia, limita el desarrollo del sistema radical, dando como resultado una planta con síntomas de deficiencias nutricionales, alta incidencia de mancha de hierro en las hojas y frutos, desarrollo deficiente de brotes, defoliación, paloteo, baja producción, baja calidad de los frutos y, bajo condiciones extremas, hasta la muerte de la planta (1). De otro lado, el déficit de agua en el suelo, asociado a bajos niveles de precipitación y pocos días con lluvia, puede causar daños en la cosecha de café, especialmente si ésta coincide

con la época de floración o de llenado de fruto. Los daños más comunes son los granos flotantes o pasillas, los granos parcialmente formados, el grano negro y los granos pequeños (5).

Desde este punto de vista, con base en los rangos adecuados de lluvia para la zona cafetera determinados por Ramírez *et al.* (8), se puede cuantificar la amenaza como la probabilidad de ocurrencia de valores anuales de lluvia por encima de 2.900 mm y por debajo de 1.400 mm, valores calculados a escala mensual, con base en una condición promedio para los suelos de la zona cafetera colombiana, a diferentes alturas sobre el nivel del mar, y que luego fueron acumulados para expresarlos en escala anual.

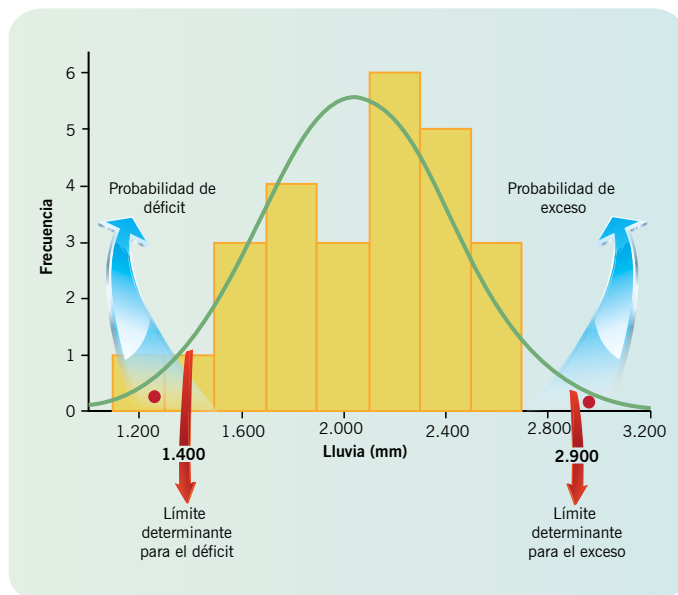
## ¿Cómo se determinó la amenaza por exceso y déficit hídrico?

Se analizaron los datos anuales provenientes de 80 estaciones pluviométricas, ubicadas en la zona cafetera colombiana, con registros de lluvia superiores a 25 años. Para cada estación se determinó la probabilidad de ocurrencia de años con lluvia acumulada anual inferior a 1.400 mm (amenaza por déficit) y la probabilidad de ocurrencia de años con lluvia anual superior a 2.900 mm (amenaza por exceso). La probabilidad de ocurrencia de estos eventos está dada en porcentaje y es el resultado de ajustar una función de distribución no paramétrica (Kernel) a los datos anuales de cada estación. La Figura 1 muestra la función Kernel de la distribución de lluvias anuales de la estación “El Agrado” (Montenegro, Quindío), que tiene 27 años de información; en este caso, la probabilidad de encontrar en la serie de lluvia anual valores inferiores a 1.400 mm es muy baja (1,5%), mientras que la probabilidad de tener lluvias superiores a 2.900 mm es baja (6,2%); esto quiere decir que, en términos generales, la probabilidad de que se presente un año con lluvias por fuera del rango adecuado para el cultivo del café en esta localidad es de menos del 8%.

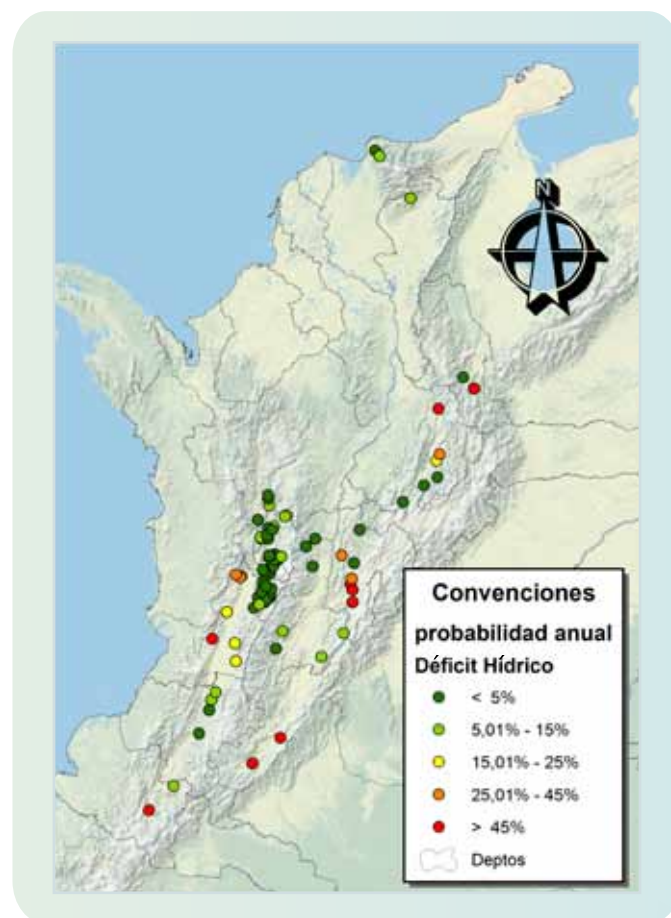
## Aproximación a los mapas de amenaza por déficit y exceso hídrico

Sobre el mapa de Colombia, se presentan las 80 estaciones, de la red climática de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, operada por Cenicafé, en las cuales se caracterizó la amenaza por déficit y exceso de lluvias para la zona cafetera colombiana. La Tabla 1 resume los criterios para la definición de la amenaza; por ejemplo, se considera que hay una amenaza muy baja al déficit hídrico cuando la probabilidad de encontrar un año con lluvia anual menor a 1.400 mm es menor al 5%, lo cual sucede en el 56% de las estaciones analizadas.

La Tabla 1 y las Figuras 2 y 3 muestran que más del 70% de las estaciones analizadas tienen amenaza baja y muy baja, tanto para exceso como para el déficit de lluvia; así mismo, una de cada cuatro estaciones analizadas tienen amenaza por déficit de lluvias superior a la media, es decir, en estas localidades hay una probabilidad de que se presenten lluvias inferiores a las adecuadas, por lo menos una vez cada seis años. Igualmente, una de cada cuatro estaciones tiene amenaza por exceso de lluvias superior a la media.



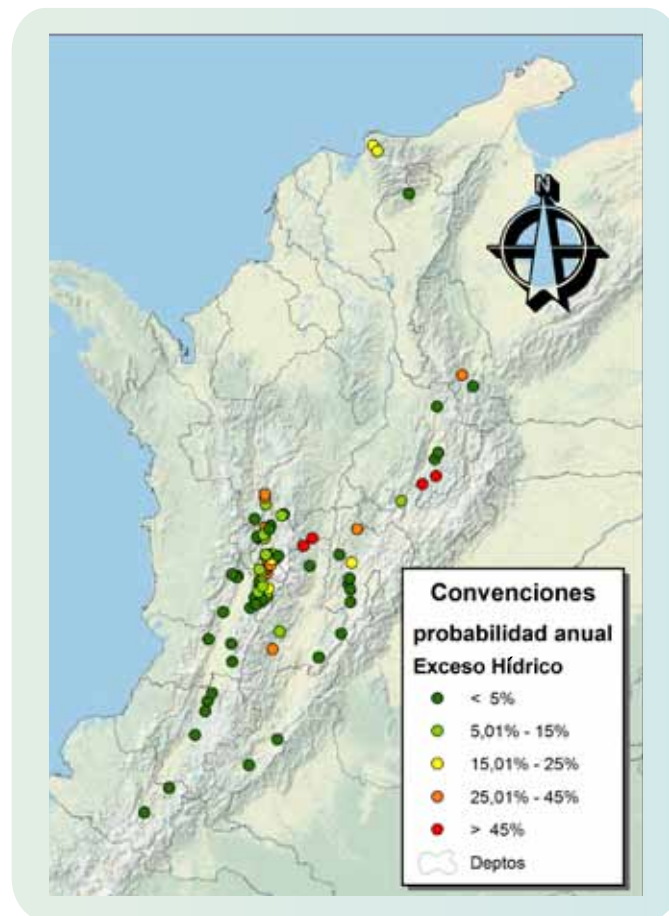
**Figura 1.** Histograma de frecuencias (a) y función de distribución no paramétrica (b) de la lluvia anual de la estación “El Agrado” (Montenegro, Quindío).



**Figura 2.** Primera aproximación al mapa de amenazas por déficit de lluvias en la zona cafetera colombiana.

**Tabla 1.** Definición de la amenaza en función de la probabilidad de ocurrencia de lluvias por fuera de los “rangos adecuados de lluvia para el cultivo del café” definidos por Ramírez *et al.* (9).

Amenaza por déficit de lluvias		
Amenaza	Probabilidad (%)	Estaciones con esta característica (%)
Muy baja	<5	56
Baja	5 - 15	20
Media	15 - 25	7
Alta	25 - 45	6
Muy Alta	>45	11
Amenaza por exceso de lluvias		
Amenaza	Probabilidad (%)	Estaciones con esta característica (%)
Muy baja	<5	51
Baja	5 - 15	23
Media	15 - 25	7
Alta	25 - 45	13
Muy Alta	>45	6



## El Niño y La Niña como amenaza para el cultivo del café

El Niño y La Niña se han reportado como fuente importante de variabilidad importante en la lluvia de la zona cafetera colombiana (2,3,4,5). La Niña se asocia a una mayor cantidad de lluvias en comparación con El Niño, que se asocia a períodos secos. Sin embargo, estudios realizados por Ramírez y Jaramillo (8) demuestran que este patrón no es igual en toda la región, y que hay épocas y zonas más o menos afectadas. En ese sentido, podría pensarse que El Niño y La Niña son una amenaza real en aquellos sitios en que la relación entre el índice que describe al evento, en este caso la anomalía de la temperatura superficial en una zona específica del Pacífico Tropical, más conocida como ONI<sup>1</sup> (8), y la lluvia es alta.

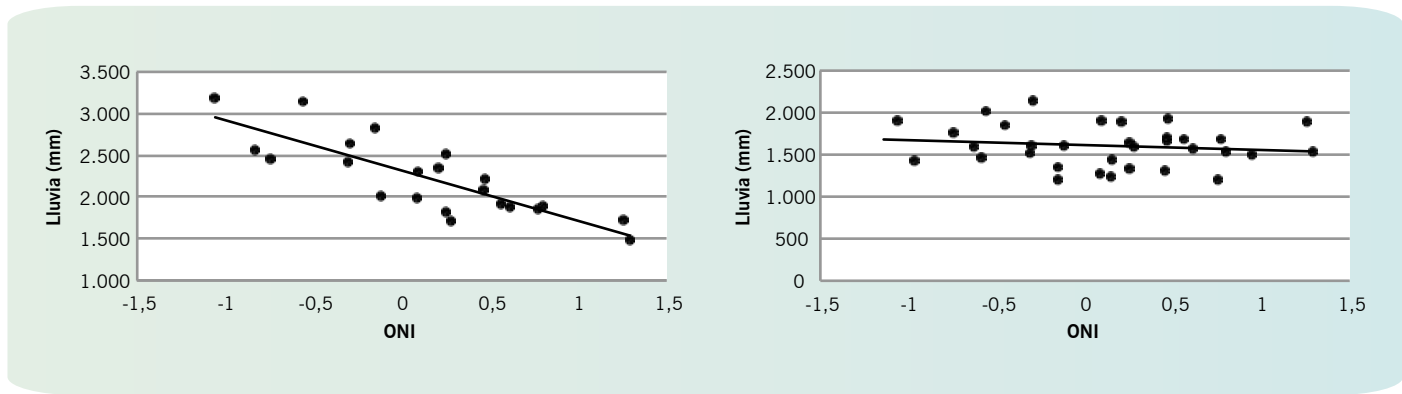
## ¿Cómo se determinó la amenaza por efecto de El Niño y La Niña?

Se correlacionaron linealmente los datos anuales de lluvia provenientes de 80 estaciones pluviométricas ubicadas en la zona cafetera colombiana, con el valor medio anual del ONI, el cual se encuentra disponible en la página web de la NOAA<sup>2</sup>. Se considera que hay una alta amenaza cuando el coeficiente de correlación entre ONI y lluvia anual es alto, como sucede en la estación “El Diamante” en Quinchía (Risaralda) (Figura 4a), debido a que el evento (El Niño o La Niña) puede determinar cambios significativos en la cantidad de lluvia; mientras que cuando el coeficiente de correlación es bajo la amenaza es baja, ya que no hay una relación fuerte entre el evento y la cantidad de lluvia, como sucede en la estación “Misiones” en Mesitas del Colegio (Cundinamarca) (Figura 4b).

**Figura 3.** Primera aproximación al mapa de amenazas por exceso de lluvias en la zona cafetera colombiana.

<sup>1</sup> Índice Oceánico de El Niño

<sup>2</sup> Servicio meteorológico estadounidense (National Oceanic and Atmospheric Administration)



**Figura 4.** Lluvia anual en función del ONI en dos estaciones meteorológicas con comportamiento contrastante. **a.** Estación “El Diamante” en Quinchía (Risaralda), en la que El Niño y La Niña representan una alta amenaza; **b.** Estación “Misiones” en Mesitas del Colegio (Cundinamarca), en la que El Niño y La Niña representan una amenaza muy baja.

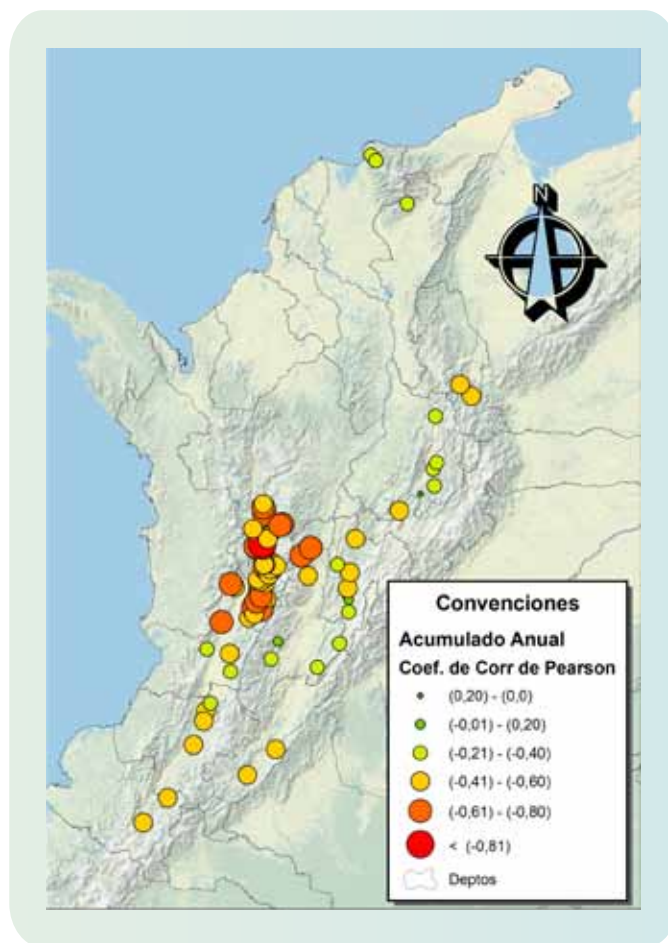
### Aproximación a un mapa de amenaza por efecto de El Niño y La Niña

En el mapa de Colombia se presentan las estaciones analizadas, caracterizando con círculos de diferente color y tamaño la amenaza por efecto de El Niño y La Niña (Figura 5). La Tabla 2 resume los criterios para la definición de la amenaza. Por ejemplo, se considera que El Niño y La Niña son una amenaza muy baja cuando el coeficiente de correlación tiene un valor absoluto inferior a 0,20, como ocurre en el 8% de las localidades analizadas.

### ¿El Niño y La Niña, siempre son una amenaza?

Definitivamente no, en algunas localidades, el efecto de una de las dos fases representa una mayor amenaza, como por ejemplo en la estación “La Victoria”, en Santa Marta, donde bajo condición de El Niño se “garantiza” una alta probabilidad de que las lluvias estén en el rango adecuado para el cultivo del café, mientras que bajo la condición de La Niña, la probabilidad de que se exceda el rango superior es alta (Figura 6).

A partir de este tipo de análisis, se definió que el café se ve amenazado por El Niño cuando la probabilidad de encontrar un año con lluvia inferior a 1.400 mm es superior al 15% y el valor absoluto del coeficiente de

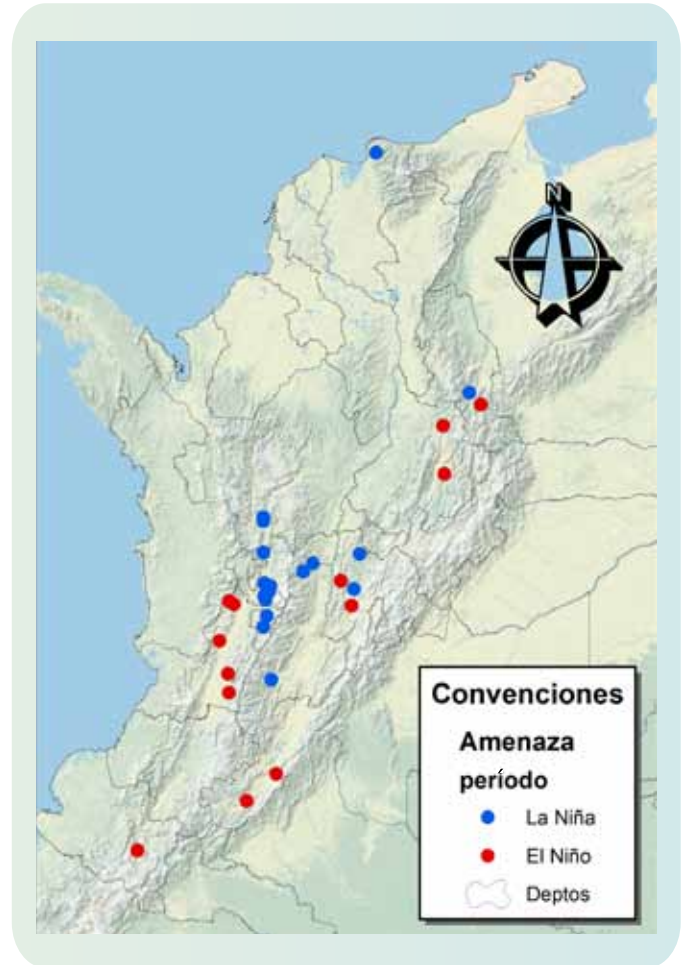


**Figura 5.** Primera aproximación al mapa de amenazas por efecto de El Niño y La Niña en la zona cafetera colombiana.

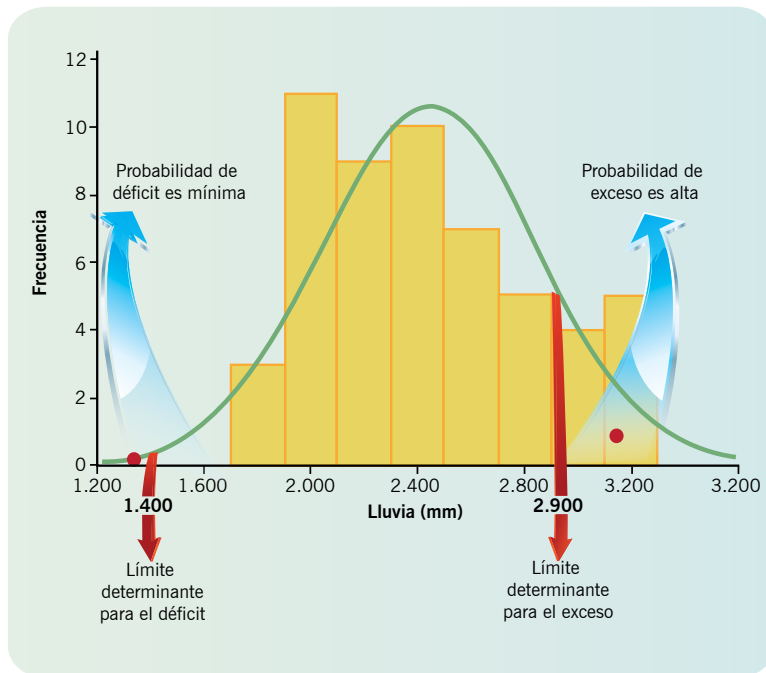
**Tabla 2.** Definición de la amenaza en función del coeficiente de correlación entre el ONI promedio anual y la lluvia acumulada anual.

Amenaza por El Niño y La Niña		
Amenaza	Valor absoluto correlación	Estaciones con esta característica
Muy baja	< 0,20	8
Baja	0,20 – 0,40	17
Media	0,40 – 0,60	48
Alta	0,60 – 0,80	26
Muy alta	> 0,80	1

correlación (entre ONI y lluvia anual) es superior a 0,30. La Niña es amenaza para el cultivo del café cuando la probabilidad de encontrar un año con lluvia superior a 2.900 mm es superior al 15% y el valor absoluto del coeficiente de correlación (entre ONI y lluvia anual) es superior a 0,30. En ese sentido, un mapa preliminar de amenaza por lluvia para el cultivo del café, en función de los eventos de El Niño y La Niña sería el que aparece en la Figura 7.



**Figura 7.** Primera aproximación al mapa de amenazas por lluvia atribuibles al efecto de El Niño y La Niña en la zona cafetera colombiana



**Figura 6.** La Niña como amenaza para el cultivo del café en la estación La Victoria (Santa Marta, Magdalena).

## Consideraciones prácticas

### La Niña

Aquellas zonas en donde la mayor amenaza está dada por el evento del fenómeno de La Niña es recomendable:

- Evaluar constantemente las condiciones fitosanitarias del cultivo, especialmente los niveles de incidencia y severidad de roya, mal rosado y gotera.
- En zonas de altitudes medias y bajas se recomienda sembrar especialmente variedades de café resistentes a la roya.
- Realizar análisis de suelos y fertilizar de acuerdo al estado de desarrollo del cultivo.
- En cafetales con sombra es necesario establecer un manejo del sombrío.
- Establecer prácticas de conservación de suelos como: Manejo integrado de arvenses que permitan mantener una cobertura vegetal de baja a mediana interferencia con el cultivo de café, efectuar las siembras en sentido contrario a la pendiente, manejar coberturas vivas que permitan reducir la longitud de la pendiente, manejar las aguas en los lotes con el fin de evitar movimientos en masa.
- Preservar los drenajes naturales de los lotes y proteger los drenajes construidos en lotes y carreteras.
- En suelos muy arenosos o con alto contenido de arena y limos, fraccionar la fertilización con el fin de disminuir las pérdidas potenciales por lixiviación.
- Cuando se efectúen renovaciones por zoca, hacer un adecuado y oportuno control de las heridas ocasionadas al árbol y hacer un monitoreo permanente de las zocas con el fin de disminuir las pérdidas ocasionadas por hongos que se encuentran en el suelo y que por salpicado de la lluvia pueden afectar al cafeto como sucede en el caso de las llagas y otros.
- En siembras nuevas es posible aumentar la distancia entre las calles y reducir la distancia entre plantas con el objetivo de “airear” el cultivo sin sacrificar densidad de siembra.
- En zonas medias y altas, con predominio de vientos fuertes o ráfagas de viento, emplear barreras rompevientos en cultivos establecidos y para siembras nuevas se puede emplear cultivos transitorios intercalados, como el maíz.

### El Niño

En aquellas zonas en donde la mayor amenaza está dada por el fenómeno El Niño es recomendable:

- Evaluar la necesidad de sombrío permanente o transitorio, especialmente en suelos arenosos y limosos, y en función del brillo solar de la zona.
- Mantener una cobertura muerta en los platos de los árboles, que permita conservar por mayor tiempo la humedad del suelo.
- Las siembras nuevas deben hacerse al inicio de los meses históricamente húmedos y con sombríos transitorios.
- En suelos con bajo contenido de materia orgánica es recomendable incorporar al hoyo, al momento de la siembra, material orgánico como pulpa bien descompuesta, que ayuden a conservar la humedad del suelo y adecuar el sitio para la siembra nueva.
- Monitorear permanentemente la dinámica poblacional de la broca en función de las épocas de floración.
- Recoger los frutos del suelo, ya que es ahí en donde se encuentra el mayor foco de infestación de broca. Recuerde que una vez inician las lluvias, después de un período seco prolongado, las brocas que están en el suelo salen en busca de nuevos frutos.
- En los meses históricamente secos no se recomienda hacer renovación de cafetales o siembras nuevas.
- En el evento de El Niño, ni en otras épocas, es recomendable hacer quemas en los lotes, ya que pueden convertirse en una amenaza potencial de incendios de mayor magnitud.
- Proteger los nacimientos de agua.

## Literatura Citada

1. Arcila, J. (2007). Crecimiento y desarrollo de la planta de Café. En J. Arcila; F. Farfán, A. Moreno, L. F. Salazar, E. Hincapie, Sistemas de producción de café en Colombia (págs. 21-60). Chinchiná: Cenicafé.
2. Guzmán, O.; Baldión, V. (1997). El evento cálido del Pacífico en la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 48 (3), 141-155.
3. Guzmán, O.; Baldión, V. (1999). Influencia del evento frío del Pacífico en la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 50 (3), 222-237.
4. Jaramillo, A.; Arcila, J. (2009). Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de La Niña y su efecto en la caficultura. *Avances Técnicos Cenicafé*, N° 389 pág. 8.
5. Jaramillo, A.; Arcila, J. (2009). Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de La Niña y su efecto en la caficultura. *Avances Técnicos Cenicafé*, N° 390 pág. 8.
6. Quiggin, J.; Chambers, R. (2003). The State-contingent Approach to Modeling Environmental Risk Management. En B. Babcock, R. W. Fraser; J. N. Lekakis, *Risk Management and the Environment: Agriculture in Perspective* (págs. 11-28). London: Kluwer Academic Publishers.
7. Moschini, G.; Hennessy, D. A. (2001). Uncertainty, Risk Aversion, and Risk Management for Agricultural Producers. En B. L. Gardner, & G. C. Rausser, *Handbook of Agricultural Economics, Volume 1A Agricultural Production* (págs. 87-144). Amsterdam: Elsevier.
8. Ramírez, V.H.; Jaramillo, A. (2009). Relación entre el Índice Oceánico de El Niño y la lluvia en la región andina central de Colombia. *Cenicafé*, 60 (2), 161-172.
9. Ramírez, V. H.; Jaramillo, A.; Arcila, J. (2010). Rangos Adecuados de Lluvia para el Cultivo del Café en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*, N° 395 pág. 8.

