



ESTUDIO DE LA SEVERIDAD DE *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome EN CAFETOS CV. CATURRA ROJO, EN CONDICIONES DE VILLA RICA

Study of the severity of *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome in coffee plants cv. caturra rojo, under Villa Rica conditions

Hans A. Méndez-Mendoza¹ ; Ladislao C. Romero-Rivas² ; Luis T. Acosta-Trinidad^{2*} 

¹Programa de Estudios de Agronomía Oxapampa, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Barrio Miraflores Kilómetro 3.5 Oxapampa, Perú.

*Email: luisibhy@hotmail.com

Recibido: 08/12/2021; Aceptado: 01/01/2023; Publicado: 21/03/2024

ABSTRACT

Coffee leaf rust, caused by a parasitic fungus, poses a significant threat to coffee plants as it affects both quality and production. The study was conducted to quantify the severity level and the area under the progress curve of coffee leaf rust on coffee plants (*Coffea arabica* L.) cv. red caturra in relation to agronomic management. This research was carried out in the Entaz sector at an altitude of 1445.1 msnm, Villa Rica district, Oxapampa province, Pasco department, Peru. A field of red caturra coffee plants, 12 years old, covering approximately 0.25 hectares was considered. Ten plants were randomly selected to measure severity every seven days over a period of 161 days, as well as the area under the progress curve of coffee leaf rust (ABCPR). The data were analyzed using the Student's t-test for independent observations. It was found that systematic row pruning and fumigation play a crucial role in the prevention and control of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) under Villa Rica, Oxapampa, Perú conditions.

Keywords: parasitic fungus | plague | pest evaluation | pruning | fumigation.

Forma de citar el artículo (Formato APA):

Méndez-Mendoza, H., Romero-Rivas, L., & Acosta-Trinidad, L. (2024). Estudio de la severidad de *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome en cafetos CV. Caturra Rojo, en condiciones de Villa Rica. *Anales Científicos*, 85(1), 13-22. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v85i1.1938>.

Autor de correspondencia (*): Luis T. Acosta-Trinidad. Email: luisibhy@hotmail.com

© Los autores, Publicado por la Universidad Nacional Agraria La Molina.

This is an open access article under the CC BY.

RESUMEN

La roya del cafeto, es una enfermedad causada por un hongo parásito, representa una amenaza significativa para los cafetos por afectar su calidad y producción. El objetivo del estudio fue cuantificar el nivel de severidad y el área bajo la curva de progreso de roya en plantas de cafeto (*Coffea arabica* L.) cv. caturra rojo en relación con el manejo agronómico. La investigación se realizó en el sector Entaz, a una altitud de 1445.1 msnm, distrito de Villa Rica, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, Perú. El campo de cultivo de cafetos cv. caturra rojo tenía 12 años de madurez y un área de aproximadamente 0.25 ha. Se tomaron 10 plantas al azar para medir la severidad cada siete días durante un periodo de 161 días, así como el área bajo la curva del progreso de roya (ABCPR). Los datos obtenidos fueron analizados con la prueba estadística t de Student para observaciones independientes. Se encontró que la poda sistemática por hilera y la fumigación desempeñan un papel crucial en la prevención y control de roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en las condiciones de Villa Rica, Oxapampa, Perú.

Palabras clave: hongo parásito | plaga | evaluación de plagas | poda | fumigación.

1. INTRODUCCIÓN

La roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) se registra como una de las principales enfermedades que amenaza la producción de café (Documet-Petrlik et al., 2022). Este hongo es considerado un patógeno biotrófo difícil de manejar por su tipo de reproducción (Moreira-Morrillo et al., 2023). La enfermedad se desarrolla en ambientes húmedos y con una temperatura adecuada (Valladares, 2019). Esta enfermedad causa en el cafeto la caída de las hojas y, ausencia de control, la defoliación de la planta. Además, provoca un desarrollo deficiente de los frutos, con granos pequeños y de reducido peso, lo que conlleva a una disminución considerable de la producción y calidad del café (INDOCAFE s.f.).

El planteamiento de agrotécnicas es fundamental para el manejo de plagas en plantas de cafeto; lo que incluye al manejo nutricional y manejo cultural. Es importante precisar que, el manejo nutricional está directamente relacionada con la eficacia de fungicidas del grupo de triazoles, a nivel de campo (Morales, 2018); sin embargo, el uso de fungicidas sin recomendación

técnica contribuirá a un inadecuado manejo y en la propagación de la roya (Cardeña-Basilio et al., 2023). Por otro lado, métodos alternativos como el uso de biopesticidas es básico para una gestión sostenible de agentes plaga en los sistemas productivos agrícolas. Se ha demostrado que la aplicación de disoluciones de conidios de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* inhiben lesiones por roya del cafeto (Ramírez-Rodríguez et al., 2020). Asimismo, el uso de homeopáticos disminuye el desarrollo de la infestación de roya en plantas de cafeto variedad Garnica (Rodríguez-Hernández et al., 2019).

La evaluación de roya del cafeto (*H. vastatrix*) es esencial para plantear estrategias de protección. El uso de niveles de umbral de daño, contrastado con los datos del muestreo y seguimiento, como factor decisivo para el control de roya, evita la aplicación innecesaria de fungicidas y mantiene la población de enemigos naturales presentes en la zona, con ello se reduce los costos de producción (Vasconcellos et al., 2023). En relación a las consideraciones hechas, el estudio se realizó con el objetivo de analizar y cuantificar la evolución de la severidad de *Hemileia vastatrix* Berkeley

& Broome, el patógeno causante de la roya del cafeto, en plantas de cafeto (*Coffea arabica* L.) del cultivar caturra rojo, bajo las condiciones específicas de Villa Rica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

Este estudio se realizó en el Fundo “Santa Martha”, situado en el sector Entaz, a una altitud de 1445.1 msnm y está ubicado en la zona 18La 469796.158 m E y 8808090.103 m N en Villa Rica (Oxapampa), departamento de Pasco, Perú. Los datos climáticos se presentan en la Tabla 1. Este estudio se realizó entre los meses de junio y noviembre de 2017.

Características del campo experimental

La parcela tenía un área de 0.25 ha, con plantas de cafeto cv. caturra rojo de un periodo vegetativo de 12 años, y un marco de siembra de un metro entre plantas por dos metros entre hileras. En el campo experimental (campo de cultivo de cafeto), el productor realizó sus actividades agronómicas: de 0 (primer día de evaluación de severidad de roya) a 49 días los cafetos no tuvieron manejo, a los 50 días se realizó poda sistemática por hilera (el corte fue a 0.6 m desde el cuello del tallo) y a los 106 días se fumigo con pyraclostrobin + epoxiconazole a una dosis de 2.5 ml por litro de agua (por única vez); sobre estas tres condiciones se realizó la evaluación de severidad de roya.

Evaluación de roya

Para la evaluación, se marcaron diez plantas al azar bajo un patrón en aspa: entre cada planta marcada hubo una separación de cinco plantas. De cada cafeto muestreado se extrajeron al azar diez hojas (tres hojas parte superior, cuatro hojas parte media y tres hojas parte inferior). Se obtuvo la incidencia de roya, al deducir el número de hojas afectadas por roya y el número de hojas evaluadas: el cociente obtenido, se multiplicó por 100; con los síntomas observados se determinó el grado de afectación de roya (Figura 1).

La determinación de la severidad se realizó en términos del índice de intensidad de daño, considerando la escala de severidad que abarca desde el daño nulo hasta el grado de afectación 4 en el área foliar. Se utilizó la Ecuación 1 para calcular la severidad.

$$S = \left[\frac{(N_0 \times 0) + (N_1 \times 1) + (N_2 \times 2) + (N_3 \times 3) + (N_4 \times 4)}{N \times 4} \right] \times 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: S es el porcentaje de severidad; N₀, N₁, N₂, N₃, N₄ son los números de hojas con grado de afectación de roya y N número de hojas evaluadas.

Por cada condición de manejo de la parcela de cafetos, se realizaron ocho evaluaciones, cada siete días; iniciando de 0 a 49 días cuando los cafetos no tuvieron manejo, de 56 a 105 días cuando los cafetos fueron podados sistemáticamente por hilera y de 112 a 161

Tabla 1. Promedios mensuales de datos climáticos

Mes	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Radiación solar (w/m ²)
Junio	19.6	4.3	89.2	119.4
Julio	18.7	3.9	86.1	141.8
Agosto	20.5	0.5	80.1	198.8
Setiembre	19.7	7.9	86.6	146.1
Octubre	19.9	12.6	84.9	197.1
Noviembre	20.3	10.5	88.5	156.9

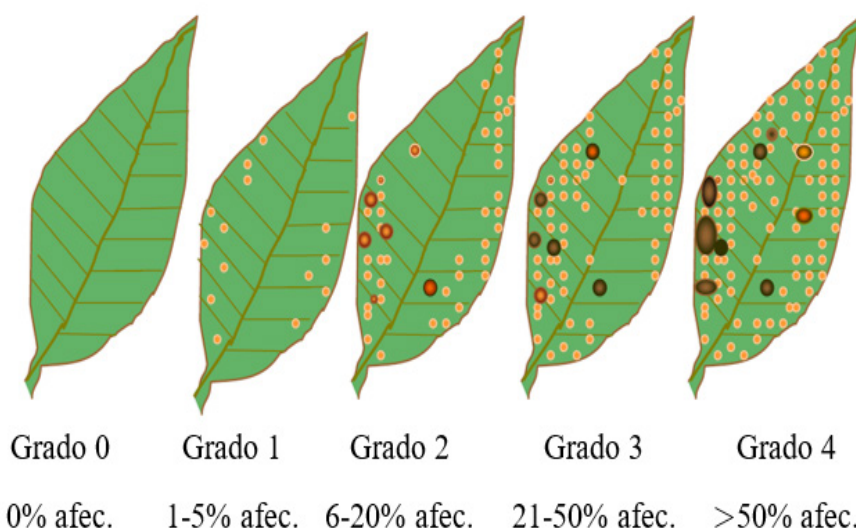


Figura 1. Escala de severidad en niveles de porcentaje de roya del cafeto en hojas.
Adaptado de SENASA (2003)

días cuando los cafetos fueron fumigados; con los datos obtenidos, se calculó el área bajo la curva de progreso de roya (ABCPR), empleando la Ecuación 2.

$$ABCPR = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} \times (t_{i+1} - t_i) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde: y_i es la severidad de roya; t es el período de evaluación en días después del inicio de esta y n es el número de evaluaciones de roya.

Diseño estadístico

Para comparar el efecto del manejo agronómico (MA) se utilizó la distribución t de Student para muestras independientes donde se probaron la hipótesis nula (H_0 : $MA_1 = MA_2$) y alternativa (H_1 : $MA_1 \neq MA_2$), a un nivel de significancia del 5% (p-valor 0.05). La determinación del estadístico se realizó mediante la Ecuación 3.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{SC_1 + SC_2}{n_1 + n_2 - 2}\right) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde, $\bar{x}_1$ es el estadístico, es la media de infección de roya en la muestra 1, $\bar{x}_2$ es la media de infección de roya en la muestra 2, n_1 es el número de evaluaciones en la muestra 1, n_2 es el número de evaluaciones en la muestra 2, SC_1 es la suma de cuadrados en la muestra 1, SC_2 es la suma de cuadrados en la muestra 2. Asimismo, la suma de cuadrados (SC) se determinó con la Ecuación 4.

$$SC = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \quad \text{Ec. 4}$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La severidad de roya en cafetos se redujo significativamente (p-valor < 0.05) a la poda (Tabla 2), donde se muestra una diferencia de media de 39.5% con respecto a cafetos sin manejo agronómico. Este resultado sugiere que la poda es efectiva para controlar la propagación y el desarrollo de roya, respaldando la importancia de implementar técnicas agronómicas adecuadas para combatir enfermedades en las plantaciones de cafetos. Sin embargo, el ABCPR no fue afectado significativamente por la poda

(p-valor > 0.05). Estudios realizados por Avelino et al. (2004) y Gonzales et al. (2023) corroboran que la poda reduce el área foliar que podrían interceptar las uredosporas, elimina las lesiones infecciosas y reduce la severidad en cafetos, pero la ausencia de una estrategia de manejo agronómico podría resultar en daño de las hojas y por tanto habría una disminución de la capacidad fotosintética y del rendimiento del café (Julca, 2021). En consideración, una propuesta de manejo cultural debe contemplar la selección de variedades resistentes con características similares a las condiciones edafoclimáticas a instalar, densidad de siembra, poda, manejo de órganos vegetales infectados, sombra, manejo de malezas y monitoreo (Barquero, 2013); además, los cafetos de las variedades caturra, típica, bourbon y pache son susceptibles al ataque de roya (Gamarra et al., 2015). Por otro lado, altos niveles de severidad (50.3%) observados en cafetos sin manejo agronómico podrían atribuirse a los bajos niveles de compuestos fitoquímicos, como los fenoles, que tienen la propiedad de disuadir la infección de patógenos en las hojas. Cabe destacar que, los cafetos no susceptibles a la roya presentan niveles altos de ácido neoclorogénico, un compuesto antioxidante, y ácido cafeico, un compuesto fenólico, entre otros, que sugiere un posible mecanismo de resistencia (Luján-Hidalgo et al., 2020).

La severidad de roya en cafetos se redujo significativamente (p-valor < 0.05) a la primera fumigación (Tabla 3), donde se muestra una diferencia de media de 49% con respecto a cafetos sin manejo agronómico. Esto indica que el fungicida aplicado (pyraclostrobin + epoxiconazole) fue adecuado para suprimir significativamente la propagación de la roya. Es importante precisar que el monitoreo regular de las plantaciones de cafetos permite detectar tempranamente la presencia de roya. En este sentido, la realización de un seguimiento progresivo de la prevalencia, incidencia y severidad de roya del café y su relación con el clima y fenología del cultivar (en Oxapampa: más de 20 cultivares y ecotipos no catalogados), es fundamental para comprender la magnitud y su dinámica en un área determinada y en un período de tiempo determinado (López et al., 2018). Esto no solo ayuda a optimizar el uso de fungicidas, sino que también contribuye a reducir los riesgos ambientales. Por el contrario, el ABCPR no fue afectado significativamente por la primera fumigación (p-valor > 0.05). Estudios realizados por Rodríguez-García et al. (2021) demostraron que la aplicación de fungicida con ingredientes activos de azoxistrobina (11.1%) y tebuconazol (18.4%), tienen un efecto positivo en el control de roya, lo que potencialmente mejora el peso del grano.

Tabla 2. Efecto de la poda sobre las variables de infestación de roya en cafetos

Variables	Medias de manejo agronómico			T estadístico	p-valor
	Sin manejo agronómico	Poda			
Severidad (%)	50.3	10.9	39.5	9.23	< 0.001
ABCPR	3574	488	3087	3.08	0.091

Tabla 3. Efecto de una primera fumigación sobre las variables de infestación de roya en cafetos

Variables	Medias de manejo agronómico			T estadístico	p-valor
	Sin manejo agronómico	Primera fumigación			
Severidad (%)	50.3	1.31	49	11	< 0.001
ABCPR	3574	43.8	3530	3.65	0.068

La severidad de roya en cafetos se redujo significativamente (p -valor < 0.05) a la segunda fumigación (Tabla 4), donde se muestra una diferencia de media de 48.6% con respecto a cafetos sin manejo agronómico. Esto sugiere que la aplicación oportuna y efectiva de fungicida permite controlar la roya y tiene un impacto significativo en la productividad de cafetos. Del mismo modo, Ayele et al. (2019) registraron que la aplicación en dos momentos de epoxiconazol más tiofanato-metilo con intervalo de 15 días a partir de la aparición ha demostrado ser efectiva en términos de reducir el nivel de roya. Asimismo, Yeoman et al. (1987) reportan que la fumigación con maneb más mancozeb reduce la incidencia de roya. Por el contrario, el ABCPR no fue afectado significativamente (p -valor > 0.05) por la segunda fumigación.

La primera fumigación redujo significativamente la severidad (p -valor < 0.05), con una diferencia de media del 9.56% con respecto a la poda (Tabla 5). Sin embargo, no hubo significación estadística (p -valor > 0.05) para el ABCPR. Es importante precisar que la poda ayuda a reducir la humedad y mejora la circulación del aire alrededor de los cafetos, lo que puede disminuir la incidencia de la roya. Además, la extracción de hojas infectadas

reduce el inóculo, pero no es suficiente para romper el ciclo del hongo (Quiroga, 2021). Por otro lado, la fumigación implica el uso de productos químicos que podrían ser tóxicos para organismos no objetivo. Complementariamente, en condiciones secas (estación con poca precipitación), algunos cafetos presentan altos picos de severidad y progreso de la roya, mientras que durante la estación lluviosa la presencia de roya es menor (Alvarado-Huamán et al., 2020).

La segunda fumigación redujo significativamente (p -valor < 0.05) la severidad, donde se muestra una diferencia de media de 9.11% con respecto a la poda (Tabla 6); aunque la fumigación ha sido efectiva en este estudio, es importante considerar la combinación de prácticas de manejo para una mejor efectividad y sostenibilidad a largo plazo. En este mismo contexto, Lelana et al. (2021) encontraron efectividad en el control de roya al fumigar con fungicida de una mezcla de ingredientes activos de azoxistrobina y difenoconazol. Por otro lado, Crump et al. (2011) sugieren que la poda y el manejo de sombra reducen la severidad de roya. Alternativamente, las prácticas de fertilización balanceada reducen los niveles de infección (Huaman, 2021). Una posible medida preventiva para reducir la incidencia de roya (*H. vastatrix*) es la

Tabla 4. Efecto de una segunda fumigación sobre las variables de infestación de roya en cafetos

Variables	Medias de manejo agronómico		$T_{\text{estadístico}}$	p -valor
	Sin manejo agronómico	Segunda fumigación		
Severidad (%)	50.3	1.75	48.6	10.9
ABCPR	3574	61.3	3513	3.63

Tabla 5. Efecto de la poda y primera fumigación sobre las variables de infestación de roya en cafetos

Variables	Medias de manejo agronómico		$T_{\text{estadístico}}$	p -valor
	Poda	Primera fumigación		
Severidad (%)	10.9	1.31	9.56	6.5
ABCPR	488	43.8	444	1.7

aplicación de una disolución de silicato de potasio (Carré-Missio et al., 2012); teniendo en cuenta que, los nutrientes potencian los efectos de un fungicida y reducen la intensidad de las enfermedades en los cultivos (Ferreira et al., 2011). Por otro lado, no hubo significación estadística (p -valor > 0.05) para el ABCPR.

La primera fumigación redujo significativamente (p -valor < 0.05) el ABCPR, donde se muestra una diferencia de media de 17.5 con respecto de la segunda fumigación (Tabla 7). Esta disminución podría deberse a que roya se desarrolló una condición de resistente o tolerante al fungicida utilizado después de la primera aplicación, lo que resultó en una menor eficacia de la segunda fumigación. En este sentido, para mantener bajos niveles de incidencia de roya, es recomendable el uso de fungicidas, condicionado a una evaluación de infección, momento de control, número de aspersiones y tipo de fungicida, con el propósito de no crear condiciones que favorezcan la aparición de nuevas razas del hongo (CENICAFÉ s.f.). Por tanto, es recomendable la aplicación de fungicidas compuestos como epoxiconazole + piraclostrobina, azoxistrobina + ciproconazole, o tebuconazol, con ambas aplicaciones, ya que reducen el progreso de

roya en el área foliar con una sola aplicación (Souza et al., 2019). Por otro lado, no hubo significación estadística (p -valor > 0.05) para la severidad.

4. Conclusión

En este estudio, los resultados revelaron la eficacia tanto de la poda sistemática por hilera como de la fumigación de fungicidas en el control de la de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) en las condiciones específicas de Villa Rica. Los cafetos sometidos a la poda mostraron una considerable reducción en la severidad y área bajo la curva de progreso de la enfermedad, al igual que los tratados con fungicida. La información obtenida contribuirá al entendimiento y la cuantificación de la evolución de la severidad de roya en cafetos, proporcionando información valiosa para implementar prácticas de manejo que contribuyan a mitigar los impactos de esta enfermedad en los cultivos de cafetos.

Conflicto de intereses

Los autores firmantes de la presente investigación declaran no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

Tabla 6. Efecto de la poda y segunda fumigación sobre las variables de infestación de roya en cafetos

Variables	Medias de manejo agronómico			T _{estadístico}	p-valor
	Poda	Segunda fumigación			
Severidad (%)	10.9	1.75	9.11	6.07	< 0.001
ABCPR	488	61.3	426	1.63	0.244

Tabla 7. Efecto de la fumigación sobre las variables de infestación de roya en cafetos

Variables	Medias de manejo agronómico			T _{estadístico}	p-valor
	Primera fumigación	Segunda fumigación			
Severidad (%)	1.31	1.75	0.446	0.828	0.416
ABCPR	43.8	61.3	17.5	5.05	0.037

Conflicto de intereses

Los autores firmantes del presente trabajo de investigación declaran no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

Contribuciones del autor

Preparación y ejecución: HAMM; Desarrollo de la metodología: HAMM, LCRR, LTAT; Concepción y diseño: LCRR, LTAT; Edición del artículo: HAMM, LCRR, LTAT; Supervisión del estudio: LCRR, LTAT.

Fuentes de financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de ninguna agencia de financiación, sector gubernamental ni comercial o sin fines de lucro.

Aspectos éticos / legales:

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos ni haber omitido normas legales.

ORCID y correo electrónico

Hans A. Méndez-Mendoza hansalexanderdemendezmendoza@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0002-6953-4687>

Ladislao C. Romero-Rivas lromero@undac.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-6598-3277>

Luis T. Acosta-Trinidad luistibhy@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1276-1777>

Referencias bibliográficas

- Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Castro-Cepero, V., García-Nieves, L., Jiménez-Dávalos, J., Julca-Otiniano, A., & Gómez-Pando, L. (2020). Dynamics of severity of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*) on coffee, in

Chanchamayo (Junín-Perú). *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 517-529. <https://doi.org/10.15517/am.v31i3.39726>

- Avelino, J., Willocquet, L., & Savary, S. (2004). Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. *Plant Pathology* 53(5), 541-547. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2004.01067.x>
- Ayele, A., Chala, A., & Shikur, E. (2019). Effect of varieties, fungicides and application frequencies to wheat yellow rust disease (*Puccinia striiformis* f. sp. Triticum) management in Arsi highlands of Ethiopia. *American Journal of BioScience*, 7(6), 113-122. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ajbio.20190706.15>
- Barquero, M. (2013). Recomendaciones para el combate de la roya del café (3.^a ed.). Instituto del Café de Costa Rica. <https://acortar.link/y8Mesh>
- Cardeña-Basilio, I., Ramírez-Valverde, B., Juárez-Sánchez, JP., Huerta de la Peña, A., & Cruz-León, A. (2023). Roya del café en Hueytamalco, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(29), e3540. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i29.3540>
- Carré-Missio, V., Ávila, F., Augusto, D., Ribas, W., Carvalho, D., Henrique, G., & Zambolim, L. (2012). Proteção local, não do silicato de potássio reduz os sintomas da ferrugem do cafeeiro. *Tropical Plant Pathology*, 37(4), 275-280. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762012000400007>
- CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café). (s.f.). Manejo de enfermedades. Cultivemos café. <https://acortar.link/jx076c>
- Crump, A., Jacobi, WR., Burns, KS., & Howell, BE. (2011). Pruning to Manage White Pine Blister Rust in the Southern Rocky Mountains. Research Note RMRS-RN-44. <https://acortar.link/tn0J7m>

- Documet-Petrlik, K., Dávila-Rivera, A., Chávez-Salazar, A., & Chappa-Santa María, V. (2022). Calidad organoléptica del café bajo el efecto de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) en Alto Shamboyacu – Lamas. *Revista Agratecnológica Amazónica*, 2(1), 1-9. <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.260>
- Ferreira, FG., Santos, I., Tomazeli, VN., & Vilela, JT. (2011). Influência da nutrição mineral foliar nas doenças da parte aérea e no rendimento da cultura da soja. *Ambiência Guarapuava*, 7(2), 207-215. <https://acortar.link/fjZBKI>
- Gamarra, D., Torres, G., Casas, J., & Riveros, H. (2015). Caracterización y manejo integrado de la roya amarilla del café en selva central del Perú. *CONVICCIONES*, 6-17. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/convicciones/article/view/53>
- Gonzales, R., Arévalo, L., & Solis, R. (2023). Caracterización agromorfológica de accesiones de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) del banco nacional de germoplasma del INIA, Perú. *Bioagro* 35(1), 59-68. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2061>
- Huaman, A. (2021). Influencia de la sombra y fertilización en la resistencia de clones élites *Coffea arabica* L. ante la incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 4(1), 36-43. <https://doi.org/10.25127/ucni.v4i1.694>
- INDOCAFÉ (Instituto Dominicano del Café). (s.f.). Recomendaciones para el manejo de la roya del café en las zonas donde la cosecha se realiza entre los meses diciembre y mayo. <https://acortar.link/aVbHHg>
- Julca, A. (2021). Investigación con tecnologías biológicas contra la roya y broca del café. *Gaceta Molinera*. <https://acortar.link/zwHA6l>
- Lelana, NE., Darmawan, UW., Anggraeni, I., Astanti, FE., & Rosalinda, MD. (2021). Integrated disease management to control gall rust disease on the seedling and sapling of *Falcataria moluccana*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/914/1/012006>
- López, JM., Marín, GA., Gaitán, AL., & Ángel, CA. (2018). Diagrama de área estándar para la estimación visual de severidad de roya del cafeto. *Avances Técnicos Cenicafé*, 498, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0498>
- Luján-Hidalgo, MC., Jiménez-Aguilar, LA., Ruiz-Lau, N., Reyes-Zambrano, SJ., & Gutiérrez-Miceli, FA. (2020). Cambios bioquímicos en respuesta al ataque de roya en plantaciones de café. *Polibotánica*, 49, 149-160. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.10>
- Morales, P. (2018). Evaluación de siete fungicidas del grupo de los Triazoles para el control de la roya anaranjada del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk et Br. Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). <https://acortar.link/YwAp1k>
- Moreira-Morrillo, AA., Vélez-Zambrano, JP., Intra-Moreira, S., & Garcés-Fiallos, FR. (2023). Diseases affecting the coffee crop: elucidating the life cycle of rust, thread blight and cercospora leaf spot. *Scientia Agropecuaria*, 14(3), 395-412. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.035>
- Quiroga, J. (2021). La resistencia incompleta del café a la roya: una revisión. *Revista Cenicafé*, 72(2), 105-136. <https://doi.org/10.38141/10778/72208>
- Ramírez-Rodríguez, RF., Castañeda-Hidalgo, E., Robles, C., Santiago-Martínez, GM., Pérez-León, MI., & Lozano-Trejo, S. (2020). Efectividad de

- biofungicidas para el control de la roya en plántulas de café. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1403-1412. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2614>
- Rodríguez-García, MF., González-González, M., Huerta-Espino, J., & Solano-Hernández, S. (2021). Fungicides evaluation against yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *Hordei*) in six barley cultivars. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 39(3), 414-434. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2106-5>
 - Rodríguez-Hernández, C., Ramos-Reyes, S., Escamilla-Prado, E., & Ruiz-Espinoza, FJ. (2019). Reducción del desarrollo de la roya anaranjada del café con mezcla de homeopáticos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(5), 1047-1056. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i5.1846>
 - SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú). (2003). Norma para la ejecución y remisión de información de actividades del programa manejo integrado de plagas del cafeto. <https://acortar.link/nTXXAn>
 - Souza Pereira I, Cassiano Rosalino R, de Oliveira Borges Costa Neves F, Toyota Pereira M & de Sousa Braga JG. (2019). Diferentes fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro. *Revista Inova Ciência & Tecnologia*, 5(1), 25-29. <https://acortar.link/mJLOuq>
 - Valladares, C.A. (2019). Impacto de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en las exportaciones de café de El Salvador. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6625>
 - Vasconcellos, MG., Corassa, JN., Pitta, RM., & Rolim, GG. (2023). Estratégias de controle de pragas em soja e suas implicações na comunidade de artrópodes e na rentabilidade da cultura. *Nativa*, 11(1), 28-43. <https://doi.org/10.31413/nativa.v11i1.13538>
 - Yeoman, DP., Lapwood, DH. & McEwen, J. (1987). Effects of a range of fungicides used to control rust (*Uromyces viciae-fabae*) on spring-sown field beans (*Vicia faba*) in the UK. *Crop Protection*, 6(2), 90-94. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(87\)90105-0](https://doi.org/10.1016/0261-2194(87)90105-0)