



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

La caficultura de Cundinamarca se encuentra ubicada sobre la cordillera Oriental, en 69 de los 116 municipios del departamento, concentrada fundamentalmente en la vertiente Occidental, con el 92,5% del área en café y con producción en dos cosechas al año. La región cafetera de Cundinamarca está influenciada por diferentes fuentes de variabilidad climática que determinan la distribución de las áreas cafeteras en condiciones fisiográficas de temperatura, precipitación y brillo solar. Esta área de la caficultura se encuentra en un rango altitudinal superior a los 1.400 m, el cual permite mantener las plantaciones con un adecuado manejo fitosanitario del cultivo. El 32% del área restante que está ubicada por debajo de 1.400 m corresponde a 9.400 hectáreas. En este rango altitudinal, el 53% del área está ubicada en las cuencas media y baja del río Bogotá, donde el municipio de Viotá, mayor productor de café del departamento, presenta cerca del 50% de su caficultura en esta condición. Por su parte, en la cuenca media del río Negro en los municipios de El Peñón, Paimé, Topaipí, Yacopí, La Vega, Sasaima y Vergara, así como en la cuenca media del río Sumapaz en el municipio de Nilo y en la cuenca media del río Magdalena, en los municipios de Pulí y San Juan de Río seco, las condiciones secas prolongadas pueden condicionar una mayor presencia de la broca del café.





**Cenicafe**

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/10.38141/10779/0518>

#### Edición

Sandra Milena Marín López

#### Fotografías

Archivo Cenicafe

Comunicaciones Comité de Cundinamarca

#### 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)

En este departamento, la caficultura está ubicada entre 1.000 y 1.900 m de altitud. Para altitudes menores de 1.200 m, donde se ubica menos del 10% de la caficultura, las temperaturas sobre la vertiente Occidental pueden registrar valores entre 22,3 y 23,6°C, superiores entre 1,0 y 1,4°C a los presentados para el mismo rango altitudinal en la vertiente Oriental. Para estas mismas zonas del Occidente se presentan variaciones de temperatura, entre el promedio climatológico y un año El Niño de +1,1°C, lo cual las hace más vulnerables al ataque de la broca del café.

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, debido a que les entrega argumentos técnicos sólidos, para ofrecer un apoyo de mayor calidad a los caficultores.

Conocer la vulnerabilidad de una zona a la broca de café, teniendo claro que es una condición natural de esta y que, bajo ciertos escenarios climáticos, 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 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; lo cual puede incrementar o disminuir su vulnerabilidad y esto puede evidenciarse a través de un mapa que represente su vulnerabilidad a la broca del café. En este Avance Técnico se presentará la vulnerabilidad de la zona cafetera del departamento de Cundinamarca a la broca (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación geográfica del departamento de Cundinamarca 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 Cundinamarca?

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 Cundinamarca, con 4.726 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 Cundinamarca 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-Jaramillo, 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 Cundinamarca 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 baja o muy baja en un año Neutro podrían tornarse de vulnerabilidad moderada o alta en un evento El Niño, por los incrementos de temperatura que propician un mayor número de generaciones de broca al año (Tabla 2).

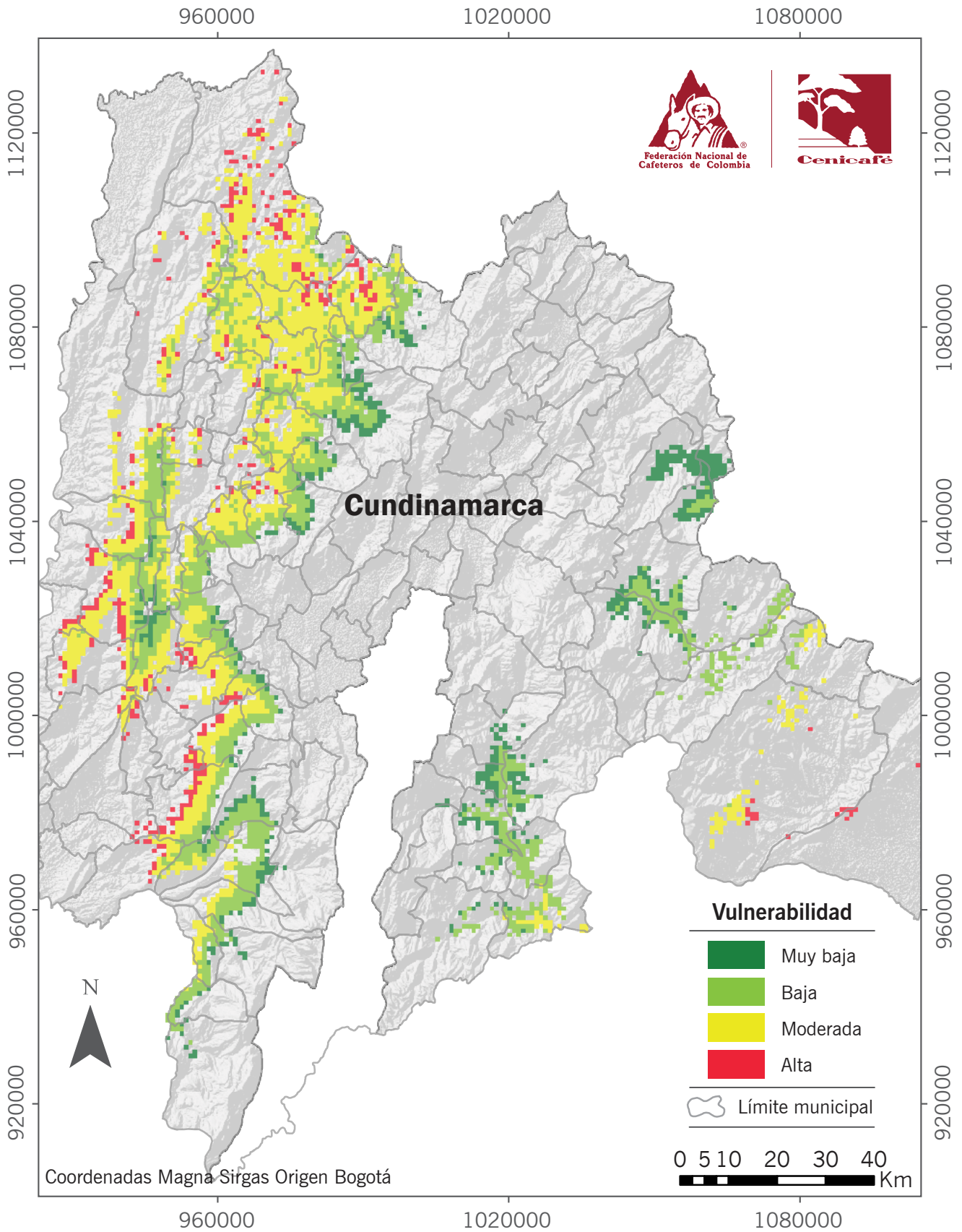
**Tabla 2.** Vulnerabilidad porcentual del departamento del Cundinamarca a broca del café en función de los eventos climáticos ENOS (expresada como proporción de pixeles).

Rango de vulnerabilidad de la broca del café	Neutro	El Niño	La Niña
<b>Muy baja</b>	12,9	10,4	20,9
<b>Baja</b>	35,8	26,1	39,8
<b>Moderada</b>	43,3	51,8	36,9
<b>Alta</b>	8,0	11,7	2,4

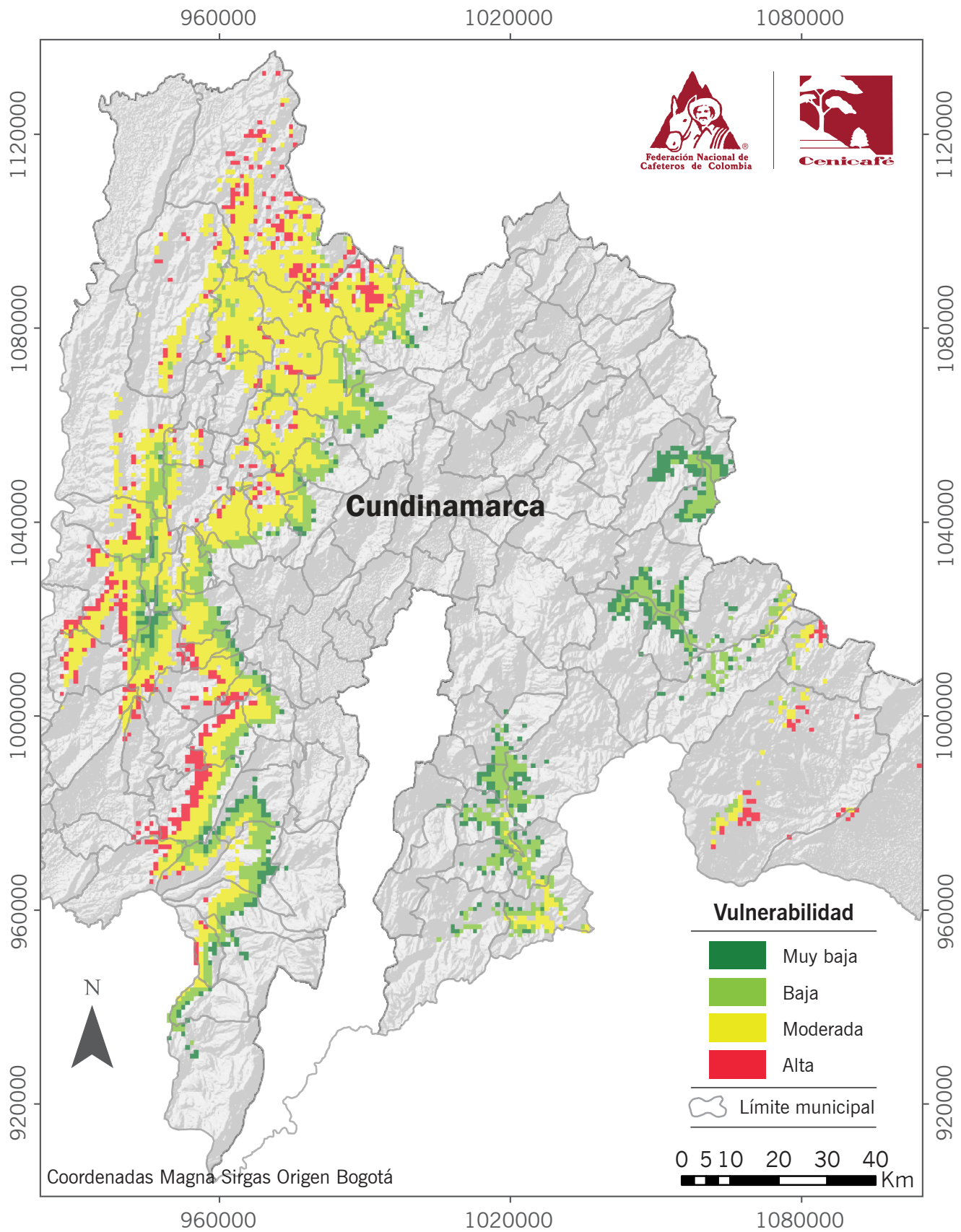
En las Figuras 2, 3 y 4, se observa la vulnerabilidad de la zona cafetera del Cundinamarca a la broca del café en función del número potencial de generaciones en años con evento ENOS Neutro, El Niño y La Niña.

**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.**

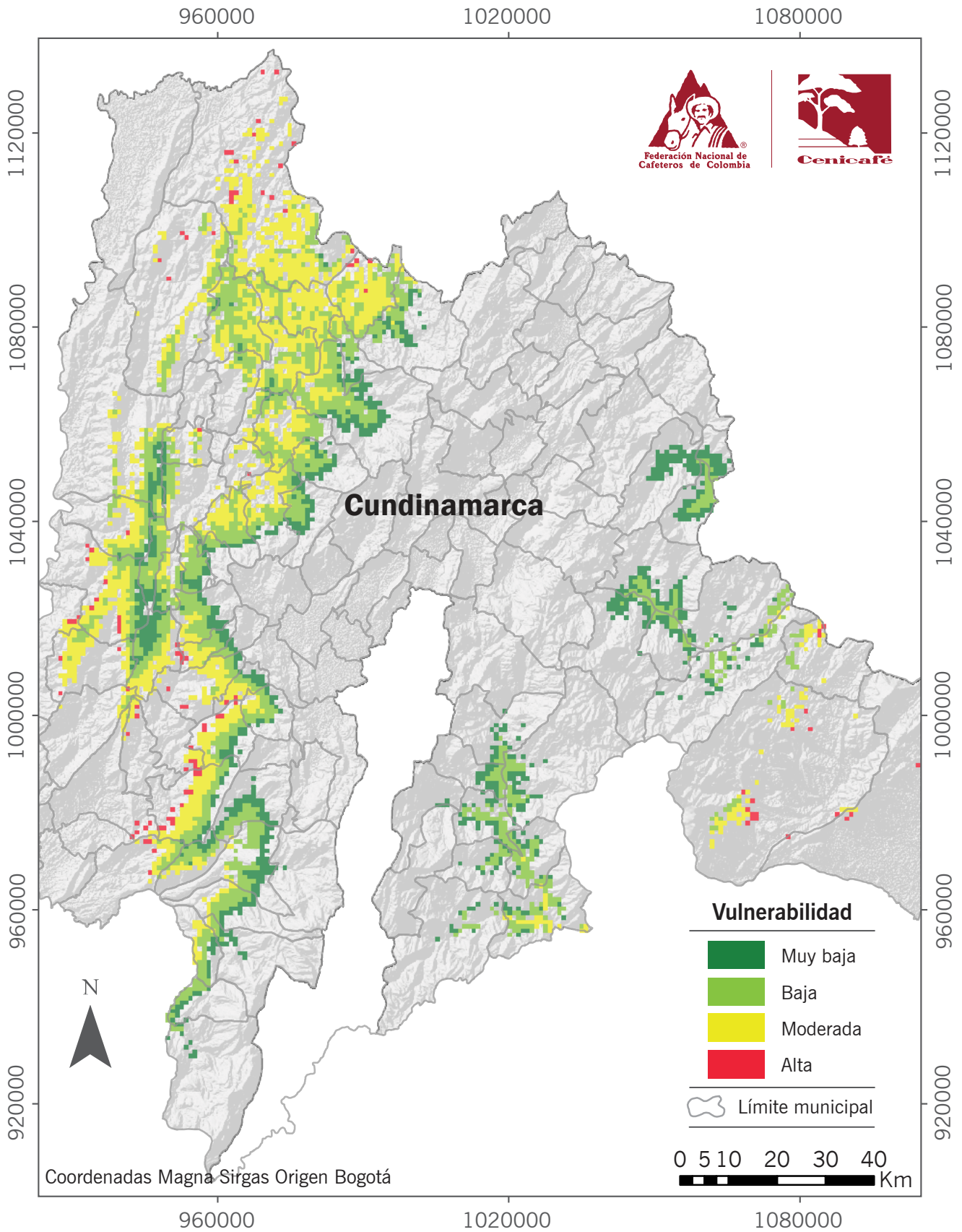




**Figura 2.** Mapa de vulnerabilidad de la zona cafetera de Cundinamarca a la broca del café en un año con escenario Neutro.



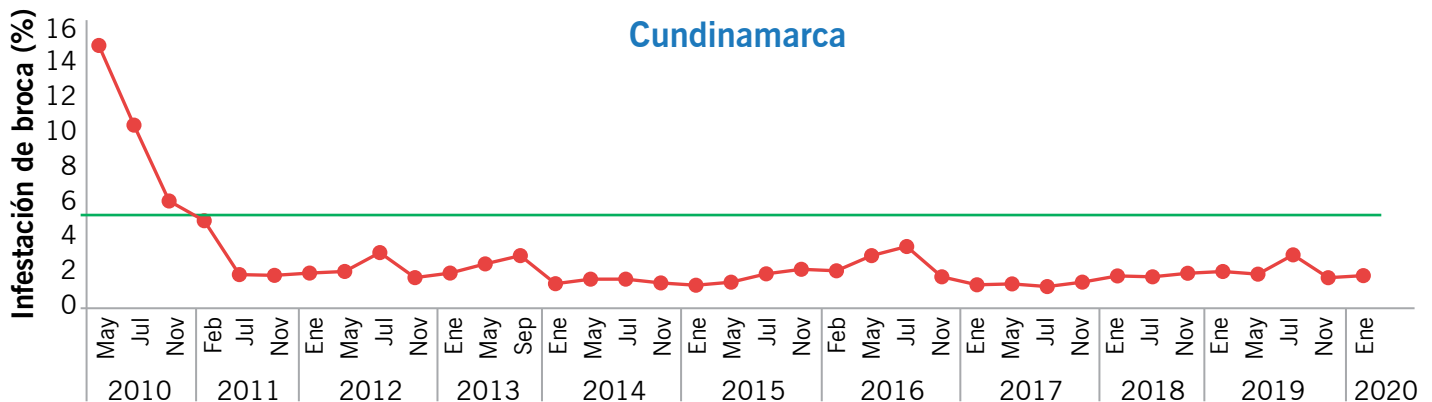
**Figura 3.** Mapa de vulnerabilidad de la zona cafetera de Cundinamarca a la broca del café en un año con escenario climático El Niño.



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

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

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 los eventos climáticos El Niño, La Niña y Neutro, los niveles de infestación del departamento de Cundinamarca se mantienen por debajo del nivel de daño económico del 5% (Figura 5). Sólo durante los años más calientes (El Niño 2015 a 2016 y finales de 2019), se observan porcentajes que superan el nivel de acción del 2%.



**Figura 5.** Promedio del porcentaje de infestación por broca por lote a través del tiempo de acuerdo con el diagnóstico para el departamento de Cundinamarca. 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. Recomendamos que esté atento a las indicaciones del Boletín Agrometeorológico Cafetero (<https://agroclima.cenicafe.org/web/guest/boletin-agrometeorologico>) sobre la condición climática actual y, en el enlace

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

consulte para su finca la vulnerabilidad y 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>

Guzmán M., O., & Jaramillo R., A. (1989). Estudio climático de Risaralda y Boyacá. Boletín Técnico Cenicafe, 15, 64. <http://hdl.handle.net/10778/595>

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>

### Agradecimientos

Al Ingeniero Luis Francisco Useche, Líder Departamental de Extensión del Departamento del Cundinamarca, por el apoyo en la revisión y comentarios del presente documento.

