

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

“INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA AMARILLA (*Hemileia vastatrix* Berk.& Br.) EN CAFETALES (*Coffea arabica* L.) DISTRITO CHADÍN - CHOTA - CAJAMARCA.”

PRESENTADO POR

BACHILLER: Eliana Rodríguez García

ASESOR: Manuel Salomón Roncal Ordóñez

CAJAMARCA – PERÚ

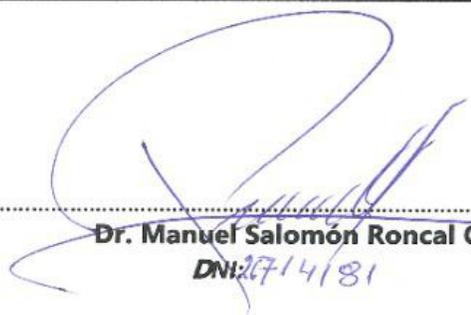
-2025-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Eliana Rodríguez García
DNI: N° 76317886
Escuela Profesional/Unidad UNC:
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
2. Asesor:
Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA AMARILLA (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) EN CAFETALES (*Coffea arabica* L.) DISTRITO CHADÌN – CHOTA - CAJAMARCA
6. Fecha de evaluación: 09/05/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 8%
9. Código Documento: oid: 3117:457315329
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 09/05/2025

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



.....
Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
DNI: 2714181



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica

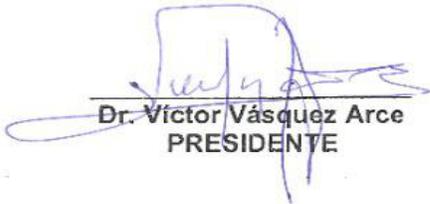


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

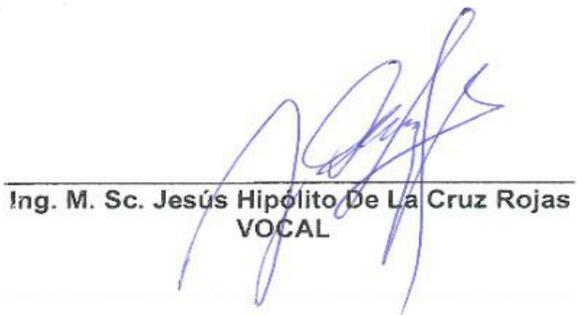
En la ciudad de Cajamarca, a los cinco días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 110-2025-FCA-UNC, de fecha 07 de febrero del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA AMARILLA (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) EN CAFETALES (*Coffea arabica* L.) DISTRITO CHADÍN - CHOTA - CAJAMARCA"**, realizada por la Bachiller **ELIANA RODRÍGUEZ GARCÍA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y veinte minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y cincuenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Dr. Víctor Vásquez Arce
PRESIDENTE


MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO


Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
VOCAL


Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría y fuerza que me han permitido superar cualquier desafío y así poder alcanzar mi objetivo.

A mis queridos padres: Roicer Hugo Rodríguez Ortiz y Esther Emperatriz García Díaz, que me dieron la vida y han estado conmigo en cada paso de mi carrera profesional, gracias por alentarme en los momentos difíciles, por creer y confiar en mí; todos mis logros alcanzados incluido este es el reflejo de su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos Erica y Antony que son mi mayor motivación, con el fin de demostrarles que cada logro es fruto de un gran esfuerzo y disciplina; a mi abuela Sara y a todos mis familiares que me brindaron su apoyo.

Eliana Rodríguez García

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por la vida y la salud de cada día.

Quiero agradecer profundamente a mis padres que son los pilares en mi crecimiento personal y profesional, a mis hermanos, a mi abuela y a todos mis familiares que de cualquier forma me apoyaron a concretar este trabajo.

De una manera muy especial quiero agradecer a mi asesor el Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez por su respaldo, dedicación y apoyo incondicional en la tesis realizada.

Asimismo, agradecer a todos los docentes de la casa de casa superior de estudios por su gran empeño en plasmar el conocimiento que es el arma fundamental para mi futuro.

Eliana Rodríguez García

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema	2
<u>1.1.1. Formulación del Problema.....</u>	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
CAPITULO II.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	4
2.1.1. <i>Internacionales</i>	4
2.1.2. <i>Nacionales</i>	6
2.2. Bases Teóricas.....	8
2.2.1. <i>Generalidades del Cultivo de Café</i>	8
2.2.2. <i>Origen y desarrollo del café en el Perú</i>	9
2.2.3. <i>Taxonomía del Cafeto</i>	9
2.2.4. <i>Morfología del Café</i>	10
2.2.5. <i>Condiciones climáticas</i>	10
2.2.6. <i>Fenología del café</i>	11

2.2.7 . La sombra en los cafetales.....	12
2.2.8. Influencia de la altitud en el cultivo de café.....	13
2.2.9. Principales variedades de cafeto.....	13
2.2.10. Principales países productores de Cafet en el mundo.....	14
2.2.11. Producción de Cafeto en el Perú.....	15
2.2.12. Exportación del Café Peruano.....	17
2.2.13. Principales Enfermedades.....	17
2.2.13.1. Ojo de Gallo.....	17
2.2.13.2. Roya Amarilla.....	18
<i>a. Historia e Importancia de la Roya Amarilla.....</i>	18
<i>b. Morfología de la Roya Amarilla.....</i>	19
<i>c. Taxonomía de la Roya Amarilla.....</i>	20
<i>d. Ciclo Biológico de la Roya Amarilla.....</i>	20
<i>e. Epidemiología de la Roya Amarilla.....</i>	22
<i>f. Diseminación de la Roya Amarilla.....</i>	23
<i>g. Fases de ataque de la Roya Amarilla.....</i>	23
<i>h. Manejo Integrado de la Roya Amarilla.....</i>	24
<i>i. Incidencia y Severidad de la Roya Amarilla.....</i>	24
<i>j. Factores que determinan la Incidencia y Severidad de la Roya Amarilla.....</i>	26
<i>k.Efecto Económico y Social por la Roya Amarilla en el Cafeto en el Perú.....</i>	26
2.3. Definición de términos básicos.....	27
CAPITULO III.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1. Ubicación.....	29
3.2. Materiales.....	30
3.2.1. Material biológico.....	30
3.2.2. Material de campo.....	30

3.2.3. Material de laboratorio.....	30
3.3. Metodología	31
3.3.1. Tratamientos en estudio.....	31
3.3.2. Croquis o diseño para la recolección de datos.....	31
3.3.3. Trabajo de campo.....	32
3.3.4. Trabajo de laboratorio.....	34
3.3.5. Trabajo de gabinete.....	34
CAPITULO IV.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	35
4.1. Incidencia y Severidad de Roya Amarilla en Cafeto.....	35
4.2. PRUEBA DE T STUDENT.....	38
4.2.1. Porcentaje de Incidencia de Roya Amarilla por observación de los cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).....	38
4.2.2. Porcentaje de Severidad de Roya Amarilla por observación de los cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).....	41
4.2.3. Resultados de laboratorio.....	44
CAPITULO V.....	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
CAPITULO VI.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
CAPITULO VII.....	56
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de evaluación de Severidad de Roya Amarilla en Cafeto.....	33
Tabla 2. Incidencia y Severidad de Roya Amarilla promedio por tratamiento de Cafeto.....	35
Tabla 3. Porcentaje Incidencia de Roya Amarilla por observación de los cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).....	38
Tabla 4. Prueba de T de Student, para Incidencia de Roya Amarilla de cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).....	38
Tabla 5. Porcentaje de Severidad de Roya Amarilla por observación de los cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).....	41
Tabla 6 Prueba de T de Student, para Severidad de Roya Amarilla de cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Proceso de siembra del cultivo del cafeto</i>	11
Figura 2. <i>Principales países productores de cafeto en el mundo</i>	14
Figura 3. <i>Ranking de las regiones cafetaleras del Perú en el año 2016</i>	15
Figura 4. <i>Área sembrada de cafeto en el año 2019 en las regiones cafetaleras del Perú</i>	16
Figura 5. <i>Principales regiones cafetaleras del Perú en el año 2024</i>	17
Figura 6. <i>Mapa geográfico del Distrito de Chadín</i>	29
Figura 7. <i>Ubicación de las parcelas experimentales de Cafeto, Centro Poblado de Limache – Chadín – chota – Cajamarca</i>	30
Figura 8. <i>Escala de evaluación para la Severidad de Roya Amarilla en Cafeto</i>	33
Figura 9. <i>Síntoma y Signo de Roya Amarilla en hojas de Cafeto</i>	34
Figura 10. <i>Porcentaje de Incidencia de Roya Amarilla promedio por tratamiento en plantas de cafeto</i>	36
Figura 11. <i>Porcentaje de severidad de Roya Amarilla promedio por tratamiento en plantas de cafeto</i>	37
Figura 12. <i>Porcentaje de Incidencia de Roya Amarilla respecto a la edad del cultivo de café</i>	39
Figura 13. <i>Porcentaje de Severidad de Roya Amarilla respecto a la edad del cultivo de café</i>	42
Figura 14. <i>Masas de Uredosporas de Roya Amarilla en Cafeto</i>	43
Figura 15. <i>Uredosporas individuales de Roya Amarilla en Cafeto</i>	44

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Porcentaje (%) de Incidencia de Roya Amarilla en el tratamiento 01 (café de 10 años) por cada unidad experimental</i>	56
<i>Anexo 2. Porcentaje (%) de Incidencia de Roya Amarilla en el tratamiento 02 (café de 06 años) por cada unidad experimental</i>	56
<i>Anexo 3. Porcentaje (%) de Incidencia de Roya Amarilla en el tratamiento 03 (café de 04 años) por cada unidad experimental</i>	57
<i>Anexo 4. Porcentaje (%) de Incidencia de Roya Amarilla en el tratamiento 04 (café de 01 años) por cada unidad experimental</i>	57
<i>Anexo 5. Porcentaje (%) de Severidad de Roya Amarilla en el tratamiento 01 (café de 10 años) por cada unidad experimental</i>	58
<i>Anexo 6. Porcentaje (%) de Severidad de Roya Amarilla en el tratamiento 02 (café de 06 años) por cada unidad experimental</i>	58
<i>Anexo 7. Porcentaje (%) de Severidad de Roya Amarilla en el tratamiento 03 (café de 04 años) por cada unidad experimental</i>	59
<i>Anexo 8. Porcentaje (%) de Severidad de Roya Amarilla en el tratamiento 04 (café de 01 años) por cada unidad experimental</i>	59
<i>Anexo 9. Tratamiento de 01 año de edad con presencia de Roya Amarilla, de acuerdo a la escala de evaluación para severidad</i>	60
<i>Anexo 10. Frutos de cafeto sin daño por Roya Amarilla</i>	60
<i>Anexo 11. Evaluación en campo y recolección de muestras para laboratorio</i>	61
<i>Anexo 12. Zona geográfica de los tratamientos en estudio</i>	61

RESÚMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el sector cafetalero del distrito Chadín – Chota – Cajamarca, con el objetivo de evaluar incidencia y severidad de roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en plantas adultas y jóvenes de cafeto (*Coffea arabica* L.). El trabajo se condujo en cuatro parcelas; teniendo en cuenta, edad de la plantación, bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar; con cuatro tratamientos y tres repeticiones: T1 plantas de 10 años, T2 plantas de 6 años, T3 plantas de 4 años y T4 plantas de 1 año. Concluida la investigación reportamos que la incidencia y severidad; depende de la edad de la planta. La incidencia en el T1 fue de 100% y severidad 37.11%, Incidencia en el T2, 95% y severidad 35.11%, Incidencia en el T3 84% y severidad 34.02% y en el T4, incidencia 52% y severidad 5.65%.

Palabras clave: Roya, cafeto.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the coffee sector of the Chadín – Chota – Cajamarca district, with the objective of evaluating the incidence and severity of yellow rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) in adult and young coffee plants (*Coffea arabica* L.). The work was conducted in four plots; taking into account the age of the plantation, under the Random Complete Block design; with three repetitions and four treatments: T1 10-year-old plants, T2 6-year-old plants, T3 4-year-old plants and T4 1-year-old plants. Once the investigation is concluded, we report that the incidence and severity; It depends on the age of the plant. The incidence in T1 was 100% and severity 37.11%. Incidence at T2, 95% and severity 35.11%. Incidence in T3 84% and severity 34.02% and in T4, incidence 52% and severity 5.65%.

Keywords: Rust, coffee tree.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El cafeto (*Coffea arabica* L.) es catalogado como cultivo de importancia mundial, por ser fuente económica y social. En nuestra patria, el 95% de la producción se comercializa al extranjero, representando el 5% del total de productos exportados, generando el 30% de divisas. Esta característica, ha permitido reportar que existen alrededor de 425 mil hectáreas sembradas en diferentes zonas cafetaleras; considerando al departamento de San Martín como líder de producción con 85 mil 406 toneladas, seguido por Junín con 60 mil 495 toneladas y Cajamarca con 58 mil 653 toneladas.

Sin embargo, este cultivo, siempre está expuesto, a diferentes fitoenfermedades, que causan pérdidas económicas de consideración (Vásquez 2018).

La Roya Amarilla, causado por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., es tipificado como la principal fitoenfermedad, de este cultivo, cuya preferencia de infección ocurren en hojas, causando manchas amarillas, constituidas por las esporas del hongo. Una sola infección por hoja conduce a la defoliación, debilitando a la planta, disminuyendo su capacidad fotosintética y como consecuencia a pérdidas significativas de la cosecha. Además, el ojo de gallo, cuyo patógeno es *Mycena citricolor* Berk. & Curt Sacc.; se considera como fitoenfermedad secundaria, de preferencia en plantas de mayor edad, manifestándose como lesiones necróticas en hojas y frutos, contribuyendo también con la pérdida del potencial genético de la variedad (Roncal, 2004).

De la roya amarilla, falta información de incidencia y severidad, que puede ocasionar pérdidas económicas; que para ser menguadas se requiere organizar prácticas de manejo integrado, que conduzcan a la producción orgánica. Es por eso que se ha organizado desarrollar la presente investigación.

1.1. Descripción del problema

Las plantaciones de cafeto el distrito de Chadín, en sus diferentes etapas de crecimiento y desarrollo, cada año muestran susceptibilidad a la “Roya Amarilla” cuyo incremento paulatino, están perjudicando la calidad del fruto y en gran magnitud perjudicarán a la producción y productividad; esta peculiaridad en el futuro conducirá a la utilización de fungicidas, limitando su comercialización por no ser un producto orgánico. Ante esta amenaza natural, de la manifestación deficiente del potencial genético de la variedad “Caturra”, organizamos la presente investigación con la finalidad de evaluar Incidencia y Severidad de Roya Amarilla. Con los resultados obtenidos, se podrá organizar actividades de manejo integrado, con el propósito de prevenir y menguar la presencia de estas.

1.1.1. Formulación del Problema

¿Qué porcentaje de Incidencia y Severidad de “Roya Amarilla” (*Hemileia vastatrix* Berk & Br), genera defoliación en los cafetales (*Coffea arabica* L.) de Chadín – Chota – Cajamarca?

1.2. Justificación

Incidencia y severidad de fitoenfermedades, son parámetros indicadores de la magnitud del daño en los cultivos; es así, que con la implantación de la “Revolución verde”, desde 1962 para contrarrestar los efectos dañinos causados por los enemigos naturales de los diferentes cultivos, se recomendó el uso de agroquímicos, sin prever las consecuencias irreversibles del daño a los seres vivos integrantes de los ecosistemas. Determinado el efecto dañino de los agroquímicos a partir de los años 80 del siglo anterior; tanto el agricultor europeo, como el mediano y pequeño agricultor nacional, han retomado las prácticas ancestrales, destacando el uso de materia orgánica, recuperación

de las variedades tradicionales y otras actividades que contribuyan a la obtención de productos orgánicos, ideales para la exportación.

En el distrito de Chadín, cada año se incrementa el cultivo de cafeto, de preferencia con la variedad Caturra; este incremento, también está permitiendo la presencia de la principal fitoenfermedad, conocida como “Roya Amarilla”. Por lo que se hace necesario e indispensable realizar estudios de “Incidencia” y “Severidad”, con el propósito de organizar diferentes prácticas de “Manejo Integrado”, que permitan cosechas saludables para el hombre.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar Incidencia y Severidad de “Roya Amarilla” (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) en cafeto (*Coffea arabica* L.) en Chadín – Chota - Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

1.3.2.1. Evaluar Incidencia de “Roya Amarilla” (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) en plantas jóvenes y adultas de cafeto (*Coffea arabica* L.) en Chadín – Chota - Cajamarca.

1.3.2.2. Evaluar Severidad de “Roya Amarilla” (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) en plantas jóvenes y adultas de cafeto (*Coffea arabica* L.) en Chadín – Chota - Cajamarca.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Internacionales

La asociación CABI (2016) reportó, que *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., causante de la Roya Amarilla del cafeto, devastó los cultivos en Ceilán (Sri Lanka), en el año 1869; devastando 68,787 hectáreas, reduciendo a 14,170 hectáreas; causando un problema social y económico para Europa (Roncal, 2004).

Cárdenas, Suarez y Orozco (s/f), el efecto devastador de la roya amarilla del cafeto, causado por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., se conoce desde 1892, año en que los agricultores en Filipinas destruyeron los cafetales para ser reemplazados por plantaciones de té (*Camellia sinensis* Kuntze); a Brasil esta fitoenfermedad llegó en los inicios de la década de los 70, evaluándose hasta el 80% de infección en plantas no tratadas; a Centro América llegó en 1976 y a Colombia en los años 80; evaluándose pérdidas de hasta el 30%, en el año 1981 en Chiapas - México. Las observaciones de esta fitoenfermedad en la Selva Central del Perú, se conoce a partir del año 1979 (SENASICA 2019).

Bucardo (2015) en su tesis “Impacto económico de la Roya (*Hemileia vastatrix*) del Café (*Coffea arabica*) en Nicaragua en los ciclos comprendidos entre el (2008/2009 – 2012/2013)” determinó, que la disminución del rendimiento alcanzó el 32 %; en la campaña agrícola 2011 - 2012, con pérdidas económicas de 114.6 millones de dólares y en la campaña 2012 - 2013 fue 68.9 millones de dólares, limitándose considerablemente las exportaciones.

Rojas (2018) a través de su investigación “Evaluación del Efecto de la Poda, para la reducción de la Incidencia y Severidad de la Enfermedad “Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) del cultivo de Café (*Coffea arabica* L.) en la Sub Central Agraria Alto Lima – Caranavi – La Paz”; dió a conocer que, las prácticas de poda permitieron la reducción de incidencia de la enfermedad, en comparación con los testigos (plantas sin podar); además recomienda prácticas de manejo integrado.

Cerna, et. al. (2019) en la investigación “Evaluación de extractos vegetales sobre incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en cultivo de café en las variedades Típica y Caturra en México”; utilizando cinco extractos vegetales comerciales, aplicados a la dosis de 2.25 lha⁻¹, con una frecuencia de 21 días y el testigo respectivo; determinó que en la variedad **Caturra**, sin tratar, la severidad alcanzó 61.87%; en cambio, cuando fue tratada con *Cinnamomum verum*, se determinó 15.47% y con el extracto de *Citrus sinensis* fue de 19.68%. En la variedad **Típica**, tratada con el extracto de *C. verum*, permitió la reducción de severidad a 4.73% y tratada con *C. sinensis*, la severidad alcanzó 4.0%.

Nahuamel (2019) en la investigación “Efecto económico de la roya amarilla de café”; en los años 2011 – 2015; referenciando a Perú, Colombia y Centro América; reportó que, los cafetaleros peruanos, perdieron 158,907 ha, dejando de producir 108.17 toneladas; cuyo valor económico alcanzó a 15.02%; la economía de los colombianos llegó a 10.31% y para los centro-americanos fue 3.52%.

Referente al impacto económico de *Hemileia vastatrix*, en café; Abad (2020), menciona que este patógeno, reduce cantidad y calidad del producto, y que, para obtener cosechas rentables, los cafetaleros implementan costosas medidas de control, principalmente para cultivares susceptibles.

Quijano (2023), a través de la investigación “Evaluación de la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en sistemas de producción agroecológica de café (*Coffea arabica* L.) y propuesta de manejo, en la finca Flor de Lis, Santa Ana”; haciendo uso del “caldo bordalés” y el método de evaluación de incidencia y severidad tomando una planta por surco, obtuvo los siguientes resultados. Antes de la aplicación del “caldo bordalés”, en la parcela cuatro se determinó 34.74% de incidencia y 13.96% de severidad; transcurrido 30 días, los porcentajes de incidencia y severidad bajaron considerablemente evaluándose 7.01% y 2.93% respectivamente. En la parcela dos, la incidencia y severidad inicial fue de 57.38% y 21.68% respectivamente; después del tratamiento la incidencia fue de 34.74% y la severidad de 13.96%.

2.1.2. Nacionales

Gamarra, et. al. (2015) en su trabajo “Caracterización y manejo integrado de la Roya Amarilla del Café en la Selva Central del Perú”; reporta que, del total de áreas cultivadas en el Perú, el 63%, son afectadas por la Roya; hechos que han conducido a desarrollar investigaciones a través de variedades resistentes. Encontrando que, en la localidad de Satipo, muestran susceptibilidad a este patógeno, las variedades Pache, Caturra, Typica y Bourbon; mientras que Catimor, Costa Rica, Colombia y Pacamara son resistentes.

Mantupa (2016) en su tesis “Diagnóstico de la incidencia y severidad de la roya amarilla en cultivares de Café en el sector de Mandor distrito de Maranura La Convención – Cusco”; evaluando incidencia y severidad de Roya Amarilla, en los meses de estiaje (mayo - junio), determinó que en el cultivar Typica, la incidencia fue 96.8% y la severidad 55.18% (G4); en Caturra la incidencia fue 77.1% y severidad 24.64% (G3) y en Catimor la incidencia fue 20.5% y la severidad 4.2% (G1).

Valle (2017), evaluando incidencia y severidad de Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), en cultivares de café, en el sector de Santa Bárbara y Pampa Rosario del Distrito de Santa Ana – La Convención – Cusco; determinó que, en el cultivar Typica, la incidencia fue de 76.75% y severidad 45.4% (G3) y en la variedad Caturra, la incidencia fue 70.8% y severidad 42% (G3).

Julca, et. al., (2019) en su trabajo de investigación titulado Relación entre la Incidencia y la Severidad de la Roya del Café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en San Ramón – Chanchamayo – Perú, concluyeron que la relación es directamente proporcional entre ambas variables, es decir si aumenta la incidencia aumenta la severidad.

Document, et. al. (2020), realizaron una investigación, de la influencia de incidencia y severidad de la Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en la calidad del café en taza; en los cafetales de Lamas, región San Martín; en esta investigación evaluaron la presencia del signo y síntoma de Roya en hojas; concluida la investigación determinaron 53.18% de incidencia y 21.50% (G3) de severidad; porcentajes que repercutieron en el rendimiento con pérdidas de 59.55% a 77%; por otro lado, los frutos cosechados pierden acidez, dulzor y sabor; características

que también influyeron en la calidad organoléptica, evaluándose en 79.3 puntos; razón por lo que no se considera café especial.

Huamán (2021), en la investigación “Influencia de la sombra y fertilización, en la resistencia de clones élites de *Coffea arabica* L. ante la incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., en la localidad de Rodríguez de Mendoza Amazonas – Perú”, se evaluaron porcentaje de sombra (0%, 50% y 80%) y fertilización orgánica (guano de isla y roca fosfórica). Concluida la investigación se determinó que las plantas sin sombra presentaron 0.02 % de incidencia y 0.03 % de severidad; a medida que se incrementa la sombra aumenta incidencia y severidad. Las plantas no fertilizadas mostraron susceptibilidad a Roya Amarilla.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Generalidades del Cultivo de Café

El café es uno de los productos tropicales más importantes del mundo, en los últimos 20 años, la demanda ha superado el 50% y las exportaciones de café verde han generado ganancias de veinte millones de dólares anuales (OIC, 2019).

El café se cultiva principalmente en los países tropicales ubicados en América Latina, Asia y África; destacando *C. arábica* y *C. robusta*. Actualmente, es el segundo producto más comercializado en el mundo, sólo superado por el petróleo (Canet, et. al., 2016).

Los cafetos peruanos están representados por la especie *C. arabica*, comercializándose como cafés suaves; las variedades cultivadas son Típica (70%), Caturra (20%), Catimor y Borbón (10%), cultivados bajo sombra (Vásquez y Maicelo, 2018).

Cada año se comercializa más de cuatro millones de sacos; principalmente a Estados Unidos, Europa, y países asiáticos, debido a la calidad representado por el sabor suave, ligeramente dulce, buen cuerpo y aroma; haciéndose merecedor de numerosos reconocimientos en concursos de calidad de todo el mundo (JNC, 2020).

2.2.2. Origen y Desarrollo del Café en el Perú

Reportes de Alvarado (2015) indica que el centro génico del café comprende las montañas sur occidentales de Etiopía, en el altiplano de Sudán y el Norte de Kenia, ubicado de 1300 a 2000 msnm; desconociendo la procedencia de los cafetales de América Latina. Las semillas que llegaron al Perú proceden de la Cuenca del Orinoco – Venezuela en 1838; llegándose a cultivar masivamente en el año de 1857 en Chanchamayo - Selva Central; posteriormente los colonos austro-germanos iniciaron la siembra de *C. arabica* en la zona de Pozuzo.

2.2.3. Taxonomía del Cafeto (Coffea arábica L.)

Reyno Plantae, división Magnioliophyta, clase Magnoliopsida, orden Gentianales, familia Rubiaceae, género *Coffea*, especie *Coffea arabica*, (Alvarado y Rojas, 2007).

2.2.4. Morfología del Café

Raíz, tiene diferentes tipos, pivotante, axiales o de sostén, laterales y raicillas, que se profundizan de 50 a 60 cm. de longitud.

Tallo, unicaule y compuestos; con ramas que desarrollan en forma circular a los lados del tallo principal.

Hojas, se muestran en los tallos jóvenes, en ramas primarias y secundarias; en cada nudo se desarrolla dos hojas opuestas.

Órganos Reproductivos, estos se desarrollan en tallitos cortos o glomérulos; específicamente en las axilas de las hojas, formando grupos de cuatro unidades. Las flores son blancas, escasamente pediceladas, con un solo ovario; un estilo bifido y cinco estambres que nacen en la unión de los pétalos; son hermafroditas y autofecundas. El fruto es drupa elipsoidal, en el que se distingue epicarpio o epidermis, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y endospermo o semilla, que son en número de dos, separadas por lóculos, que al madurar caen con facilidad (Eslava y Alomía, 2021).

2.2.5. Condiciones Climáticas.

Por naturaleza el café, prospera en climas tropicales y subtropicales con temperatura que varía entre 20°C y 25°C, con lluvia anual de 1 500 a 2 500 ml (INIA, 2009). Prefiere suelos drenados, con pH entre 5 – 6, altitud entre 600 – 1500 msnm; en el Perú se cultiva entre 500 –

2000 msnm (Fernández y Delgado, 2019). El 75% de los cafetales sembrados en el país se encuentran por encima de los 1000 msnm (AGROBANCO, 2007).

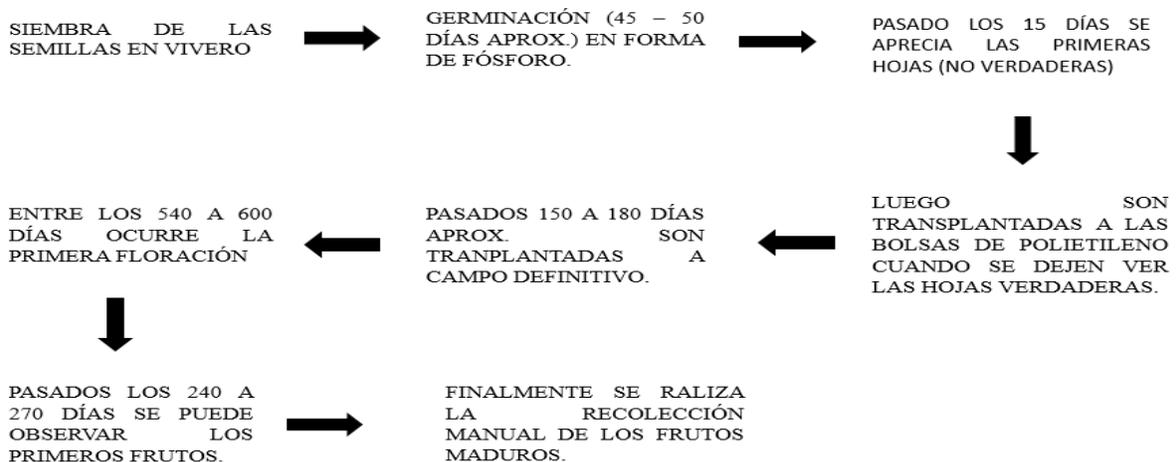
2.2.6. Fenología del Café.

A partir del establecimiento en campo definitivo se distinguen tres fases: **desarrollo vegetativo**, que comprende el periodo de diferenciación de los primeros brotes, **floración**, corresponde a la planta adulta y a la etapa de reproductiva, **formación de frutos y fructificación**, característica fenológica que conduce a nominarlo cosecha escalonada.

Desde la floración hasta la maduración del fruto ocurren diferentes etapas; **etapa I, también llamada de crecimiento lento**, comprende desde el inicio de la floración hasta 50 días aproximadamente. **Etapa II**, ocurre entre los 50 y 120 días, en este periodo el crecimiento del fruto es acelerado, alcanzando el tamaño y forma definitivo de la variedad, y las semillas de consistencia gelatinosa. **Etapa III**, ocurre entre los 120 y 180 días, la semilla completa su desarrollo, alcanza consistencia sólida y gana peso. **Etapa IV**, periodo entre 180 y 224 días, el fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar (CENICAFÉ, 2014).

Figura 1.

Proceso de siembra del cultivo de caféto (Coffea arabica L.



2.2.7. *La sombra en los cafetales*

El café evolucionó como especie conformante del sotobosque, característica genética que se mantiene a la actualidad, principalmente con las primeras variedades seleccionadas por el hombre (Chamba 2018).

Los árboles utilizados para sombra de los cafetales corresponden al género *Inga* y leguminosas cuyas propiedades beneficiosas es la síntesis de nitrógeno ambiental, a través de simbiosis con el género *rizobium*; además la hojarasca constituye cubierta protectora de la erosión del suelo, por el golpeteo de gota de lluvia; por otro lado en el proceso de descomposición de la hojarasca la materia orgánica contribuye a mantener el suelo en capacidad de campo y la mineralización constituye una fertilización natural y también disminuye la proliferación de plantas espontáneas (Villareyna, 2016).

Según estudios realizados en Honduras determinaron que la sombra con árboles de copa abierta, que lleguen a sobrepasar el 40 % tienden a favorecer la humedad relativa, manteniendo de esta manera las hojas con mayor porcentaje de agua, facilitando así la germinación del patógeno. Por otro lado, la sombra también se comporta como un hábitat para hongos benéficos tales como *Lecanicillium lecanii* (Virginio y Astorga, 2015).

La sombra tiene cierto comportamiento en relación con la lluvia, en lluvias suaves las gotas casi no llegan a tocar el cultivo, siendo condición adversa para la enfermedad, pero en condiciones de lluvias fuertes las gotas de agua son interceptadas por la copa de los árboles alcanzando un mayor

tamaño, que al caer ocasionan mayor golpe sobre las hojas, de esta manera la dispersión de esporas es mayor, lo contrario sucede sin sombra; también indica que en presencia de fuertes vientos en ausencia de lluvia la sombra intercepta a estos desfavoreciendo la dispersión de esporas, en cambio sin sombra la dispersión es mucho mayor (Virginio y Astorga, 2015).

Según (López, 2010) determina que el cultivo de cafeto bajo sombra puede alcanzar la temperatura adecuada para el desarrollo de *H. vastatrix*, así mismos estudios de calidad de café procesado indican que las variedades que prosperan bajo sombra, son consideradas de mayor calidad, por sus mejores propiedades organolépticas.

2.2.8. Influencia de la altitud en el cultivo de café.

La altitud es un factor muy importante, ya que a mayor altitud el ciclo de la enfermedad de alarga, debido a la disminución de la temperatura (Virginio y Astorga, 2015).

Se ha determinado que los cafetales sembrados entre 300 a 900 sobre el nivel del mar, el fruto comercial es de color verde pálido, menos aroma y sabor poco apetitoso, en cambio los cultivados a partir de 1000 msnm hasta más de 1700 los frutos son de color verde azulado, que influye en el sabor, por lo que son más apetecibles (Virginio y Astorga, 2015).

2.2.9. Principales variedades de cafeto

Se tiene conocimiento que existen más de 70 especies de cafeto en el mundo, llegándose a cultivar *C. arábica* y *C. canephora o robusta* con sus respectivas variedades (ANACAFE, 2013). Las variedades Typica y Borbón originadas de la especie *C. arábica* son las que mayormente se cultivan en el mundo; estas variedades han dado origen a diferentes ecotipos, es así, que el 97,55%

de ecotipos que se siembran en Brasil proceden de estas, cuya producción representa el 40 % de la producción mundial (Rica & Salvador, 2018).

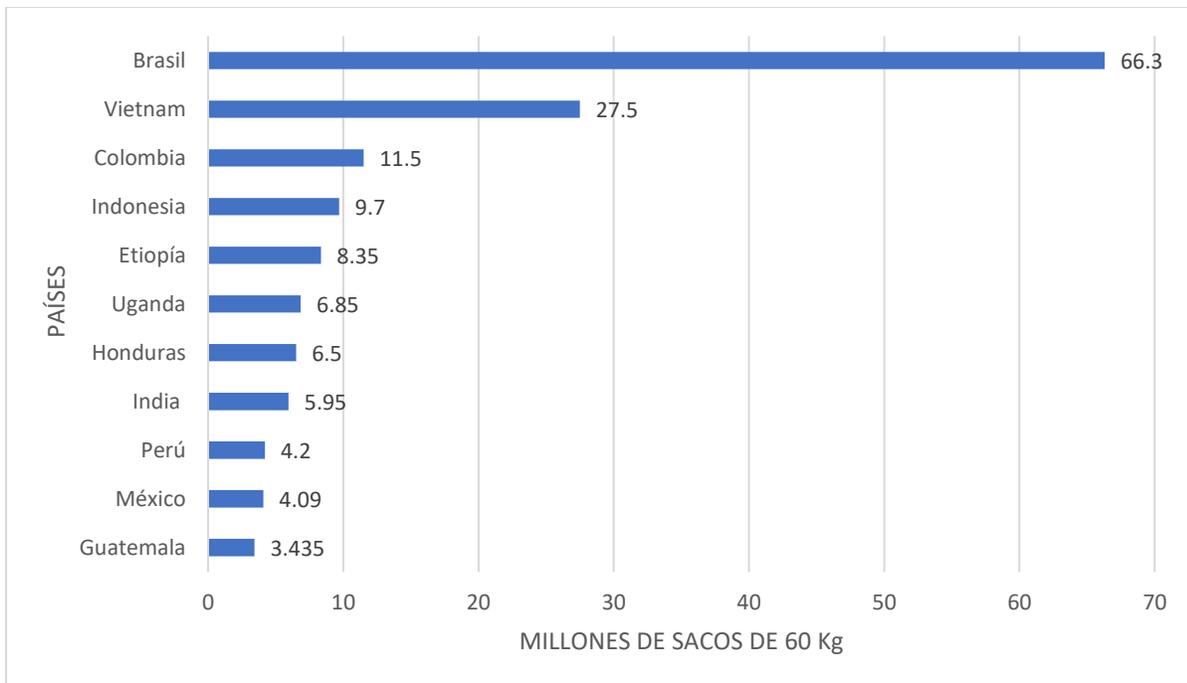
Investigaciones de resistencia a la Roya Amarilla en 1920, indican que la combinación genética de las especies *C. arábica* y *C. canephora o robusta* dio origen a la variedad Timor (Rica & Salvador, 2018).

2.2.10. Principales países productores de Cafeto (Coffea arabica L.) en el mundo

Brasil se posiciona como el principal productor de cafeto, seguido de Vietnam y en tercer lugar esta Colombia (Statista, 2024).

Figura 2.

Principales países productores de cafeto (Coffea arabica L.) en el mundo.

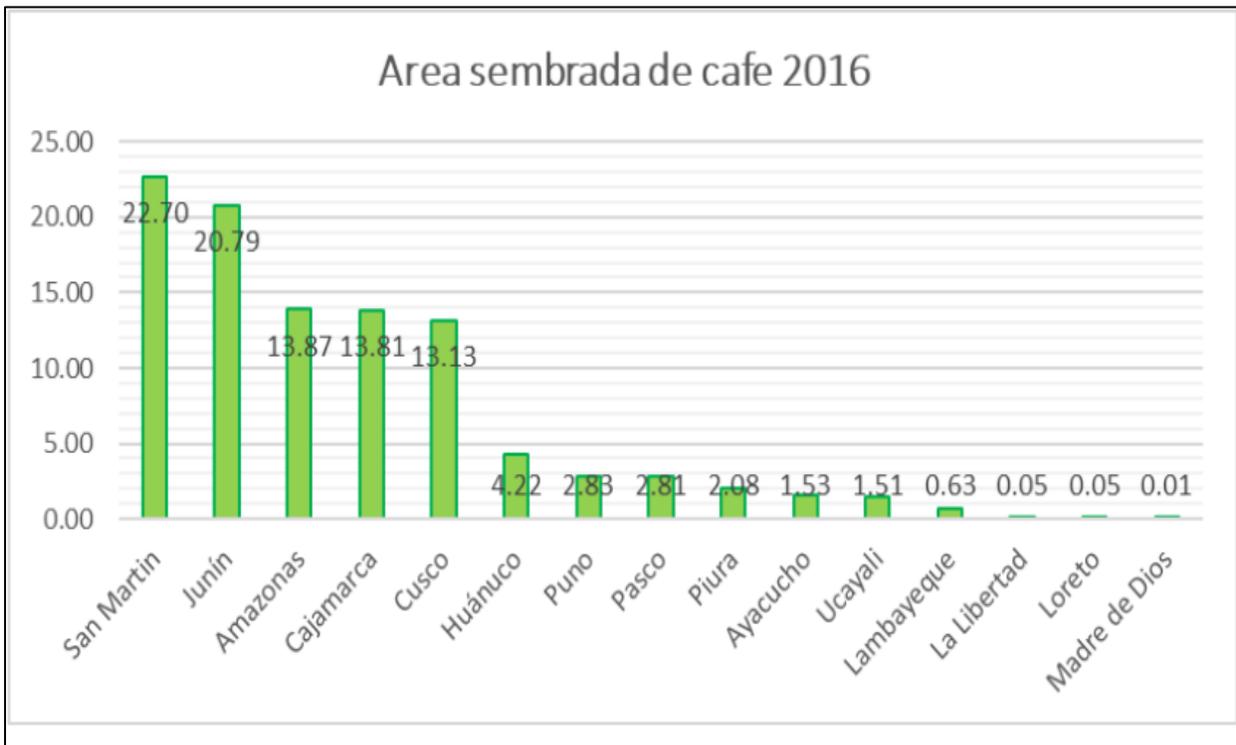


2.2.11. Producción de Cafeto (*Coffea arabica* L.) en el Perú

Los cafés del Perú son *C. arabica* con distintos perfiles de sabor, aroma y acidez. Las variedades que se cultivan son Typica (70%), Caturra (20%) y otras (10%), el 90% del café peruano crece bajo sombra, principalmente de leguminosas, a una densidad promedio de 2,000 plantas por hectárea (Pérez, 2024).

Figura 3.

Ranking de las regiones cafetaleras del Perú en el año 2016.

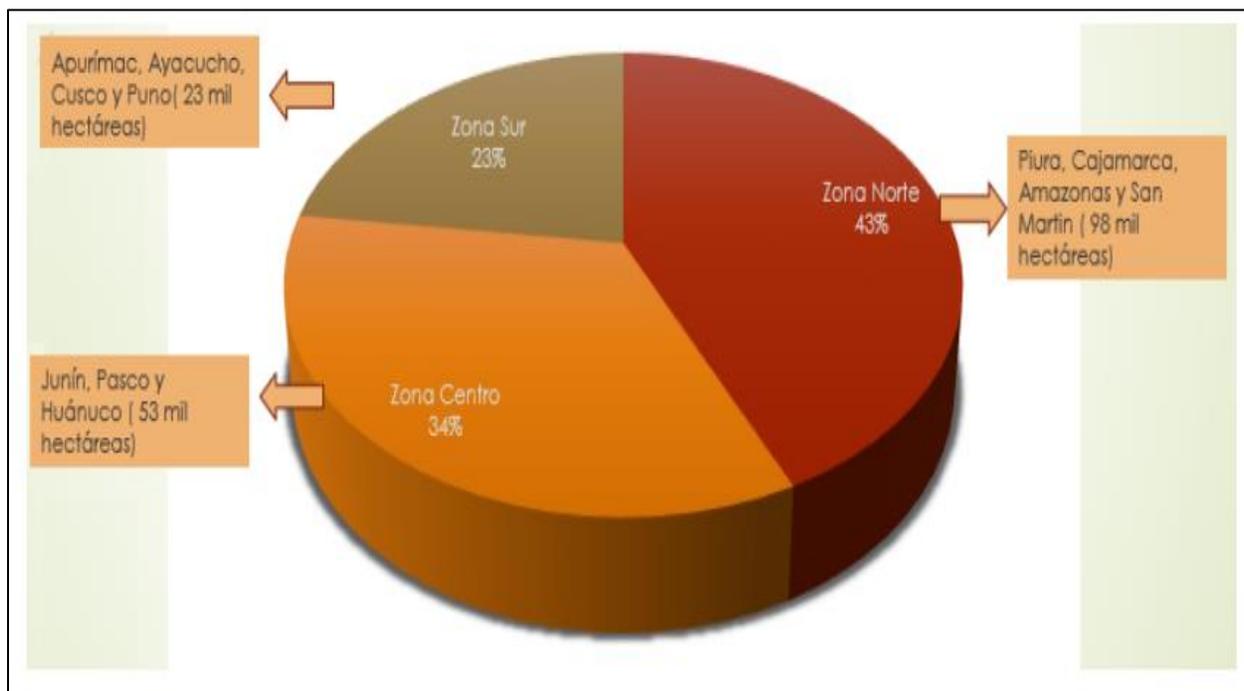


Fuente: extraído de (MIDAGRI, 2016).

El área sembrada de cafetales en el 2017 fueron 98 mil hectáreas ubicadas en la zona norte: región de Cajamarca, Amazonas y San Martín, representando el 43% del total, en la zona central: región Junín, Pasco y Huánuco se sembraron 79 mil hectáreas que equivale al 34% del total y la zona sur se cultivaron 53 mil hectáreas en la región: Apurímac, Ayacucho, Cusco y Puno siendo el 23% del área total (Expo café, 2017)

Figura 4.

Área sembrada de cafeto (Coffea arabica L.) en el año 2019 en Perú.

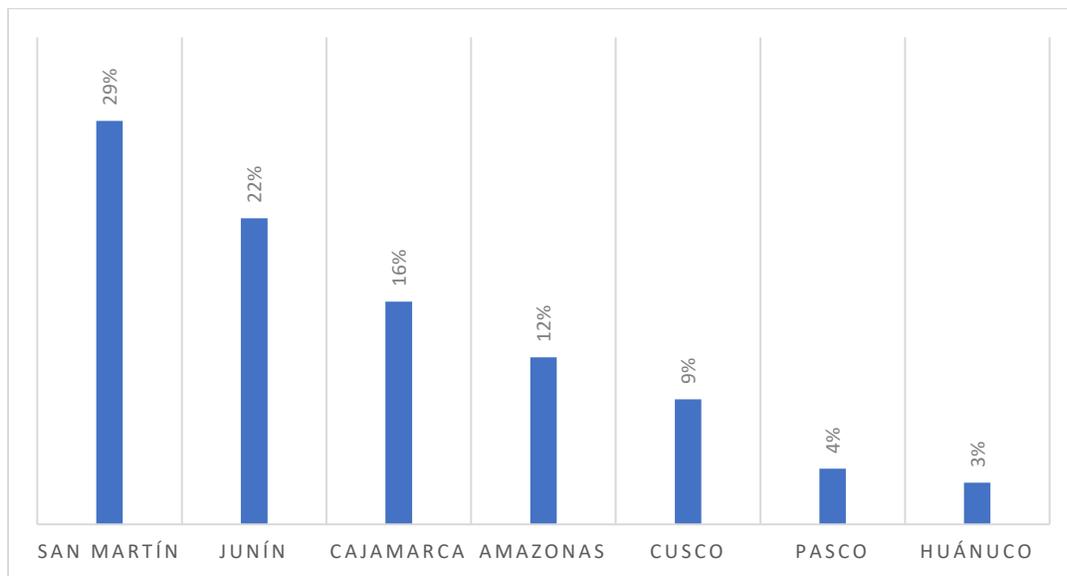


Adaptado de: Expo café, 2017

En la actualidad el Perú consta de 383.973 hectáreas dedicadas al cultivo de café, área que representa el 6 % del sector agrícola nacional, se conoce que las áreas sembradas de cafeto están en 17 regiones, 67 provincias y 339 distritos (Pérez, 2024).

Figura 5.

Principales regiones productoras de cafeto (Coffea arabica L.) en el Perú



Adaptado de: Limo, 2024.

2.2.12. Exportación del Café Peruano

En el diario oficial “El Peruano” de fecha 6 de julio del 2024 indica que en 2022 las exportaciones de café peruano fue de 1,234.6 millones de dólares, superando en 60.6% al 2021.

2.2.13. Principales Enfermedades

2.2.13.1. Ojo de Gallo, causado por *Mycena citricolor*, se presenta en tallos, hojas y frutos tiernos de la planta, el síntoma se observa en forma de manchas pajizas oscuras y con halo oscuro, de acuerdo a la magnitud de la infección en una hoja existen varias perforaciones (AGROBANCO, 2012); principio que se debe al proceso de hipersensibilidad, que ocurre cuando al patógeno le falta condiciones de temperatura o humedad para que las células alrededor del tejido muerto se recuperen de los procesos de infección (Roncal, 2004).

2.2.13.2. Roya Amarilla del Cafeto.

a. Historia e Importancia de la Roya Amarilla. Esta enfermedad es considerada la más destructiva del cafeto y la de mayor importancia económica a nivel mundial, debido a que provoca la caída prematura de hojas, reduciendo la capacidad fotosintética, seguido del debilitamiento paulatino de las plantas; que conducen a la necrosis generalizada (APS, 2011).

H. vatratrix, es el patógeno que mayor daño ocasiona en cafeto desde 1869, en que destruyó los cafetales de Ceilán, posteriormente se presentó en la India, Java, Filipinas, Madagascar y otros países. Se reporta que llegó a América en los años 70; afectando a los cafetales de Brasil, Ecuador, Honduras y Guatemala (1980), México (1981) y Costa Rica (1983) (Romero, 1988).

En Perú, este patógeno se registró en el año 1979, en el departamento de Junín (Scheiber y Zentmyer, 1984). Sin embargo, tuvo su mayor incidencia en el año 2013 ocasionando pérdidas que alcanzaron el 27% de la producción (INEI, 2014). Desde entonces esta enfermedad se ha extendido al valle de Villa Rica en Cerro de Pasco y Quillabamba en Cuzco (Rivillas et al., 2011).

La presencia del patógeno en las plantas, se aprecia en el envés de las hojas, como manchas anaranjadas (Romero, 1988); las primeras infecciones distinguibles a la vista miden de 1 a 3 mm de diámetro (SENASICA, 2017), al inicio son circulares, el tamaño máximo de las infecciones individuales alcanzan 0,5 cm de diámetro; cuando coalescen forman figuras amorfas, con la parte central de color pardo; por el haz, en la zona afectada, se aprecia la pérdida del color verde normal, empalideciéndose hasta adquirir clorosis generalizada de la lámina foliar y la defoliación respectiva (Romero, 1988).

Alrededor del tejido muerto de color marrón se forma un anillo clorótico; indicando el proceso de intoxicación de las células del parénquima foliar (Roncal 2004); aquí se producen nuevas esporas, convirtiéndose en inóculo para las nuevas infecciones. Las lesiones cuando se unen llegan a cubrir toda la hoja (SENASICA, 2017).

Cuando las infecciones alcanzan porcentajes que superan el 50 % del área foliar, ocurre defoliación y necrosis del tejido cortical de ramitas; generando para la próxima campaña disminución de la producción (FAO, 2015).

b. Morfología de la Roya Amarilla. H. vastatrix es considerado como parásito obligado no se propaga en medio de cultivo sintético, vive exclusivamente de fotosintatos de la planta hospedera (Roncal, 2004).

Las Uredosporas en el envés de hojas, tejido cortical y frutos forman su tubo de germinación que provoca el inicio de la infección; en hojas este tubo germinativo primero se establece en la cámara sub estomática, posteriormente se diferencia la hifa y aún alimentada del contenido celular de la espora se abre paso por los espacios intercelulares; agotada la reserva alimenticia de la espora, la hifa se ramifica para formar el haustorio, estructura que rotura la pared celular del hospedero, envagina a la membrana alimentándose del contenido celular a través de ósmosis, proceso que sigue en forma indeterminada hasta procurar la necrosis celular del hospedero y como consecuencia la formación de nuevas uredosporas como masas pulverulentas amarillas, constituyendo cada una de ellas el inóculo potencial para las nuevas infecciones (Roncal, 2004).

Las uredosporas generalmente ocupan un área de 1 a 3 mm (Acosta, 2007); el número de esporas por milímetro cuadrado (1mm^2), está conformado por 1,600 unidades, dependiendo de la nutrición de la planta (Rivillas et al., 2011). Cada uredospora vista al microscopio se distinguen dos áreas, una que se encuentra adosada a la superficie del hospedero que es algo cóncava y lisa, mide de 30 a 40 μm de largo por 20 a 28 μm de ancho y la pared celular de 1 a 1.5 μm de espesor, la parte superior es ovalada y tapizada con equinulaciones puntiagudas que miden de 2 a 4 μm de alto y la base de 1 a 1.5 μm . También se aprecia Teliosporas dispuestas en pequeños pedicelos de forma romboide

Esta especie se caracteriza por no formar cuerpos fructíferos denominados basidiocarpos (Herrera y Ulloa, 2004).

c. Taxonomía de la Roya Amarilla. Reino Fungi, phylum Basidiomycota, clase Basidiomycetes, sub clase Teliomycetidae, orden Uredinales, familia Pucciniaceae, género *Hemileia*, especie *Hemileia vastratix* (Roncal, 2004).

d. Ciclo biológico de la Roya Amarilla. Las royas presentan diferentes ciclos de vida, en algunas se diferencian cinco fases denominadas espermogonio, aecia o ecidio, uredo, telia y promicelio (Roncal 2004); a éstas se los tipifica como royas macrocíclicas (Braz, 2012); con peculiaridades de acuerdo a la especie, las que realizan las dos primeras fases como *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, en hospederos alternos como *Berberis communis*, se conoce como “roya macrocíclica heteroica”, (Roncal 2004) y las royas que realizan su ciclo completo en un mismo se “royas macrocíclicas autoicas”, representadas por *Uromyces lupini* MSRO, roya del chocho

(*Lupinus mutabilis*) (Duran y Roncal, 2017) y *Maravalia rubus morae* MSRO, causante de la roya en zarzamora (*Rubus* sp.) (Coiras y Roncal, 2017).

En la actualidad se conocen 50 razas fisiológicas de *H. vastatrix*; mostrando sus efectos dañinos la Raza II, seguido por la Raza I; en ambos casos el inóculo infectivo son las uredosporas (Hernández, et. al., 2019). En América la que predomina es la raza II la mayoría de las razas se encuentra en Asia específicamente en la India, debido a que utilizaron variedades resistentes a la Roya, por lo que el patógeno se vio obligado a realizar mutaciones para su crecimiento y desarrollo (Virginio y Astorga, 2015).

H. vastatrix, junto a *Maravalia cryptostegiae*; se consideran royas en evolución, debido a que la cariogamia y meiosis, se realiza dentro de la uredospora, además no requiere de hospederos alternos para completar su ciclo (Carvalho et. al., 2011), que naturalmente está conformado por dos fases; la primera constituido por uredosporas dispersas en el ambiente, producto de las infecciones anteriores; a estas esporas también se les conoce como inóculo primario y son las responsables del inicio de la patología; la segunda fase está representada por la secuencia de la patogénesis primaria, formando el inóculo secundario (Vásquez y Maicelo, 2018).

El ciclo biológico de *H. vastatrix* se lleva a cabo, condicionado por la temperatura oscilante de 21 a 25°C y la presencia de lluvias, cuyas salpicaduras, favorecen la dispersión del inóculo (SENASICA, 2019; Avelino et al., 2018), las esporas germinan entre 6 a 8 horas; emitiendo de uno a tres tubos germinativos, que penetran por las estomas del envés. Cuando el tubo germinativo hace contacto con la célula guarda del estoma, se forma el apresorio; inmediatamente se

diferencian las hifas primarias, luego las secundarias, de distribución intercelular en el parénquima foliar, alimentándose del contenido celular del hospedero a través del haustorio (Roncal, 2004; Fernández y Delgado, 2019).

El ciclo del hongo dura 30 días, a los 24 días 75% de tiempo transcurrido se puede observar el síntoma que son pequeñas manchas amarillas en el envés de las hojas, a los 27 días 90 % de tiempo transcurrido se presenta el signo como masas polvorientas de color anaranjado (Virginio y Astorga, 2015).

Después de 30 días de infección, las células del tejido mueren, en esta área las hifas del hongo generan pequeños apéndices donde se diferencian crecen y desarrollan uredosporas (Roncal, 2004); fácilmente desprendidas por el viento y la lluvia; constituyendo de esta manera los nuevos inóculos en los cultivares sanos (Braz, 2012).

e. Epidemiología de la Roya Amarilla. Epidemiológicamente, desde el inicio de la formación del tubo germinativo, hasta su establecimiento en la cámara sub estomática se denomina **periodo de incubación**; posteriormente con la diferenciación de la hifa y la formación del haustorio se denomina **periodo de latencia**; este es el periodo ideal para controlar la enfermedad (Fernández y Delgado, 2019); posteriormente ocurre el proceso de infección, apareciendo el síntoma inconspicuo de clorosis, seguido de la necrosis respectiva denominado **periodo patogénico**; en este periodo se hace visible el signo del hongo, como pulverulencias anaranjadas (Roncal 2004), seguido de la formación de las teliosporas unicelulares, globosas, lisas y pediceladas (Fernández y Delgado, 2019).

La presencia del signo del patógeno es en plena fructificación y cosecha; en fuertes infecciones provoca la muerte prematura de las ramas y la pérdida de frutos (Vásquez y Maicelo, 2018).

f. Diseminación de la Roya Amarilla. Las uredosporas se diseminan a través del viento, presión del golpeteo de lluvia y por medio del hombre en el proceso de las labores culturales (Eslava y Alomía, 2021; García, 2013), para que ocurra la infección el hongo requiere humedad, poca o nula presencia de luz, temperaturas inferiores a 28°C y superiores a 16°C; bajo estas condiciones las esporas germinan, el tubo germinativo por quimiotaxismo se dirigen a los estomas en el envés de las hojas; fenómeno que ocurre preferentemente en la noche y en el día en cafetales cultivados bajo sombra (Pérez, 2015).

g. Fases de ataque de la Roya Amarilla. Fase Lenta o Inicial, comprende el grado 1 de severidad, en las zonas cafetaleras del Perú, esta fase se observa con las primeras precipitaciones y en cafetales de diferente edad. En esta fase, es recomendable el tratamiento químico, con el propósito de minimizar la infección y obtener el producto de calificación orgánica; **Fase Rápida o Explosiva**, está representada por la severidad de la infección categorizada en los grados 2 y 3 de la escala de evaluación; afectando a los cafetos en producción y la **Fase Terminal o Máxima**; esta fase corresponde al grado 4 de severidad, representado por la defoliación, causando la pérdida de la producción de la siguiente campaña (INIA, 2013).

h. Manejo Integrado de la Roya Amarilla. Para organizar y realizar las prácticas de “Manejo integrado”, para controlar la Roya Amarilla; es menester evaluar crecimiento y desarrollo de las plantas, conociendo si es variedad que requiere sombra permanente o no; como también la renovación (OIRSA, 2017).

El paquete de prácticas agronómicas de manejo integrado, se sintetiza en: variedad, destacando las provenientes de los Catimores, como el híbrido Timor (Silva, et al., 2006), densidad de siembra (menos de 10 000 plantas por hectárea), fertilización balanceada, deshierbo, poda, regulación de sombra, estimulación del incremento de área foliar a través de fitohormonas, control biológico en base a *Lecanicillium lecanii* R. Zare & Gams (Guharay, et.al., 2000) y aplicaciones de triazoles en forma preventiva (Rivillas, et al., 2011).

i. Incidencia y Severidad de la Roya Amarilla.

Incidencia, corresponde al porcentaje de plantas u órganos afectados por la enfermedad, cuyas evaluaciones se toman en diferentes áreas del total de la plantación (Cenicafé, 2018); es suficiente observar el signo del hongo como mancha foliar para decir que la planta está enferma (Roncal 2004); para mayor precisión se evalúa cada planta, determinando presencia o ausencia de enfermedad. Esta es la variable de mayor uso y aplicación para estudiar la velocidad de avance de la enfermedad (Cenicafé, 2018).

Las evaluaciones se realizan en puntos estratégicos; en extensiones uniformes se eligen las esquinas y el centro y en otros se sigue el muestreo en zigzag (Roncal, 2004).

Severidad, es el porcentaje de daño de los órganos de la parte aérea de la planta (Cenicafé, 2018).

Para evaluar severidad de la Roya Amarilla, se han desarrollado diferentes escalas que a continuación se muestran (SAGARPA, 2013).

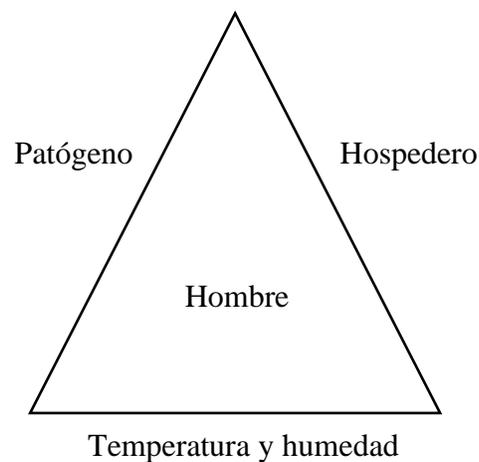
Escala de evaluación A

- Grado 0**..... Planta sana
- Grado 1**..... Roya en 3 % del área foliar
- Grado 2**..... Roya en 10 % del área foliar
- Grado 3**Roya en 30 % del área foliar
- Grado 4**Roya en 60 % del área foliar
- Grado 5**Defoliación

Escala de evaluación B

- Grado 0**.....Hoja sana
- Grado 1**.....Hoja con 1-5 % de área afectada
- Grado 2**.....Hoja con 6-20 % de área afectada
- Grado 3**.....Hoja con 21-50 % de área afectada
- Grado 4**.....Hoja con + 50 % de área afectada

j. Factores que determinan la Incidencia y Severidad de la Roya Amarilla. Los factores que determinan la presencia y severidad del ataque de la roya amarilla del café son del hospedero (resistencia, fisiología, morfología y arquitectura), del patógeno (virulencia, agresividad y biología), del ambiente (clima, suelo, topografía y enemigos naturales) y el manejo del productor (Gurdián, 2010). A esto se suma las interacciones de los factores individuales, que son determinantes, como lo recuerda la representación simbólica de la enfermedad. Para Avelino et al. (2006), el desarrollo de la roya del café está vinculado a tres conjuntos de factores: el medio ambiente, el crecimiento y desarrollo de las plantas y las prácticas agronómicas de manejo de la finca de café.



k. Efecto Económico y Social por la Roya Amarilla del Cafeto en el Perú.

Considerando que el conocimiento tecnológico por parte de los productores de café es mínimo, se puede esperar que las pérdidas de producción en el Perú sean significativas. En el Perú Se estima que la roya puede causar pérdidas de aproximadamente el 60% de la cosecha, que representan 1000 millones de soles, por lo tanto, las estrategias de manejo integrado son necesarias, especialmente si las condiciones de temperatura y precipitación son las óptimas para la sobrevivencia del hongo (Vásquez & Maicelo, 2019).

En el Perú la producción de café de exportación mundial fue favorable económicamente en la campaña 2017, disminuyendo considerablemente en la campaña 2018, como consecuencia de la Roya Amarilla, recuperándose el año siguiente debido a que condiciones climáticas favorables para el cultivo; en la campaña comprendida entre 2020 y 2021 las exportaciones del cafeto no fueron favorables económicamente, debido a la presencia de *H. vastarix* en las zonas cafetaleras del Perú. Ante estos problemas se ha determinado que el uso de variedades resistentes y las prácticas de manejo integrado contribuirán favorablemente en la exportación de este producto (Marcelo y Villena, 2023).

2.3. Definición de términos básicos

Apresorio. Estructura de anclaje y penetración de los hongos parásitos (Márquez, et. al. 2021).

Clorosis. Pérdida del color verde de las hojas, tallos y otros órganos jóvenes, que por naturaleza poseen las plantas (Márquez, et. al. 2021).

Defoliación. Pérdida de hojas de una planta (Márquez, et. al. 2021).

Esporulación. Tipo de reproducción asexual de los hongos, formación de esporas como endosporas (Avelinasetas, 2015).

Estoma. Abertura en la epidermis de las hojas y tallos de las plantas que permite el intercambio de gases entre la planta y el medio ambiente (Avelinasetas, 2015).

Hongo. Organismo eucariota que se produce por medio de esporas y que se alimenta de materia orgánica (Márquez, et. al. 2021).

Hospedero. Organismo que alberga a otro organismo y le proporciona alimento y refugio, desarrollando la enfermedad (Márquez, et. al. 2021).

Incidencia. Número de plantas infectadas debido a la presencia de una enfermedad en una determinada área (Márquez, et. al. 2021).

Inóculo. Cantidad de microorganismos necesarios para iniciar una infección (Márquez, et. al. 2021).

Lesiones. Es el daño que se hace visible en una planta a causa de una enfermedad (Márquez, et. al. 2021).

Macrocíclica. Ciclo de vida de los hongos (Avelinosetas, 2015).

Necrosis. Muerte del tejido vegetal (Márquez, et. al. 2021).

Patógeno. Agente infeccioso que causa enfermedades (Márquez, et. al. 2021).

Roya. Fitoenfermedad producida por un hongo, se caracteriza por la aparición de manchas pulverulentas de color amarillo o naranja, en hojas, tallos y frutos (Márquez, et. al. 2021)

Signo. Manifestación visible del patógeno en la planta, sea como estructura vegetal, reproductiva o de conservación (Márquez, et. al. 2021).

Síntoma. Manifestación del proceso de la enfermedad en la planta, puede ser detectada por cualquiera de los cinco sentidos (Márquez, et. al. 2021).

Severidad. Grado de daño causado por una enfermedad (Márquez, et. al. 2021).

Telia. Estructura que produce y libera teliosporas (Márquez, et. al. 2021).

Teliospora. Esporas producidas por telias (Avelinosetas, 2015).

Uredia. Estructura que produce y libera uredosporas (Márquez, et. al. 2021).

Uredospora. Esporas producidas por las uredias (Avelinosetas, 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en parcelas de cafeto, ubicado en el centro poblado Limache, distrito Chadín, provincia Chota, región Cajamarca, a 1800 msnm, entre las coordenadas $6^{\circ} 28' 19''$ S y $78^{\circ} 25' 08''$ O. Y en el laboratorio de Fitopatología de Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado entre las coordenadas $7^{\circ} 10' 48''$ S y $78^{\circ} 29' 44''$ O, a 2700 msnm.

Figura 6.

Mapa de ubicación del distrito de Chadín – Chota – Cajamarca.

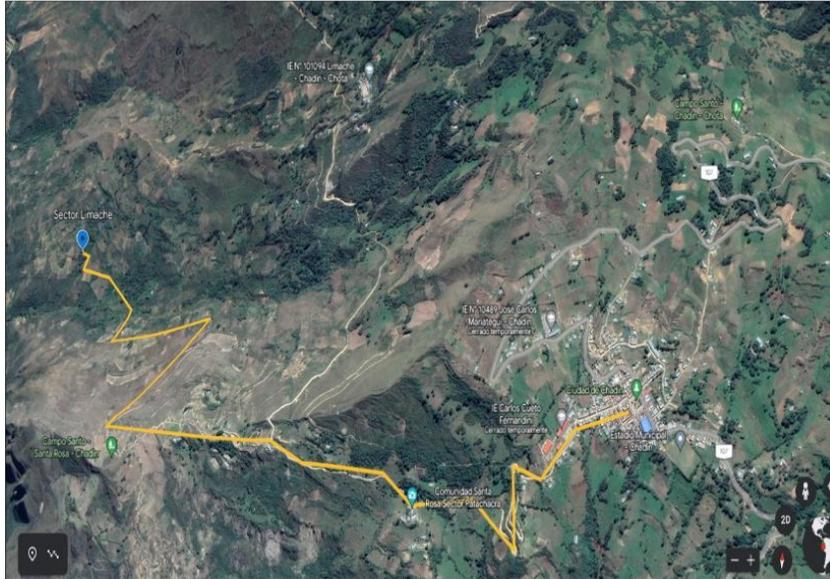


Nota: Adaptado de Instituto Nacional de Estadística e informática

<https://ameritovallejossen.wixsite.com/chadín-avanza>.

Figura 7.

Ubicación de las parcelas experimentales de cafeto, Centro Poblado Limache – Chadín – Chota – Cajamarca.



3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico. Plantas adultas y jóvenes de cafeto (*Coffea arabica* L), afectadas por Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.).

3.2.2. Material de campo. Bolsas de polietileno, rafia, etiquetas, guantes quirúrgicos, cámara fotográfica, libreta de apuntes, lapiceros, lápiz, borrador y tajador.

3.2.3. Material de laboratorio. Microscopio, estereoscopio, láminas porta y cubre objetos, estiletes, pinzas, cámara fotográfica, papel, lapicero, franela, algodón.

3.3. Metodología

3.3.1. Tratamientos en estudio

T1: Evaluación de roya en plantas de 10 años de edad

T2: Evaluación de roya en plantas de 06 años de edad

T3: Evaluación de roya en plantas de 04 años de edad

T4: Evaluación de roya en plantas de 01 años de edad

3.3.2. Croquis o diseño para la recolección de datos.

	Café de 10 años	Café de 6 años	Café de 4 años	Café de 1 año
Observación 1	T1	T2	T3	T4
Observación 2	T1	T2	T3	T4
Observación 3	T1	T2	T3	T4

Unidad experimental

Largo: 10 m

Ancho: 10 m

Área: 100 m²

Número de plantas: 100

3.3.3. Trabajo de campo

Ubicación de parcelas. En el distrito Chadín – Centro Poblado Limache – Chota, se ubicaron cuatro parcelas considerando los tratamientos en estudio.

En cada unidad experimental se tomaron cinco (05) puntos; cuatro (04) en los bordes de la parcela y un punto central; en cada punto se escogieron al azar cinco (05) plantas, haciendo un total de 25 plantas por unidad experimental

Evaluación de Incidencia.

Para evaluar Incidencia de Roya Amarilla, se tomó en cuenta la presencia de signo en forma de pulverulencia naranja, causando necrosis del órgano aéreo afectado. Esta característica nos permitió diferenciar planta sana de planta enferma.

El porcentaje de incidencia se evaluó haciendo uso de la fórmula matemática, siguiente.

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \times 100$$

Evaluación de severidad.

Para evaluar el porcentaje de Severidad de Roya Amarilla, se tuvo en cuenta la “Escala de evaluación siguiente”

Tabla 1.

Escala de evaluación de Severidad de Roya Amarilla (Hemileia vastatrix Berk. & Br.) en cafeto (Coffea arabica L.).

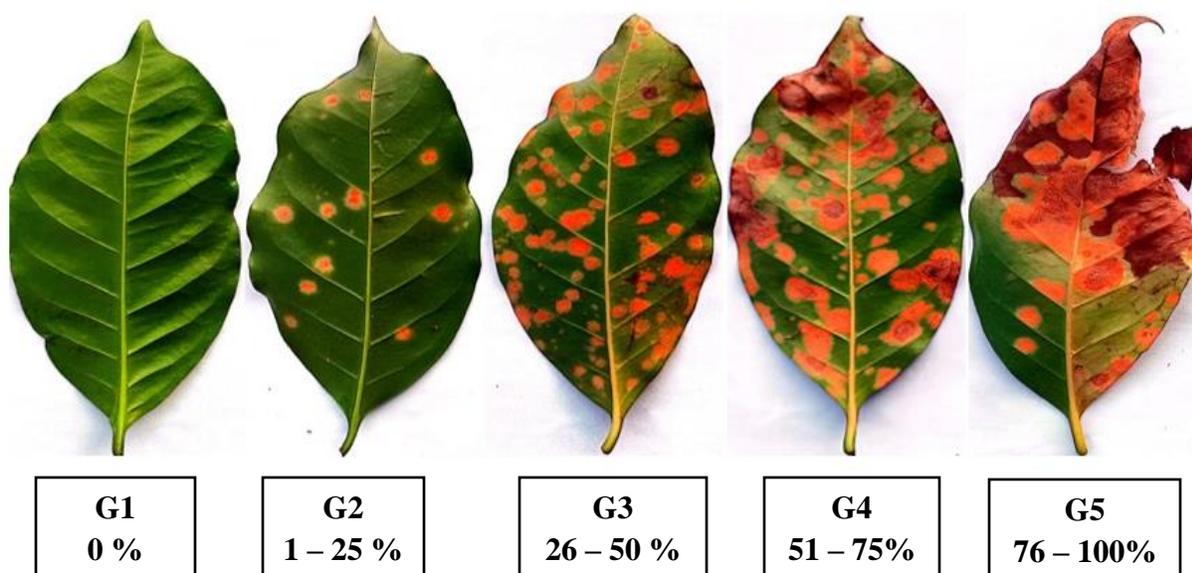
GRADOS	FRECUENCIA DE INFECCION (%)	% DE MAYOR INFECCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	0	0	Plantas aparentemente sanas.
2	1 - 25	25	Brotos de infección en hojas ligeramente perceptibles.
3	26 - 50	50	Presencia del signo del hongo, como masas pulverulentas de color naranja, en hojas
4	51 - 75	75	Signo como masas pulverulentas en hojas, tejido cortical de ramas y frutos.
5	76 - 100	100	Defoliación de la planta.

- El porcentaje de severidad se determinó, haciendo uso de la fórmula matemática siguiente.

$$\% \text{ Severidad} = \frac{\sum (\text{Plantas enfermas}) (\% \text{ de Grado mayor})}{\text{Número total de plantas evaluadas}}$$

Figura 8.

Escala de evaluación para severidad de Roya Amarilla (Hemileia vastatrix Berk. & Br.) en hojas de cafeto (Coffea arabica L.).



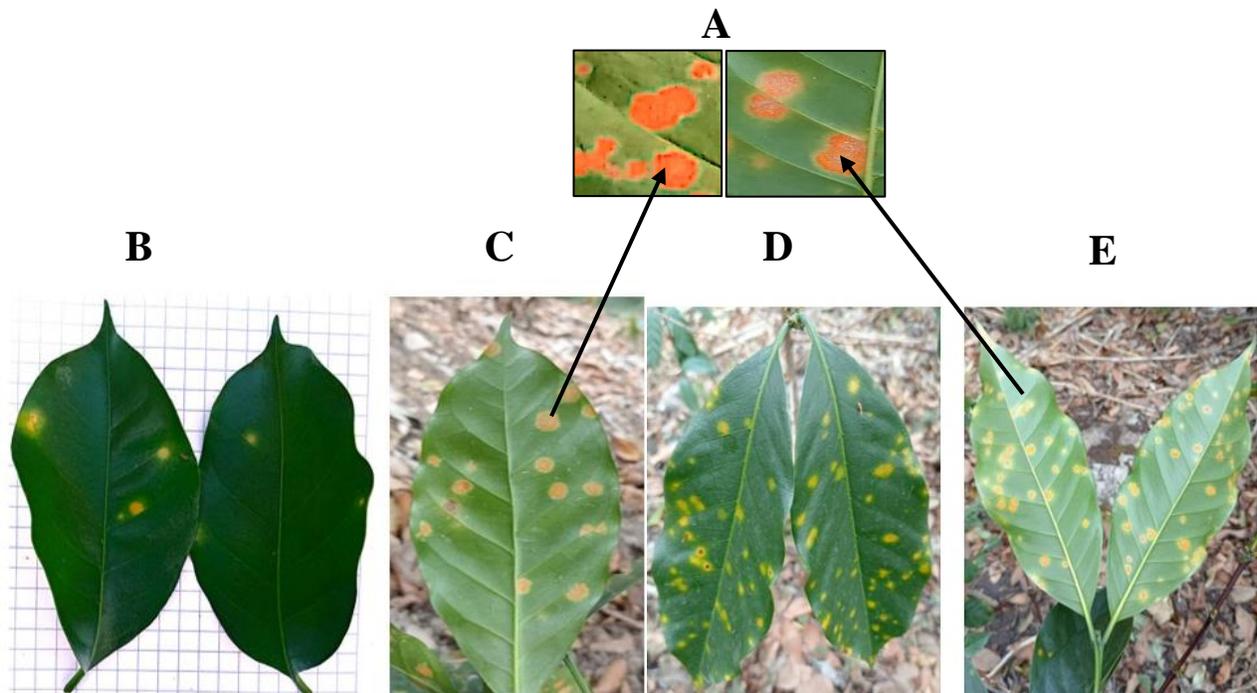
3.3.4. Trabajo de laboratorio

En campo se colectaron órganos de cafeto que mostraron el signo del hongo, como masas pulverulentas de color naranja, las uredosporas se observaron a través del microscopio; determinando que poseen dos áreas definidas; la pared celular superior de las esporas presenta equinulaciones y la parte anverso se muestra lizo y algo cóncavo. Las teliosporas son escasamente visibles, se diferencian de las uredosporas por presentar un pedicelo.

3.3.5. Trabajo de gabinete. Revisión de literatura científica, referente a la Roya Amarilla del cafeto.

Figura 9.

Síntoma y signo de Roya Amarilla (Hemileia vastatrix Berk. & Br). en hojas de Cafeto (Coffea arabica L.)



En las figuras B y D se observa el síntoma de la fitoenfermedad en el haz de las hojas de cafeto, mientras en las figuras C y E se observa el signo conformado por Uredosporas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Incidencia y Severidad de Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) en plantas de Cafeto (*Coffea arabica* L.)

Los datos obtenidos de incidencia y severidad de Roya Amarilla e cafeto se muestran en la Tabla 2 y Figuras 10 y 11.

Tabla 2.

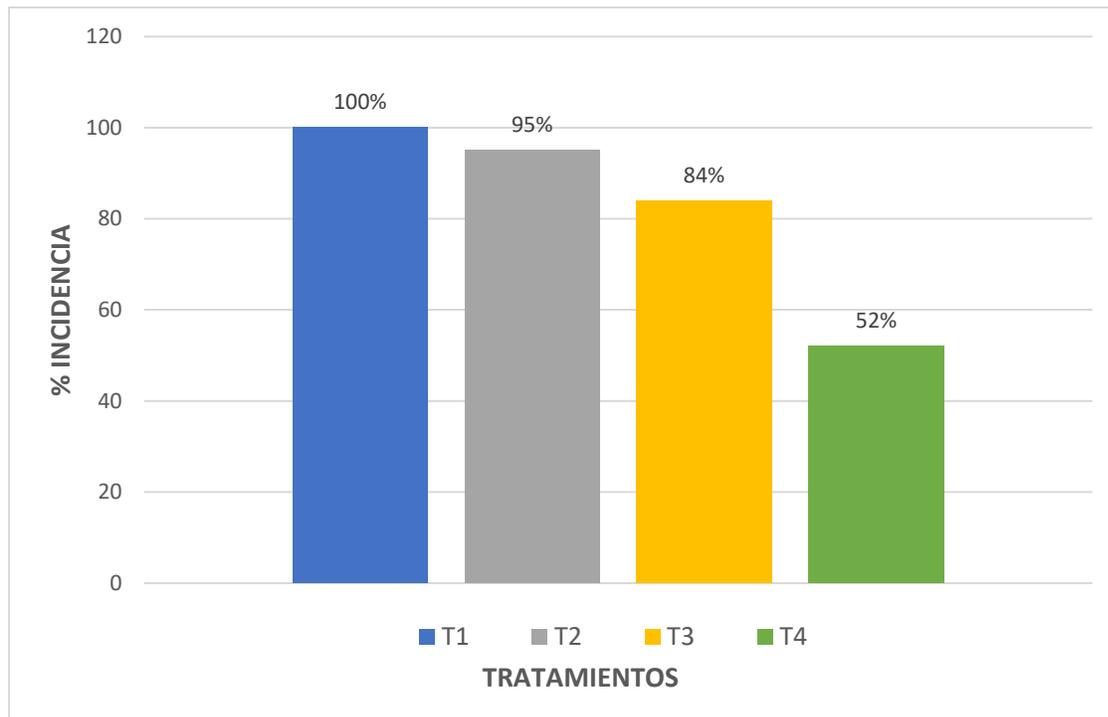
*Incidencia y severidad de Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) promedio por parcela de Cafeto (*Coffea arabica* L.)*

TRATAMIENTOS	INCIDENCIA %	SEVERIDAD %	GRADO
1	100	37.11	3
2	95	35.11	3
3	84	34.02	3
4	52	5.65	2

Nota: La tabla 2 nos indica los promedios de las evaluaciones de incidencia y severidad de roya amarilla en plantas de cafeto, destacando el tratamiento 1 (10 años) con mayor susceptibilidad a la fitoenfermedad, en comparación al tratamiento 1 (1 año) que se muestra menos susceptible.

Figura 10.

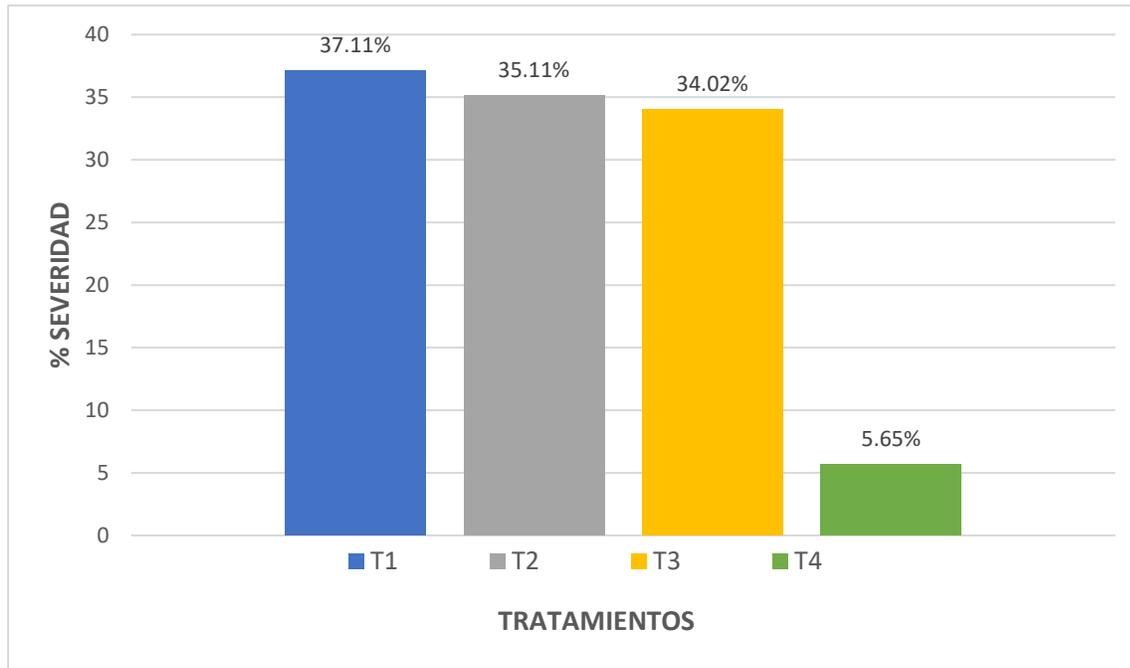
Porcentaje de Incidencia de Roya Amarilla (Hemileia vastatrix Berk. & Br.) promedio por tratamiento en plantas de cafeto (Coffea arabica L.)



En la figura 10, tenemos los promedios de los porcentajes evaluados para incidencia de roya amarilla, los cuales indican que numéricamente existe diferencias entre sí, señala claramente que los tratamientos de mayor edad (10, 06 y 04 años) son los que alcanzaron mayor porcentaje de incidencia, mientras que el tratamiento de 01 año tiene menor porcentaje de incidencia, por lo tanto, nos indica que a mayor edad mayor porcentaje de incidencia en las plantas.

Figura 11.

Porcentaje de severidad de Roya Amarilla (Hemileia vastatrix Berk. & Br.) promedio por tratamiento en plantas de cafeto (Coffea arabica L.)



En la figura 10, tenemos los promedios de los porcentajes evaluados para severidad de roya amarilla, los cuales nos indican que numéricamente existe diferencias entre sí, señala claramente que los tratamientos de mayor edad (10, 06 y 04 años) son los que alcanzan mayor porcentaje de severidad, mientras que el tratamiento de 01 año tiene menor porcentaje, por lo tanto, nos indica que a medida que aumenta la edad del cultivo aumenta el porcentaje de severidad. De acuerdo a la escala de evaluación para severidad utilizada, el porcentaje de severidad no supera el 50 %, esto quiere decir que el porcentaje de severidad se encuentra de grado 1 a grado 3.

4.2. Prueba de T de Student

4.2.1. Porcentaje de Incidencia de Roya Amarilla por observación de los cuatro (04)

tratamientos (Edades del cultivo de café).

Tabla 3.

Porcentaje de Incidencia de Roya Amarilla por observación de los cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café) (Datos transformados con $Y = \arcsen(\sqrt{X})$, X: porcentaje).

Observación	Tratamientos	Incidencia (%)
1	T1	90.00
1	T2	78.46
1	T3	63.43
1	T4	50.77
2	T1	90.00
2	T2	90.00
2	T3	66.42
2	T4	43.85
3	T1	90.00
3	T2	69.73
3	T3	69.73
3	T4	43.85

Tabla 4.

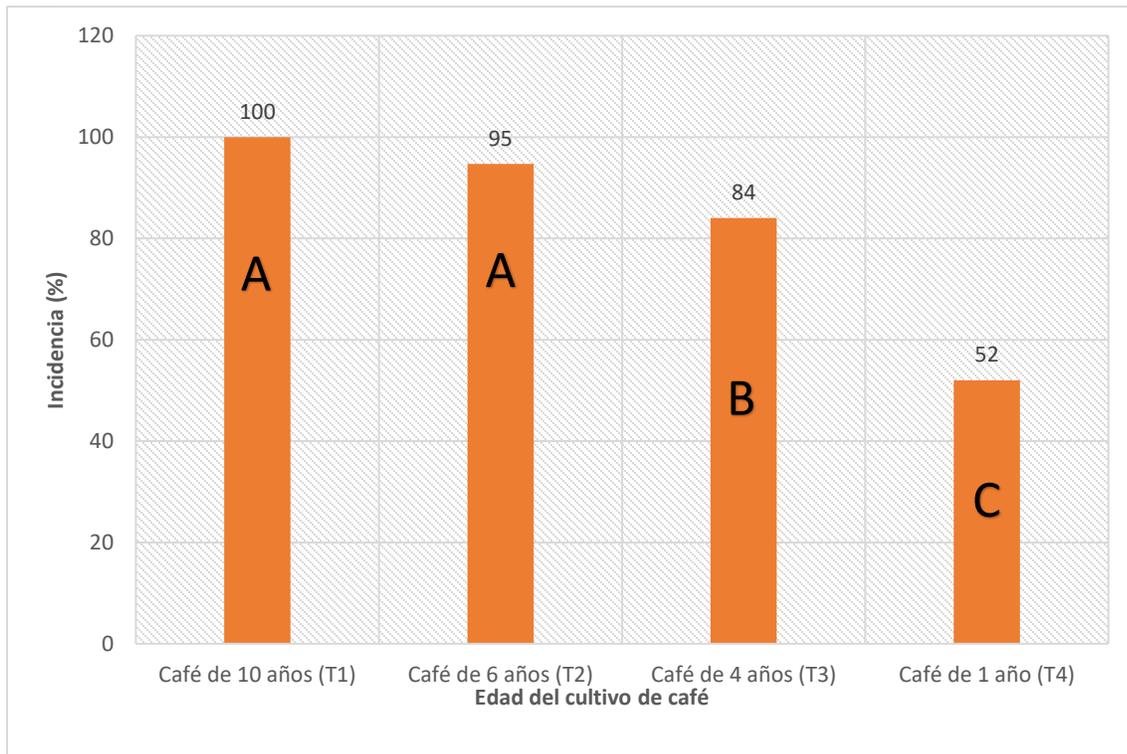
Prueba de T de Student, para Incidencia de Roya Amarilla de cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).

Edad del cultivo de Café (Tratamientos)	% de incidencia en plantas	T de Student
Café de 10 años (T1)	100	A
Café de 6 años (T2)	95	A
Café de 4 años (T3)	84	B
Café de 1 año (T4)	52	C

Las letras A, B y C indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (edad del cultivo de café), según la prueba de T de Student.

Figura 12.

Porcentaje de Incidencia de Roya Amarilla respecto a la edad del cultivo de café (Coffea arabica L.)



Al realizar la prueba de T de Student para (Tabla 4 y Figura 12), la Incidencia de roya en plantas de café (*Coffea arabica* L.), se observa que se han formado tres grupos (A, B y C), que son estadísticamente diferentes entre sí. El primer grupo “A”, conformado por los tratamientos T1 (Café de 10 años) y T2 (Café de 6 años), los cuales presentan una incidencia de 100 % y 95 %, respectivamente, siendo estos resultados estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos. El segundo grupo “B”, conformado por el tratamiento T3 (Café de 4 años), el cual

presenta una incidencia de 84 %. El tercer grupo “C”, conformado por el tratamiento T4 (Café de 1 año), el cual presenta una incidencia de 52 %, siendo este valor estadísticamente inferior al resto de tratamientos.

Estos resultados indican que, existe una relación directa entre la edad del cafeto y la incidencia de roya, es decir a mayor edad, mayor incidencia, y a menor edad menor incidencia. Además, se puede inferir que los cafetos más antiguos presentan una mayor susceptibilidad a la fitoenfermedad, mientras que los más jóvenes muestran menor susceptibilidad; esto puede deberse a que, los cafetales más viejos suelen tener mayor carga foliar y microclimas más húmedos, favoreciendo el desarrollo del hongo.

El coeficiente de variación ($CV = 6.09 \%$), indica que la variabilidad de los resultados del parámetro evaluado (incidencia), de cada tratamiento (edad del cultivo de café), es adecuada. Esta variabilidad posiblemente se atribuya a la influencia de diferentes factores como, temperatura, humedad, velocidad del viento, etc. que pudieron afectar los resultados del porcentaje de severidad de roya de cada tratamiento (Edad del cultivo de café).

4.2.2. Porcentaje de Severidad de Roya Amarilla por observación de los cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).

Tabla 5.

Porcentaje de Severidad de Roya Amarilla por observación de los cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café) (Datos transformados con $Y = \arcsen(\sqrt{X})$, X: porcentaje).

Observación	Tratamientos	Severidad (%)
1	T1	37.82
1	T2	36.18
1	T3	35.30
1	T4	15.70
2	T1	37.23
2	T2	38.57
2	T3	36.35
2	T4	15.93
3	T1	37.54
3	T2	35.43
3	T3	35.38
3	T4	8.33

Tabla 6.

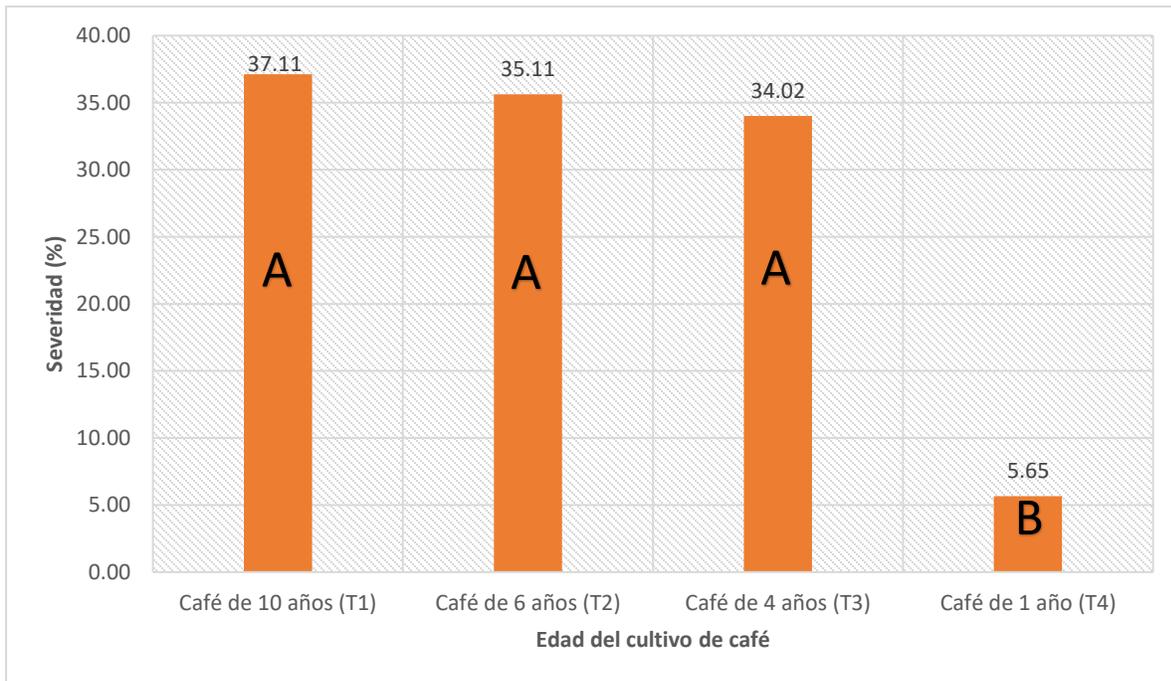
Prueba de T de Student, para Severidad de Roya Amarilla de cuatro (04) tratamientos (Edades del cultivo de café).

Edad del cultivo de Café (Tratamientos)	Severidad en plantas de café (%)	T de Student
Café de 10 años (T1)	37.11	A
Café de 6 años (T2)	35.11	A
Café de 4 años (T3)	34.02	A
Café de 1 año (T4)	5.65	B

Las letras A y B, indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (edad del cultivo

Figura 13.

Porcentaje de Severidad de Roya Amarilla respecto a la edad del cultivo de café (Coffea arabica L)



Al realizar la prueba de T de Student para (Tabla 6 y Figura 13), la severidad de Roya en hojas de cafeto, se observa que se han formado dos grupos (A y B), que son estadísticamente diferentes entre sí. El primer grupo “A”, conformado por los tratamientos T1 (Café de 10 años), T2 (Café de 06 años) y T3 (Café de 04 años), los cuales presentan una de severidad de 37.11 %, 35.11 % y 34.02 % respectivamente, siendo estos resultados estadísticamente iguales y superiores al tratamiento restante; el segundo grupo “B”, conformado por un solo tratamiento, el T4 (Café de

01 años), el cual presenta una severidad de 5.65 %, lo que indica que sí difiere significativamente de T1, T2 y T3, siendo estadísticamente diferente de todos los demás tratamientos.

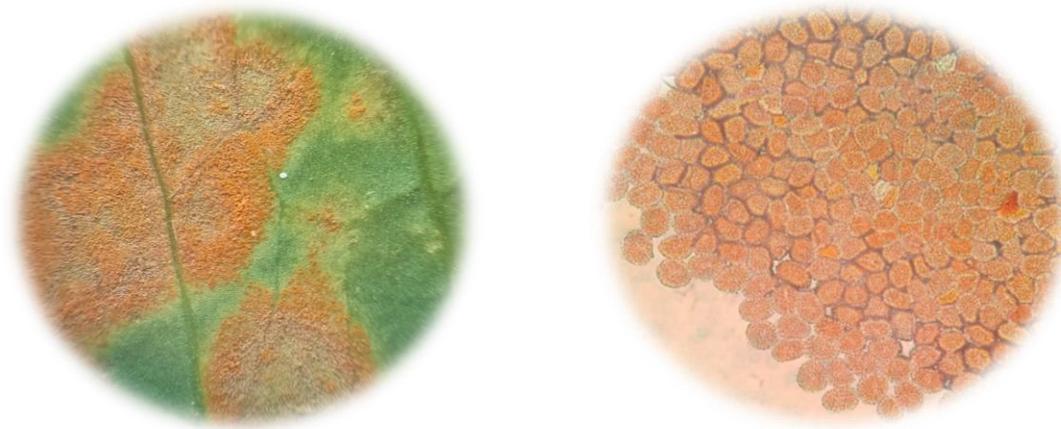
Además, esto revela que a medida que el cafeto envejece, la severidad de la roya tiende a aumentar; mientras que los cafetales jóvenes (01 año) presentan menor severidad de roya, posiblemente debido a mejores condiciones de ventilación.

El coeficiente de variación (**CV = 7.59 %**), indica que la variabilidad de los resultados del parámetro evaluado (severidad), de cada tratamiento (edad del cultivo de café), es adecuada. Esta variabilidad posiblemente se atribuya a la influencia de factores como, temperatura, humedad, velocidad del viento, etc. que pudieron afectar los resultados de severidad de roya de cada tratamiento (Edad del cultivo de café).

4.3. Resultados de laboratorio

Figura 14.

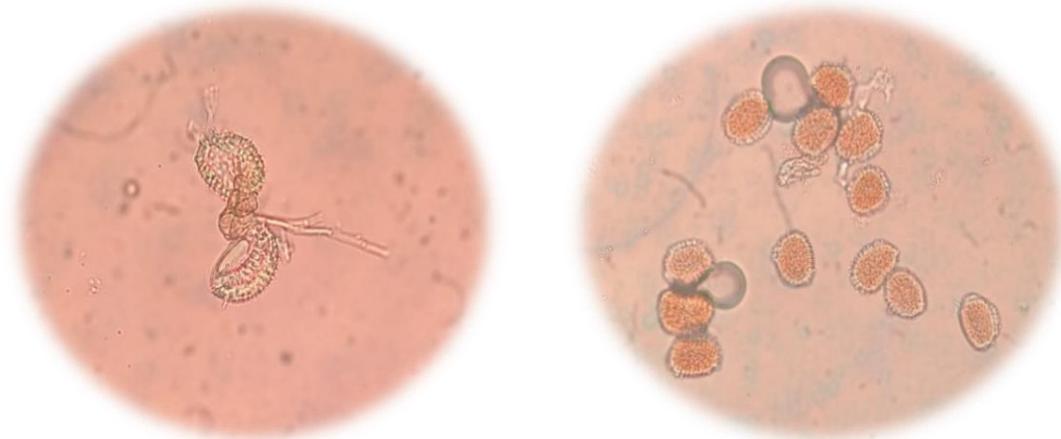
Masas de Uredosporas de Roya Amarilla en Cafeto (Coffea arabica L.)



Nota: Figuras vistas al estereoscopio y microscopio.

Figura 15.

Uredosporas individuales de Roya Amarilla en Cafeto (Coffea arabica L.)



Nota: se observa uredosporas en germinación y uredosporas en forma individual dejando notar dos zonas características, una que presenta equinulaciones y la otra de forma cóncava y lisa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los cafetales de uno (01) a diez años (10) de edad, del distrito de Chadín – Chota – Cajamarca, muestran susceptibilidad a la “Roya Amarilla” (*Hemileia vastatrix* Berk & Br). Evaluándose 100% de incidencia en plantas de diez años (10) de edad; 95% en plantas de seis años (06); 84% en plantas de cuatro años (04) y 52% en plantas de un año (01).

Las plantas de mayor edad, mostraron mayor porcentaje de severidad; determinándose que, en plantas de diez años (10) de edad, la severidad fue de 37.11%; en plantas de seis años (06) fue 35.11%; en plantas de cuatro años (04) fue 34.02% y en plantas de un año (01) la severidad alcanzó 5.65%.

5.2. Recomendaciones

Como la severidad no supera el 40%, en los periodos de meses no lluviosos se recomienda, realizar poda de limpieza y aplicación de caldo bordales, como tratamiento preventivo contra *Hemileia vastatrix*.

En las plantas jóvenes de cafeto, es recomendable fortalecer acciones preventivas, ya que aún se encuentran en un estado de menor vulnerabilidad.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R. (2007). Apuntes del curso de Hongos fitopatógenos. Maestría en Protección Vegetal. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México D.F.
- AGROBANCO. (2007). Cultivo del Café. Informe del Área de Desarrollo.
- AGROBANCO. (2012). “MANJEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN CAFÉ”. Guía técnica. Jaén – Cajamarca. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-i-cafe.pdf>. Pág. 32.
- Alvarado, F. (2015). Propuestas tecnológicas para el control integrado y estratégico en la recuperación de cafetales afectados por la Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en la provincia de Satipo. Tesis – Ing. Agrónomo. La merced – Perú. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/460>. Pág. 203. Pdf.
- Avelino, J., et. al. (2018). Multiple Disease System in Coffee: From Crop Loss Assessment to Sustainable Management. *Annual Review of Phytopathology*, 56, 611 - 35.
- Braz, A. (2012). Caracterização cariológica do fungo *Hemileia vastatrix* responsável pela ferrugem alaranjada do cafeeiro. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Portugal.
- Bucardo P. C. y M. S. Díaz. (2015). Impacto Económico de la Roya (*Hemileia vastatrix*) del Café (*Coffea arabica*) en Nicaragua en los ciclos comprendido entre el (2008/2009 – 2012/2013). Trabajo para optar al título de licenciado en Agronegocios. Facultad de Desarrollo Rural. Universidad Nacional Agraria – Managua – Nicaragua. Cafés especiales del Perú conquistan el mundo. (01 de julio del 2024). Diario Oficial del Bicentenario EL PERUANO. <https://www.elperuano.pe/noticia/228275-cafes-especiales-del-peru-conquistan-el-mundo>. Centre for Agricultural Bioscience International (CABI), 20--. Reino Unido

- Campos, O. (2021). “Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades – MIPE- Plantas saludables, más resistentes y productivas”. Congreso virtual de la Caficultura. Guatemala.https://www.anacafe.org/uploads/file/9ca51328e6734c6b8e0d88f604266591/09_Manejo_integrado_de_plagas.pdf.
- Canet Brenes, G., et al. (2016). La Situación y Tendencia de la producción de Café en América Latina y el Caribe. IICA. Centro de Investigación y asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco (CIATE). Costa Rica. 126 Pag. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/2792.pdf>.
- Cárdenas, J., Rodrigo, O. y E. Orozco s/f. Roya del cafeto. Gerencia Técnica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Investigación y Desarrollo Arysta Life Science – Colombia y Universidad San Carlos de Guatemala.
- Carvalho, C., et. al., (2011). Cryptosexuality and the genetic diversity paradox in coffee rust, *Hemileia vastatrix*. PLoS ONE. US:University of Minnesota. 6 (11): e268387.
- CENICAFE. (2014). La fenología del café, una herramienta para ayudar a la toma de decisiones. <https://cenicafe.org/es/publications/avt0441.pdf>.
- CENICAFE. (2018). Diagrama de área estándar para la estimación visual de severidad de roya del cafeto. Gerencia Técnica. Programación de la investigación científica Fondo nacional del café. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4244/1/avt0498>. Pag. 8. Pdf.
- Cerna, E., et. al., (2019). Evaluación de extractos vegetales sobre incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en cultivo de café. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 6(18), 557-563. Epub 20 de febrero de 2020.<https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2182pdf>.

- Chamba Quiñones, E. G. (2018). Efecto de cuatro niveles de sombra en el desarrollo vegetativo del caféto (*Coffea arabica* L.) en sistemas agroforestales de la Hacienda Cristal del Cantón de Loja. Tesis – Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21121/1/Estefania%20Gabriela%20Chamba%20Qui%C3%B1onez.pdf>.
- Coiras, R. y Roncal, M. (2017). Ciclo biológico de *Maravalia rubusmora* MSRO, en zarzamora (*Rubus* sp.). XXV Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología. XIX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. LVII APS Caribbean División Meeting. Universidad de Concepción – Chile.
- Cuenca Cabrera E. A. (2020). Fenología del caféto (*Coffea arabica* L.) en tres sitios de producción cafetalera de Malacatos, Chaguarpamba y Zapotepamba de la provincia de Loja. Tesis – Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23702/1/Cuenca%20Cabrera%20Edith%20Alexandra.pdf>.
- Document, K., et. al., (2022). Calidad organoléptica del café bajo el efecto de la Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix*) en Alto Shamboyacu – Lamas. Agrotecnológica Amazónica. 2(I): E260; ene-jun, 2022. Pag. 9. <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.260>.
- Duran, F. y Roncal M. (2017). Ciclo biológico y patogénesis de *Uromyces lupini* MSRO, en chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.)
- Eslava, C. & Alomía, J. (2021). Efecto de *Bacillus subtilis*, *Lecanicillium lecanii* y *Trichoderma* spp., en control de *Hemileia vastatrix* en *Coffea arabica* en Pangoa. Tesis Ing. Agrónomo. Satipo, Perú. Universidad Nacional Del Centro Del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7648>. Pag. 88. Pdf.

- Estrada, D. (2019). Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Café. Curso Especial de Titulación Ing. en Desarrollo Sustentable. Chiapas – México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. [https://repositorio.unicach.mx > bitstream > handle](https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/42). Pag. 42. Pdf.
- Fernández, J. & Delgado, M. (2019). Periodo de Incubación de La Roya Amarilla del Café (*Hemileia vastatrix* Berk. et Broome (1869), Obtención, Identificación Y Cinética de Bacterias Endófitas en *Coffea arabica* cv. Typica (Linnaeus, 1737) De La Convención – Cusco. 2017-2018. Tesis biólogo. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <https://repositorio.unsa.edu.pe>. Pag. 111. Pdf.
- Gamarra, D., et. al. (2015). Caracterización y manejo integrado de la Roya Amarilla del café en Selva Central del Perú. Convicciones. Pag. 12. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4017/Estrada%20Carhual Inqui%20Hebert.pdf](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4017/Estrada%20Carhual%20Inqui%20Hebert.pdf).
- García, D. (2013). Incidencia y Severidad de La Roya del Café (*Hemileia vastatrix*) y Evaluación de Alternativas Químicas para su control; Finca El Platanar, Chimaltenango Sistematización de Práctica Profesional. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar. Escuintla, Guatemala. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/17/Garcia-Deyvid.pdf>. Pag.61. Pdf.
- Gómez, E. (2019). Identificación de Nemátodos Fitoparásitos Asociados al cultivo de Café (*Coffea arabica* L.) en la provincia de Loja. Tesis – Ing. Agrónomo. Loja – Ecuador. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22387/1/Erika%20Tatiana%20Gomez%20Guayllas.pdf> Pág. 82. Pdf.

- Hernández, M., et. al. (2019). Evaluación In Vitro De *Metarhiziumanisopliae* como control biológico sobre *Hemileia Vastatrix* agente causal de la Roya del Café. Tesis Lic. Químico-farmacológico. Puebla, México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/14731>. Pag. 68. Pdf.
- Herrera T. & Ulloa M. (2004). El reino de los hongos. Fondo de cultura económica. Primera reimpresión 2004. México, D.F.
- Huamán, 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>.
- INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2014). Compendio estadístico del Perú. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf.
- INIA, Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2013). Manejo Integrado de la Roya Amarilla del Cafeto en el Perú. Plan Nacional de Acción de Reducción de Incidencia y Severidad de la Roya Amarilla del Cafeto en el Perú. MIDRAGI. Manual Técnico. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/757>. Lima – Perú. Pag. 51. Pdf.
- JNC, Junta Nacional del Café. (2020). Agronoticias, La Ruta del Café Peruano. <https://juntadelcafe.org. > el-café-de-peru>. Revista fórumcafé N° 82.pdf.
- Julca, A., et. al. (2013). Una revisión sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Instituto Regional de Desarrollo de la Selva. <https://www.researchgate.net/profile/RicardoBorjas/publication/325382050>. Pag. 45 pdf.

- Julca, A., et. al. (2019). Relación entre la incidencia y la severidad de la Roya del Café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en San Ramón – Chanchamayo – Perú. Dialnet. Revista de Ciencia e Investigación. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7368046.pdf>.
- Lawson, L. (2017). Pudrición de la raíz por *Rizoctonia*: Loa síntomas y como controlarlos. Premier Tech Growers And Consumers. Estados Unidos. <https://www.pthorticulture.com/es-us/centro-de-formacion/pudricion-de-la-raiz-por-rhizoctonia-los-sintomas-y-como-controlarlos>.
- Limo, R. (6 de julio de 2024). Cafés especiales del Perú conquistan el mundo. El peruano. <https://www.elperuano.pe/noticia/228275-cafes-especiales-del-peru-conquistan-el-mundo>.
- López Bravo, D. (2010). Efecto de la carga fructífera sobre la Roya (*Hemileia vastatrix*) del café, bajo condiciones micro climáticas de sol y sombra, en Turrialba, Costa Rica. Tesis – Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. <https://agritrop.cirad.fr/558831/1/ID558831.pdf>.
- Marcelo Cornejo, M y Villena Pérez, N. (2023). El efecto de la Roya y la exportación del café hacia China, 2017 – 2021. Tesis – Ing. Agrónomo. Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/130908/Marcelo_CMM-Villena_PNE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y-pdf.

- OIRSA, Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2017). Manejo Integrado para la Roya del Café *Hemileia vastatrix* para la región del OIRSA. Proyecto para el fortalecimiento de las acciones del manejo integrado de la roya y otras plagas del café. Serie Técnica. https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad_Vegetal/Manuales%20OIRSA%2020152018/ANEXO%201.%20MANJE0%20INTEGRADO%20PARA%20LA%20ROYA%20DEL%20CAFE%20PARA%20LA%20REGION%20DEL%20OIRSA.pdf. El Salvador. Pag. 18.
- Pérez, C. (2018). "Proceso de Certificación de Café (*Coffea arabica* L.) Orgánico en el Perú. Tesis – Ing. Agrónomo. Lima – Perú. Universidad Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3140/perez-meracaudia-ysabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. pág. 63. Pdf.
- Proyecto Glaciares. (2019). Manual Para el Manejo de Plagas en Cultivo de Café. Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación COSUDE. Perú. University of Zurich. <https://cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2019/06/20.memoria-resumen-de-eca.pdf>. Pag. 52.
- Quijano, J. (2023). Evaluación de la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) en sistemas de producción agroecológica de café (*Coffea arabica* L.) y propuesta de manejo en finca Flor de Lis, Santa Ana. Tesis – Ing. Agrónomo. El Salvador. Universidad de el Salvador. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/31201>. Pág. 80. Pdf.
- Rica, C., & Salvador, E. (2018). Las Variedades del Café Arábica. *Recuperado de: <https://worldcoffeeresearch.org/work/coffee-varieties-mesoamerica-and-caribbean>*.

- Rivillas, C., et. al. (2011). La roya del cafeto en Colombia: Impacto, Manejo y Costos de Control. *Cenicafé* 36:1-51. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/594/1/036.pdf>.
- Rojas, N. (2018). Evaluación del efecto de la poda para la reducción de la Incidencia y Severidad de la enfermedad “Roya Amarilla () del cultivo de café en la SUB-Cental Agraria – Caranavi - La Paz. Tesis – Ing. Agrónomo. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/17055>. Pág. 112.
- Romero C. (1988). Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección del patronato Universitario. 356 pág.
- Roncal, M. (2004). Principios de Fitopatología Andina. Cajamarca – Perú. Pag. 420.
- Saltos Chica, A. (2021). Incidencia de Roya del Cafeto *Hemileia vastatrix* en la zona sur de Manabí período: 2020. Tesis – Ing. Agropecuario. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/3345/3/ULEAM-AGRO-0099.pdf>.
- SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2019). Roya del cafeto, Ficha Técnica No. 40. Ciudad de México, México: SENASICA.
- 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*. Pag. 109-114.
- Toalombo, A. (2023) manejo integrado de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk. & Br.), en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Ecuador. Tesis – Ing. Agrónomo. Babahoyo – Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14792>. Pág. 39. Pdf.

- Valle, E. (2017). Diagnóstico de Incidencia y Severidad de la Roya Amarilla () en cultivares de café en los sectores de Pampa Rosario y Santa Bárbara del distrito de Santa Ana – La Convención Cusco. Tesis – Ing. Agrónomo Tropical. La Convención - Cusco. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5049>. Pág. 77. Pdf.
- Vásquez, J. & Maicelo, J. (2019). Factores que influyeron en la presencia, manejo y control de la Roya Amarilla del café (*Hemileia vastatrix*), en la Provincia Rodríguez de Mendoza – Región Amazonas. Tesis Maestría. Chachapoyas, Perú. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1309>. Pag. 115. Pdf.
- Villareyna Acuña, R. (2016). Efecto de los árboles de sombra sobre el suelo, en sistemas de agroforestales con café, incluyendo la fenología y fisiología de los cafetos. Informe. CATIE. Alemania. Pág. 38. https://agritrop.cirad.fr/581648/1/Reporte_Sombra%20y%20fertilidad%20del%20suelo_Rev_Karel_BR%20_JA_BV_RV.pdf.
- Virginio Filho, E. & Astorga Domian, C. (2015). Prevención y control de la roya del café. Serie Técnica. Manual Técnico N° 131. CATIE. Pág. 98. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8186/Prevencion_y_contol_de_la_roya_del_cafe.pdf.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1.

Porcentaje (%) de Incidencia de Roya Amarilla en el tratamiento 01 (café de 10 años) por cada unidad experimental.

			TRATAMIENTO 1					
OBSERVACION 1			OBSERVACION 2			OBSERVACION 3		
PUNTOS (5 Plantas)	N° PLANTAS	INCIDENCIA%	PUNTOS (5 Plantas)	N° PLANTAS	INCIDENCIA%	PUNTOS (5 Plantas)	N° PLANTAS	INCIDENCIA%
PUNTO 1	5	100	PUNTO 1	5	100	PUNTO 1	5	100
PUNTO 2	5	100	PUNTO 2	5	100	PUNTO 2	5	100
PUNTO 3	5	100	PUNTO 3	5	100	PUNTO 3	5	100
PUNTO 4	5	100	PUNTO 4	5	100	PUNTO 4	5	100
PUNTO 5	5	100	PUNTO 5	5	100	PUNTO 5	5	100
TOTAL	25	100	TOTAL	25	100	TOTAL	25	100

Anexo 2.

Porcentaje (%) de Incidencia de Roya Amarilla en el tratamiento 02 (café de 06 años) por cada unidad experimental.

			TRATAMIENTO 2					
OBSERVACION 1			OBSERVACION 2			OBSERVACION 3		
PUNTOS (5 Plantas)	N° PLANTAS	INCIDENCIA%	PUNTOS (5 Plantas)	N° PLANTAS	INCIDENCIA%	PUNTOS (5 Plantas)	N° PLANTAS	INCIDENCIA%
PUNTO 1	5	100	PUNTO 1	5	100	PUNTO 1	4	80
PUNTO 2	5	100	PUNTO 2	5	100	PUNTO 2	5	100
PUNTO 3	4	80	PUNTO 3	5	100	PUNTO 3	5	100
PUNTO 4	5	100	PUNTO 4	5	100	PUNTO 4	3	60
PUNTO 5	5	100	PUNTO 5	5	100	PUNTO 5	5	100
TOTAL	24	96	TOTAL	25	100	TOTAL	22	88

Anexo 3.

Porcentaje (%) de Incidencia de Roya Amarilla en el tratamiento 03 (café de 04 años) por cada unidad experimental.

			TRATAMIENTO 3					
OBSERVACION 1			OBSERVACION 2			OBSERVACION 3		
PUNTOS (5 Plantas)	Nº PLANTAS	INCIDENCIA%	PUNTOS (5 Plantas)	Nº PLANTAS	INCIDENCIA%	PUNTOS (5 Plantas)	Nº PLANTAS	INCIDENCIA%
PUNTO 1	5	100	PUNTO 1	3	60	PUNTO 1	4	80
PUNTO 2	4	80	PUNTO 2	5	100	PUNTO 2	3	60
PUNTO 3	4	80	PUNTO 3	5	100	PUNTO 3	5	100
PUNTO 4	3	60	PUNTO 4	3	60	PUNTO 4	5	100
PUNTO 5	4	80	PUNTO 5	5	100	PUNTO 5	5	100
TOTAL	20	80	TOTAL	21	84	TOTAL	22	88

Anexo 4

Porcentaje (%) de Incidencia de Roya Amarilla en el tratamiento 04 (café de 01 años) por cada unidad experimental.

			TRATAMIENTO 4					
OBSERVACION 1			OBSERVACION 2			OBSERVACION 3		
PUNTOS (5 Plantas)	Nº PLANTAS	INCIDENCIA%	PUNTOS (5 Plantas)	Nº PLANTAS	INCIDENCIA%	PUNTOS (5 Plantas)	Nº PLANTAS	INCIDENCIA%
PUNTO 1	4	80	PUNTO 1	3	60	PUNTO 1	4	80
PUNTO 2	2	40	PUNTO 2	2	40	PUNTO 2	2	40
PUNTO 3	4	80	PUNTO 3	2	40	PUNTO 3	1	20
PUNTO 4	3	60	PUNTO 4	2	40	PUNTO 4	2	40
PUNTO 5	2	40	PUNTO 5	3	60	PUNTO 5	3	60
TOTAL	15	60	TOTAL	12	48	TOTAL	12	48

Anexo 5

Porcentaje (%) de Severidad de Roya Amarilla en el tratamiento 01 (café de 10 años) por cada unidad experimental.

				TRATAMIENTO 1								
OBSERVACION 1				OBSERVACION 2				OBSERVACION 3				
PUNTOS (5 plantas)	GRADO	Nº DE HOJAS	%	PUNTOS (5 plantas)	GRADO	Nº DE HOJAS	%	PUNTOS (5 plantas)	GRADO	Nº DE HOJAS	%	
PUNTO 1	2	33	11	PUNTO 1	2	38	12.67	PUNTO 1	2	35	11.67	
	3	42	28		3	37	24.67		3	40	26.67	
PUNTO 2	2	44	14.6	PUNTO 2	2	43	14.33	PUNTO 2	2	44	14.67	
	3	28	18.7		3	31	20.67		3	31	20.67	
	4	3	3		4	1	1.00		4	37	12.33	
PUNTO 3	2	39	13	PUNTO 3	2	40	13.33	PUNTO 3	3	38	12.67	
	3	27	18		3	35	23.33		PUNTO 4	1	2	0.00
	4	9	9		1	1	0.00			2	44	14.67
PUNTO 4	2	40	13.3	PUNTO 4	2	38	12.67	PUNTO 4	3	29	19.33	
	3	35	23.3		3	36	24.00		PUNTO 5	2	32	10.67
	4	1	1		2	43	14.33			3	40	26.67
PUNTO 5	2	43	14.3	PUNTO 5	3	30	20.00	PUNTO 5	4	3	3.00	
	3	31	20.6		4	2	2.00		25 PLANTAS	1		2
	4	1	1		1	1				2		192
25 PLANTAS	2	199		2		202	3			178		
	3	163		3		169	4			3		
	4	13		4		3	% DE SEVERIDAD	37.13%				
% DE SEVERIDAD	37.60%			% DE SEVERIDAD	36.60%							

Anexo 6

Porcentaje (%) de Severidad de Roya Amarilla en el tratamiento 02 (café de 06 años) por cada unidad experimental.

				TRATAMIENTO 2							
OBSERVACION 1				OBSERVACION 2				OBSERVACION 3			
PUNTOS (5 plantas)	GRADO	Nº DE HOJAS	%	PUNTOS (5 plantas)	GRADO	Nº DE HOJAS	%	PUNTOS (5 plantas)	GRADO	Nº DE HOJAS	%
PUNTO 1	2	35	11.67	PUNTO 1	2	21	7	PUNTO 1	1	8	0.00
	3	40	26.67		3	52	34.67		2	46	15.33
PUNTO 2	2	41	13.67	PUNTO 2	4	2	2.00	PUNTO 2	3	18	12.00
	3	33	22.00		2	36	12.00		4	3	3.00
	4	1	1.00		3	39	26.00		2	62	20.67
PUNTO 3	2	35	11.67	PUNTO 3	2	50	16.67	PUNTO 3	3	13	8.67
	3	40	26.67		3	21	14.00		2	34	11.33
PUNTO 4	1	7	0.00	PUNTO 4	4	4	4.00	PUNTO 4	3	41	27.33
	2	46	15.33		2	44	14.67		1	4	0.00
	3	22	14.67		3	31	20.67		2	45	15.00
PUNTO 5	1	4	0.00	PUNTO 5	2	52	17.33	PUNTO 5	3	26	17.33
	2	49	16.33		3	23	15.33		2	38	12.67
	3	22	14.67		4	6	6		3	37	24.67
25 PLANTAS	1	11		25 PLANTAS	2	203	203	25 PLANTAS	1		12
	2	206			3	166	166		2		225
	3	157			4	6	6		3		135
	4	1			% DE SEVERIDAD	38.87%			4		3
% DE SEVERIDAD	34.86%			% DE SEVERIDAD	33.60%						

Anexo 7

Porcentaje (%) de Severidad de Roya Amarilla en el tratamiento 03 (café de 04 años) por cada unidad experimental.

				TRATAMIENTO 3							
OBSERVACION 1				OBSERVACION 2				OBSERVACION 3			
PUNTOS (5 plantas)	GRADO	N° DE HOJAS	%	PUNTOS (5 plantas)	GRADO	N° DE HOJAS	%	PUNTOS (5 plantas)	GRADO	N° DE HOJAS	%
PUNTO 1	2	36	12	PUNTO 1	2	37	12.33	PUNTO 1	1	5	0.00
	3	34	22.67		3	38	25.33		2	40	13.33
	4	5	5.00		2	49	16.33		3	30	20.00
PUNTO 2	2	65	21.67	PUNTO 2	3	24	16.00	PUNTO 2	1	3	0.00
	3	10	6.67		4	2	2.00		2	44	14.67
PUNTO 3	1	1	0.00		PUNTO 3	2	50		16.67	PUNTO 3	3
	2	58	19.33	3		25	16.67	2	52		17.33
	3	16	10.67	2		42	14.00	3	21		14.00
PUNTO 4	2	49	16.33	PUNTO 4	3	33	22.00	PUNTO 4	4	2	2.00
	3	25	16.67		1	4	0.00		2	46	15.33
	4	1	1.00		2	40	13.33		3	29	19.33
PUNTO 5	2	49	16.33	PUNTO 5	3	30	20.00	PUNTO 5	2	51	17.00
	3	22	14.67		4	1	1.00		3	24	16.00
	4	4	4.00		25 PLANTAS	1	4			1	8
25 PLANTAS	1	1				2	218		2	233	
	2	257		3		150		3	132		
	3	107		4		3		4	2		
	4	10		% DE SEVERIDAD		33.40%		% DE SEVERIDAD		33.53%	
% DE SEVERIDAD		33.40%		% DE SEVERIDAD		35.13%					

Anexo 8

Porcentaje (%) de Severidad de Roya Amarilla en el tratamiento 01 (café de 10 años) por cada unidad experimental.

				TRATAMIENTO 4								
OBSERVACION 1				OBSERVACION 2				OBSERVACION 3				
PUNTOS (5 plantas)	GRADO	N° DE HOJAS	%	PUNTOS (5 plantas)	GRADO	N° DE HOJAS	%	PUNTOS (5 plantas)	GRADO	N° DE HOJAS	%	
PUNTO 1	1	59	0.00	PUNTO 1	1	45	0	PUNTO 1	1	56	0.00	
	2	16	5.33		2	24	8		2	19	6.33	
PUNTO 2	1	45	0.00		3	6	4	PUNTO 2	1	70	0.00	
	2	30	10.00	1	65	0.00	2		5	1.67		
PUNTO 3	1	50	0.00	PUNTO 2	2	10	3.33	PUNTO 3	1	73	0.00	
	2	20	6.67		1	58	0.00		2	1	0.33	
	3	5	3.33	PUNTO 3	2	15	5.00		3	1	0.67	
PUNTO 4	1	55	0.00		PUNTO 4	3	2	1.33	PUNTO 4	1	70	0.00
	2	16	5.33			1	53	0.00		2	5	1.67
	3	4	2.67	PUNTO 4		2	22	7.33	PUNTO 5	1	75	0.00
PUNTO 5	1	65	0.00		1	50	0.00	2		0	0.00	
	2	10	3.33	PUNTO 5	2	24	8.00	25 PLANTAS	1	344		
25 PLANTAS	1	274			3	1	0.67		2	30		
	2	92			% DE SEVERIDAD		7.53%		% DE SEVERIDAD		2.10%	
	3	9		% DE SEVERIDAD		7.53%						
% DE SEVERIDAD		7.33%		% DE SEVERIDAD		7.53%						

Anexo 9

Tratamiento de 0 1 año de edad con presencia de Roya Amarilla, de acuerdo a la escala de evaluación para severidad



Anexo 10

Frutos de cafeto sin daño por Roya Amarilla.



Anexo 11

Evaluación en campo y recolección de muestras para laboratorio.



Anexo 12

Zona geográfica de los tratamientos en estudio.

