

Avances Técnicos

FEBRERO 2026

Cenicafé®
Centro Nacional de Investigaciones de Café

León-Burgos A. F. | Rendón-Sáenz, J. R. | Ferrucho, R. L.
Marín-Ramírez, G. A. | Benavides-Machado P.

584

Impacto del exceso de sombra en producción y sanidad vegetal en sistemas agroforestales con café



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

La caficultura colombiana establecida bajo sombra representa alrededor del 30% del área total en café para el país en los últimos cinco años (SICA, 2025). La adopción de este sistema de producción se fundamenta principalmente por las restricciones climáticas, las cuales limitan el desempeño productivo de las variedades mejoradas de café (León-Burgos et al., 2023). Es así como con base en índices agroclimáticos se ha avanzado en la regionalización de áreas cultivables de café en Colombia y se han definido las áreas potenciales para el cultivo a libre exposición solar o bajo sombra (Figura 1) se requiere establecer sistemas agroforestales en un porcentaje específico de su área total cultivada con café (García et al., 2014).

Para la adopción de los sistemas agroforestales con café en Colombia, se unificaron criterios técnicos que deben tenerse en cuenta al momento de establecer el cultivo. Entre estos se encuentran, las características climáticas como alto brillo solar (>1.800 horas), temperatura media anual mayor a 22°C, déficit hídrico del suelo por más de tres meses (< 150 mm/mensual), y baja fertilidad natural o alta susceptibilidad a procesos de erosión de los suelos (Farfán, 2020). Sin embargo, la oportunidad en el manejo, particularmente en la regulación de los grados de sombra, es fundamental para mantener la productividad (León-Burgos et al., 2023).

Este Avance Técnico aborda las restricciones productivas y fitosanitarias que se presentan cuando no se manejan de forma oportuna y adecuada los grados de sombra requeridos para los sistemas agroforestales con café en Colombia.

Interacciones entre la sombra y las condiciones microclimáticas en el cultivo de café

El éxito de asociar árboles dentro del cultivo de café en Colombia se basa principalmente en mejorar las condiciones microclimáticas del sitio de siembra

(Figura 1), para favorecer el crecimiento y la producción de café, en áreas con limitaciones para el cultivo a libre exposición solar (Farfán, 2020). Esta estrategia ha garantizado alta productividad cuando se controla la sombra a partir de los ajustes en la densidad de árboles por hectárea, la implementación de podas de formación y el mantenimiento del dosel de los árboles, así como la definición del sistema de producción, en función de las condiciones climáticas del sitio.

En relación con lo anterior, los excesos de sombra tienen un efecto perjudicial por el incremento de enfermedades foliares como la roya del cafeto (*Hemilia vastratix*) y gotera (*Mycena citricolor*); pueden alterar la dinámica de plagas como la broca del café (*Hypothenemus hampei*); modificar la respuesta en la asimilación de los fertilizantes, y en consecuencia, afectar la producción (Rodríguez-Gallo et al., 2024).

Por estas razones, entender las interacciones entre los componentes del sistema de producción y los grados de sombra, determinan la necesidad de priorizar el manejo de luminosidad en los sistemas agroforestales con café, como uno de los componentes clave para mantener la rentabilidad de los caficultores colombianos.

Cambios en la producción de café por los excesos de sombra

La proyección y el grado de sombra requerido en los sistemas agroforestales pueden regularse a través de prácticas de manejo agronómico (León-Burgos et al., 2023). No obstante, para una planificación adecuada de su regulación deben considerarse los métodos de estimación de los porcentajes de sombra, así como entender que su valoración es dinámica y temporal, lo que implica realizar seguimiento a través del tiempo productivo, para tomar la decisión más acertada del manejo (Farfán, 2020).

Prácticas de manejo agronómico asociadas al control de la sombra

Establecimiento del sistema de producción en función de las condiciones climáticas del sitio. En la Figura 2a se observa que al asociar árboles dentro del cultivo de café hay reducciones en la producción anual entre el 26% y el 48% según la localidad, en comparación con el cultivo establecido a plena exposición solar. Si bien, estas localidades

presentan restricciones climáticas durante la fase vegetativa hasta la primera cosecha, los resultados demuestran que establecer árboles no es una estrategia que garantice las mayores producciones de café y es posible que adoptar sombrío transitorio pueda ser la mejor alternativa para estos sitios.

Cantidad de árboles por hectárea. Es un criterio que el caficultor tiene para regular los grados de sombra desde la fase de establecimiento del cultivo (Farfán, 2020). Se ha demostrado que en los sistemas agroforestales con café, al incrementar la densidad de árboles de sombrío por hectárea,

¿Cuándo es necesario?

Si la finca está ubicada por debajo de los 1.400 m de altitud

Si se presenta falta de agua en el suelo en cualquier época del año o durante los eventos El Niño

Si hay daño en los granos por falta de agua, defoliación o paloteo

Altas temperaturas y brillo solar

Árboles sugeridos

En lotes con alta pendiente

Cámbulo



Guamo santafereño



En lotes con baja pendiente

Guamo



Carbonero

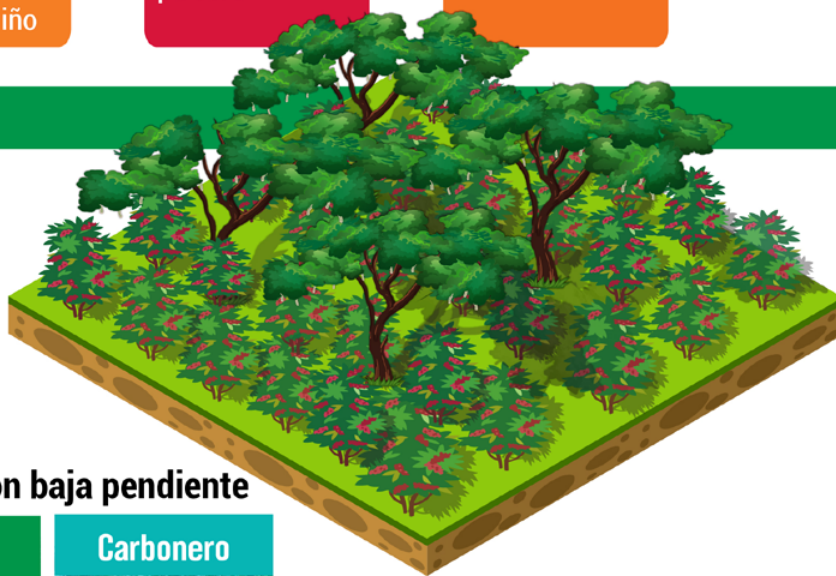


Figura 1. Sistemas agroforestales para Colombia.

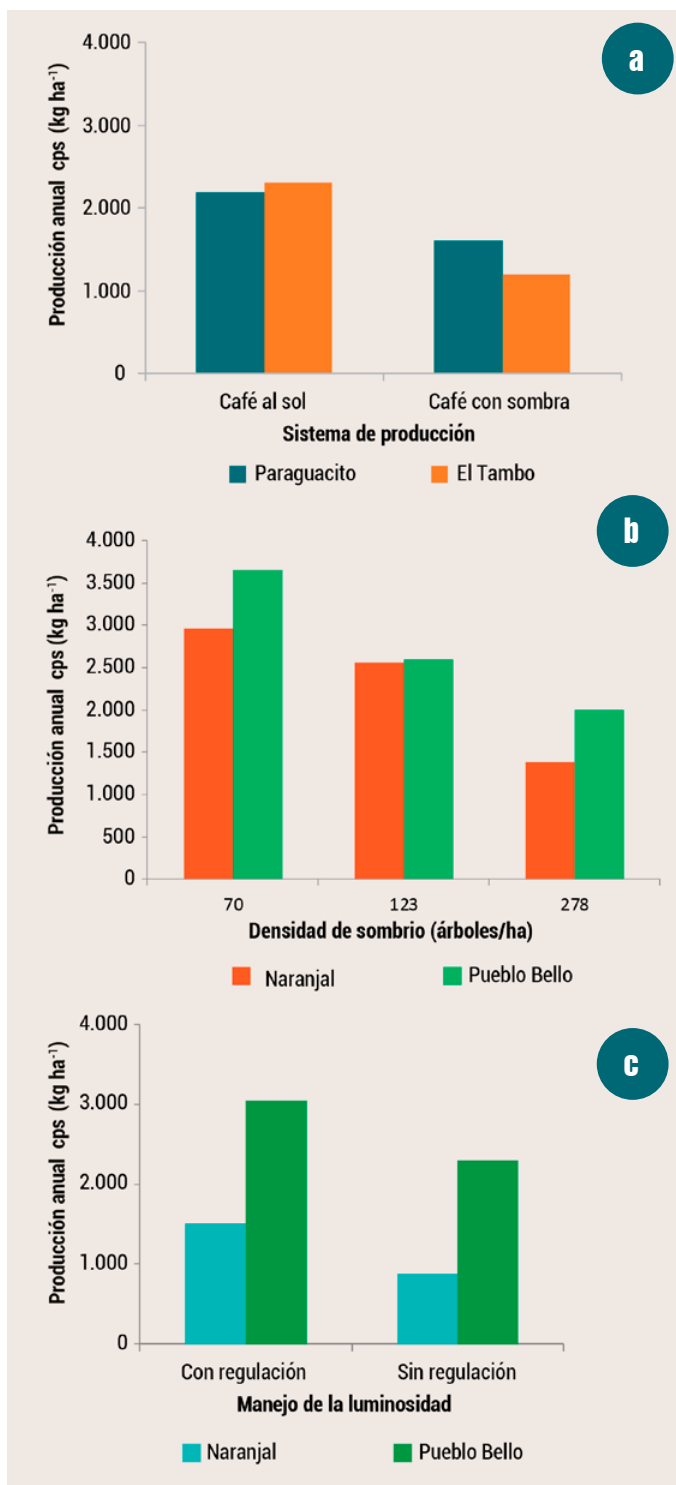


Figura 2. Efectos de los excesos de sombra en la producción anual de café pergamino seco-cps establecidos en sistemas agroforestales con café en relación con: **a)** el establecimiento en Paraguacito (Quindío) y El Tambo (Cauca); **b)** el incremento en la densidad de árboles de sombrío; **c)** sin la regulación de los grados de sombra en Naranjal (Caldas) y Pueblo Bello (Cesar). Cada barra corresponde al promedio (Farfán, 2020).

aumenta progresivamente el porcentaje de sombra afectando la producción anual de café, independiente de la localidad (Figura 2b). Con base en lo anterior, la densidad adecuada debe ser entre 70 a 123 árboles por hectárea según la ubicación geográfica o condiciones del sistema de producción.

Implementación de podas en los árboles de sombrío. Para establecer las densidades de árboles recomendadas, deben disponerse distancias de 9,0 a 12,0 m entre surcos y plantas en el lote. Esta condición, en conjunto con el clima, facilita un libre crecimiento de los árboles, lo que implica planificar su manejo por medio de podas, dado que hay una relación negativa entre los excesos de sombra y la producción del cultivo (León-Burgos et al., 2023). Por la ausencia de podas, hay reducciones anuales entre 615 a 750 kg ha⁻¹ de café pergamino seco (Figura 2c), por lo tanto, es relevante que los caficultores planifiquen y adopten esta labor en su cultivo.

El exceso de sombra modifica la epidemiología de las enfermedades del café

El desarrollo de las enfermedades está estrechamente relacionado con las condiciones microclimáticas del cultivo. La sombra modifica la temperatura, la humedad y la radiación solar dentro del cafetal, lo que influye en la epidemiología de las enfermedades como es el caso para la roya, la principal enfermedad que afecta la producción de café (Marín-Ramírez et al., 2024).

Las condiciones óptimas para la infección por *H. vastatrix* incluyen humedad relativa superior al 90% y temperatura entre 18°C a 24°C, parámetros registrados frecuentemente en sistemas agroforestales con porcentajes de sombra superiores a los recomendados. En cafetales bajo sombra, la humedad relativa se conserva elevada y la tasa de evaporación del suelo y transpiración de las plantas

disminuye, lo que favorece la presencia de agua libre sobre la superficie foliar, condición que promueve la infección (López-Bravo et al., 2012). Además, la menor circulación de aire limita el secado del follaje y prolonga la permanencia de microgotas en las hojas, lo que genera un ambiente favorable para la esporulación y propagación del patógeno (Avelino y Rivas, 2013).

Adicionalmente, la estructura de la cobertura arbórea puede influir indirectamente en la presencia de patógenos. Por ejemplo, la interceptación de la lluvia por la cobertura arbórea genera gotas de mayor tamaño y velocidad, que al impactar en las hojas generan salpicaduras que dispersan las esporas de los hongos hacia estratos inferiores de las plantas de café, aumentando la tasa de infección. Mientras que la densa cobertura de los árboles de sombrero actúa como barrera física que amortigua la circulación y velocidad del viento, lo que limita la dispersión aérea de esporas a larga distancia (Muller et al., 1999).

Enfermedades como gotera y mal rosado, ocasionados por organismos como *M. citricolor* y *Necator salmonicolor*, respectivamente, también son condicionadas por la alta humedad en el dosel de las plantas de café, lo que favorece su desarrollo cuando no se realiza un manejo adecuado de la sombra (Villarreyna-Acuña, 2016). Además, algunas especies de plantas utilizadas como sombrero han sido identificadas como hospedantes alternos de patógenos de importancia en el cultivo, por lo que es necesario realizar una cuidadosa selección de la especie para minimizar el riesgo de ocurrencia de

enfermedades como mal rosado, llagas radicales y gotera.

Dinámica de infestación de la broca del café y la sombra

El exceso de sombra en regiones donde no se requiere, es decir, aquellas donde el café debe cultivarse a libre exposición solar para obtener altos volúmenes de producción, puede alterar significativamente la dinámica poblacional de *H. hampei* (la broca del café). En estos casos, la presencia innecesaria de sombra crea condiciones microclimáticas favorables para el insecto, como temperaturas óptimas, mayor humedad relativa y menor radiación solar directa, lo cual favorece su desarrollo, reproducción, supervivencia y vuelos. En consecuencia, el cafetal con sombrero responde con aumentos extremos en las poblaciones de broca durante eventos de variabilidad climática de El Niño, caracterizado por mayores temperaturas y déficit hídrico del suelo.

Durante el evento El Niño 2009–2010, la densidad poblacional de broca en el sistema con sombrero duplicó la registrada en el lote a libre exposición solar, alcanzando picos superiores a los 2.500 insectos por árbol (Figura 3). Lo mismo se observó, aunque en menor magnitud, en períodos climáticos Neutro. En contraste, durante La Niña, cuando las

La interacción entre la sombra y las enfermedades del café es multifactorial. Por lo tanto, el manejo agronómico debe orientarse hacia un equilibrio que optimice la productividad del cafetal sin favorecer condiciones excesivas de sombra, que puedan intensificar la incidencia de las enfermedades.

El exceso de sombra en el cafetal

Un riesgo para su cosecha

Impacto directo en la producción de café

26% al 48%

Reducción en la producción anual de cafetales con sombrío permanente

No regular la sombra con podas genera pérdidas anuales significativas

750 kg/ha

Incremento de plagas y enfermedades

Gotera

El microclima húmedo y sombrío es perfecto para el desarrollo de patógenos

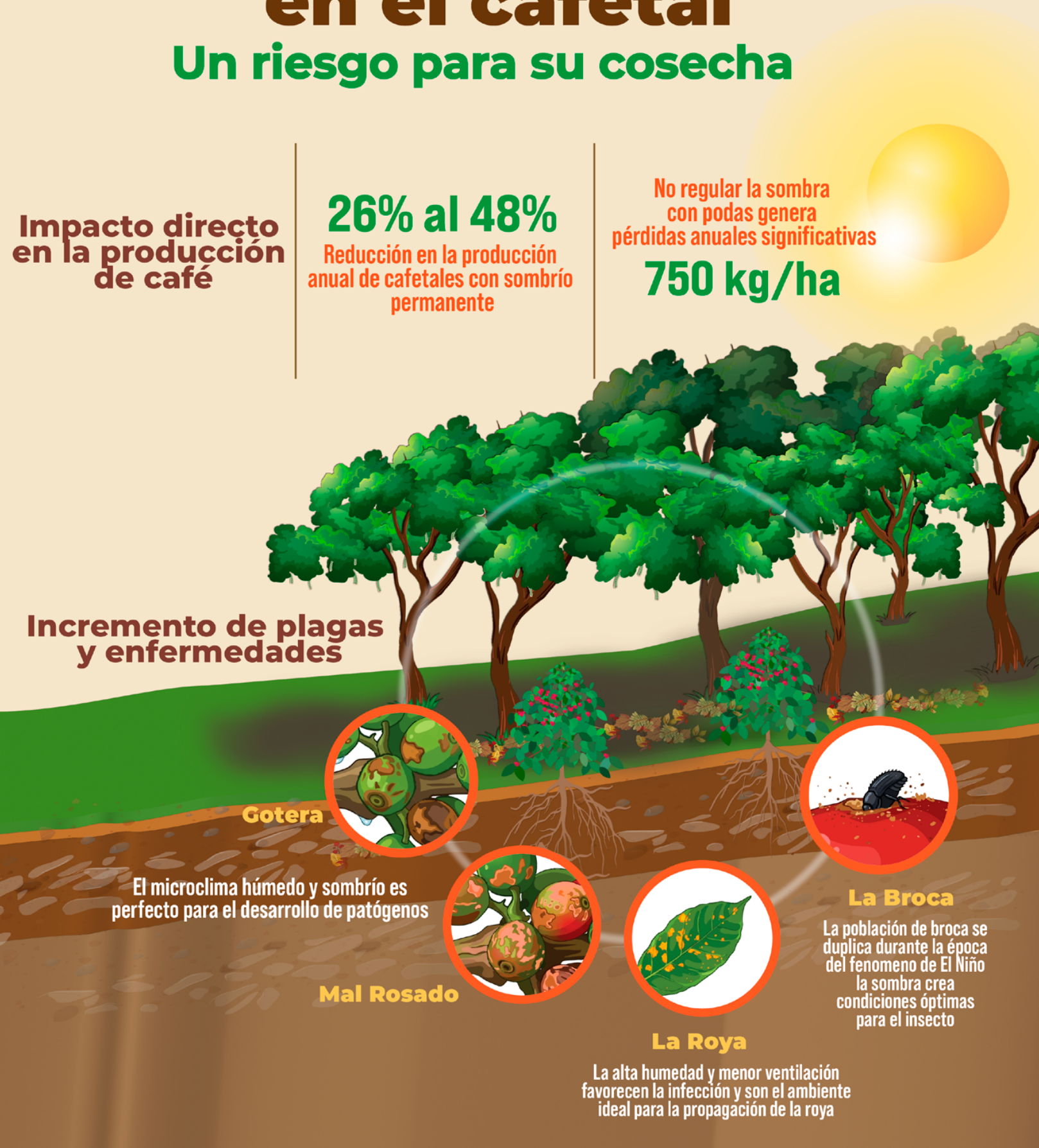
Mal Rosado

La Roya

La alta humedad y menor ventilación favorecen la infección y son el ambiente ideal para la propagación de la roya

La Broca

La población de broca se duplica durante la época del fenómeno de El Niño la sombra crea condiciones óptimas para el insecto



condiciones ambientales son más húmedas, no se registraron diferencias entre los sistemas de producción (Constantino et al, 2021), ya que la menor temperatura limita el desarrollo del insecto y la alta

humedad favorece procesos de descomposición de frutos infestados, reduciendo las fuentes de reinfestación (Figura 3).

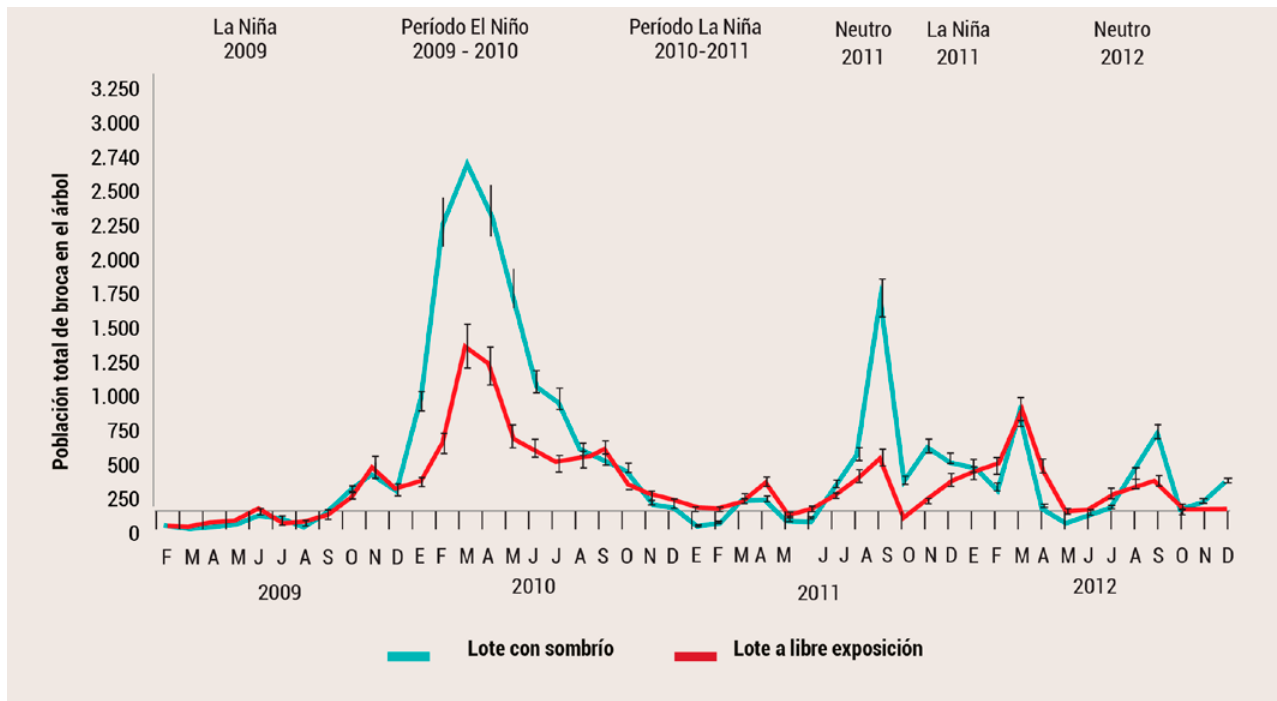


Figura 3. Cambios en la densidad poblacional de broca por árbol en sistemas de producción con café a libre exposición solar y bajo sombra durante cuatro cosechas al año para un ciclo productivo de cinco años en Naranjal (Chinchiná-Caldas), en diferentes fases ENOS “La Niña”, “El Niño” y “Neutro” (Constantino et al., 2021).

Familias caficultoras


Un adecuado manejo de la sombra desde la fase de establecimiento del cultivo en los sistemas agroforestales con café puede garantizar una buena productividad.


La oportunidad en la toma de decisión del manejo es clave para no favorecer condiciones excesivas de sombra que pueden intensificar la incidencia de enfermedades o infestaciones de broca del café.

Literatura citada

- Constantino, L. M., Rendón, J. R., Cuesta, G., Medina-Rivera, R., & Benavides Machado, P. (2021). Dinámica poblacional, dispersión y colonización de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Colombia. *Revista Cenicafé*, 72(1), e72102. <https://doi.org/10.38141/10778/72102>
- Farfán-Valencia, F. (2020). Administración del cultivo del café en sistemas agroforestales – SAF. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), *Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café* (pp. 72–123). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0002_3
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2025). SICA - Sistema de Información Cafetera de Colombia [Plataforma]. <https://sica.federaciondefcafeteros.org/>
- García, J. C., Posada-Suárez, H., & Läderach, P. (2014) Recommendations for the Regionalizing of Coffee Cultivation in Colombia: A Methodological Proposal Based on Agro-Climatic Indices. *Plos One*, 9(12), e113510. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113510>
- León-Burgos, A. F., Rendón, J. R., Jaramillo-Jiménez, A., & Salazar, H. M. (2023). Criterios para el manejo del sombrero en sistemas agroforestales con café. *Avances Técnicos Cenicafé* 552, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0552>
- López-Bravo, D. F., Virginio-Filho, E. D. M., & Avelino, J. (2012). Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions. *Crop Protection*, 38, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.011>
- Marín-Ramírez, G., Zuluaga, C. A., Ocampo, J. D., Ángel, C. A., Gaitán, A., & Ferrucho, R. L. (2024). Panorama de razas y variantes de *Hemileia vastatrix* desde su llegada a Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*, 570, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0570>
- Muller, R. A., Eskes, A., Santacreo, R., & Holguin, F. (1999). La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad. En B. Bertrand & B. Rapidel (Eds.), *Desafíos de la caficultura en Centroamérica* (pp. 194–241). IICA.
- Rodríguez-Gallo, Y., Cañas, H., Cruz, J., Cardona, M., & Medina-González, G. (2024). Coffee leaf rust and berry borer management in agroforestry systems: A systematic literature review. *Smart Agricultural Technology*, 9, 100656. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100656>
- Villarreyna Acuna, R. A. (2016). Efecto de la sombra sobre las plagas y enfermedades, a través del microclima, fenología y estado fisiológico del cafeto [Informe Proyecto Cascada]. CATIE. <https://agritrop.cirad.fr/581152/>

Autores

Andrés Felipe León-Burgos 
Asistente de Investigación
<https://orcid.org/0000-0002-9765-0223>


José Raúl Rendón Sáenz 
Investigador Científico II
<https://orcid.org/0000-0002-5676-4670>

Disciplina de Fitotecnia

Rosa Lilia Ferrucho 
Investigador Científico II
<https://orcid.org/0000-0003-2362-170X>

Gustavo Adolfo Marín R. 
Investigador Científico I
<https://orcid.org/0000-0002-2145-9756>

Disciplina de Fitopatología

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

Disciplina de Entomología

Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé
DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0584>



Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Carmenza Bacca Ramírez

Imprenta

Gerencia Técnica

Fondo Nacional del Café

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café



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. (606) 8500707
www.cenicafe.org



Licencia Creative Commons CC de Atribución - sin derivar - no comercial por la que este material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros solo si se muestra en los créditos. No se puede realizar obras derivadas y no se puede obtener ningún beneficio comercial.

Esta investigación fue financiada por Cenicafé con el código del proyecto FIT102034 (Cenicafé-Crossref Funder ID 100019597).