http://doi.org/10.47840/ReInA.7.2.2365

Severidad fúngica e insectil a nivel foliar en cafetos bajo diferentes arreglos productivos, en Huancabamba, Oxapampa

Fungal and insect severity at the foliar level in coffee plants under different productive arrangements in Huancabamba, Oxapampa

Luis Tibhy Acosta-Trinidad[1]*, Gerson Camilo Acosta-Huaman[1], Ana Esteffany Curi-Osorio[1], Jedalee Nayely Bottger-Rowe[1], Rut Priscila Vivas-Garcia[1]

[1]Programa de Estudios de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Oxapampa, Perú.
*Correo electrónico: luistibhy@hotmail.com

L. T. Acosta-Trinidad: https://orcid.org/0000-0002-1276-1777
G. C. Acosta-Huaman: https://orcid.org/0009-0007-8145-5961
A. E. Curi-Osorio: https://orcid.org/0009-0000-3727-9939
J. N. Bottger-Rowe: https://orcid.org/0009-0004-7179-5952
R. P. Vivas-Garcia: https://orcid.org/0009-0000-5352-0681

RESUMEN

Los arreglos productivos son configurados para incrementar la producción y optimizar el estado fitosanitario de los cafetos, dado que ambos factores están asociados. Ante ello, se evaluó la severidad de plagas fúngicas e insectil a nivel foliar en cafetos (*Coffea arabica*) cultivados bajo diferentes arreglos productivos, en Huancabamba, Oxapampa (Perú). Se compararon los sistemas productivos de cafeto asociado con plátano y cafeto asociado con pacae en dos parcelas agrícolas para cada asociación. Los datos fueron analizados estadísticamente con la prueba t de Student para observaciones independientes. La severidad de ojo de gallo no mostró diferencia estadística ($p > 0,05$) entre arreglos cafeto con plátano y cafeto con pacae, respectivamente. Se encontró un efecto negativo del arreglo productivo en la severidad y en el número de plagas presentes a nivel foliar. En general, se observa las potencialidades de las variedades de cafeto incluidos en los arreglos productivos sobre el nivel de afección de plagas fúngicas e insectiles a nivel foliar en el distrito de Huancabamba.

Palabras clave: roya amarilla, *Mycena citricolor*, cercospora, minador del cafeto, pacae, t de Student

ABSTRACT

The productive arrangements are configured to increase production and optimize the phytosanitary status of coffee plants, as both factors are associated. In this regard, the severity of fungal and insect pests at the foliar level was evaluated in coffee plants (*Coffea arabica*) cultivated under different productive arrangements in Huancabamba, Oxapampa (Perú). The coffee production systems associated with banana and those associated with pacae were compared, with two agricultural plots for each association. The data were statistically analyzed using Student's t-test for independent observations. The severity of ojo de gallo showed no statistical difference ($p > 0,05$) between coffee with banana and coffee with pacae, respectively. A negative effect of the productive arrangement was found on the severity and number of pests present at the foliar level. In general, the potential of the coffee plant varieties included in the productive arrangements regarding the level of fungal and insect pest infestation at the foliar level in the Huancabamba district is observed.

Keywords: coffee leaf rust, *Mycena citricolor*, cercospora, coffee leaf miner, pacae, Student's t-test

ISSN N° 2708-9843
Recibido: 25 de abril 2025
Aceptado para su publicación: 30 de agosto 2025

INTRODUCCIÓN

La actividad productiva del cafeto (*Coffea arabica*) en el distrito de Huancabamba enfrenta amenazas de plagas fúngicas e insectiles a nivel foliar, principalmente en la etapa productiva, lo que reduce los niveles de producción y calidad del grano. Para las cuales las condiciones ambientales del sistema de cultivo son factores críticos (Ndo & Akoutou, 2021). La problemática es relevante, a ello se suma una limitada información sobre cómo los arreglos productivos afectan la incidencia y severidad de plagas fúngicas e insectiles en cafetales del distrito. La severidad de plagas en cultivos de interés agrícola varía según las condiciones agroecológicas (Ogecha *et al*., 2019). Los sistemas de manejo y la resistencia de las plantas pueden mantener servicios ecosistémicos de regulación de plagas y enfermedades funcionales dentro de las plantaciones de cafeto (Harelimana *et al*., 2022). El conocimiento de formas efectivas y duraderas para el control de plagas, involucra tener información sobre la dinámica poblacional del patógeno como los factores determinantes de la resistencia o susceptibilidad del cafeto (Do Ceu *et al*., 2006). Los árboles de sombra pueden tener efectos negativos, como favorecer ciertas plagas o reducir ligeramente el rendimiento de los cultivos, estos efectos no son exclusivamente atribuibles a la sombra en sí, más bien, dependen del diseño y manejo del sistema agroforestal (Villarreyna *et al*., 2020). La incidencia y severidad de la roya amarilla, el ojo de gallo y la cercospora están influenciadas por temperaturas frescas a cálidas, las cuales, a su vez, están asociadas a la presencia de especies de porte alto vinculadas a los cafetos, que pueden modificar el microclima y favorecer el desarrollo de estas enfermedades (Pilozo *et al*., 2020). En particular, la severidad de la cercospora en las hojas del cafeto está asociada a sistemas de cultivo expuestos a plena radiación solar y a deficiencias nutricionales (Rengifo *et al*., 2002). También, se ha evidenciado los beneficios en la fertilidad del suelo de algunos arreglos productivos (Rosas *et al*., 2016; Villacis *et al*., 2021), lo que está asociado íntimamente con el estado nutricional del cafeto, al fortalecer su sistema inmune químico, que regula la incidencia y severidad de estas plagas. Identificar un arreglo productivo agrícola que mejor regule las plagas foliares, potencialmente contribuiría a plantear estrategias de manejo eficientes con reducido uso de agroquímicos. Los sistemas agroforestales modifican los ambientes naturales y la diversidad de plantas que los componen influye directamente en la dinámica de los controladores biológicos (Campos-Navarrete *et al*., 2022). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la severidad de plagas fúngicas e insectil a nivel foliar en cafetos (*Coffea arabica*) cultivados bajo diferentes arreglos productivos, con el fin de identificar el arreglo que regule estas plagas, en Huancabamba, Oxapampa, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

El estudio se llevó a cabo en el distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa,

departamento de Pasco. Se consideró cuatro arreglos productivos, estos presentaron las siguientes coordenadas geográficas en el hemisferio sur (18S): cafeto (*Coffea arabica*) con plátano (*Musa paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*) y arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) en el sector de Espiritupata - CPLESP (1683,51 msnm): 438495,42 m al este y 8850142,98 m al norte; cafeto (*C. arabica*) con plátano (*M. paradisiaca*) en el sector de Chorobamba - CPLCHO (1761,43 msnm): 442941,83 m al este y 8847680,02 m al norte; cafeto (*C. arabica*) con pacae (*Inga* sp.) en el sector Espiritupata - CPAESP (1828 msnm): 438124,64 m al este y 8850183,6 m al norte; cafeto (*C. arabica*) con pacae (*Inga* sp.) en el sector Ancahuachanan - CPAANC (1785,5 msnm): 437065,766 m al este y 8845121,133 m al norte (Figura 1). El distrito se encuentra en una zona de transición ecológica altitudinal conocida como ceja de selva. Durante el periodo 2024, se registró una temperatura promedio de 18,24 °C, una precipitación promedio de 0,2 mm por hora y una humedad relativa del 84,91% (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2024).

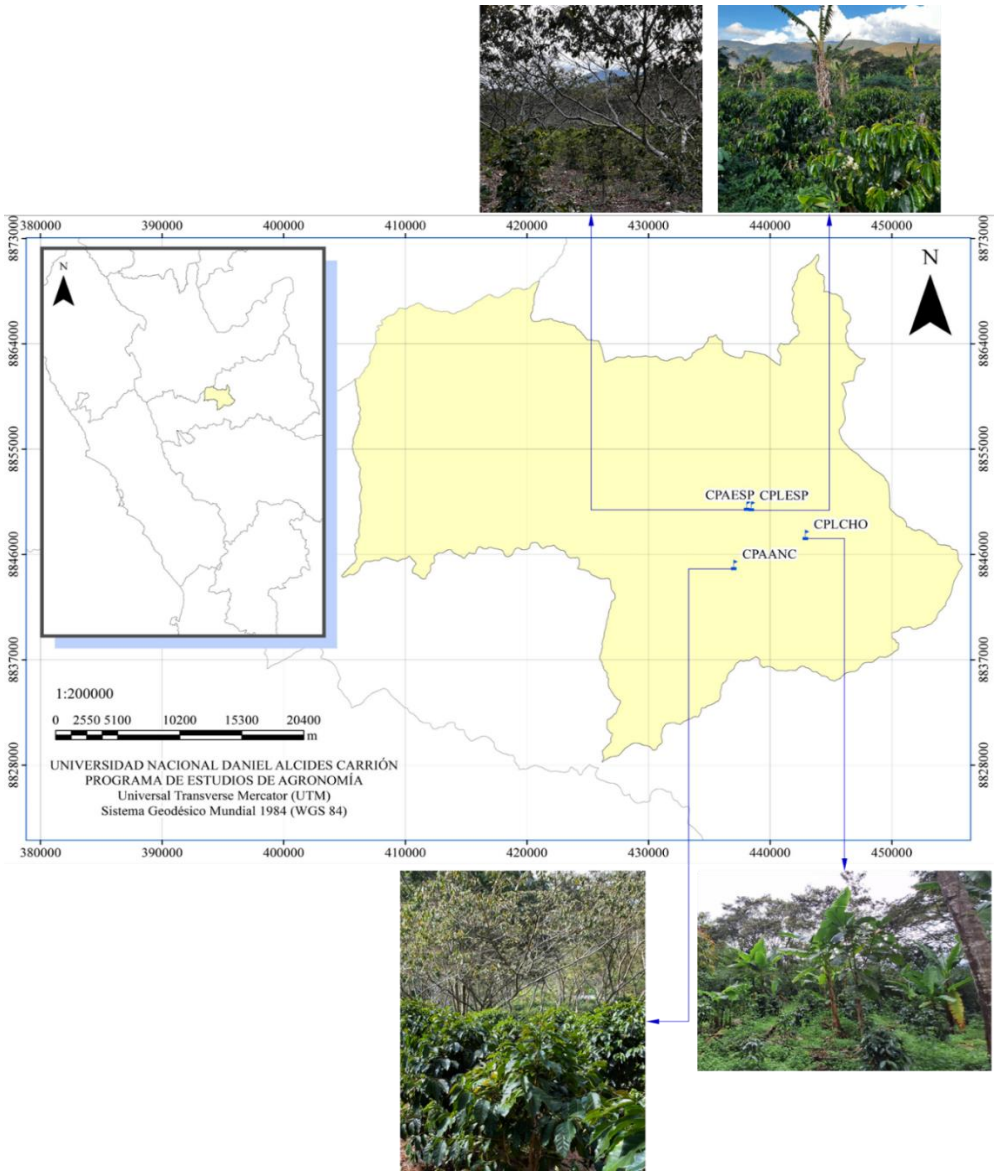

Figura 1. Geoposicionamiento de los arreglos productivos con cafeto, en el distrito de Huancabamba (Perú).

Caracterización de los arreglos productivos

Los arreglos productivos tuvieron una extensión de parcela de 2500 m^2. El arreglo CPLESP se caracterizó por la asociación de cafetos (*Coffea arabica*) de la variedad Catimor con plátano (*Musa paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*) y arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*); los cafetos y el plátano fueron establecidos en un marco de siembra de 1 m × 2 m y 5 m × 5 m, respectivamente; el cafeto presentó un período vegetativo de 2 años, mientras que el plátano tuvo un período vegetativo de 1,5 años. El arreglo CPLCHO incluyó cafetos (*Coffea arabica*) de las variedades Caturra, Geisha y Limani, asociados con plátano (*M. paradisiaca*); los cafetos y el plátano fueron establecidos en un marco de siembra de 1 m × 2 m y 4 m × 4 m, respectivamente; el cafeto presentó un período vegetativo de 2 años, mientras que el plátano tuvo un período vegetativo de 1,5 años; además, se aplicó guano de gallina a razón de 1,5 kg por planta de cafeto, junto con roca fosfórica en una dosis de 50 g por planta, una vez por campaña agrícola. El arreglo CPAESP, admitió cafeto (*C. arabica*) variedad Caturra asociado con pacae (*Inga* sp.) en un marco de siembra de 1 m x 2 m y 7 m x 8 m, con periodos vegetativos de 6 y 12,5 años, respectivamente. El arreglo CPAANC, englobo cafetos de las variedades Costa Rica 95, Tupi y Catimor asociados con pacae (*Inga* sp.) en un marco de siembra de 1 m x 2 m y 10 m x 10 m, con periodos vegetativos de 6 y 12,5 años, respectivamente; se aplicó guano de carnero a razón de 3 kg por cafeto conjuntamente con fertilizante sintético 15-15-15 a una dosis de 150 g por cafeto; ambos insumos se distribuyeron en dos aplicaciones durante cada campaña agrícola.

Estimación de la severidad de plagas foliares

En cada arreglo productivo, se seleccionaron al azar 75 cafetos para estimar la severidad de la afectación foliar de roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk. & Curt.), cercospora (*Cercospora coffeicola* B. y Ck.) y minador (*Leucoptera coffeella* Green.) (Figura 2). Los cafetos presentaron incidencia natural de las plagas al momento del estudio. El nivel de afectación foliar se estimó de forma visual con el apoyo de una escala diagramática de 10 niveles (SENASA, 2017). Se seleccionó una rama en cada tercio de la planta, se evaluó la severidad de la afectación en cada hoja (Julca *et al*., 2019) y se determinó la severidad por rama en cada tercio utilizando la Ecuación 1; finalmente, con las estimaciones de severidad por rama se calculó el promedio de severidad para toda la planta. Las evaluaciones se llevaron a cabo en los primeros 12 días del mes de noviembre de 2024.

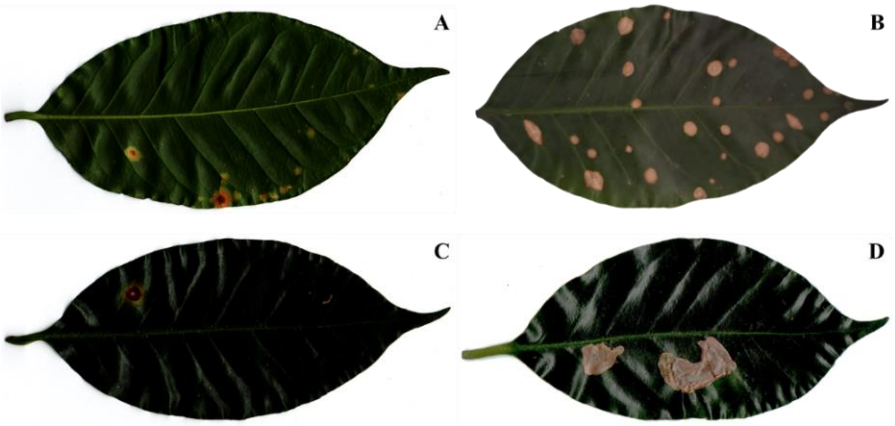

Figura 2. Síntomas de plagas foliares en cafeto. (A) roya amarilla (*H. vastatrix*). (B) ojo de gallo (*M. citricolor*). (C) cercospora (*C. coffeicola*). (D) minador (*L. coffeella*). (A) Envés de hoja. (B, C, D) Haz de hoja.

$$S = \left[\frac{(N_0 \times 0)+(N_1 \times 1)+\cdots+(N_n \times n)}{N \times m}\right] \times 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde, S es el porcentaje de severidad de la plaga en la rama; N_0, N_1, N_n son el número de hojas con nivel de afectación, n es el mayor nivel de afectación de la escala diagramática, m es el número de niveles de la escala diagramática y N es el número de hojas evaluadas.

Análisis estadístico

Esta investigación fue de naturaleza agroecológica de enfoque cuantitativo y transversal. Para evaluar el efecto del arreglo productivo similar, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, contrastando la hipótesis nula H_0: CPLESP = CPLCHO y H_0: CPAESP = CPAANC y la alternativa H_1: CPLESP ≠ CPLCHO y H_1: CPAESP ≠ CPAANC, con un nivel de significancia del 5% ($p < 0,05$). El estadístico t se calculó utilizando la Ecuación 2.

$$t = \frac{\bar{\bar{d}}}{S_{x_1 x_2}\sqrt{2/n}} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde: t es el estadístico, $\bar{\bar{d}}$ es la media de las diferencias, $S_{x_1 x_2}$ es la desviación estándar combinada de ambas muestras, n es el tamaño de muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La severidad de roya amarilla (*H. vastatrix*) y cercospora (*C. coffeicola*) mostraron una respuesta significativa ($p < 0,05$) al arreglo productivo cafeto con plátano en Espiritupata (Tabla 1), donde se muestra una diferencia de medias de 1,67% para roya amarilla y 1,44% para cercospora con respecto al arreglo productivo cafeto con plátano en Chorobamba. Cerna-Chávez *et al*. (2019) reportaron una severidad de infección por *Hemileia vastatrix* del 48,87% en cafetos de la variedad Caturra, lo que sugiere una alta susceptibilidad de esta variedad a la infección por este patógeno fúngico. En este mismo contexto, Gamarra *et al*. (2015) reportaron que la variedad Caturra es susceptible a la roya amarilla. La inclusión de las variedades de cafeto Caturra y Geisha, caracterizadas por su susceptibilidad y resistencia parcial (Silva *et al*., 2024) a la roya amarilla, respectivamente, podría haber contribuido a la mayor severidad fúngica observada en el arreglo productivo de cafeto con plátano en Chorobamba. No obstante, Dilas-Jiménez *et al*. (2022) reportaron que cafetos de la variedad Caturra presentaron resistencia a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) con 0% de incidencia, sin embargo, con susceptibilidad a cercospora (*Cercospora coffeicola*). En otro aspecto, los niveles de severidad de la roya amarilla observados en los cafetos del cultivar Catimor sugieren una posible ruptura de la resistencia, posiblemente asociada al debilitamiento de las plantas y a la dilución del carácter resistente a lo largo de las generaciones (Prakash *et al*., 2005). Los niveles de roya amarilla observados no superaron el umbral crítico del 5% (Rendón *et al*., 2010), esto podría deberse a la variedad de cafeto con cierto grado de resistencia a la roya amarilla y a la incorporación de enmiendas nutricionales (Boot, 2006). El arreglo cafeto con plátano proporciona una distribución uniforme de la incidencia lumínica sobre los cafetos, creando una condición desfavorable para el desarrollo de la roya amarilla. Ante ello, Ehrenbergerová *et al*. (2018), reportan que la incidencia de la roya amarilla en la variedad Catimor es menor en condiciones de mayor luminosidad. Sin embargo, Montes *et al*. (2012) informaron que la incidencia de la roya en los cafetos está influenciada por factores climáticos, específicamente mostrando un incremento en períodos de altas temperaturas. Estas consideraciones sugieren que los bajos niveles de roya amarilla observados podrían estar asociados a los niveles de resistencia de la variedad de cafeto utilizada en el arreglo cafeto con plátano en el sector Espiritupata. En este

mismo sentido Avelino *et al*. (2015) reportaron que el cultivar Catimor es el más cultivado en la selva central del Perú debido a su resistencia reportada a la raza II de la roya amarilla. Sin embargo, esta variedad no queda exenta de susceptibilidad a las nuevas razas, así como a las razas XXIV y XXXIV (Julca-Otiniano *et al*., 2024). La menor severidad de la cercospora en el arreglo cafeto con plátano en Espiritupata, en comparación con Chorobamba, podría estar influenciada por el nivel de fertilidad del suelo, el cual habría fortalecido el sistema inmunológico químico de la planta. Debido a que la incidencia de la cercospora está asociada con la deficiencia nutricional de la planta, particularmente de nitrógeno y, posiblemente, de potasio, así como con la sobreexposición a la luz solar (Ribeyre & Avelino, 2012). Este último factor podría intensificarse durante las temporadas de calor en el distrito. El impacto de la fertilidad del suelo en la incidencia de cercospora se respalda en el estudio de Dilas-Jiménez *et al*. (2022), quienes observaron que tanto Catimor como Caturra son susceptibles a esta enfermedad. Por otro lado, la severidad de ojo de gallo (*M. citricolor*) no fue afectada significativamente ($p > 0,05$) por algún arreglo productivo (Tabla 1), esto podría atribuirse a que las parcelas agrícolas están expuestas a la radiación solar, lo que genera una menor humedad relativa debido a la ventilación causada por las brisas; además, la ausencia de materia orgánica en descomposición en el suelo de estos arreglos productivos pudo haber limitado la disponibilidad de sustratos favorables para el desarrollo del hongo, reduciendo así su incidencia en las hojas del cafeto. La severidad del minador (*L. coffeella*) mostró una respuesta significativa ($p < 0,05$) al arreglo productivo cafeto con plátano en Chorobamba (Tabla 1), donde se muestra una diferencia de medias de 5,775% de severidad con respecto al arreglo productivo cafeto con plátano en Espiritupata. La intensidad de las labores agrícolas para el manejo del arreglo productivo de cafeto y plátano, que incluyó yuca y arracacha en Espiritupata, pudo haber reducido potencialmente las poblaciones de biocontroladores naturales de huevos y larvas, lo que contribuyó a la alta incidencia del minador (*L. coffeella*). Según lo anuncia Pereira *et al*. (2007a), las etapas críticas del desarrollo del minador son las etapas de huevo y larvaria, y su mortalidad está asociada principalmente con la inviabilidad de los huevos, precipitaciones y el parasitismo por *Horismenus* sp. Esto coincide con lo reportado por Pereira *et al*. (2007b) quienes destacan que las condiciones climáticas, los enemigos naturales y los atributos de calidad del cafeto son los principales determinantes de la dinámica poblacional de *L. coffeella*.

Tabla 1. Efecto del arreglo productivo cafeto con plátano sobre la severidad de plagas foliares en cafetos

Severidad	**Arreglo productivo**		$\bar{d}$	$T_{estadístico}$	**p-valor**
	Cafeto con plátano en Espiritupata	Cafeto con plátano en Chorobamba			
Roya amarilla (%)	1,03	2,7	1,67	4,63	<0,001
Ojo de gallo (%)	0,339	0,273	0,066	0,6	0,549
Cercospora (%)	0,58	2,02	1,44	6,8	<0,001
Minador (%)	6,31	0,535	5,775	7,12	<0,001

La severidad de roya amarilla (*H. vastatrix*) y cercospora (*C. coffeicola*) mostraron una respuesta significativa ($p < 0,05$) al arreglo productivo cafeto con pacae en Ancahuachanan (Tabla 2), donde se muestra una diferencia de medias de 3,07% para roya

amarilla y 1,02% para cercospora con respecto al arreglo productivo cafeto con pacae en Espiritupata. La tolerancia del cafeto Caturra parece verse afectada por las condiciones fisiológicas durante el llenado de grano, lo que disminuye su capacidad de respuesta de inmunidad química frente a la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*; Vallejos-Torres *et al*., 2020) y a la cercospora (*Cercospora coffeicola*). En este contexto, Marín *et al*. (2024) reportaron que cafetos de la variedad Caturra presentaron una incidencia del 19% de roya amarilla al inicio del período crítico de llenado de grano, aproximadamente 90 días después de la floración. Del mismo modo, Méndez-Mendoza *et al*. (2024), reportaron una severidad del 50,3% en cafetos variedad Caturra Rojo. Lo que se relaciona con el periodo evaluado en este estudio. Además, Toniutti *et al*. (2017) informan que la esporulación de roya amarilla depende del estado fisiológico del cafeto, que a su vez depende de las condiciones agronómicas. Otro factor a considerar en el aumento de la severidad de la roya amarilla es el nivel térmico del entorno en el arreglo productivo, ya que esta condición favorece la esporulación del patógeno (Toniutti *et al*. 2017). Los bajos niveles de severidad de la roya amarilla y la cercospora en el arreglo de cultivo de cafeto asociado con pacae en Ancahuachanan posiblemente se debieron a la resistencia genética de las variedades de Catimor (Costa Rica 95 y Catimor) y Sarchimor (Tupi), incluidas en el arreglo (Gabriel *et al*. 2023). Asimismo, Rodríguez *et al*. (2020) observaron que los cafetos de los grupos de los Catimores y Sarchimores presentan resistencia a la roya amarilla. La fertilización aplicada en el arreglo productivo de cafeto con pacae en Ancahuachanan podría haber contribuido a una menor severidad de la roya amarilla y la cercospora. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Ayón *et al*. (2023), producto de la fertilización no encontraron incidencia y severidad de roya amarilla y ojo de gallo en cafeto Sarchimor. Huaman (2021) encontró que, un aumento en la dosis de fertilizante se asocia con una menor incidencia de *Hemileia vastatrix*. Por consiguiente, Méndez-Mendoza *et al*. (2024), reportaron que la poda sistemática por hilera y la fumigación de fungicidas reducen los niveles de severidad de la roya amarilla en plantas de cafeto del cultivar Caturra Rojo. El nivel de sombra proporcionado por el pacae está directamente relacionado con la densidad de sus árboles, en el arreglo productivo de cafeto con pacae en Ancahuachanan, se presentó una menor densidad de estos árboles, lo que podría haber influido en la reducción de la severidad de la roya amarilla y la cercospora en los cafetos (Tabla 2), estos resultados son consistentes con los reportados por Huamán (2021). La severidad de la roya amarilla observada en el arreglo productivo de cafeto con pacae en Espiritupata contradice los hallazgos de Ehrenbergerová *et al*. (2018), quienes reportaron que la incidencia de esta enfermedad en la variedad Caturra disminuye con un mayor nivel de sombra. Por otro lado, se observó que la severidad de ojo de gallo (*M. citricolor*) y minador (*L. coffeella*) no fueron afectadas significativamente ($p > 0,05$) por algún arreglo productivo (Tabla 2), lo que puede deberse a que ambos arreglos mantuvieron similares condiciones de sombra y humedad relativa del ambiente y arreglo botánico.

Tabla 2. Efecto del arreglo productivo cafeto con pacae sobre la severidad de plagas foliares en cafetos

Severidad	**Arreglo productivo**		$\bar{\bar{d}}$	$T_{estadístico}$	**p-valor**
	Cafeto con pacae en Espiritupata	Cafeto con pacae en Ancahuachanan			
Roya amarilla (%)	4,23	1,16	3,07	8,16	<0,001

Ojo de gallo (%)	0,499	0,517	0,018	0,134	0,894
Cercospora (%)	2,82	1,8	1,02	3,75	<0,001
Minador (%)	0,737	0,891	0,154	0,603	0,547

Para conocer la relación existente entre las diferentes plagas foliares, se realizó el análisis de correlación de Spearman (Tabla 3) evidenciando que la severidad de cercospora tiene relación directamente proporcional extremadamente significativa con la severidad de roya amarilla en el arreglo cafeto con plátano y cafeto con pacae, con ρ = 0,206 y ρ = 0,32 respectivamente. La severidad del minador presentó relación negativa extremadamente significativa (ρ = -0,329) con la severidad de cercospora. Es importante destacar que *Hemileia vastatrix* y *Cercospora coffeicola* se encuentran entre las principales enfermedades que afectan negativamente a la mayoría de cafetos, y a diversos niveles de afección foliar, tanto en sistemas de cultivo a cielo abierto como en sistemas agroforestales (Moreira-Morrillo *et al*., 2023).

Tabla 3. Análisis de correlación entre las severidades de plagas foliares en los arreglos productivos con cafeto, Huancabamba (Oxapampa)

Plagas foliares	Roya amarilla	Ojo de gallo	Cercospora
	Arreglo cafeto con plátano		
Ojo de gallo	-0,064		
Cercospora	0,206***	0,065	
Minador	-0,075	-0,045	-0,329***
	Arreglo cafeto con pacae		
Ojo de gallo	-0,038		
Cercospora	0,32***	0,01	
Minador	-0,023	-0,03	-0,05

***Significancia estadística al 0,1% de probabilidad.

CONCLUSIONES

Los arreglos cafeto con plátano y cafeto con pacae afectaron la severidad y son potenciales reguladores del número de plagas incidentes a nivel foliar en el cafeto. Confirmando que Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix*) y Cercospora (*Cercospora coffeicola*) son más sensibles a estos arreglos botánicos, mientras que Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*) mostró severidad constante y Minador (*Leucoptera coffeella*) un comportamiento diferencial únicamente al arreglo cafeto con plátano. Los resultados indican que las condiciones de luminosidad en la parcela, la intensidad de las labores culturales, la fertilización edáfica, la inoculación de biocontroladores naturales, los caracteres del cafeto relacionados con la susceptibilidad a plagas y el número de variedades presentes en el arreglo productivo son los principales determinantes de la severidad de roya amarilla (*Hemileia vastatrix*), cercospora (*Cercospora coffeicola*) y minador (*Leucoptera coffeella*).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Laderach, P., Anzueto, F., Hruska, A.J., & Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central América (2008-2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7(2), 303-321. https://doi.org/10.1007/s12571-015-0446-9

Ayón Villao, F., Holguín Flores, G., Valverde Lucio, A., García Cabrera, J., Gabriel Ortega, J. (2023). Efecto de la fertilización en el crecimiento y el control de enfermedades en el híbrido de café Sarchimoro 4260 (*Coffee arabica* L.). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 11(1), 22-32. https://sar.lurawi.com/index.php/jsab/article/view/257

Boot, W. (2006). Variety is the spice of coffee. Geisha and other varietals. *Roast Magazine*, 125, 1-4. https://acortar.link/Rgzfvo

Campos-Navarrete, M. J., Pech Cutis, C. M., Castillo-Sánchez, L. E., Canul-Solis, J. R., López-Cobá, E. H., & Ruz-Febles, N. M. (2022). Efectos del manejo productivo de un sistema agroforestal en la diversidad de parasitoides asociados (Hymenoptera: Braconidae) en Yucatán, México. *Biotecnia*, 24(2), 155-161. https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i2.1654

Cerna-Chavez, E., Magaña-Arteaga, R., Velazquez-Guerrero, J. J., Ochoa-Fuentes, Y. M., Cepeda-Siller, M., & Hernandez-Bautista, O. (2019). Evaluación de extractos vegetales sobre incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en cultivo de café. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(18), 557-563. https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2182

Do Ceu Silva M., Varzea V., Guerra-Guimarães L., Azinheira H.G., Fernandez D., Petitot A.S., Bertrand B., Lashermes P., & Nicole M. (2006). Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 119-147. https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100010

Ehrenbergerová, L., Kučera, A., Cienciala, E., Trochta, J., & Volařík, D. (2018). Identifying key factors affecting coffee leaf rust incidence in agroforestry plantations in Perú. *Agroforestry Systems*, 92, 1551-1565. https://doi.org/10.1007/s10457-017-0101-x

Gabriel Ortega, J., Parrales Parrales, T., Castro Piguave, C. A., Narváez Campana, W. V., & Fuentes Figueroa, T. (2023). Evaluación de la resistencia genética a enfermedades foliares en 20 accesiones de café arábigo (*Coffea arabica* L.) del banco de germoplasma de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. *Agrosilvicultura y Medioambiente*, 1(1), 26-40. https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n1.2023.26-40

Gamarra Gamarra, D., Torres Suarez, G., Casas Samaniego, J., & Riveros Izarra, H. (2015). Caracterización y manejo integrado de la roya amarilla del café en selva central del Perú. *Convicciones*, 8-16. https://acortar.link/ySmXFz

Harelimana, A., Rukazambuga, D. & Hance, T. (2022). Pests and diseases regulation in coffee agroecosystems by management systems and resistance in changing climate conditions: a review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129, 1041-1052. https://doi.org/10.1007/s41348-022-00628-1

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

Julca-Otiniano, A., Alvarado-Huamán, L., Castro-Cepero, V., Borjas-Ventura, R., Gómez-Pando, L., Pereira, A. P., Nielen, S., Ingelbrecht, I., Silva, M. d. C., & Várzea, V. (2024). New races of *Hemileia vastatrix* detected in Peruvian Coffee fields. *Agronomy*, 14, 1811.

https://doi.org/10.3390/agronomy14081811

Marín Ramírez, G. A., López Franco, F., López Vásquez, J. M., & Calle, C. A. A. (2024). Validation of the chemical control for coffee leaf rust in the susceptible variety caturra in the south of the department of Huila, Colombia. *Brazilian Journal of Agriculture*, 99(2), 13-35. https://doi.org/10.37856/bja.v99i2.4357

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), 12-21. https://doi.org/10.21704/ac.v85i1.1938

Montes Rojas, C., Armando, O., & Cadena, R. A. (2012). Infestación e incidencia de broca, roya y mancha de hierro en cultivo de café del departamento del Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 98-108. https://acortar.link/yKIEWk

Moreira-Morrillo, A. A., Vélez-Zambrano, J. P., Intra Moreira, S., & Garcés-Fiallos, F. R. (2023). Enfermedades que afectan el cultivo de café: elucidando el ciclo de vida de roya, mal de hilachas y cercosporiosis. *Scientia Agropecuaria*, 14(3), 395-412. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.035

Ndo, E. G. D., & Akoutou Mvondo, E. (2021). Integrated management approach to citrus fungal diseases by optimizing cocoa-based agroforests structural characteristics. En M. S. Khan & I. A. Khan (Eds.), *Citrus - Research, Development and Biotechnology*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.95571

Ogecha, J., Arinaitwe, W., Muthomi, J., Aritua, V., & Obanyi, J. (2019). Incidence and severity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) pests in agro-ecological zones and farming systems of western Kenya. *East African Agricultural and Forestry Journal*, 83(3), 191-205. https://doi.org/10.1080/00128325.2019.1599151

Pereira, E. J. G., Picanço, M. C., Bacci, L., Crespo, A. L. B., & Guedes, R. N. C. (2007b). Seasonal mortality factors of the coffee leafminer, *Leucoptera coffeella*. *Bulletin of Entomological Research*, 97(4), 421-432. https://doi.org/10.1017/S0007485307005202

Pereira, E. J. G., Picanço, M. C., Bacci, L., Crespo, A. L. B., Guedes, R. N. C., & Silva, G. A. (2007a). Natural mortality factors of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) on *Coffea arabica*. *Biocontrol Science and Technology*, 17(5-6), 441-455. https://doi.org/10.1080/09583150701309337

Pilozo Mantuano, W., Indacochea Ganchozo, B., Castro Landí-n, A., Vera Tumbaco, M., & Gabriel Ortega, J. (2022). Principales enfermedades causantes de la pérdida de rendimientos de los cultivos de café arábigo (*Coffea arabica* L.) en la zona sur de Manabí, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 117-134. https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v6.n2.2022.632

Prakash, N. S., Ganesh, D., & Bhat, S. S. (2005). Population dynamics of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.) and recent advances in rust research in India. En L. Zambolim, E. Zambolim, & V. M. P. Várzea (Eds.), *Durable resistance to coffee leaf rust* (pp. 411-442). Universidade Federal de Viçosa.

Rendón, J., García, J., Cuesta, G., Menza, H., Mejía, C., Montoya, D., Mejía, J.

W., Torres, J., Sánchez, P., Baute, J., Jaramillo, A., & Arcila, J. (2010). Distribución de las floraciones y la cosecha de café para el segundo semestre de 2009 en la Estación Central Naranjal y Subestaciones Experimentales de Cenicafé, Chinchiná (Colombia). *Avances Técnicos Cenicafé*, 1-4.

Rengifo Guzman H. G., Leguizamon Caycedo, J. E., & Riaño Herrera, N. M. (2002). Algunos aspectos biológicos de *Cercospora coffeicola*. *Cenicafé*, 53(3), 169-177. http://hdl.handle.net/10778/1023

Ribeyre, F., & Avelino, J. (2012). Impact of field pests and diseases on coffee quality. En T. Oberthur, P. Laderach, H. A. J. Pholan, & J. H. Cock (Eds.), *Specialty Coffee Managing Quality* (pp. 151-176). https://acortar.link/LLWIuP

Rodríguez, R. del P., González, W., & Bosques, O. (2020). Identifying interspecific lines of coffee resistant to *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. and evaluating their adaptability to the coffee growing region of Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 104(2), 165-180. https://doi.org/10.46429/jaupr.v104i2.19040

Rosas Patiño, G., Muñoz Ramos, J., & Suárez Salazar, J. C. (2016). Incidencia de sistemas agroforestales con *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. sobre propiedades físicas de suelos de lomerío en el departamento de Caquetá, Colombia. *Acta Agronómica*, 65(2), 116-122. https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.45173

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2024). Datos hidrometeorológicos a nivel nacional. https://n9.cl/r278uv

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú). (2017). *Metodología de evaluación de plagas agrícolas* [Ponencia]. Dirección de Sanidad Vegetal. https://acortar.link/wNIz65

Silva Rincon, C. I., Alarcón Gutiérrez, E., García Pérez, J. A., Sánchez-Velásquez, L. R., & Iglesias Andreu, L. G. (2024). La variedad de café geisha y su estatus en el mundo y en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(7), e3403. https://doi.org/10.29312/remexca.v15i7.3403

Toniutti, L., Breitler, J. C., Etienne, H., Campa, C., Doulbeau, S., Urban, L., Lambot, C., Pinilla, J. C. H., & Bertrand, B. (2017) Influence of environmental conditions and genetic background of arabica coffee (*C. arabica* L) on leaf rust (*Hemileia vastatrix*) pathogenesis. *Frontiers in Plant Science*, 8. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02025

Vallejos-Torres, G., Arévalo, L.A., Ríos, O., Cerna, A., & Marin, C. (2020). Propagation of rust-tolerant *Coffea arabica* L. plants by sprout rooting in microtunnels. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20, 933-940. https://doi.org/10.1007/s42729-020-00180-7

Villacis Fajardo, J. D., Almeida Fonseca, R., Amaral Cardoso, J. C., Vieira Maia, M. T., Ramos Azevedo, M. M., Taube, P. S., Bessa Lopes, R., Amorin Silva Do Sacramento, J. A., Cristi De Barros, E., Tello Espinoza, R., & Villacis Fajardo, N. A. (2021). Chemical soil attributes in different use systems, Itacoatiara-AM, Brazil. *Folia Amazónica*, 30(1), 49-59. https://doi.org/10.24841/fa.v30i1.527

Villarreyna, R., Avelino, J., & Cerda, R. (2020). Adaptación basada en ecosistemas: efecto de los árboles de sombra sobre servicios ecosistémicos en cafetales. 31(2), 499-516