

Avances *Técnicos*

DICIEMBRE 2024

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café

570

Marín - Ramírez, G.A. | Zuluaga, C. A. | Ocampo, J. D.
Ángel - Calle, C.A. | Gaitán - Bustamante, A.L. | Ferrucho, R. L.

Panorama de razas y variantes de *Hemileia vastatrix* desde su llegada a Colombia



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

Hemileia vastatrix Berk. et Br., es el hongo causante de la roya del cafeto, la enfermedad más devastadora del cultivo a nivel mundial. En Colombia, ocasiona pérdidas en la producción que oscilan entre el 10% y el 30% en variedades susceptibles, sin un manejo adecuado (Rivillas et al., 2011). El desarrollo de variedades de café con resistencia genética ha sido la estrategia más efectiva para mitigar el impacto de esta enfermedad. El principal desafío de este enfoque es la durabilidad de la resistencia, la cual se ve limitada por la variabilidad natural y capacidad adaptativa de *H. vastatrix*.

Diversidad genética y razas fisiológicas de *H. vastatrix*

La diversidad genética es un atributo natural de todos los seres vivos y otorga a los patógenos de plantas la capacidad de adaptarse a variaciones

como el clima, la resistencia de la planta hospedante y los enemigos naturales. En Colombia, la duración promedio del ciclo patogénico de *H. vastatrix* es de 32 días en variedades susceptibles; por lo tanto, en un ciclo de producción de café puede haber al menos ocho generaciones de millones de uredosporas (estructuras reproductivas del hongo), dentro de las cuales emergen variantes, algunas pueden prevalecer después de eventos simples de selección (Figura 1). Las variedades de café con resistencia parcial, como las desarrolladas por Cenicafé, limitan el desarrollo del hongo, afectando la duración del ciclo y la producción de uredosporas (Ferrucho et al., 2024); sin embargo, los patógenos pueden evolucionar y generar variantes que superen esta resistencia.

Mayne (1932) fue el primero en registrar razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix*, describiendo las razas I, II y VIII mediante la evaluación de la respuesta de diferentes genotipos de café a aislamientos del hongo. El seguimiento de la

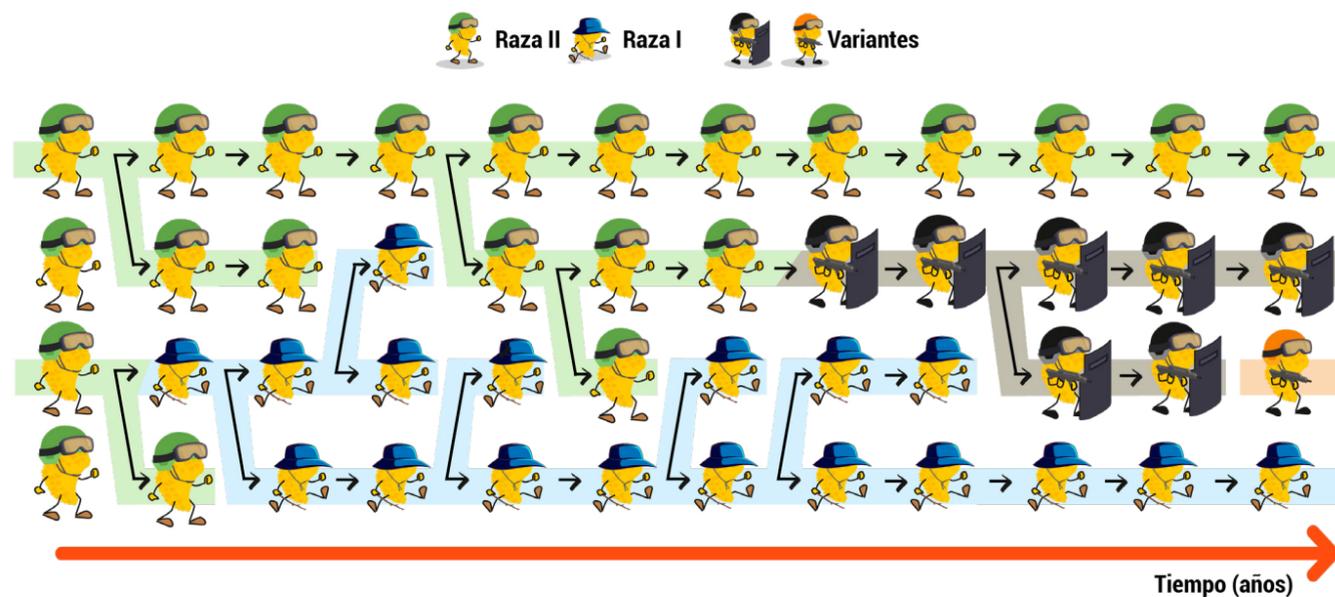


Figura 1. Modelo de generación de variantes en poblaciones de *H. vastatrix* en el tiempo (años), resultado de la selección natural (adaptación) de aislamientos dentro de las poblaciones en el campo.

variación del hongo en Colombia comenzó con su ingreso en 1983, evidenciándose su adaptación en plantas con resistencia y la emergencia de nuevas razas (Alvarado & Moreno, 2005).

Este Avance Técnico presenta los resultados en Colombia del monitoreo de la variación de la roya en el campo entre los años 1999 y 2024. Para tal fin se analizaron datos de la enfermedad en más de 107 genotipos de café que poseen genes de resistencia *SH* (1-9) solos y en combinación, y otros desconocidos. Las plantas están establecidas en cinco Estaciones Experimentales de Cenicafé,

ubicadas en Caldas, Tolima, Quindío, Risaralda y Antioquia (Figura 2a).

La evaluación de la enfermedad se realizó una o dos veces al año, en cada genotipo, utilizando la escala ordinal de campo de Eskes y Toma-Braghini (1981) para determinar la presencia de signos del patógeno en los tres estratos de la planta. Desde 2018 también se mide la severidad con la escala de López et al. (2018). Cuando se identificaron aislamientos agresivos se recolectaron las hojas con uredosporas para su caracterización en el laboratorio (Figura 2b). Cada aislamiento seleccionado en el campo se

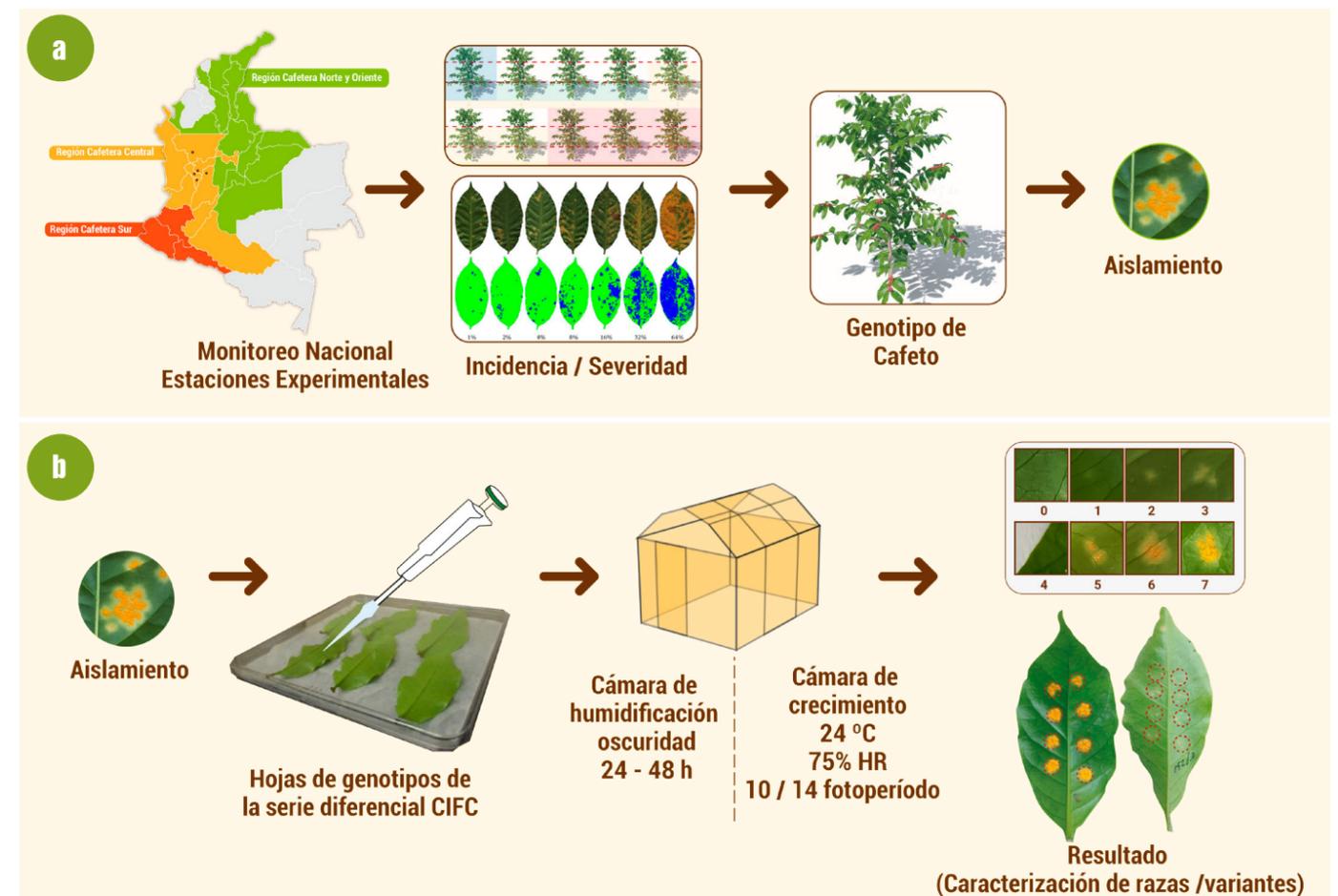


Figura 2. Evaluación y caracterización de aislamientos de roya del cafeto: a) Monitoreo de aislamientos y selección de variantes agresivas en el campo. b) Inoculación cruzada para caracterizar razas o variantes de *H. vastatrix* en el laboratorio. (CIFIC: Centro Internacional de las Royas del Cafeto).

inoculó sobre hojas de 120 genotipos de café. Para la caracterización convencional de razas fisiológicas de *H. vastatrix* se utilizó un grupo de genotipos de café denominado *serie diferencial*, que posee combinaciones de genes de resistencia conocidos. De cada genotipo se seleccionaron seis hojas expandidas y se inocularon en el envés con ocho gotas de una suspensión de uredosporas de cada aislamiento. Las hojas inoculadas se incubaron a 24°C y se evaluaron cada siete días utilizando la escala de Leguizamón (1983). En cada evaluación se determinó el número de puntos de inoculación en cada nivel de la escala; la calificación varió desde cero en ausencia de síntomas hasta siete en presencia de síntomas y esporulación en más del 50% del área de la lesión.

Dinámica espacio-temporal de la roya durante el período 2006- 2023

En la Figura 3a se presentan los resultados de la incidencia de la enfermedad por planta en quinquenios y el grado de daño según la escala de Eskes y Toma-Braghini (1981). Esta escala diseñada para medir la respuesta de la planta al patógeno, permite obtener información sobre la agresividad y adaptación del hongo en los diferentes estratos de la planta.

La presencia de roya en el estrato inferior es aceptable, ya que allí se dan condiciones de microclima favorables para el desarrollo de la enfermedad. Cuando se observan síntomas en los estratos medio y superior, significa que el patógeno está siendo más exitoso, superando las respuestas de resistencia de la planta y adaptándose a condiciones climáticas menos favorables.

Los resultados de la incidencia y severidad de la roya en el tiempo (quinquenios) evidencian que la dinámica de la enfermedad es particular para cada localidad. En general, predominan plantas sanas y plantas con roya en el tercio inferior, y en menor proporción plantas con roya en los tercios medio y

superior. En las Estaciones El Rosario, La Catalina y La Trinidad hay una disminución gradual de plantas sin enfermedad y mayor frecuencia de detección de roya en los tercios inferior y medio de las plantas. En Paraguaicito hay alta incidencia de la enfermedad en los tres estratos de la planta, seguidos de una disminución. Esto se explica por los ciclos de defoliación causada por la roya y la posterior emisión de hojas nuevas. En el lote de Cenicafé-Planalto, la proporción de plantas sanas se mantuvo estable entre 2005 y 2020, año a partir del cual predominan árboles con presencia de roya en el estrato inferior.

Durante el quinquenio 2005-2010, período en el cual ocurrió una epidemia de roya en las variedades susceptibles en las regiones cafeteras del mundo, en los lotes bajo seguimiento la roya prevaleció en el tercio inferior de la planta, sin comprometer la producción, según Eskes y Toma-Braghini (1981). A partir de la segunda evaluación del quinquenio 2010-2015 y hasta la fecha, la enfermedad se presenta con mayor frecuencia en los estratos medio y superior de la planta, afectando cerca del 35% de los genotipos de café evaluados en las estaciones de Antioquia, Tolima, Quindío y Risaralda. Esto indica una adaptación progresiva del hongo a estos genotipos de café y a las condiciones ambientales menos favorables en estos estratos. Las poblaciones de *H. vastatrix* de Cenicafé-La Granja (Caldas) han mostrado un comportamiento relativamente constante en el tiempo y predominio de la roya en el estrato inferior de la planta.

Dinámica de las razas y variantes de la roya en Colombia entre los años 1989 - 2024

A nivel mundial se registra variación en la interacción entre *H. vastatrix* y diferentes genotipos de café, con la identificación y caracterización de 42 razas y un número no especificado de variantes (Rodríguez, 1984; Solano-Vidal, 2017; Zambolim & Teixeira, 2021). De estas 42 razas, 20 se registraron en Colombia durante los 24 años de seguimiento

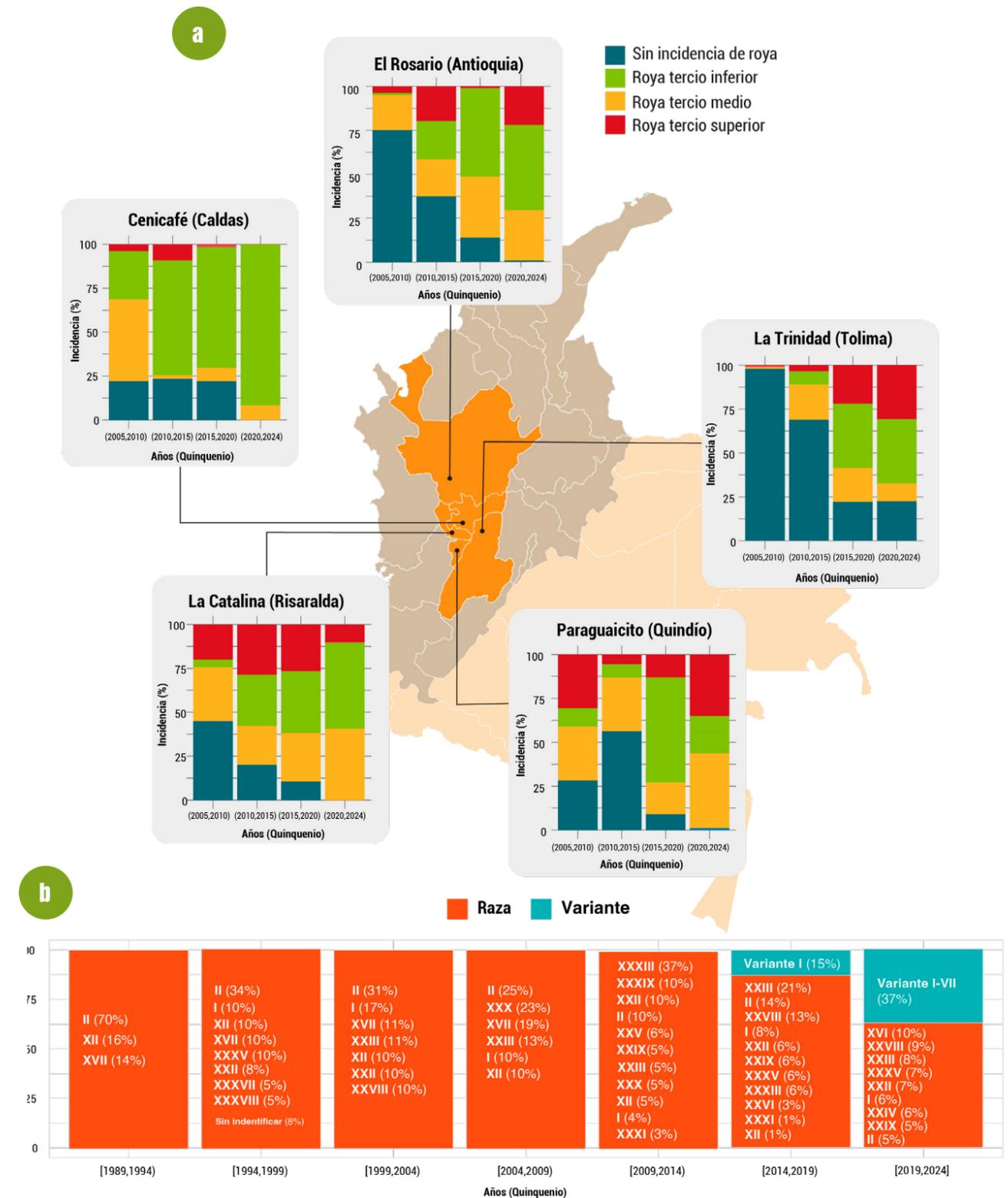


Figura 3. Dinámica de la roya del café en Colombia. a) Dinámica de la incidencia de la roya del café en 107 genotipos de café entre los años 2005 y 2024 en cinco localidades geográficas, según la escala de Eskes y Toma-Braghini (1981). b) Dinámica de la presencia de razas (designadas con números romanos) y variantes de *H. vastatrix* en Colombia durante el período 1989-2024.

(Figura 3). Ninguna de estas razas identificadas es exclusiva del país, y siete de ellas ya habían sido documentadas en Colombia (II, XVII, XXII, XXIII, XXV, XXIX y XXX) (Castillo y Leguizamón, 1992; Alvarado y Moreno, 2005; Cristancho et al., 2012). Además, se registraron siete aislamientos que no pudieron ser caracterizados a nivel de raza, lo cual impide verificar su presencia en otras regiones cafeteras o corroborar su presencia en el país. Previamente, se habían reportado en Colombia diez aislamientos con variaciones en su agresividad que no pudieron clasificarse como razas (Cristancho et al., 2012).

La raza II es la más común y ampliamente distribuida en el mundo. Esta fue la que ingresó a Colombia en el

año 1983, y desde entonces ha prevalecido. Aunque, su frecuencia ha disminuido, debido a la emergencia de otras razas y variantes, continúa siendo detectada en el país (Figura 3b). La raza I es la segunda de mayor frecuencia en el tiempo, seguida por las razas XXII y XVII, estas últimas de alta ocurrencia entre los años 1992 y 2009. La Raza XXIII se detectó en 1994, y desde entonces se ha detectado de forma intermitente. Las demás razas son de esporádica aparición, algunas de ocurrencia única (XXXVIII y XXV) o detectadas en menos de cinco muestreos de los 60 realizados. Investigaciones previas han mostrado que los aislamientos de nuevas razas en Colombia tienden a tener una menor adaptación y, comúnmente desaparecen con el tiempo.

Conclusiones

- La dinámica de la roya del café está marcada por una constante adaptación del hongo a las condiciones cambiantes, generando nuevas razas con diferentes niveles de agresividad.
- Durante los 24 años de seguimiento, se detectaron 20 razas de *H. vastatrix* en Colombia, todas previamente registradas en una o más regiones productoras de café en el mundo.
- La variabilidad en la incidencia y severidad de la enfermedad según la localidad subraya la importancia de un monitoreo constante y de estrategias de manejo específicas para cada región.

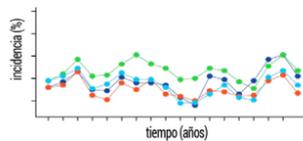
Familias caficultoras

Las poblaciones colombianas del hongo causante de la roya son diversas y de gran adaptación. El hongo puede causar altos niveles de enfermedad si las condiciones ambientales son favorables.

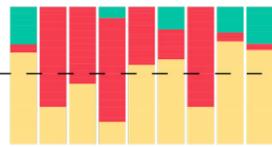
Reporte al Servicio de Extensión incrementos inusuales de la roya en su cultivo.



24 años
monitoreo en el campo



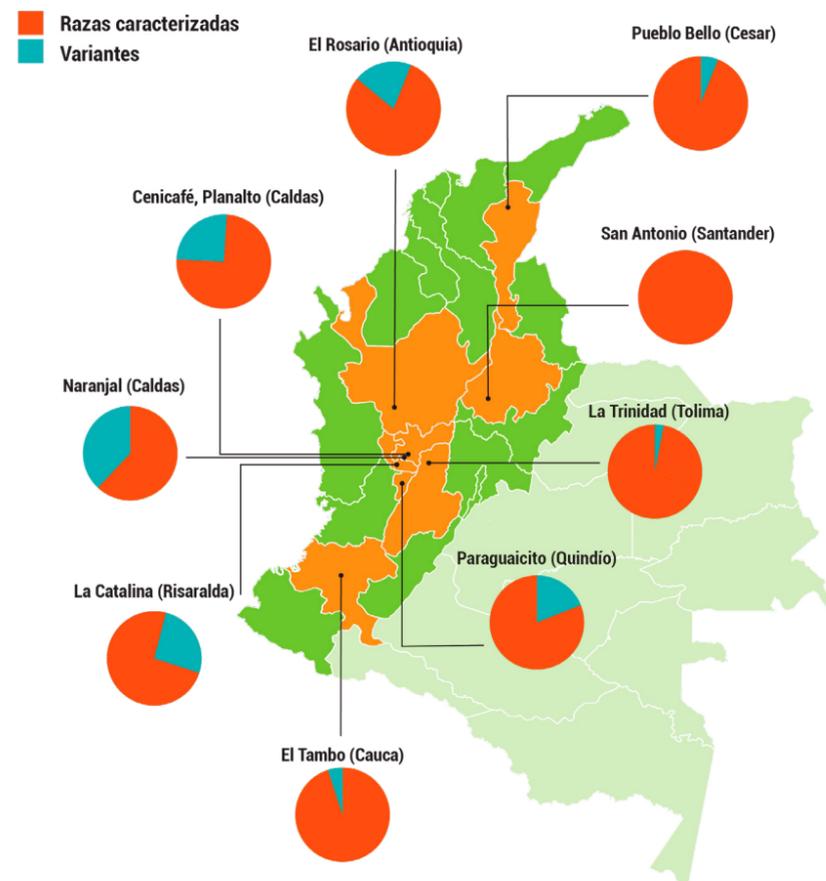
120 genotipos
respuesta diferencial en condiciones de laboratorio



Variantes de roya (V₁₂₄₅₆₇₈₉)
v: Genes de virulencia de la roya



Aislamientos Caracterizados



Literatura citada

- Alvarado, A. G., & Moreno, L. G. (2005). Cambio de la virulencia de *Hemileia vastatrix* en progenies de Caturra X Híbrido de Timor. *Revista Cenicafé*, 56(2), 110–126.
- Castillo, J. & Leguizamón, J. (1992). Virulencia de *Hemileia vastatrix* determinada por medio de plantas diferenciales de café en Colombia. *Revista Cenicafé*, 43(4), 114–124.
- Cristancho, M. A., Rozo, Y. I., Escobar, C., Rivillas, C. A., & Gaitán, A. (2012). Razas de roya: Epidemias de 2008 a 2011. *Avances Técnicos Cenicafé*, 425, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0425>
- Eskes, A. B., & Toma-Braghini, M. (1981). Métodos de evaluación de la resistencia contra la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.). *Boletín Fitosanitario FAO*, 29(3-4), 56–66.
- Ferrucho, R. L., Marín-Ramírez, G. A., & Gaitán, A. (2024). Integrated Disease Management for the Sustainable Production of Colombian Coffee. *Agronomy*, 14(6), 1286. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061286>
- Leguizamón, J. E. (1983). *Contribution à la connaissance de la résistance incomplète du caféier Arabica (Coffea arabica L.) à la rouille orangée (Hemileia vastatrix Berk. Et Br.)*. [Tesis de Doctorado]. Ecole Nationale Supérieure Agronomique.
- Mayne, W. W. (1932). Physiological Specialisation of *Hemileia vastatrix* B. and Br. *Nature*, 129(3257), 510–510. <https://doi.org/10.1038/129510a0>
- Rivillas-Osorio, C., Serna-Giraldo, C., Cristancho, M., & Gaitán, A. (2011). La Roya del Cafeto en Colombia. Impacto, manejo y costos de control. *Boletín Técnico Cenicafé*, 36, 1–51. <https://doi.org/10.38141/10781/036>
- Solano-Vidal, R. (2017). Situación actual de las razas fisiológicas de la roya (*Hemileia vastatrix*) del cafeto y un nuevo sistema de nomenclatura. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 35(suplemento), 28–31. <http://hdl.handle.net/20.500.14066/3546>
- Zambolim, L., & Teixeira, E. (2021). An overview of physiological specialization of coffee leaf rust – new designation of pathotypes. *International Journal of Current Research*, 13(1), 15564–15575. <https://doi.org/10.24941/ijcr.40600.01.2021>

Autores

Gustavo Adolfo Marín R. 

Investigador Científico I. Disciplina de Fitopatología
<https://orcid.org/0000-0002-2145-9756>

Carlos Alberto Zuluaga E.

Auxiliar II de Investigación. Disciplina de Fitopatología

Jorge Dicksson Ocampo M.

Auxiliar III de Investigación, hasta 2023
Disciplina de Fitopatología

Carlos Ariel Ángel C. 

Investigador Científico III, hasta 2022
Disciplina de Fitopatología
<https://orcid.org/0000-0003-4312-1390>

Álvaro León Gaitán B. 

Director Investigación Científica y Tecnológica
<https://orcid.org/0000-0001-5093-0677>

Rosa Lilia Ferrucho 

Investigador Científico I. Disciplina de Fitopatología
<https://orcid.org/0000-0003-2362-170X>

Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafé

DOI (Digital Object Identifier)

<https://doi.org/10.38141/10779/0570>



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.