

# RELACIÓN ENTRE LA INCIDENCIA Y LA SEVERIDAD DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*) EN SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO, PERÚ

## RELATIONSHIP BETWEEN THE INCIDENCE AND SEVERITY OF COFFEE RUST (*Hemileia vastatrix*) IN SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO, PERÚ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.3477556>

**AUTORES:** Alberto Julca Otiniano<sup>1\*</sup>

Ricardo Borjas Ventura<sup>2</sup>

Leonel Alvarado Huamán<sup>3</sup>

Noemí Julca Vera<sup>4</sup>

Viviana Castro Cepero<sup>5</sup>

Segundo Bello Amez<sup>6</sup>

**Fecha de recepción:** 10 / 08 / 2019

**Fecha de aceptación:** 21 / 09 / 2019

### RESUMEN:

Este trabajo se realizó con el objetivo de determinar la relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en San Ramón, Chanchamayo, Perú. El estudio se realizó en el Fundo “La Génova” del Instituto Regional de Desarrollo de Selva en San Ramón (Chanchamayo), Región Junín, selva central del Perú. Para ello, en un campo experimental de café, de aproximadamente una hectárea, se tomaron 184 plantas al azar en las que se midieron tanto la incidencia como la severidad de la enfermedad. Se encontró una correlación positiva entre la incidencia y la severidad de la “roya del café” en San Ramón, Chanchamayo, Perú.

### Palabras clave:

Metodología, evaluación, enfermedades de plantas, epidemias

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Grupo de Investigación: Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima (Perú).

\*Autor para correspondencia: [ajo@lamolina.edu.pe](mailto:ajo@lamolina.edu.pe)

### ABSTRACT:

The relationship between the incidence and severity of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) in San Ramón, Chanchamayo, Peru was determined. The study was carried out at the Fundo “La Genova” of the Regional Institute of Jungle Development in San Ramón

(Chanchamayo), Junín Region, central jungle of Peru. 184 plants were taken at random in a field of approximately one hectare, in which both the incidence and severity of the disease were measured. A positive correlation was found between the incidence and severity of “coffee rust” in San Ramón, Chanchamayo, Perú.

**Keywords:**

Methodology, evaluation, plant diseases, epidemics.

**INTRODUCCIÓN**

La roya (*Hemileia vastatrix*) es considerada la enfermedad más importante del cultivo de café a nivel mundial y causante de importantes pérdidas económicas (Haddad *et al.*, 2009; Rountree and Guido, 2016; Talhinhos *et al.*, 2017). En el Perú fue reportada por primera vez el año 1979 en la selva central (localidad de Satipo) y desde hace 40 años está presente en los cafetales (Julca *et al.*, 2013). El año 2013, durante la llamada “crisis de la roya”, los daños alcanzaron niveles de importancia económica en todos los países productores de café (Avelino *et al.*, 2013). En Perú, las pérdidas para el sector cafetalero fueron de aproximadamente el 60% de la cosecha valorizada en unos 290 millones de dólares. La epidemia fue de tal envergadura que generó una preocupación a todo nivel y conllevó a la implementación de un plan de emergencia, con un fondo de aproximadamente 30 millones de dólares, manejados por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), la entidad responsable de la sanidad agraria en el país.

La crisis desnudó la carencia de criterios mínimos para desarrollar un plan de emergencia y una de estas falencias fue la ausencia de métodos claros y consensuados para evaluar la epidemia. Esto es muy importante, porque si se desconoce la magnitud de las pérdidas que eventualmente puede ocasionar una enfermedad, no se está en condiciones de decidir los montos a invertir en su control.

El cálculo o estimación de los daños son un requisito esencial para implementar cualquier programa de protección vegetal sobre bases racionales y económicas y esto es independiente de las estrategias a implementar posteriormente (Julca *et al.*, 2013). Mont (1993), señala que es necesario calcular los daños que ocasionan los fitopatógenos, ya sea para estimar la intensidad de dichos daños o para conocer la respuesta a las diferentes medidas de control. Para la FAO (1985), tanto la incidencia como la severidad permiten evaluar una enfermedad; pero cuantificar de manera precisa del área enferma (severidad), no siempre es una tarea fácil y barata.

Julca *et al.* (2013), señala que para el caso de la “roya del café”, existen varias metodologías de evaluación; la primera es la medida de la infección propuesta por Kushalappa en 1981 (López, 2010) y que permite calcular el Porcentaje Máximo de Infección Instantánea, el Porcentaje Máximo de Infección Acumulada y el Porcentaje Máximo de Infección Acumulada Final. La segunda es usada por la SAGARPA de México (2013) que mide la incidencia y la severidad, valores con los que luego se calcula el Índice de daño en plantas y el Índice de daño en hojas. La tercera, que ha sido sugerida por Samayoa y Sánchez (2000), recomienda evaluar solo la incidencia porque está altamente correlacionada con la severidad. Julca *et al.* (2013) sugiere esta última, porque es un método práctico, sencillo y de fácil aprendizaje para los técnicos y agricultores. Sin embargo, en el país persiste la controversia de evaluar la severidad, porque solo ésta permitiría estimar correctamente el nivel de daño de esta enfermedad. Por ello, este trabajo se realizó con el objetivo de determinar la relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en la San Ramón, Chanchamayo, Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el Fundo “La Génova” del Instituto Regional de Desarrollo de Selva, que se encuentra a una altitud de 965 msnm y está ubicado a 11°05.790' LS y 75°20.969' LO en San Ramón (Chanchamayo), región Junín, selva central del Perú. El distrito de San Ramón, se caracteriza por tener una temperatura máxima de 32 °C; la mínima de 17 °C y una media de 24.8 °C. La precipitación es de 1750 mm anuales distribuidas de manera irregular a lo largo del año, con excesos de precipitación en el periodo enero – marzo y con déficits de agua en el periodo junio – agosto. Para ello, en un campo experimental de café, de aproximadamente una hectárea, se tomaron 184 plantas al azar en las que se midieron tanto la incidencia como la severidad de la enfermedad. En otros estudios donde se evaluó la incidencia de enfermedades de café en frutos u hojas, en un área de 1.5 ha, se seleccionaron 25 hileras al azar y en cada una de estas se evaluó una planta (Samayoa y Sánchez, 2000a; Samayoa y Sánchez, 2000b; Samayoa y Sánchez, 2001). La metodología para evaluar la incidencia y severidad, se describe a continuación:

**Medida de la incidencia.** - Se contó el número de hojas enfermas y se dividió por el número total de hojas en la rama evaluada. Este procedimiento se realizó en una rama del tercio inferior, medio y superior de cada una de las plantas evaluadas, un esquema se presenta en la Figura 1.

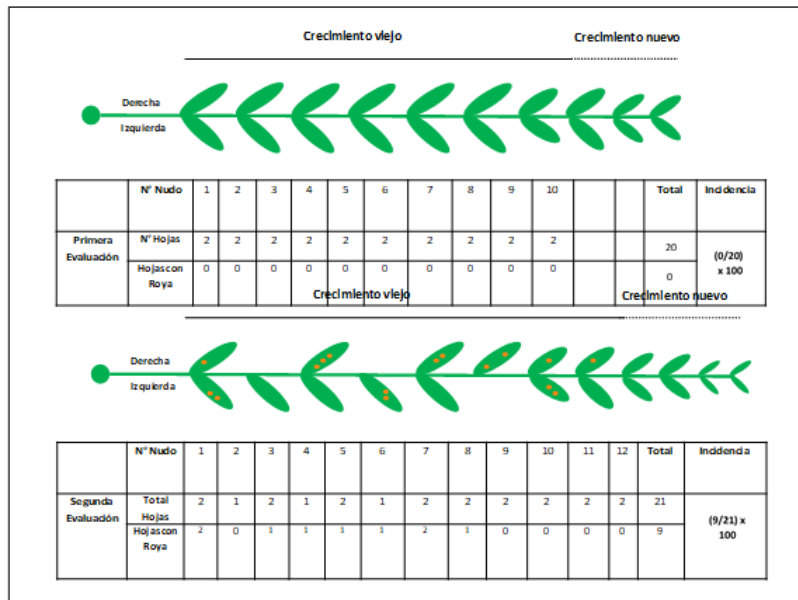


Figura 1. Formato para evaluar incidencia de la “roya del café” (Samayoa y Sánchez, 2002).

**Medida de la severidad.** - La severidad fue medida con una escala diseñada para este estudio y que considera el nivel de daño del área foliar, que va de 0 a 80% (Figura 2). Se tomó una rama en cada tercio de la planta, se evaluó la severidad en cada hoja y luego se sacó el promedio para cada nivel de la planta.

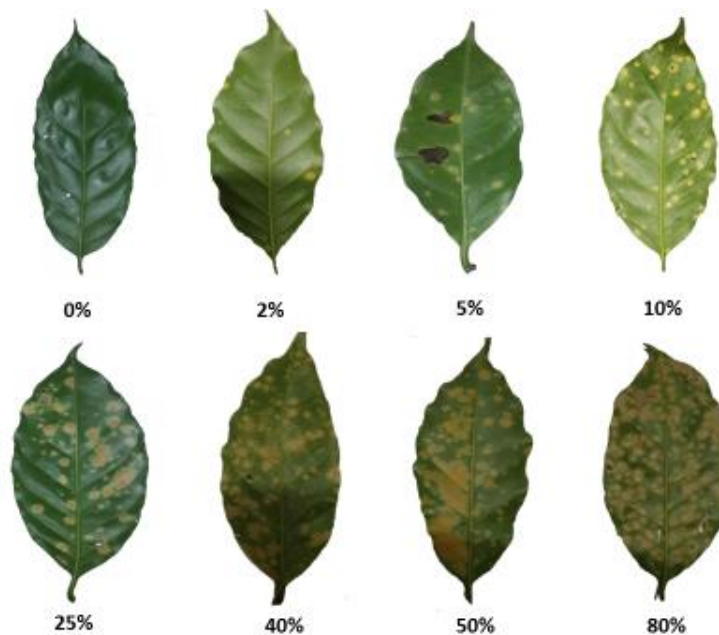


Figura 2. Escala gráfica para evaluar la severidad de la “roya del café”.

Posteriormente, con los datos obtenidos, se realizó un análisis de correlación y de regresión lineal simple, considerando la severidad como variable dependiente (Y) y la incidencia como variable independiente (X). Se trabajó con el programa Statgraphic centurión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que la incidencia y la severidad de la “roya del café”, están correlacionadas directamente en cada uno de los niveles de la planta, también entre los valores totales de la planta (Figura 3). En todos los casos, los índices de correlación (r) fueron mayores a 0.8 y estadísticamente significativos; mientras que los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) estuvieron entre 79.97 y 90.29% correspondiendo el valor más bajo al obtenido en el tercio superior y el más alto para los valores totales (Tabla 2). Son valores altos lo que significa que la severidad obtenida es explicada por la incidencia, en un 79.97% en el tercio superior y en un 90.29%, para la planta en general (Tabla 2). Resultados similares han sido reportados por Samayoa y Sánchez (2000) en un trabajo similar realizado en Costa Rica, ellos encontraron que la incidencia y la severidad de la roya del café están altamente correlacionadas, por lo tanto, concluyeron que midiendo solamente la incidencia se tenía una evaluación correcta de la enfermedad. Además, hacerlo es más sencillo, práctico, barato y de fácil aprendizaje para los técnicos y agricultores (Julca *et al.*, 2013).

Tabla 2. Índices de correlación (r) y Coeficientes de Determinación [ $R^2$ ] entre la incidencia y severidad de la “roya del café” evaluada en tres niveles diferentes de la planta (Chanchamayo, Perú).

Y \ X	Severidad Tercio Inferior (TI)	Severidad Tercio Medio (TM)	Severidad Tercio Superior (TS)	Severidad Total
Incidencia Tercio Inferior (TI)	(+ 0.907*) [82.31]			
Incidencia Tercio Medio (TM)		(+ 0.924*) [85.44]		
Incidencia Tercio Superior (TS)			(+ 0.850*) [72.97]	
Incidencia Total				(+ 0.950*) [90.29]

\*/ Significancia estadística al 5% de probabilidad.

Los resultados demuestran que no solo la severidad permite estimar el nivel de ataque de la “roya del café”, sino también la incidencia. Confirmando la conveniencia de usar la metodología de Samayoa y Sánchez (2000), por ser un método práctico, sencillo y de fácil aprendizaje para los técnicos y agricultores (Julca *et al.*, 2013) y, más barato. La relación directa entre la incidencia y severidad también ha sido encontrada para esta enfermedad en Brasil (Silva-Acuña *et al.*, 1999) y confirmada nuevamente en Costa Rica (Samayoa y Sánchez, 2000; López, 2010). De igual manera en otros patosistemas, como ocurre con *Cercospora coffeicola* y *Mycena citricolor*, en el cultivo de café en Costa Rica (Samayoa y Sánchez, 2000). En el caso del “ojo de rana” causado por *Cercospora nicotianae* en tabaco negro, también se encontró un índice de correlación altamente significativo (0.792\*\*) entre incidencia y severidad, en la localidad de Juan Guerra en Tarapoto, selva norte del Perú (Julca *et al.*, 2008). Pero, en la “roya de la teca” (*Olivea tectonae*) en Costa Rica, la relación entre la incidencia y severidad fue inversa, la primera mostró valores superiores a 60%, pero la severidad se concentró en las categorías menores (Arguedas *et al.*, 2019).

Por otra parte, trabajos realizados por diversos investigadores muestran la búsqueda de métodos más prácticos para evaluar la “roya del café”, aunque no siempre más baratos. Por ejemplo, Tapia *et al.* (2013) en Costa Rica, evaluaron la severidad usando escalas gráficas y el software Image Tool 3.0, encontraron que el coeficiente de determinación entre ambas metodologías fue de 80.0 % y concluyeron que el software puede ser una herramienta para evaluar una alta cantidad de hojas. Un trabajo similar realizó Guzmán *et al.* (2003) en Colombia, pero para evaluar la “mancha de hierro” del cafeto causado por *Cercospora coffeicola*, usaron el programa Matlab versión 5.3. que incluye técnicas de procesamiento de imágenes y reconocimiento de color y un programa analizador de imagen para medir la severidad. Encontraron que el uso y adopción de este programa permite conocer con mayor precisión y rapidez, el área foliar de plantas de café y el área afectada por esta enfermedad u otras. Otros trabajos parecidos se han realizado para evaluar otras enfermedades de cultivos agrícolas como el complejo “mancha de asfalto” del maíz (Hernández y Sandoval, 2014).

Todo esto muestra lo trabajoso que es cuantificar de manera precisa el área enferma (severidad), por ello, se han propuesto diversas técnicas como, análisis de imágenes digitalizadas, fotografía infrarroja, termografía infrarroja, reflectancia de espectro del dosel e imágenes de resonancia magnética nuclear. Pero éstas exigen equipos sofisticados

que son de alto costo y con excepción del análisis de imagen, cuantifican indirectamente la enfermedad, midiendo estrés en la planta, aunque este estrés también puede ser ocasionado por otros factores (abióticos, deficiencias nutricionales, etc.), tal como lo señala Hernández (2005), citado por Salazar (2014). Finalmente, un detalle importante de subrayar es la diferencia en la incidencia y severidad encontrados en cada nivel de la planta de café. Los valores fueron mayores en el tercio inferior y los más bajos en el tercio superior (Figura 3). Resultados similares fueron reportados por Julca *et al.* (2002) en un estudio donde se evaluó las enfermedades foliares del café en la selva central del Perú. Esto es muy importante de tener en cuenta porque la evaluación de la “roya del café”, solo en un nivel de la planta, podría conllevar a subestimarla o sobreestimarla.

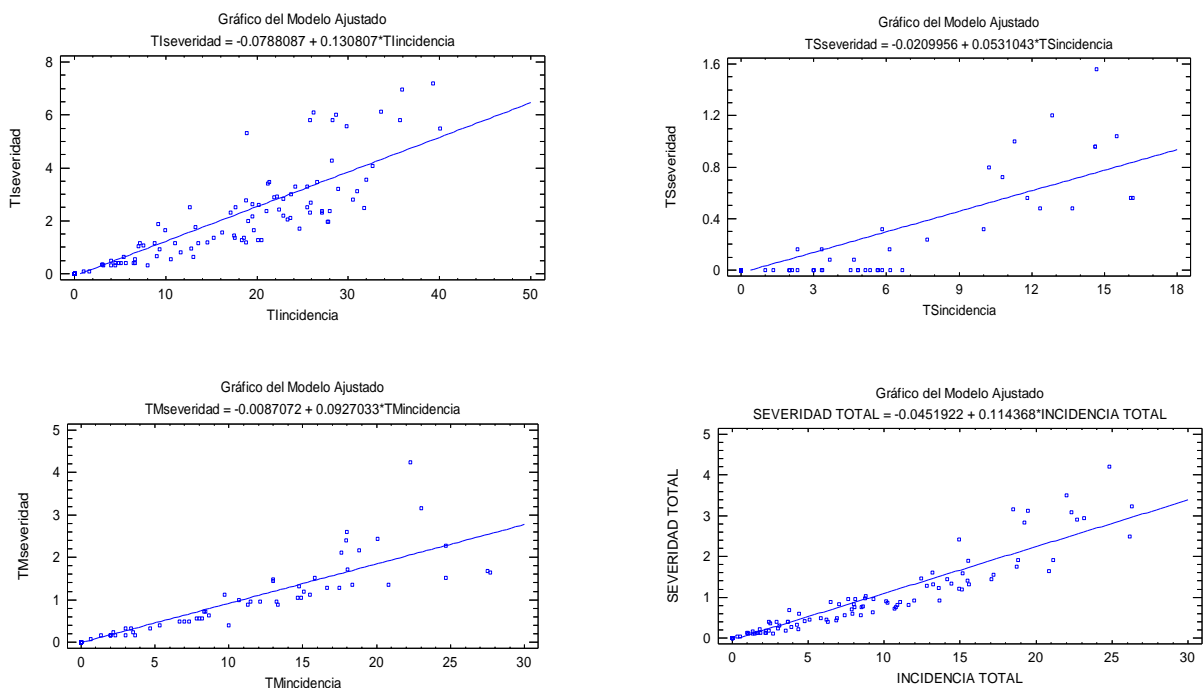


Figura 3. Líneas de regresión entre incidencia (X) y severidad (Y) de la “roya del café” en el tercio inferior (TI), medio (TM), superior (TS) y con los valores totales de la planta (D).

## CONCLUSIONES

En este estudio, se encontró una correlación positiva entre la incidencia y la severidad de la “roya del café” en San Ramón, Chanchamayo, Perú.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arguedas, M.; Rodríguez, M.; Guevara, M.; Esquivel, E.; Sandoval, S.; Briceño, E. (2019). Incidencia y severidad de *Olivea tectonae* y *Rhabdopeterus* sp. en plantaciones

jóvenes de *Tectona grandis* L.f. bajo distintas modalidades de control de arvenses. *Agronomía Costarricense* 43(1): 9-19.

Avelino, J.; Cristancho, M.; Georgiou, S.; Imbach, P.; Aguilar, L.; Bornemann, G.; Laderach, P.; Anzueto, F.; Hruska, A.; Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008-2013): Impacts, plausible causes and propose solutions. *Food Security* 7(2): 302-321.

FAO. (1985). Manual para patólogos vegetales. Lima. 438 pp.

Guzmán, O.; Gómez, E.; Rivillas, C.; Oliveros, C. (2003). Utilización del procesamiento de imágenes para determinar la severidad de la mancha de hierro del cafeto, en hojas de café. *Cenicafé* 54(3): 258-265.

Haddad, F.; Maffia, L. A.; Mizubuti, E.S.G. and Teixeira, H. 2009. Biological control of coffee rust by antagonistic bacteria under field conditions in Brazil *Biological Control* 49: 114–119

Hernández, L.; Sandoval, J. (2014). Escala diagramática de severidad para el complejo mancha de asfalto del maíz. *Revista Mexicana de Fitopatología* 33(10): 95-103.

Julca, A.; Carhuallanqui, R. y Crespo, R. 2002. Evaluación de enfermedades foliares en café var. Catimor en Villa Rica, selva central del Perú. Resúmenes del XVII Congreso Peruano de Fitopatología. Tarapoto. pp: 24.

Julca, A.; Echevarría, C.; Ladera, Y.; Borjas, R.; Cruz, R.; Bello, S. y Crespo, R. (2013). Una revisión sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú. Lima. IRD Selva - UNALM. FDA. 41pp.

Julca, A.; Julca, N.; Blas, R. Bello, S.; Carhuallanqui, R. y Crespo, R. (2008). Experiencias para el manejo integrado de *Cercospora nicotianae* Ellis & Everh en tabaco negro, localidad de Juan Guerra. Tarapoto. Perú. *Idesia* 26 (1): 15-27.

López, D. (2010). Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) del café, bajo condiciones microclimáticas del sol y sombra en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Costa Rica. 99pp.

Mont, R. (1993). Principios del control de enfermedades de las plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 287 pp.

Rountree, V. and Guido, Z. 2016. Links Between Coffee Leaf Rust, Weather, and Climate: A Literature Review. International Research and Applications Project, Univeristy of Arizona and Columbia University. En línea: <https://irapclimate.org/documents/links-between-coffee-leaf-rust-weather-and-climate-a-literature-review/> (consultado: 24.09.2019).



Salazar, L. (2014). Elaboración de escalas diagramáticas de severidad en hojas y tallos para evaluar la enfermedad “mal del pie” (*Gaeumannomyces graminis* Sacc. Von Arx & d. Oliver var. *graminis*) en diferentes estados fenológicos del arroz. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. 61 pp.

Silva-Acuña, R.; Maffia, L. A.; Zambolim, L. and Berger, R.D. (1999). Incidence-severity relationships in the pathosystem *Coffea arabica*-*Hemileia vastatrix*. *Plant Dis.* 83:186-188.

Samayoa, J. y Sánchez, V. (2000a). Enfermedades foliares en café orgánico y convencional. *Manejo Integrado de Plagas* 58: 9 -19.

Samayoa, J. y Sánchez, V. (2000b). Importancia de la sombra en la incidencia de enfermedades en café orgánico y convencional. *Agroforestería de la Américas* 7 (26): 34 - 36.

Samayoa, J. y Sánchez, V. (2001). Comparación de la incidencia de enfermedades del fruto en sistemas de producción de café orgánico y convencional. *Manejo Integrado de Plagas* 60: 36 – 42.

Secretaria General de Agricultura Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2013). Ficha técnica de la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome. México. 28 pp.

Tapia, A.; Granados, E. Avelino, J.O (2013). Cuantificación de la severidad en hojas afectadas por la roya del café (*Hemileia vastatrix*) utilizando el software Image Tool 3.0. Universidad de Costa Rica, Turrialba. CIRAD/CATIE.

Talhinhas, P., Batista, D., Diniz, I., Vieira, A., Silva, D. N., Loureiro, A., ... & Várzea, V. (2017). The coffee leaf rust pathogen *Hemileia vastatrix*: one and a half centuries around the tropics. *Molecular plant pathology*, 18(8), 1039-1051. <https://doi.org/10.1111/mpp.12512> (consultado: 24.09.2019).