

**DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TRES ENFERMEDADES
FOLIARES EN 20 CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBIGO (COFFEA ARABICA L.)**

**DETERMINATION OF THE INCIDENCE OF THREE FOLIAR DISEASES IN 20
ARABICA COFFEE CULTIVARS (COFFEA ARABICA L.)**

Carlos Castro Piguave¹
Juan García Cabrera²
Fernando Ayón Villao³
Washington Narváz Campana⁴
María González Vega⁵
Cesar Hoppe Manrique⁶

Resumen

Se evaluó la incidencia de enfermedades foliares, mancha de hierro, ojo de gallo y roya en cultivares de café arábigo en la Finca Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Ecuador. El trabajo tuvo como objetivos analizar el comportamiento de 20 cultivares de café e identificar el nivel de infestación y severidad. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 20 tratamientos y cinco repeticiones. Los resultados indican que la enfermedad mancha de hierro presenta mayor presencia en hojas y planta de café con porcentajes entre 6 % y 20 % de daño en los tratamientos Bourbon amarillo, Catuai amarillo, Caturra rojo-Pichilingue, Caturra amarillo T-3386 y Catimor 8664 (2-3); la enfermedad ojo de gallo mostro mayor daño en hoja con valores entre 10.31 % y 21.30 % y las plantas entre 21 % y 40 % de daño en los cultivares Catuai amarillo, Bourbon amarillo, Caturra amarillo T-3386 y Caturra rojo-Pichilingue; la roya presenta mayor incidencia en hojas entre 1 % y 5 % de daño y en plantas con daños de más del 10 % en los tratamientos Catuai amarillo, Bourbon amarillo, Caturra amarillo T-3386 y Caturra rojo-Pichilingue. El nivel de infestación y severidad indica que la enfermedad mancha de hierro identificada en hojas y plantas, presentó mayor presencia entre los 60 y 90 días de evaluación (septiembre-octubre), el ojo de gallo y la roya presenta igual intensidad de daño en hojas y las plantas. Sin embargo, en este estudio el ojo de gallo es la enfermedad con mayor presencia en hojas y plantas, seguida de mancha de hierro, la roya tuvo poca presencia en la época de evaluación.

Palabras clave: Germoplasma, Morfología, Infección, Enfermedades.

Abstract

Recepción: 20 de Febrero de 2024 / Evaluación: 22 de Marzo de 2024 / Aprobado: 22 de Abril de 2024

¹Docente investigador de la Carrera Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Email: carlos.castro@unesum.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3180-2359>.

²Docente investigador de la Carrera Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Email: juan.cabrera@unesum.edu.ec. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6334-7744>.

³c. Email: fernando.ayon@unesum.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4772-9344>.

⁴Docente investigador de la Carrera Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Email: washington.narvaez@unesum.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6674-2088>.

⁵Investigador Titular del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Email: esther@inca.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5841-8272>.

⁶Ingeniero independiente, Manabí, Ecuador. Email: cesar.manrique@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0005-4972-9544>.

The incidence of foliar diseases, iron spot, rooster's eye and rust in Arabica coffee cultivars at the Andil Farm of the South Manabí State University (UNESUM), Ecuador, was evaluated. The objective of the work was to analyze the behavior of 20 coffee cultivars and identify the level of infestation and severity. A randomized complete block experimental design with 20 treatments and five replications was used. The results indicate that the iron spot disease has a greater presence in leaves and coffee plants with percentages between 6% and 20% of damage in the treatments Bourbon yellow, Catuai yellow, Caturra red-Pichilingue, Caturra yellow T-3386 and Catimor 8664. (2-3); The ojo de gallo disease showed greater leaf damage with values between 10.31 % and 21.30 % and the plants between 21 % and 40 % damage in the cultivars Catuai Amarillo, Bourbon Amarillo, Caturra Amarillo T-3386 and Caturra Rojo-Pichilingue; Rust has a higher incidence on leaves between 1% and 5% damage and on plants with damage of more than 10% in the Catuai Amarillo, Bourbon Amarillo, Caturra Amarillo T-3386 and Caturra Rojo-Pichilingue treatments. The level of infestation and severity indicates that the iron spot disease identified in leaves and plants, presented a greater presence between 60 and 90 days of evaluation (September-October), the cock's eye and the rust present equal intensity of damage in leaves. and the plants. However, in this study, ojo de gallo is the disease with the greatest presence in leaves and plants, followed by iron spot, rust had little presence at the time of evaluation.

Keywords: Germplasm, Morphology, Infection, Diseases.

Introducción

El café es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica a nivel mundial, y ocupa el segundo lugar después del petróleo en materia de cifras de comercio internacional, generando ingresos anuales mayores a USD \$15 mil millones para los países exportadores y brinda fuente de trabajo a más de 20 millones de personas en el mundo (Canet et al. 2016).

Ecuador posee una gran capacidad como productor de café, convirtiéndose en uno de los pocos países en el mundo que exporta todos los tipos de café: arábigo lavado, arábigo natural y robusta. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha desarrollado un plan estratégico de mejoramiento genético que está orientado a la evaluación del germoplasma disponible, a la creación y al desarrollo de nuevo material genético con alta producción y adaptabilidad a los diversos ecosistemas de este país (INIAP, 2020).

La baja productividad constituye el principal problema técnico productivo de la caficultura, la reaparición de fuertes ataque de roya (*Hemileia vastatrix*) en los cafetales ha reducido drásticamente la productividad del cultivo a nivel nacional. Para revertir esta situación es necesario desarrollar e implementar una estrategia integral u holística; la cual debe incluir la realización de buenas prácticas de cultivo, adecuada nutrición, uso de variedades resistentes (mejoramiento genético) y manejo integrado de plagas (Batista, 2018).

Las enfermedades en café son causadas por microorganismos como hongos, bacterias, virus y nematodos; sin embargo, la que provoca la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome), es la más importante, seguida de otras enfermedades que afectan en menor proporción como son la Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*), Ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk. & M.A. Curtis), Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berkeley & Curtis), Mal de hilachas (*Corticium koleroga*), Pudrición radicular del tronco (*Rosellinia* sp.), Quema o derrite (*Phoma costarricensis*), Mal rosado (*Corticium salmonicolor*), Nematodos (*Meloidogyne* sp.), (*Pratylenchus* sp.) (*Rotylenchulus* sp.) (López, 2020).

La zonificación agroecológica del cultivo de café en Ecuador debe ser parte de la política de reactivación de la caficultura que ejecuta el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), para lo cual debe considerarse factores edafoclimáticos, la

tradición de los productores en el cultivo, la motivación para reactivar la caficultura y las reales perspectivas de incremento de la productividad (Batista, 2018).

La resistencia a la roya no es permanente en las variedades mejoradas de café y la permanencia no es predecible ya que depende de la interacción entre el hongo, clima y la planta en el tiempo (Morales, 2019).

De acuerdo con estos antecedentes, el trabajo tuvo como objetivo analizar 20 cultivares de café ante la respuesta a la presencia de enfermedades foliares e identificar el nivel de infestación y severidad de las mismas.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en la Finca Experimental de Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), que se encuentra ubicado en el recinto Andil entre las coordenadas 17M: 0551606 y UTM: 9851015 a 385 m.s.n.m.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completo al azar, los tratamientos fueron los 20 cultivares de café arábigo, el Catimor 8666 (4-3), Catuaí rojo UFV, Gheisha, Bourbon amarillo, Caturra amarillo T-3386, Catimor CIFC-P2, Catimor CIFC-P1, Castillo, Arara, Pache, Acawa, Catimor CIFC-P3, Catucaí Amarillo -2 SL, Catimor UFV-5607, Caturra rojo – Pichilingue, Catimor 8664 (2-3), Catucaí amarillo, Sarchimor 4260, Tipica y Catucaí Rojo 785-15.

Se realizaron cinco evaluaciones en plantas de cinco años de edad. Estas se realizaron cada 30 días a partir del mes de julio en hojas y plantas.

Evaluación de la severidad de mancha de hierro

Se tomó como referencia la escala de medición de áreas superpuestas en una hoja de café arábigo afectada por la mancha de hierro (Villegas, 1985).

Evaluación de la severidad del ojo de gallo

Se utilizó la escala propuesta por (Pacheco, 2012), que permite evaluar lesiones del hongo en hojas y el grado de severidad en las plantas de café arábigo.

Evaluación de la severidad de roya

Par ello se utilizó una escala porcentual propuesta por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA, 2016).

El análisis de los resultados se lo realizó en el software Infostat. Se realizó un análisis de los 20 tratamientos considerando las medidas repetidas en el tiempo donde el factor A fue los 20 tratamientos y el factor B las épocas de evaluación. Al realizar la presentación de los resultados se hace referencia según el valor a la escala en porcentaje que presenta cada escala de evaluación por presencia de enfermedad analizada y en la presentación de los resultados se dio énfasis a los tratamientos y al tiempo mas no se consideró necesario ubicar la tabla de la interacción.

Resultados y discusión

El café tiene importancia en el sector agrícola con prestigio a nivel mundial. Existen factores bióticos que delimitan y disminuyen la calidad de la producción del grano de café, destaca la presencia de enfermedades causadas principalmente por hongos como *Hemileia vastatrix* Berkeley & Bromme, causante de la roya anaranjada del café, *Cercospora coffeicola* Berkeley & Curtis que causa la mancha de hierro y *Mycena citricolor* Berkeley & Curtis, de ojo de gallo. (SENASICA, 2014)

Estudios realizados en Nicaragua indican que los sistemas cafetaleros son afectados por seis especies de hongos, 46 % Ojo de gallo (*Mycena citricolor*. Berk. & M.A. Curtis) Sacc.), 20 % Roya (*Hemileia vastatrix*. Berk. & Broome), 15 % Mal de hilacha (*Pellicularia koleroga*. Cooke), 7 % Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*. Cooke. Jastev. y Wellman), 7 % Pudrición de la raíz (*Rosellinia bunodes*. Berk. Y Broome Sacc.) y 5 % Antracnosis

(*Colletotrichum gloeosporioides*. Stoneman Spauld. Y H. Schrenk), causando grandes pérdidas económicas a los productores cafetaleros (Souza,*et al.* 2019)

Mancha de Hierro

Lo resultados se muestran que los cultivares de *C. arábica* con mayor susceptibilidad a la mancha de hierro, tanto en hojas como planta presentan daños entre el 6 % y 20 %, destacan entre ellas Bourbon amarillo, Catuai amarillo, Caturra rojo-Pichilingue, Caturra amarillo T-3386 y Catimor 8664 (2-3) (Tabla 1).

Tabla 1. Severidad de mancha del hierro (*Cercospora coffeicola* Berkeley & Curtis) en hojas y plantas de café.

| Factor A: Cultivares | Severidad en hoja | Severidad en planta |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|
| Tratamientos | Promedio | Promedio |
| Catimor 8666 (4-3) | 1.81 cdef | 1.74 cdef |
| Catuaí rojo UFV | 1.77 defg | 1.65 defg |
| Gheisha | 1.60 efghi | 1.62 defg |
| Bourbón amarillo | 2.29 a | 2.24 ab |
| Caturra amarillo T-3386 | 2.14 abc | 2.17 ab |
| Catimor CIFC-P2 | 1.57 efghi | 1.59 defg |
| Catimor CIFC-P1 | 1.26 ij | 1.39 fgh |
| Castillo | 1.54 fghi | 1.42 efgh |
| Arara | 1.38 hi | 1.15 h |
| Pache | 1.54 efghi | 1.38 fgh |
| Acawa | 1.82 cdef | 1.71 defg |
| Catimor CIFC-P3 | 1.65 defgh | 1.42 efgh |
| Catucái Amarillo -2 SL | 1.42 ghi | 1.34 gh |
| Catimor UFV-5607 | 1.63 defgh | 1.55 defg |
| Caturra rojo-Pichilingue | 2.19 ab | 2.11 abc |
| Catimor 8664 (2-3) | 1.96 abcd | 1.88 bcd |
| Catuai amarillo | 2.29 a | 2.29 a |
| Sarchimor 4260 | 1.00 j | 1.07 h |
| Típica | 1.65 defgh | 1.57 defg |
| Catucái Rojo 785-15 | 1.91 bcde | 1.78 cde |
| Tukey al 0.05 % | 0.36 | 0.38 |
| Factor B: Tiempo | | |
| Tratamientos | Promedio | Promedio |
| 90 días | 1.88 a | 1.78 a |
| 60 días | 1.78 ab | 1.72 a |
| 30 días | 1.68 b | 1.58 b |
| 0 días | 1.56 c | 1.53 b |
| Tukey al 0.05% | 0.11 | 0.12 |
| C. V. % | 18.36 | 20.24 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La Mancha de hierro presenta igual intensidad de daño en hojas y plantas entre los 60 y 90 días de realizadas las evaluaciones (septiembre-octubre), lo que incide en la defoliación de las plantas y limitación de la producción.

Esta es una de las enfermedades más antiguas del cultivo de café, lo que constituye un problema fitosanitario desde la plántula en el vivero hasta el campo. En vivero la defoliación

afecta notablemente el crecimiento de las plantas siendo inadecuadas para la siembra (Vidal *et al.* 2021).

Por las pérdidas económicas potenciales en otros países esta enfermedad se considera de riesgo y se mantiene bajo vigilancia epidemiológica fitosanitaria (SENASICA, 2014).

Sin embargo, en México la mancha de hierro es una enfermedad que, aunque se encuentra presente en casi todas las zonas cafetaleras, es considerada una plaga de importancia económica, pero sin que las pérdidas reportadas sean de consecuencias mayores,

Esta enfermedad se desarrolla con el inicio de las lluvias y es favorecida por la alta humedad y temperaturas entre 15 y 30 °C, se caracteriza por la presencia de manchas necróticas circulares, crecimiento atrofiado de plantas y conducen a la defoliación prematura (Souza *et al.* 2019).

Investigaciones realizadas por Parrales (2021), en 20 cultivares de café arábigo indica que la enfermedad mancha de hierro se observó en el cultivar Sarchimor con una severidad de (20,96%), inferior al cultivar Gheisha (Parrales, 2021).

En Honduras algunos autores indican que dicha enfermedad presenta manchas circulares de aproximadamente un centímetro de diámetro, pudiendo alcanzar mayores dimensiones en la hoja. Además, afecta a nivel de vivero, planta joven y planta adulta; la necrosis estimula la caída de hojas, resultando en una defoliación general de la planta. Los frutos enfermos tienen un proceso de maduración acelerado, con la cascara adherida al pergamino, menor peso y menor calidad de los mismos (Yizard, 2018).

Ojo de gallo *Mycena citricolor*

Lo resultados mostrados en la tabla 2, indican que la enfermedad ojo de gallo se presenta con una intensidad en hojas, con valores entre 10.31 % y 21.30 % de daño y en plantas entre 21.00 % y 40.00 % de daño en los cultivares de café Catuai amarillo, Bourbon amarillo, Caturra amarillo T-3386 y Caturra rojo-Pichilingue. Esta enfermedad presente en hojas y plantas tiene mayor intensidad entre los 60 y 90 días de evaluación (septiembre-octubre).

M. citricolor se desarrolla en ambientes con alto grado de humedad y temperaturas frescas, afectando principalmente hojas y frutos, lo cual origina su caída (Avelino *et al.* 2018).

Otras investigaciones realizadas señalan indican que el impacto económico causado por esta enfermedad es diverso en las diferentes zonas cafetaleras en Latinoamérica. Así en Puerto Rico se han estimado pérdidas de hasta un 75 %, en Costa Rica se han visto afectadas hasta un 15 % del total de hectáreas sembradas con café y en Guatemala se reporta una incidencia del 49 % de esta enfermedad (Vidal *et al.* 2021)

Se plantea que el ojo de gallo causado por *M. citricolor* está entre las principales enfermedades del cafeto en Costa Rica, y que se presentan ataques cíclicos, aproximadamente cada catorce años, relacionados con el aumento de las precipitaciones y la concentración del inóculo (Granados, *et al.* 2020)

Investigaciones desarrolladas en Honduras señalan que los cultivares de café arábigo más tolerantes al ojo de gallo son Typica, Bourbon, Catuai, Pacas y Caturra; y las más susceptibles IHCAFE 90, Lempira, Parainema, otros Catimores y Sarchimores (Yizard, 2018).

Los resultados obtenidos en Honduras se contraponen a los obtenidos en la investigación debido a que los cultivares Bourbon, Caturra y Catuai muestran una mayor incidencia de la enfermedad y los Catimores y Sarchimor presentan valores bajos de incidencia de la enfermedad.

Tabla 2. Severidad de Ojo de gallo *Mycena citricolor* Berk. & M.A. Curtis en hojas y plantas de café.

| Factor A: Cultivares | Severidad en hojas | Severidad en plantas |
|---------------------------|--------------------|----------------------|
| Tratamientos | Promedio | Promedio |
| Catimor 8666 (4-3) | 1.73 def | 1.66 cde |

| | | |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Catuai rojo UFV | 1.66 def | 1.52 def |
| Gheisha | 1.52 ef | 1.44 def |
| Bourbón amarillo | 2.29 a | 2.26 a |
| Caturra amarillo T-3386 | 2.27 ab | 2.14 ab |
| Catimor CIFC-P2 | 1.53 ef | 1.50 def |
| Catimor CIFC-P1 | 1.40 fg | 1.39 efg |
| Castillo | 1.48 fg | 1.44 def |
| Arara | 1.15 gh | 1.11 gh |
| Pache | 1.54 ef | 1.43 ef |
| Acawa | 1.85 cde | 1.66 cde |
| Catimor CIFC-P3 | 1.57 ef | 1.36 fg |
| Catucái Amarillo -2 SL | 1.42 fg | 1.35 fg |
| Catimor UFV-5607 | 1.49 f | 1.42 ef |
| Caturra rojo-Pichilingue | 2.17 abc | 2.13 ab |
| Catimor 8664 (2-3) | 1.94 bcd | 1.87 bc |
| Catuai amarillo | 2.29 a | 2.29 a |
| Sarchimor 4260 | 1.00 h | 1.00 h |
| Típica | 1.65 def | 1.60 cdef |
| Catucái Rojo 785-15 | 1.91 cd | 1.73 cd |
| Tukey al 0.05 % | 0.34 | 0.29 |
| Factor B: Tiempo | | |
| Tratamientos | Promedio | Promedio |
| 90 días | 1.85 a | 1.75 a |
| 60 días | 1.75 ab | 1.69 a |
| 30 días | 1.65 bc | 1.55 b |
| 0 días | 1.54 c | 1.46 b |
| Tukey al 0.05% | 0.11 | 0.09 |
| C.V. % | 18.00 | 16.44 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Roya

La tabla 3, presenta los resultados obtenidos en los ensayos con la roya, observándose mayor incidencia en hojas, entre el 1.00 % y 5.00 % de daño, y las plantas con daños de más del 10 % en los cultivares de café Catuai amarillo, Bourbon amarillo, Caturra amarillo T-3386 y Caturra rojo-Pichilingue. La roya al igual que *M. citricolor* y *C. coffeicola*, presenta su mayor infestación y severidad en hojas entre los 60 y 90 días (septiembre y octubre) y en plantas su mayor incidencia a los 90 días (octubre), donde se identificó su mayor presencia y agresividad en las plantas evaluadas (Tabla 3).

Tabla 3. Severidad de Roya *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome evaluado en hojas y plantas.

| Factor A: Cultivares | Severidad en hojas | Severidad en plantas |
|-------------------------|--------------------|----------------------|
| Tratamientos | Promedio | Promedio |
| Catimor 8666 (4-3) | 1.84 cd | 1.75 b |
| Catuaí rojo UFV | 1.73 cdef | 1.56 bc |
| Gheisha | 1.71 cdefg | 1.59 bc |
| Bourbón amarillo | 2.28 a | 2.27 a |
| Caturra amarillo T-3386 | 2.27 a | 2.17 a |

| | | |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| Catimor CIFC-P2 | 1.53 defgh | 1.57 bc |
| Catimor CIFC-P1 | 1.40 ghi | 1.32 cd |
| Castillo | 1.45 fghi | 1.34 cd |
| Arara | 1.16 ij | 1.13 de |
| Pache | 1.44 fghi | 1.37 cd |
| Acawa | 1.81 cde | 1.53 bc |
| Catimor CIFC-P3 | 1.62 cdefg | 1.41 cd |
| Catucai Amarillo -2 SL | 1.24 hij | 1.32 cd |
| Catimor UFV-5607 | 1.61 cdefg | 1.31 cd |
| Caturra rojo-Pichilingue | 2.23 ab | 2.13 a |
| Catimor 8664 (2-3) | 1.92 bc | 1.77 b |
| Catuai amarillo | 2.29 a | 2.29 a |
| Sarchimor 4260 | 1.00 j | 1.00 e |
| Típica | 1.51 efgh | 1.39 cd |
| Catucai Rojo 785-15 | 1.73 cdef | 1.57 bc |
| Tukey al 0.05 % | 0.32 | 0.30 |
| Factor B: Tiempo | | |
| Tratamientos | Promedio | Promedio |
| 90 días | 1.85 a | 1.76 a |
| 60 días | 1.77 a | 1.65 b |
| 30 días | 1.62 b | 1.51 c |
| 0 días | 1.52 b | 1.43 c |
| Tukey al 0.05% | 0.10 | 0.09 |
| C.V. % | 16.91 | 16.55 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se plantea que los daños severos, mayores al 60 %, causan defoliación. Si la infección ocurre en etapas tempranas se puede presentar una reducción en el rendimiento. Sin embargo si se presenta en etapas tardías el efecto se observará en los niveles de amarre de fruto del siguiente ciclo del cultivo (SENASICA, 2019). En este estudio los daños de los cultivares evaluados más susceptibles no superan el 10 % de daño.

La roya del café es la enfermedad que causa la mayor pérdida económica al cultivo del café en el mundo, su único hospedante, principalmente en variedades de *C. arabica*. *H. vastatrix* afecta directamente las hojas, disminuyen el área fotosintética, causa fuerte defoliación, frutos de menor peso, debilita y causa muerte de ramas productivas y de la planta en general o el denominado “paloteo de los árboles” (López et al. 2018)

Los resultados difieren con los manifestado por Rivillas *et al.* (2017), los que indican que la roya afecta la calidad y causa pérdidas en la cantidad de la producción que pueden ascender del 30% al 50% en variedades susceptibles como Caturra, Típica, Borbón, Geisha y algunos Catimores introducidos, entre otros de origen desconocido, en un ciclo de cuatro cosechas cuando no cuentan con un adecuado manejo, en esta investigación coinciden los cultivares evaluados y los resultados obtenidos no superan el 10 % de daño en hojas y plantas.

Investigaciones realizadas en 13 líneas de la colección de germoplasma de café, en laboratorio y en siembras establecidas en zonas seleccionadas, de Puerto Rico, indican que, al combinar excelentes características agronómicas y resistencia al patógeno de la roya, se escogieron líneas de “tipo Catimor” y “tipo Sarchimor” luego denominadas ‘Frontón’ y ‘Limani’, respectivamente. Los Catimores del Centro de Investigación de la Roya del Café (CIFC) fueron superiores al testigo ‘Caturra’ en la producción de fruto y en el rendimiento de café pilado (Rodríguez *et al.* 2020).

Estos resultados son interesantes para el desarrollo de cultivares resistentes a la roya del café, pues se considera actualmente la estrategia más eficaz para su control (García *et al.* 2021)

En la actualidad, para desarrollar variedades de la especie arábica de porte bajo y porte alto con resistencia a roya, se recomienda a partir del cruzamiento de plantas del Híbrido de Timor resistente a la infección del hongo *H. vastatrix* con variedades susceptibles a este patógeno, pero que tengan el potencial de alta productividad y excelente taza, como son: Caturra, Villa Sarchí, Catuai, Bourbon, Tipica y de otras variedades mejoradas (Velásquez, 2021). Algunas de las variedades mencionadas anteriormente se evaluaron en esta investigación y mostraron niveles de infestación del hongo por debajo del 10 % en hojas y plantas respectivamente.

H. vastatrix, hongo causante de la enfermedad más devastadora de *C. arabica* L. (roya del café), podría incrementar su distribución altitudinal debido al cambio climático, causando efectos adversos. Actualmente la precipitación y su intensidad diaria se han incrementado en las zonas productoras de café, aumentando la susceptibilidad a la incidencia y severidad de la roya del café y de otras enfermedades fúngicas (Parada *et al.* 2020).

En el mundo cultivan el café y dependen económicamente de sus resultados productivos, los que cada año se ven amenazados por los impactos causados por la enfermedad conocida como roya del café; la cual puede llegar a ser devastadora si no se conoce su comportamiento y las medidas de manejo por parte de los productores y personal técnico especializado (Subit *et al.* 2020).

Se plantea que los daños severos, mayores al 60 %, causan defoliación. Si la infección ocurre en etapas tempranas se puede presentar una reducción en el rendimiento. Sin embargo si se presenta en etapas tardías el efecto se observará en los niveles de amarre de fruto del siguiente ciclo del cultivo (SENASICA, 2019). En este estudio los daños de los cultivares evaluados más susceptibles no superan el 10 % de daño.

La roya del café es la enfermedad que causa la mayor pérdida económica al cultivo del café en el mundo, su único hospedante, principalmente en variedades de *C. arabica*. *H. vastatrix* afecta directamente las hojas, disminuyen el área fotosintética, causa fuerte defoliación, frutos de menor peso, debilita y causa muerte de ramas productivas y de la planta en general o el denominado “paloteo de los árboles” (López *et al.* 2018)

Los resultados difieren con los manifestado por Rivillas *et al.* (2017), los que indican que la roya afecta la calidad y causa pérdidas en la cantidad de la producción que pueden ascender del 30% al 50% en variedades susceptibles como Caturra, Tipica, Bourbon, Geisha y algunos Catimores introducidos, entre otros de origen desconocido, en un ciclo de cuatro cosechas cuando no cuentan con un adecuado manejo, en esta investigación coinciden los cultivares evaluados y los resultados obtenidos no superan el 10 % de daño en hojas y plantas.

Investigaciones realizadas en 13 líneas de la colección de germoplasma de café, en laboratorio y en siembras establecidas en zonas seleccionadas, de Puerto Rico, indican que, al combinar excelentes características agronómicas y resistencia al patógeno de la roya, se escogieron líneas de “tipo Catimor” y “tipo Sarchimor” luego denominadas ‘Frontón’ y ‘Limani’, respectivamente. Los Catimores del Centro de Investigación de la Roya del Café (CIFC) fueron superiores al testigo ‘Caturra’ en la producción de fruto y en el rendimiento de café pilado (Rodríguez *et al.* 2020).

Estos resultados son interesantes para el desarrollo de cultivares resistentes a la roya del café, pues se considera actualmente la estrategia más eficaz para su control (García *et al.* 2021)

En la actualidad, para desarrollar variedades de la especie arábica de porte bajo y porte alto con resistencia a roya, se recomienda a partir del cruzamiento de plantas del Híbrido de Timor resistente a la infección del hongo *H. vastatrix* con variedades susceptibles a este patógeno, pero que tengan el potencial de alta productividad y excelente taza, como son: Caturra, Villa Sarchí, Catuai, Bourbon, Tipica y de otras variedades mejoradas (Velásquez,

2021). Algunas de las variedades mencionadas anteriormente se evaluaron en esta investigación y mostraron niveles de infestación del hongo por debajo del 10 % en hojas y plantas respectivamente.

H. vastatrix, hongo causante de la enfermedad más devastadora de *C. arabica* L. (roya del café), podría incrementar su distribución altitudinal debido al cambio climático, causando efectos adversos. Actualmente la precipitación y su intensidad diaria se han incrementado en las zonas productoras de café, aumentando la susceptibilidad a la incidencia y severidad de la roya del café y de otras enfermedades fúngicas (Parada et al. 2020).

En el mundo cultivan el café y dependen económicamente de sus resultados productivos, los que cada año se ven amenazados por los impactos causados por la enfermedad conocida como roya del café; la cual puede llegar a ser devastadora si no se conoce su comportamiento y las medidas de manejo por parte de los productores y personal técnico especializado (Subit et al. 2020).

Conclusiones

Los cultivares de cafeto más susceptibles a la mancha de hierro presentaron en hojas y plantas entre 6 % y 20 %; la enfermedad ojo de gallo presenta mayor intensidad en hojas, 10.31 % - 21.30 % y en plantas entre 21 % y 40 % de daño; la incidencia de roya fue mayor en hojas con valores entre el 1 % y 5 % de daño y en plantas con daños que no superan el 10 %.

Las tres enfermedades presentes en hojas y plantas tienen mayor intensidad entre los 60 y 90 días de evaluación, para todos los cultivares, exceptuando en intensidad la roya que su presencia fue mayor a los 90 días.

Agradecimientos

Los autores desean dejar la constancia de su agradecimiento a la carrera Agropecuaria de la Universidad Estatal del Sur de Manabí por facilitar sus instalaciones en la Finca Andil para desarrollar la investigación.

Referencias bibliográficas

- Avelino, J., Allinne, C., Cerda, R., Willocquet, L., & Savary, S. (2018). Multiple-disease system in coffee: from crop loss assessment to sustainable management. *Annual Review of Phytopathology* 56:, 611-635.
- Batista, I. (2018). *Enfermedades del cultivo del café. Diplomado en Producción Sostenible y Empresarial de Café*. República Dominicana: Programa Centroamericano para la Gestión Integrada del Café (PROCAGICA-RD).
- Canet, G., Soto, C., Ocampo, P., Rivera, J., Navarro, A., Guatemala, G., & Villanueva, S. (2016). *La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe*. San José - Costa Rica.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ), 2016.
- García, J., Alarcón, E., & Torres, V. (2021). Extractos acuosos de plantas como inhibidores de la germinación de urediniosporas de *Hemileia vastatrix*; la roya anaranjada del café. *Alianzas y Tendencias. BUAP*, 1-16.
- Granados, M., Avelino, J., Arauz, F., Castro, S., & Ureña, N. (2020). Hojarasca e inóculo de *Mycena citricolor* sobre la epidemia de ojo de gallo. *Agronomía Mesoamericana. Volumen 31(1):77-94. Enero-abril, 2020*, 1-19.
- INIAP. (2020). *Café Arabigo*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP: <http://tecnologia.iniap.gov.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcafea>
- Jarquín, E., & Jiménez, E. (2021). Caracterización socioeconómica y fitosanitaria de 25 sistemas de producción de café (*Coffea arábica* L.) en tres municipios de Matagalpa,

2020. *La Calera. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua*, 1-15.
- López, J., Marín, G., Gaitán, Á., & Ángel, C. (2018). Diagrama de Área Estándar para la estimación visual de severidad de roya del cafeto. *Guía Técnica. Programa de Investigación Científica. Fondo Nacional del Café CENICAFÉ. Manizales, Caldas, Colombia*, 1-8.
- López, N. (2020). *MANUAL DE CAFÉ: Buenas prácticas productivas y ambientales, usando hongos entomopatógenos para el control de plagas y enfermedades*. Nicaragua: Amigos de la Tierra España. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). ECODES e INPRHU-Somoto.
- Morales, Y. (2019). Durabilidad de la Resistencia Genética a la Roya del Café (*Hemileia vastatrix*) en Variedades Mejoradas en Honduras al 2019. *Programa de mejoramiento genético IHCAFE*, 1-19.
- Pacheco, A. (2012). *Epidemiología de la enfermedad ojo de gallo del café (Coffea arabica) causada por el hongo Mycena citricolor Berk & Curt. en el área centro occidental. Escala diagramática de daño de la enfermedad ojo de gallo causada por Mycena citricolor Berk & Curt*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. .
- Parada, P., Cerdán, C., Ortiz, G., Barradas, V., & Cervantes, J. (2020). *Hemileia vastatrix: una prospección ante el cambio climático. Ecosist. Recur. Agropec. 7(3): e2507, 2020*, 1-9.
- Parrales, T. (2021). Severidad de cuatro enfermedades foliares en 20 cultivares de café arábigo (*Coffea arabica*). *Universidad Estatal del Sur de Manabi UNESUM. Carrera Agropecuaria*.
- Ponce, L., Orellana, K., Acuña, I., Alfonso, J., & Fuentes, T. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Estudios del Desarrollo Social vol.6 no.1 La Habana jan.-abr. 2018*, 1-12.
- Ramírez, R., Castañeda, E., Robles, C., Santiago, G., Pérez, M., & Lozano, S. (2020). Efectividad de biofungicidas para el control de la roya en plántulas de café. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas volumen 11 número 6 14 de agosto - 27 de septiembre, 2020*, 1-10.
- Rivillas, C., Hoyos, A., & Ramírez, I. (2017). Manejo de la roya: Nuevo fungicida para su control en Colombia. *Cenicafé, 2017. Avances Técnicos Cenicafé No. 480*, 4p.
- Rodríguez, R., González, W., & Bosques, O. (2020). Identificación de líneas interespecíficas de cafetos con resistencia a *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. y adaptabilidad a la región cafetalera de Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R. 104(2):165-180 (2020)*, 1-16.
- SENASICA. (2014). Mancha de hierro *Cercospora coffeicola* (Cooke) J. A Stevens y Wellman. *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)*, 1-16.
- SENASICA. (2014). Ojo de Gallo. *Mycena citricolor* (Berkeley & Curtis). *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Primera edición: Diciembre 2014.*, 1-16.
- SENASICA. (2019). *Roya del cafeto Hemileia vastatrix Verkeley & Brome. Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ficha Técnica No. 40*. Ciudad de México: SENASICA Servicio Nacional de Sanidad. Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA. (2016). *Roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berkeley & Broome). Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica No. 40. 23 p*. México: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA.
- Silva, R. (2021). Efecto del caldo bórdeles en el control de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en poda de rehabilitación con tres frecuencias de

- diferentes diluciones en el canton Taipiplaya-Provincia Caravaní. *Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria.*
- Souza, P., Vilela, M., Dos Santos, M., Ampelio, E., Ogoshi, C., Andrade, A., . . . Maia, V. (2019). Temperature, incubation time and virulence of *Cercospora coffeicola* in the production of cercosporin. *Journal of Phytopathology* 167:, 371-379.
- Subit, D., Sierra, P., & Casanovas, E. (2020). El cultivo del café (*Coffea arabica* L) y su susceptibilidad a la roya (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en la provincia Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas* 8(3), 109-114.
- Velásquez, R. (2021). *Guía de variedades de café y selección de semilla. Cuarta Edición. Asociación Nacional del Café -Anacafé.* Guatemala: Anacafé, Guatemala.
- Vidal, N., Rosalba, D., Sánchez, J., Chiquito, R., González, D., & Sánchez, G. (2021). Microorganismos antagonistas: una alternativa para el control biológico de enfermedades fúngicas presentes en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.). *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 117(3): 214-226, 1-13.
- Villegas, C. (1985). *Velocidad de dispersión de la roya del cafeto, Hemileia vastatrix Berk y Br a partir de un foco, Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía.* . Caldas - Colombia: Universidad de Caldas .
- Yizard, C. (2018). *Enfermedades de importancia económica del café. Curso Regional de Caficultura Innovadora, Honduras 2018.* Honduras: Instituto Hondureño del café IHCAFE.