

# Vulnerabilidad de la caficultura de Caldas a la broca del café en diferentes eventos climáticos

El departamento de Caldas, y particularmente la zonas Centro y bajo Occidente se ven periódicamente expuestas a ataques severos de broca del café. Cada vez que los niveles de la plaga se elevan y los efectos negativos de los ataques se hacen evidentes, se genera una gran preocupación en los productores cafeteros. Por esta recurrencia en los ataques de broca y la magnitud del daño, se hace necesario buscar un nivel de comprensión más estructural del problema, que ayude a orientar de mejor manera a los caficultores y poder contribuir al manejo de esta plaga.

En este sentido, los mapas de vulnerabilidad a plagas agrícolas generalmente se construyen a partir de datos biológicos de la plaga de interés e información climática obtenida de estaciones meteorológicas ubicadas en las zonas cultivadas. De esta manera, la creación de estos mapas puede ofrecer un mejor entendimiento del comportamiento de la plaga y conducir al desarrollo de actividades de monitoreo, para mejorar la comprensión del problema, obtener resultados de manejo de plagas por parte de los caficultores y reducir los costos relacionados con dicho manejo.

Adicionalmente, este tipo de mapas se convierte en un insumo clave para el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros - FNC, pues le entrega argumentos técnicos sólidos para ofrecer un apoyo de mayor calidad a los caficultores.





Ciencia, tecnología  
e innovación  
para la caficultura  
colombiana

#### Autores

##### **Marisol Giraldo-Jaramillo**

Investigador Científico I - Entomología  
<https://orcid.org/0000-0003-0473-9403>

##### **Esther Cecilia Montoya Restrepo**

Investigador Senior - Biometría  
<https://orcid.org/0000-0001-5891-1040>

##### **Ninibeth Sarmiento Herrera**

Asistente de Investigación - Agroclimatología  
<https://orcid.org/0000-0002-7912-5708>

##### **Audberto Quiroga Mosquera**

Analista Sistema de Información Geográfica  
- TIC  
<https://orcid.org/0000-0002-0844-9262>

##### **Juan Camilo Espinosa Osorio**

Analista Sistema de Información Geográfica  
-TIC  
<https://orcid.org/0000-0001-7354-4381>

##### **Juan Carlos García López**

Investigador Científico II - Agroclimatología  
<https://orcid.org/0000-0003-4861-9649>

##### **Hernando Duque Orrego**

Gerente Técnico -FNC

##### **Pablo Benavides Machado**

Investigador Científico III - Entomología  
<https://orcid.org/0000-0003-2227-4232>

DOI (Digital Object Identifier)

<https://doi.org/10.38141/10779/0505>

#### Edición

Sandra Milena Marín López

#### Fotografías

Archivo Cenicafé

#### Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

#### Imprenta

ISSN-0120-0178

ISSN-2145-3691 (En línea)

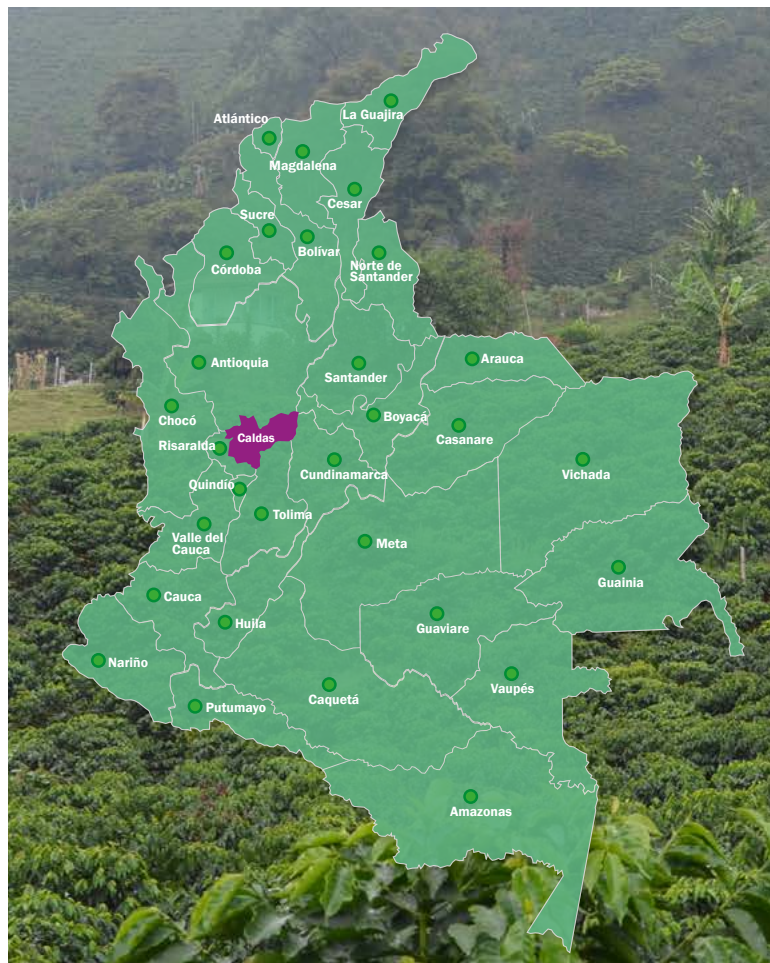
Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por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

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

Conocer la vulnerabilidad de una zona a la broca de café, y tener claro que es una condición natural de esa zona o región, y comprender que bajo ciertas condiciones climáticas la plaga puede comportarse de una forma esperada, es una ventaja competitiva clara para los caficultores que estén en ese sitio, pues podrán anticipar muchas decisiones de manejo.

## La broca del café y la temperatura

La temperatura es el factor abiótico que más impacta la fisiología y el comportamiento de la broca del café (Giraldo-Jaramillo et al., 2018). Este insecto tiene una tolerancia térmica entre 18 y 32°C, con un óptimo de temperatura entre 22 y 28°C, es decir, en este rango, a mayor temperatura hay mayor descendencia, menor duración del ciclo de vida y mayor sobrevivencia (Giraldo-Jaramillo et al., 2018). La caficultura colombiana se encuentra en regiones con temperaturas medias anuales desde 17 hasta 24°C (Jaramillo, 2018); por lo tanto, la condición térmica favorable para el desarrollo de la broca del café está sectorizada en el país. De esta manera, ante los eventos ENOS (El Niño Oscilación Sur), los departamentos que producen café se ven amenazados por el factor abiótico de la temperatura; el cual puede incrementar o disminuir su vulnerabilidad y esto puede evidenciarse a través de un mapa que represente su vulnerabilidad a broca del café. En este Avance Técnico se presentará la vulnerabilidad de la zona cafetera del departamento de Caldas a la broca (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación geográfica del departamento de Caldas en Colombia.

## ¿Qué es la vulnerabilidad?

Cuando la caficultura está expuesta a la variabilidad climática por los eventos como El Niño y La Niña, se generan cambios en los patrones de temperatura (Jaramillo, 2018) que afectan a la broca del café. En consecuencia, existe vulnerabilidad de la caficultura a la broca relacionada con un factor externo, en este caso la temperatura.

## ¿Qué es un mapa de vulnerabilidad?

Es una representación del comportamiento de un fenómeno natural o biológico, en una zona geográfica y una condición temporal definidas. Los mapas de vulnerabilidad de broca son una herramienta para identificar el grado de exposición que presentan las zonas cafeteras al ataque de la broca del café, dependiendo del escenario climático.

## ¿Cómo se elaboraron los mapas de vulnerabilidad para el Departamento de Caldas?

Mediante técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando el software ArcGIS en su versión 10.3.1, a partir de los Ecotopos Cafeteros y de la información actualizada del Sistema de Información Cafetera, SICA (FNC, 2019), se generó la máscara para el departamento de Caldas, con 2.932 píxeles, cada uno de ellos representando un área de 1,0 km<sup>2</sup>, con al menos un predio cafetero. En cada píxel se obtuvo la temperatura media diaria para los tres escenarios de El Niño Oscilación Sur (ENOS), tomando como referencia el año 1990 como escenario Neutro, entre mayo de 1997 y abril de 1998 como escenario El Niño, y el año 1999 como escenario La Niña.

La temperatura media diaria de cada uno de los píxeles se estimó aplicando el modelo de interpolación propuesto por Hutchinson (2006), utilizando el software Anusplin (versión 4.4), a partir de los registros de temperatura media del aire de estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), correspondientes al departamento de Caldas y del Modelo Digital de Elevación (MDE) con resolución espacial de 1,0 km<sup>2</sup>. De los registros de temperatura, el 80% de las estaciones fueron utilizadas para generar la interpolación y el 20% para la validación.

Con esta información, para cada píxel y cada escenario del ENOS, se estimó el número de generaciones de broca en función de la temperatura, de acuerdo con un modelo lineal, con coeficientes de regresión diferentes de cero estadísticamente, según prueba de t al 5% y un coeficiente de determinación del 95% (Giraldo, 2016). Con la estimación del número de generaciones de broca, para cada escenario, se agruparon los píxeles en cuatro categorías de vulnerabilidad: muy baja ( $\leq 4$ ), baja ( $> 4$  y  $\leq 7$ ), moderada ( $> 7$  y  $\leq 11$ ) y alta ( $> 11$ ). Finalmente se verificó, que el promedio de generaciones de las categorías o grados de vulnerabilidad, sean diferentes estadísticamente, según prueba de Duncan al 5%.

## ¿Cuál es el objetivo del mapa?

Identificar la vulnerabilidad de la caficultura del departamento de Caldas al ataque de la broca del café durante la ocurrencia de los eventos climáticos El Niño, La Niña y Neutro.

## ¿Cómo se interpreta el mapa?

Los mapas presentan cuatro rangos de vulnerabilidad: Muy baja (verde oscuro), baja (verde claro), moderada (amarilla) y alta (rojo); significando que, en la medida que la vulnerabilidad se va incrementando, mayor será el número potencial de generaciones de la broca del café y, por lo tanto, las áreas que representan estarán más expuestas al ataque por broca si no se implementan medidas de manejo integrado (Tabla 1).

**Tabla 1.** Interpretación del mapa de vulnerabilidad a la broca del café

Vulnerabilidad a broca del café	Interpretación del mapa de vulnerabilidad a la broca del café
<b>Muy baja</b>	La broca no es limitante de producción ni calidad.
<b>Baja</b>	La broca podría ser una limitante de la calidad y de la producción si no se realiza la cosecha oportuna del café.
<b>Moderada</b>	Se debe monitorear la broca para realizar las labores de manejo integrado.
<b>Alta</b>	Se deben implementar las medidas de manejo integrado para no afectar la producción ni la calidad del café

La vulnerabilidad puede variar en función del escenario climático vigente, es así como zonas que se encuentren en vulnerabilidad moderada en un año Neutro podría tornarse de vulnerabilidad alta en un evento El Niño, por los incrementos de temperatura que propician un mayor número de generaciones de broca al año (Tabla 2).

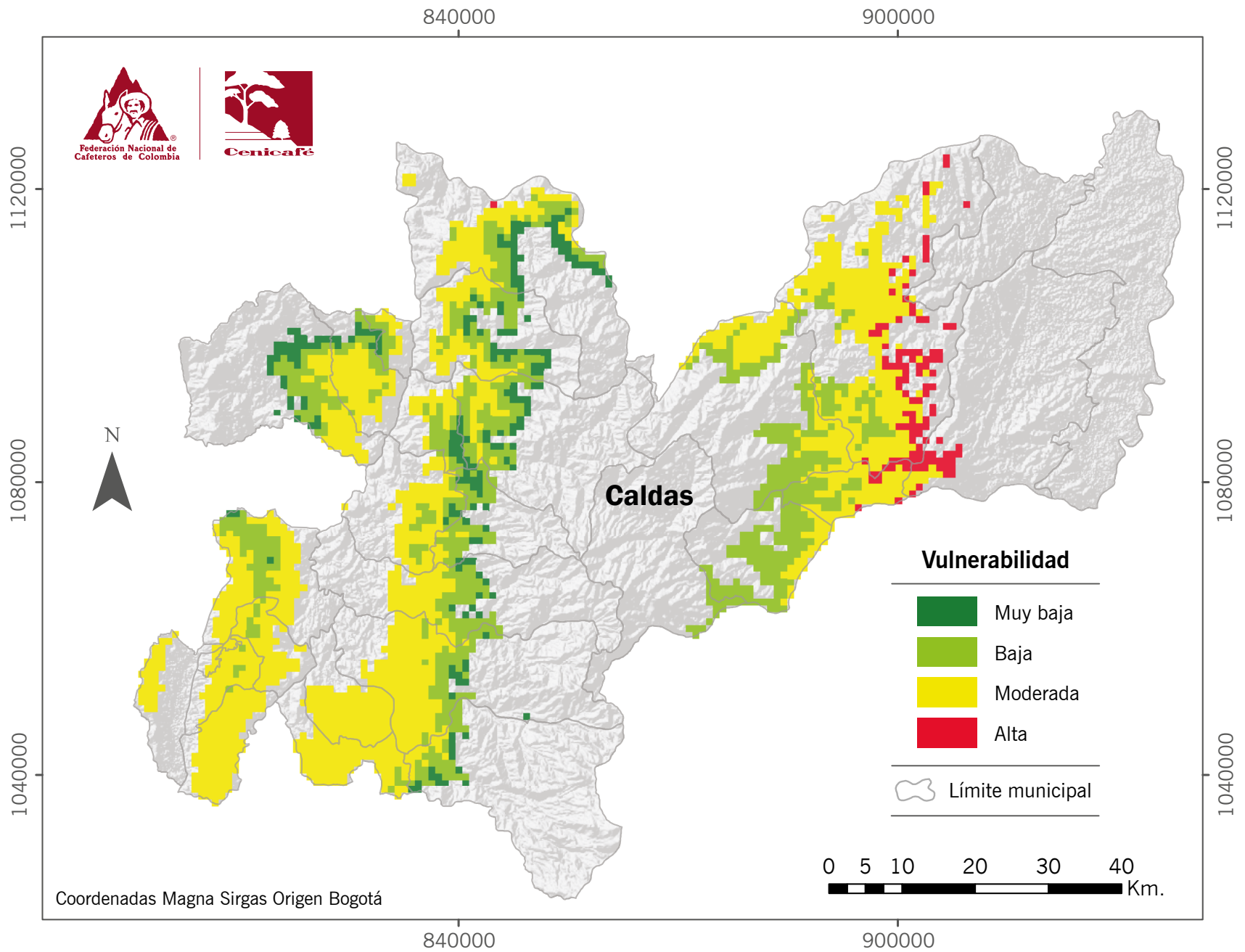


En el departamento de Caldas, un evento El Niño aumenta el porcentaje de vulnerabilidad moderada y alta a la broca del café, situación contraria a la que se presenta durante un evento La Niña (Tabla 2).

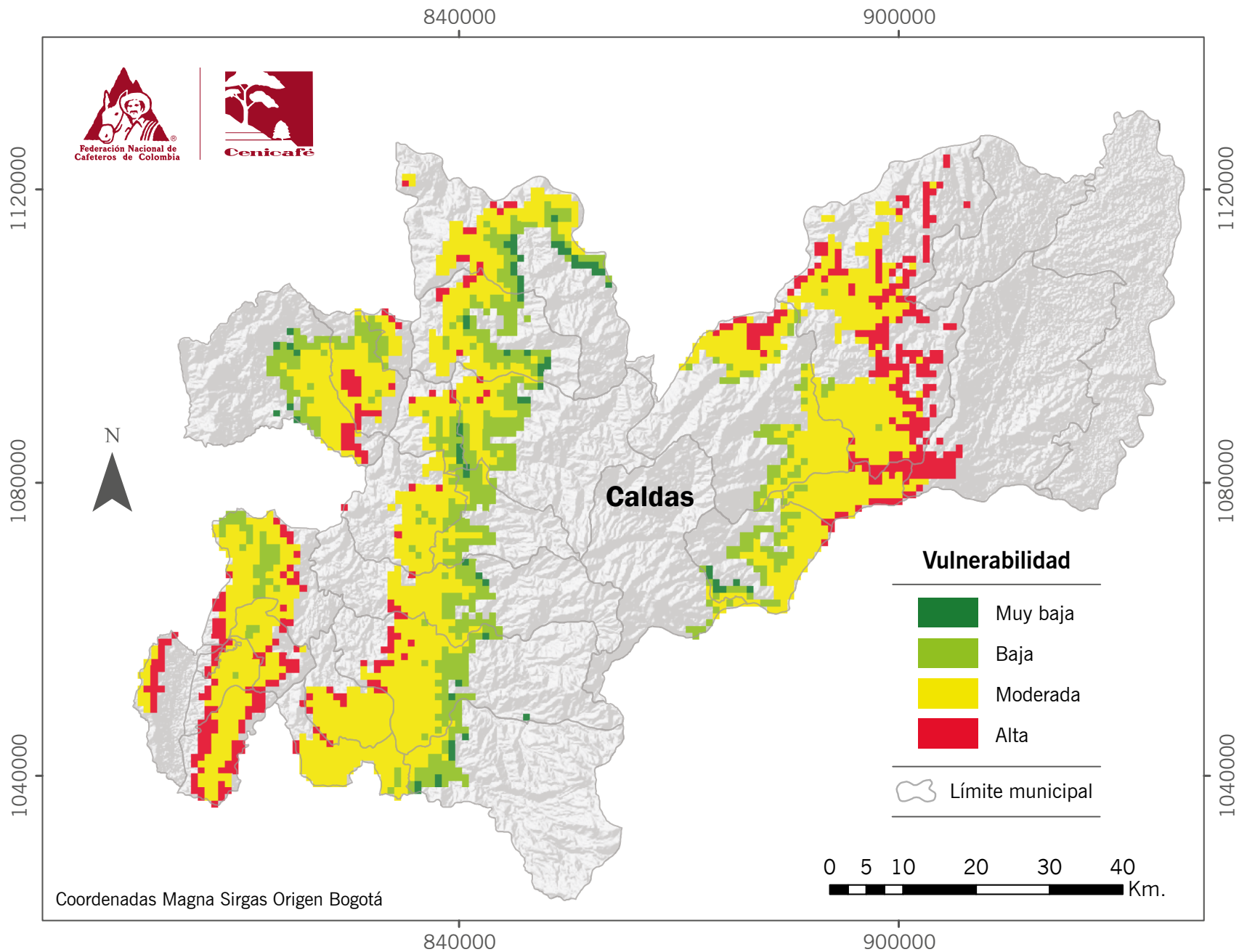
**Tabla 2.** Vulnerabilidad porcentual del departamento de Caldas a broca del café en función de los eventos climáticos ENOS (expresada como proporción de píxeles).

Rango de vulnerabilidad de la broca del café	Neutro	El Niño	La Niña
<b>Muy baja</b>	7,4	2,4	18,1
<b>Baja</b>	31,2	21,2	38,5
<b>Moderada</b>	57,5	60,7	40,8
<b>Alta</b>	3,9	15,7	2,6

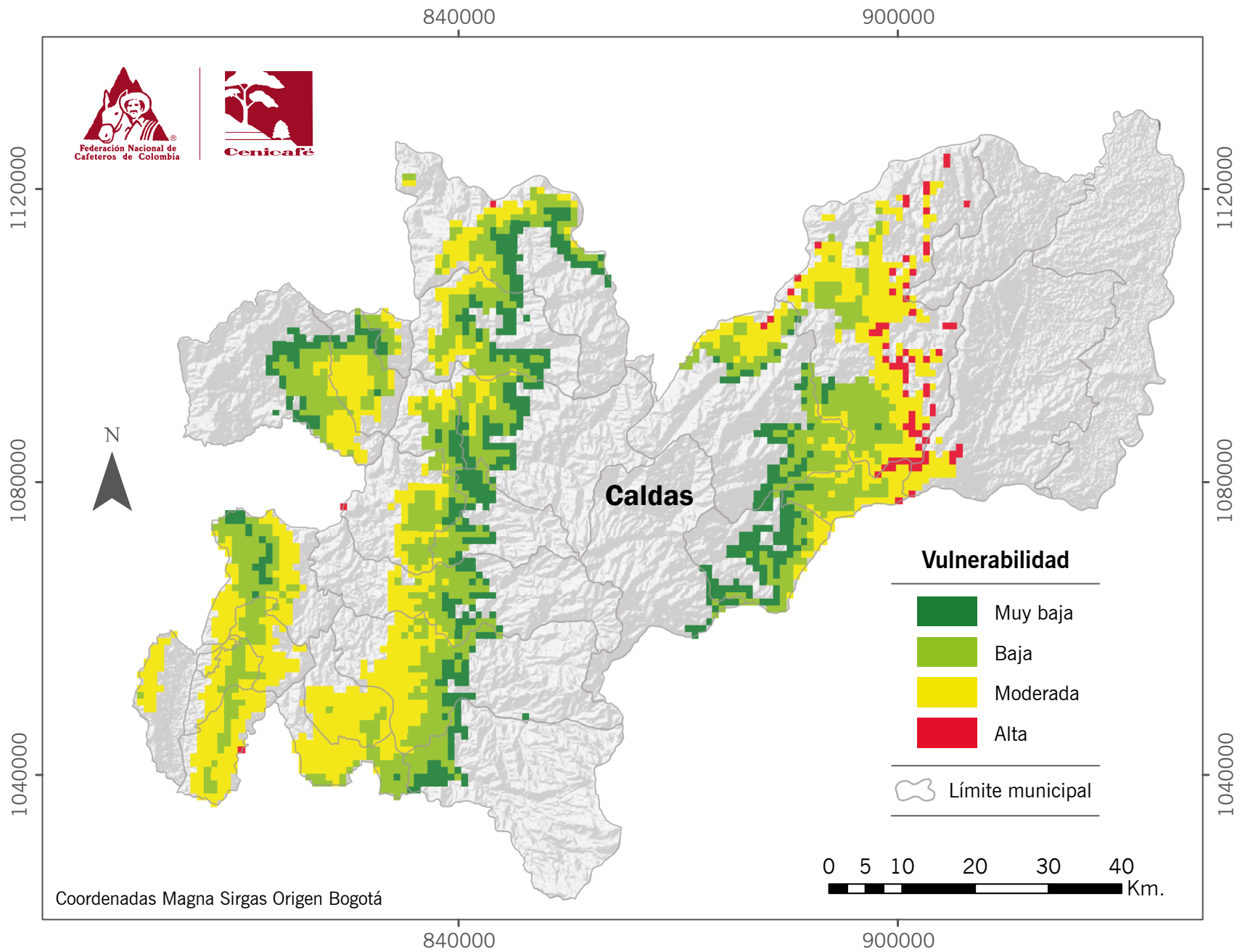
En las Figuras 2, 3 y 4, se observa la vulnerabilidad de la zona cafetera de Caldas a la broca del café en función del número potencial de generaciones en años con evento ENOS Neutro, El Niño y La Niña. **Es importante recordar que, independiente del evento climático, siempre habrá un porcentaje de la caficultura que presentará una alta vulnerabilidad al ataque de este insecto.**



**Figura 2.** Mapa de vulnerabilidad de la zona cafetera de Caldas a la broca del café en un año con escenario climático Neutro.



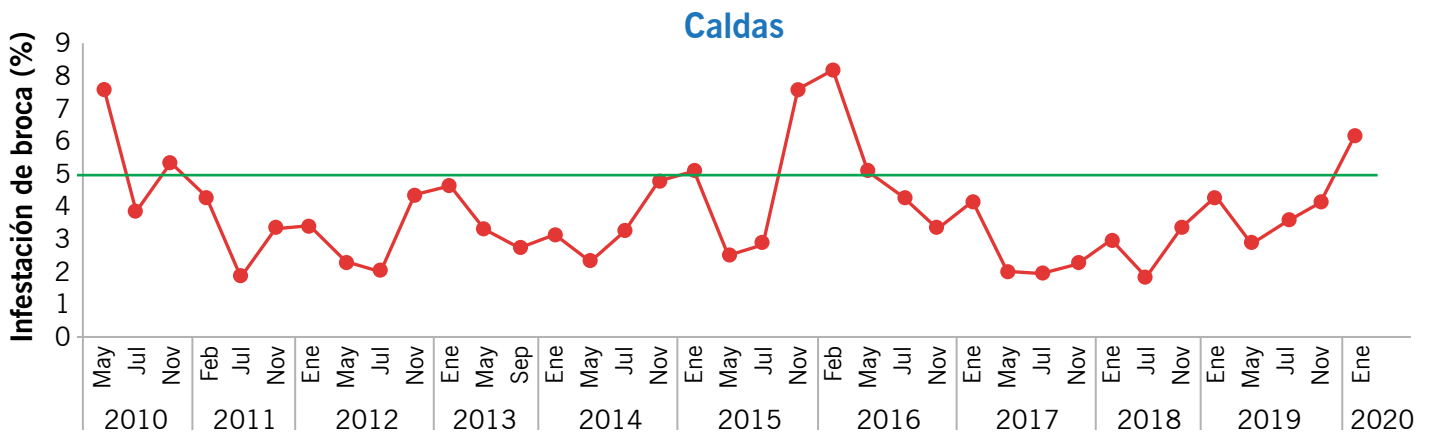
**Figura 3.** Mapa de vulnerabilidad de la zona cafetera de Caldas a la broca del café en un año con escenario climático El Niño.



**Figura 4.** Mapa de vulnerabilidad de la zona cafetera de Caldas a la broca del café en un año con escenario climático La Niña.

## Comportamiento histórico de la infestación por broca en el departamento de Caldas

A partir de los diagnósticos de broca realizados por la Gerencia Técnica de la Federación Nacional de Cafeteros desde mayo de 2010 se ha observado que, en eventos El Niño (por ejemplo noviembre-2015 Febrero-2016), los promedios de infestación por broca en el departamento de Caldas superan el nivel de daño económico (NDE) del 5%, lo cual afecta la producción y la calidad del café (Figura 5).



**Figura 5.** Promedio del porcentaje de infestación por broca por lote a través del tiempo de acuerdo con el diagnóstico para el departamento de Caldas. Fuente. Gerencia Técnica. Diagnóstico Nacional de Plagas, Enfermedades y Deficiencias nutricionales

### Señor caficultor

Recuerde que la vulnerabilidad a broca del café está en función del escenario climático vigente y puede variar. Por esta razón, es necesario que consulte el enlace

<https://agroclima.cenicafe.org/vulnerabilidad-broca>

para conocer la situación de vulnerabilidad de su finca y planificar las acciones de manejo integrado de la broca del café.

### Literatura citada

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia FNC. (2019). Sistema de información cafetera – SICA. Bogotá.

Giraldo- Jaramillo, M. (2016). *Zoneamento de Hypothenemus hampei (Ferrari, 1867) e Leucoptera coffeella (Guérin-Mèneville, 1842), pragas do caféiro no Brasil e na Colômbia, com base nas exigências térmicas* (Trabajo de grado: Doutor em ciências, área concentração Entomologia., Universidade de São Paulo).

Giraldo-Jaramillo, M., García, A., & Parra, J. R. (2018). Biology, thermal requirements, and estimation of the number of generations of *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae) in the State of São Paulo, Brazil. *Journal of Economic Entomology*, 111(5), 2192-2200. <https://doi.org/10.1093/jee/toy162>

Jaramillo, A. (2018). *El Clima de la Caficultura en Colombia*. FNC- Cenicafé.

Hutchinson, M. y Xu, T. (2013). *Anusplin version 4.4 User Guide*. Recuperado de: <http://fennerschool.anu.edu.au/files/anusplin44.pdf>

