

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**SITUACIÓN DE LA ENFERMEDAD ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*  
Berk. & Br.) EN FINCAS CAFETALERAS DE RENACIMIENTO Y BOQUETE.  
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

**POR:**

**GERÓNIMO CEDEÑO S.**

**4-758-540**

**DAVID, CHRIQUÍ**  
**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2019**

SITUACIÓN DE LA ENFERMEDAD ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) EN FINCAS CAFETALERAS DE RENACIMIENTO Y BOQUETE. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

JOSÉ C. URETA R., M.Sc. \_\_\_\_\_ Director  
JOSÉ A. LEZCANO, M.Sc. \_\_\_\_\_ Comité  
RICARDO BLAS, M.Sc. \_\_\_\_\_ Comité

DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2019

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme, darme el apoyo que necesitaba, por darme salud, sabiduría, por ayudarme culminar mis metas.

A mi toda mi familia, principalmente a mis padres Juan Cedeño y Florencia Salinas, a mis hermanos, por apoyarme y motivarme a seguir adelante y culminar mis metas.

A mis profesores asesores, por ayudarme, por tener esa paciencia a lo largo de mi trabajo de investigación, por corregirme cada vez que podían, por motivarme y enseñarme que hay que ser perseverante.

A mis amigos, principalmente aquellos que en gran parte de mi vida me han apoyado, que me han motivado y que aún me inspiraban dándome su carácter de fortaleza, aquellos que a pesar de las adversidades estaban ahí para recordarme cuales eran mis metas y porque tenía que lograrlo.

Y todo aquel que de una manera u otra contribuyeron a la culminación de mi carrera profesional.

Gracias a todos.

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar siempre conmigo al largo de toda mi vida.

A mi familia, mi madre Florencia Salinas y mi padre Juan Cedeño, a todos mis hermanos principalmente a mi hermana Daniela Salina, porque que son el motor que motivan a seguir adelante, siempre han estado conmigo y siempre han creído en mí.

A mis amigos, ya que sin ellos no lograría muchas de mis metas, que me he propuesto.

Gracias por apoyarme y motivarme.

## **SITUACIÓN DE LA ENFERMEDAD ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) EN FINCAS CAFETALERAS DE RENACIMIENTO Y BOQUETE. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, 2017.**

Gerónimo Cedeño S. 2017. Situación de la enfermedad roya de café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) en fincas cafetaleras, en la provincia de Chiriquí. Tesis de Ing. Agronómica en Cultivos Tropicales. Chiriquí. Panamá. UP. FCA.

### **RESUMEN**

Con los objetivos de determinar el nivel de presencia de la roya de café en fincas cafetaleras y comparar la incidencia y severidad de la roya de café en dos variedades en Renacimiento y Boquete, se estableció un ensayo con el diseño experimental completamente azar en donde se utilizaron dos variedades: Catuaí y Caturra. Este estudio se realizó entre los meses de Abril a Agosto, en ocho localidades en los distritos de Renacimiento y Boquete. Se seleccionaron las localidades de Rio Sereno, Altamira, San Antonio, Monte Lirio, Jaramillo, Palo Alto, Volcancito y Palmira, ubicadas entre los 828 y 1,530 m.s.n.m. En cada localidad se seleccionó una finca y tres sitios por finca, en cada sitio se tomaron cinco árboles, el cual se dividió en extracto medio y alto; los datos de incidencia y severidad se registraron cada 15 días. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre localidad, variedad y repetición, en incidencia y severidad de la roya. La localidad de Monte Lirio con 24 por ciento, presentó el valor más alto de Incidencia de Roya, seguido de Rio sereno (10.97 por ciento), san Antonio (10.48 por ciento) y Altamira (10.14 por ciento) en el Distrito de Renacimiento. En Boquete, las localidades con el valor más alto de Incidencia de roya fue Palo Alto (9.52 por ciento), seguido de Volcancito (8.41 por ciento), Jaramillo (4.74 por ciento) y Palmira (1.33 por ciento). Para la severidad, el valor más alto se dio en Monte Lirio con 4.672or ciento y el más bajo en Palmira con 0.82 por ciento, por debajo del umbral económico que es del 5 por ciento. La variedad Caturra de Renacimiento presento el valor más alto de Incidencia con 14.15 por ciento y una severidad de 3.27 por ciento; la variedad Caturra de Boquete presentó una incidencia de 6.91 por ciento y una severidad de 2.98 por ciento; en Renacimiento la variedad Catuaí presento una incidencia de 10.74 por ciento y una Severidad de 2.77 por ciento, en Boquete esta variedad presento, 3.92 por ciento de incidencia y 1.52 por ciento de severidad. La incidencia se presentó en un rango de 0.863 por ciento en el primer mes, con un incremento en los meses posteriores logrando ser el porcentaje más alto en agosto con un valor de 20.07 por ciento, mientras que la severidad para Abril mostro un valor de 0.87 por ciento con aumentos en los meses de muestreo, logrando un valor máximo de 4.03 & en el de Agosto. Para el periodo cundo se realizó este estudio, la roya anaranjada del café presentó una baja incidencia y severidad, mostrando valores bajos con respecto a otros periodos similares. Este estudio nos permite valorar el manejo que los productores le dan a la enfermedad roya del café, por lo que es importante continuar en estos registros pero que estos continúen hasta el mes de diciembre.

Palabras claves: Roya, monitoreo, severidad, incidencia.

## **SITUATION OF COFFEE RUST DISEASE (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) IN COFFEE FARMS, IN THE PROVINCE OF CHIRIQUÍ, 2017.**

Gerónimo Cedeño S. 2017. Situation of coffee rust disease (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) in coffee farms, in the province of Chiriquí. Thesis of Agricultural Engineering in Tropical Crops. Chiriquí. Panama. UP. FCA

### **ABSTRACT**

With the objective of determining the level of coffee rust in farms and comparing its incidence and severity in two varieties (Catuaí and Caturra) in the Renacimiento and Boquete areas, it was conducted a trial using a Completely Random Design. This study was carried out in eight locations in the districts of Renacimiento and Boquete. The locations selected were Rio Sereno, Altamira, San Antonio, Monte Lirio, Jaramillo, Palo Alto, Volcancito and Palmira located between 828 and 1,530 m.s.n.m. Three sites per farm were selected, in each site five trees were used for registering data, they were divided into medium and high extract; incidence and severity data were recorded every 15 days. The analysis of variance indicated highly significant differences ( $P < 0.01$ ) between locality, variety and date, for incidence and severity. Monte Lirio, with 24 percent, presented the highest value of incidence of rust, followed by Rio Sereno (10.97 percent), San Antonio (10.48 percent) and Altamira (10.14 percent) in the Renacimiento district. In Boquete, the farms with the highest incidence rate were Palo Alto with 9.25 percent, followed by Volcancito (8.40 percent), Jaramillo (4.74 percent) and Palmira (1.33 percent). For severity, the highest value was in Monte Lirio with 4.62 percent and the lowest in Palmira with 0.82 percent, below the economic threshold of 5 percent. Caturra, in Renacimiento area, had the highest Incidence value with 14.15 percent and a severity of 3.274 percent; in Boquete, the same variety had an incidence of 6.91 percent and a severity of 2.98 percent; in Renacimiento the variety Catuaí presented an incidence of 10.74 percent and a severity of 2.77 percent, in Boquete this variety presented, 3.92 percent of incidence and 1.52 percent of severity. The incidence occurred in a range of 0.863 percent in the first month, with an increase in the following months, being the highest percentage in August with a value of 20.07 percent, while the severity for April showed a value of 0.87 percent with increases in the monthly sampling, achieving a maximum value of 4.03 percent in August. For the period when this study was carried out, the orange rust of coffee had a low incidence and severity, showing low values with respect to other similar periods. This study allows us to evaluate the management that the producers give to coffee rust disease, so it is important to continue with these recordings, keeping them until the month of December.

Key words: Coffee Rust, monitoring, severity, incidence.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Pág.
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN .....	V
ABSTRACT .....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE CUADRO.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.6 Alcances y limitaciones de la investigación.....	4
1.6.1 Alcances de la investigación .....	4
1.6.2 Limitaciones de la investigación .....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1 Generalidades.....	6
2.1.1 Clasificación taxonómica del agente causal de la roya.....	6
2.1.2 Morfología de la espora de H. vastatrix. ....	7

2.2 Biología del patógeno .....	7
2.2.1 Ciclo de la roya .....	9
2.2.2 Sintomatología .....	11
2.2.3 Hospedante .....	12
2.2.4 Epidemiología .....	13
2.2.4.1 Cuantificación de una epidemia.....	14
2.2.4.1.1 Incidencia de la roya del café .....	14
2.2.4.1.2 Severidad de la Roya del café.....	15
2.3 Ecología .....	15
2.4 Manejo integrado de la roya de café .....	17
III. MATERIALES Y METODOS .....	23
3.1 Área de estudio .....	23
3.2 Esquema utilizado para la colecta de los datos experimentales .....	24
3.3 Selección del sitio y toma de datos .....	24
3.4 Diseño experimental. ....	26
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	28
4.1 Incidencia de la roya del café.....	28
4.2 Severidad de la roya de café.....	30
4.3 Comparación por localidad de la incidencia y severidad de la roya de café.	31
4.4 Incidencia y severidad de roya de café según la variedad.....	33
V. CONCLUSIONES .....	35
VI. RECOMENDACIONES.....	36
VII. BIBLIOGRAFICA .....	37



## ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		PAGINA
I	VARIEDADES RESISTENTE A LA ROYA DE CAFÉ REPORTADAS POR ALGUNOS PAISES DE CENTROAMERICA.....	19
II	FUNCICIDAS DE CONTACTO USADOS EN EL CONTROL DE ROYA DE CAFÉ.....	22
III	FUNGICIDAS SISTÉMICOS MÁS USADOS EN EL CONTROL DE ROYA.....	23
IV	PUNTOS GEO-REFENCIADOS DE LAS LOCALIDADES MUESTREADAS EN EL DISTRITO DE BOQUETE Y RENACIMIENTO.....	25
V	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE INCIDENCIA DE ROYA DE CAFÉ ( <i>Hemileia vastatrix</i> ). 2016.....	29
VI	MEDIAS DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ROYA DE CAFÉ SEGÚN EL MES DE MUESTREO EN RENACIMIENTO Y BOQUETE. 2016.....	31
VII	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE SEVERIDAD DE ROYA DE CAFÉ ( <i>Hemileia vastatrix</i> ). 2016.....	32
VIII	MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ROYA DEL CAFÉ SEGÚN EL MES DE MUESTREO EN RENACIMIENTO Y BOQUETE. 2016.....	33
IX	COMPARACIÓN DE LA MEDIA DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA DE CAFÉ ENTRE LAS LOCALIDADES. 2016.....	34
X	COMPARACIÓN DE LA MEDIA DE LAS VARIEDAD PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA DE CAFÉ. 2016.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Biología de <i>Hemileia vastatrix</i> .....	10
2	Ciclo biológico, patogénesis, condiciones favorables y tiempo de ocurrencia de la roya del café.....	12
3	Sintomatología de roya en hojas de café, presentando en forma progresiva el desarrollo de la sintomatología del hongo <i>H. vastatrix</i> (1) hoja sana; 2 y 3 (presencia de pequeñas manchas amarillas) (4 a 6) inicia el crecimiento de las manchas y su esporulación.....	13
4	Muestreo en zigzag en una parcela o sitio de 1000 m <sup>2</sup> .....	26
5	Marcación de árboles con banderola.....	27
6	Marcación de bandolas con cinta para muestreo.....	27
7	Escala diagramática para el porcentaje de infección (severidad) del hongo en las hojas de café.....	28

## I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad conocida como roya del café, es causada por el fitopatógeno *Hemileia vastatrix*, su primera aparición en América fue en Brasil, en 1970 y de allí su diseminación por toda Mesoamérica. Esta enfermedad estuvo presente en los cafetales, pero sin ataques severos que mermaran la producción de café; sin embargo, en el ciclo agrícola 2012 y 2013 presentó una epidemia que afectó las fincas de café desde Perú hasta México, como resultado de la epidemia, la cosecha se redujo en un 20%, (De Melo *et al.*, 2015).

La roya es considerada en el ámbito mundial una de las siete enfermedades más peligrosas que atacan a las plantas tropicales, y en café la enfermedad más dañina. El daño es gradual y se localiza en las hojas, pudiendo reducir considerablemente en unos pocos años la producción de las plantaciones, si no se toman las medidas adecuadas de control (García, 2013).

El hongo *H. vastatrix* causa pérdidas primarias donde hay muerte lenta de ramas y la cosecha de ese período llega a su fin, pero la muerte de ramas conduce a pérdidas secundarias donde se compromete la producción del siguiente ciclo (Avelino y Rivas, 2013).

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar el grado de incidencia y severidad de la roya de café en dos variedades y dos zonas de diferente metro de altura.

## 1.1 Planteamiento del problema

En el periodo de 2012-2013 en los países Centroamericano y Panamá, se presentó una epidemia de roya del café, en el caso de Panamá esta enfermedad provoco pérdidas en la producción cafetalera en un 60 % de las plantaciones en la provincia de Chiriquí, lo que provoco una reducción de cosecha en un 40% en la producción nacional.

Después de tres años no se tienen registros en las zonas productoras, del grado o evolución de la enfermedad en las plantaciones de café en la provincia de Chiriquí.

## 1.2 Antecedentes

El primer reporte de la roya del café se produjo en el año 1869 en el continente asiático, en Sri Lanka que antes se conocía como la isla de Ceilán (De Melo *et al.*, 2015).

Ese mismo año el micólogo Miles Joseph Berkeley, describió al hongo responsable de la enfermedad y le dio el nombre científico de *Hemileia vastatrix* (Arneson, 2000).

La primera aparición en América de la roya del café fue en Brasil, en enero de 1970 y de allí su diseminación por todas las zonas productoras de café en Centro América (García, 2013).

En Panamá se reportó el primer brote de infección en 1987, esparciéndose rápidamente a todas las áreas productoras de café a nivel nacional (Cortes, 1991).

En el 2012, todos los países centroamericanos, del Caribe y México fueron fuertemente afectados por la epidemia de roya, esta epidemia tuvo efectos sobre la producción del mismo año, la misma provoca defoliaciones y muerte de ramas, causando pérdidas de frutos antes de su cosecha (Avelino y Rivas, 2013).

Las pérdidas estimadas a nivel centroamericano para la cosecha 2012-2013 fueron de aproximadamente un 20% según lo reportado por el Programa Regional para la protección y modernización de la caficultura en Centroamérica y Panamá (PROMECAFE), (Avelino y Rivas, 2013).

### 1.3 Justificación

A partir del 2013, después de haber sido afectadas las fincas cafetaleras de la provincia de Chiriquí por la *Hemileia vastatrix* que afectó el 60% de las plantaciones.

Al realizar este estudio, no había registros que nos ayudaran a conocer la situación de la evolución de la enfermedad en Renacimiento y Boquete. Por lo que este estudio es de gran importancia para el sector cafetalero de la provincia, ya que permite diagnosticar la situación actual de la roya, conocer su avance. Este estudio a la vez servirá como herramienta a los técnicos y productores de café para tomar las estrategias para reducir su infestación.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo General

Diagnosticar la situación de la enfermedad roya de café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), en fincas cafetaleras de Renacimiento y Boquete en la provincia de Chiriquí.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

1. Determinar el nivel de presencia de la roya de café en fincas cafetaleras de Renacimiento y Boquete.
2. Comparar la incidencia y severidad de la roya de café en las variedades Caturra y Catuaí en Renacimiento y Boquete.

## 1.6 Alcances y limitaciones de la investigación

### 1.6.1 Alcances de la investigación

Esta investigación servirá como base de consulta y referencia para estudiantes, técnicos, investigadores, extensionistas y productores interesados en conocer la situación de la roya de café en la provincia de Chiriquí, que va a permitir tomar las medidas necesarias para reducir su impacto.

Se podrá tomar como datos de referencia y así pronosticar futuros ataques del hongo en la producción cafetalera, y pronosticar pérdidas económicas.

### 1.6.2 Limitaciones de la investigación

Tiempo climático desfavorable, pocas lluvias al inicio del estudio, que produjo menor infestación comparado con años anteriores y en el mismo periodo, además las fincas donde se realizaron los estudios estaban muy distantes una de otra. No se logró divulgar los resultados a los productores de café en las zonas incluidas en el estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades

La roya del cafeto es causada por el hongo *H. vastatrix* cuyo micelio se encuentra completamente dentro del mesófilo de las hojas de café y consiste de hifas hialinas en abundancia, de aspecto tortuoso y frecuentemente ramificado en forma muy irregular; el diámetro de las hifas es bastante uniforme y oscila entre seis y siete  $\mu\text{m}$  (micrómetros). Presentan setas que están separadas a veces por intervalos grandes, especialmente en las hifas que crecen rápidamente, algunas veces el contenido de las hifas tiene una coloración anaranjada-rojiza (García, 2013).

Las hifas crecen entre las células del mesófilo y penetran en ellas mediante ramificaciones cortas, filiformes, que terminan en expansiones ovales, reniformes o un poco irregulares, 7 a 8 x 4,5 micrómetro que contienen citoplasma denso con uno a dos gránulos refringentes. Estas expansiones constituyen los haustorios y sirven probablemente como órganos de absorción de alimentos (García, 2013).

#### 2.1.1 Clasificación taxonómica del agente causal de la roya.

Avelino y Rivas (2013), menciona que la clasificación del agente causante de la roya es la siguiente manera:



Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

Phylum: Basidiomycota

Subdivisión: Basidiomycotina

Clase: Urediniomycetes

Orden: Uredinales

Familia: Chaconiaceae

Género: *Hemileia*

Especie: *Hemileia vastatrix*

### 2.1.2 Morfología de la espora de *H. vastatrix*.

El tamaño de las esporas es de 30 micrómetro de largo x 20 micrómetro de ancho de forma reniforme, lisas en la cara interna y rugosas en la externa, denominadas urediniosporas (uredosporas), y son producidas en grandes cantidades, y corresponden al polvillo amarillo o naranja que se visualiza en el envés de las hojas de café y es característico de esta enfermedad. Las teliosporas, cuya ocurrencia es muy baja, son de forma redondeada de 20 – 25 micrómetro (Valencia, 2016).

### 2.2 Biología del patógeno

El hongo fitopatógeno *H. vastatrix* es un parásito obligado ataca principalmente las hojas, es capaz de producir dos tipos de espora morfológicamente diferente y con

funciones distintas, siendo la uredospora la más común, la cual se produce en abundancia en el envés de la hoja (Figura 1) y la teleutospora cuya ocurrencia es rara, aparece en lesiones viejas, generalmente de 7 a 10 semanas después de formado las primeras uredosporas (Cortes, 1991).

La penetración del hongo en las hojas se realiza a través del promicelio, el cual no es capaz de penetrar directamente la cutícula, al menos que este se desenvuelva sobre la hoja y forme ramificaciones hasta encontrar un estoma por donde penetra a la cámara sub estomática, por medio de la formación de un órgano llamado apresorio (Cortes, 1991).

Una vez que penetra el hongo en el interior de la hoja, forma un micelio intracelular, constituido por hifas septadas, muy ramificadas, principalmente en el tejido lagunoso, dependiendo de la susceptibilidad del hospedero; también se encuentra en el tejido empalizado llegando a alcanzar inclusive a los tejidos de la epidermis superior de la hoja. Se ha encontrado numerosos haustorios de forma variada, a lo largo de la hifa que se introducen en el interior de las células de los tejidos afectados (Cortes, 1991).



Figura 1. Biología de *Hemileia vastatrix*. Fuente: Cristancho (2012)

### 2.2.1 Ciclo de la roya

De acuerdo a la SAGARPA (2013) y a Avelino y Rivas (2013), el ciclo de la roya comprende las siguientes etapas:

La diseminación se divide en una fase de liberación, en la que la urediniosporas se despegan del esporóforo, una fase de dispersión, en la cual la espora abandona la lesión, y otra de su deposición sobre la hoja; en este proceso infectivo de la roya los síntomas de la enfermedad aparecen en el envés de las hojas, en donde se observan manchas pálidas que con el tiempo aumentan de tamaño y se unen formando las características manchas amarillas o naranja, con presencia de polvo fino amarillo, ahí es donde producen las esporas del hongo.

La germinación, la infección en sí todavía no está realmente establecida ya que el hongo se desarrolla a partir de sus propias reservas únicamente; en esta etapa la

espora requiere de la presencia de agua libre por al menos 6 horas y también es favorecida con temperaturas entre 21-25 °C y condiciones de obscuridad para que se formen los apresorio y requiere de un periodo de 5.3-8.5 horas para formarse.

El hongo entra en las hojas por los estomas en la cual se establecen la relación trófica entre el hongo y el hospedero, dando así comienzo a la infección. La colonización de la hoja por las hifas lleva a la formación de los primeros síntomas visuales (Figura 2); en esta etapa el hongo desarrolla unas estructuras denominadas haustorios, los cuales entran en contacto con las células de la planta y con éstos extraen los nutrientes para su crecimiento.

Incubación es el periodo comprendido entre el inicio de la germinación y la expresión de los primeros síntomas (lesiones amarillentas), el cual tiene poca importancia del punto de vista epidemiológico, ya que en esta etapa todavía no se ha producido ninguna entidad infecciosa nueva. Esporulación la emergencia posterior del esporóforo y la producción de nuevas uredosporas infecciosas constituyen esta etapa. El tiempo transcurrido entre el inicio de la germinación y la esporulación, el periodo de latencia representa por lo mismo la variable de mayor importancia: cuanto más corto sea éste, más rápido podrá repetirse el ciclo y más grave será la epidemia.

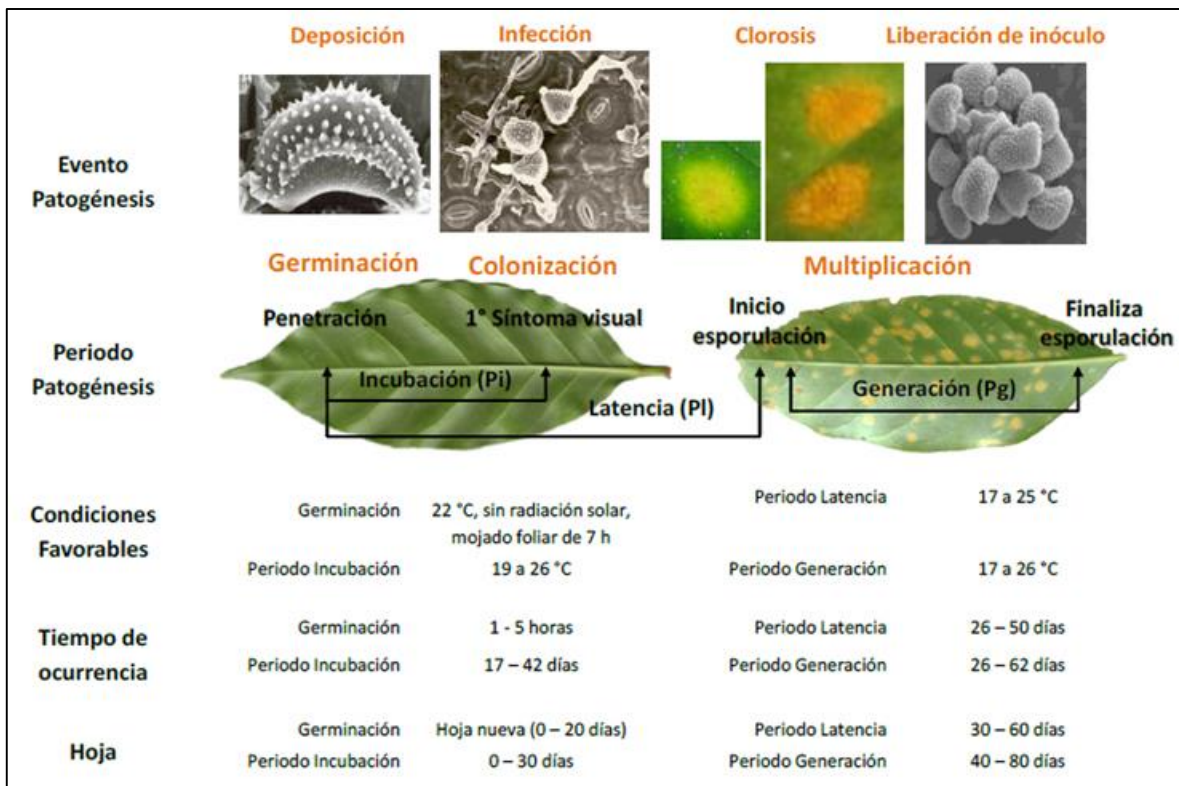


Figura 2. Ciclo biológico, patogénesis, condiciones favorables y tiempo de ocurrencia de la roya del café. Fuente: SAGARPA 2013.

### 2.2.2 Sintomatología

Los síntomas iniciales se manifiestan con la aparición de pequeñas lesiones o manchas redondas, color amarillo pálido en el envés de la hoja (Figura 3), de uno a tres milímetros de diámetro; esta mancha es traslúcida y puede alcanzar los dos centímetros de diámetro, tornándose de color naranja, volviéndose la superficie polvosa. Al esporular, si la lesión se toca con el dedo, las esporas se adhieren a él. Cuando estas son abundantes se desprenden fácilmente formando una ligera nube color naranja. Si existen muchas lesiones o manchas, estas crecen hasta unirse cubriendo toda la hoja y provocando su caída (Barquero, 2013).

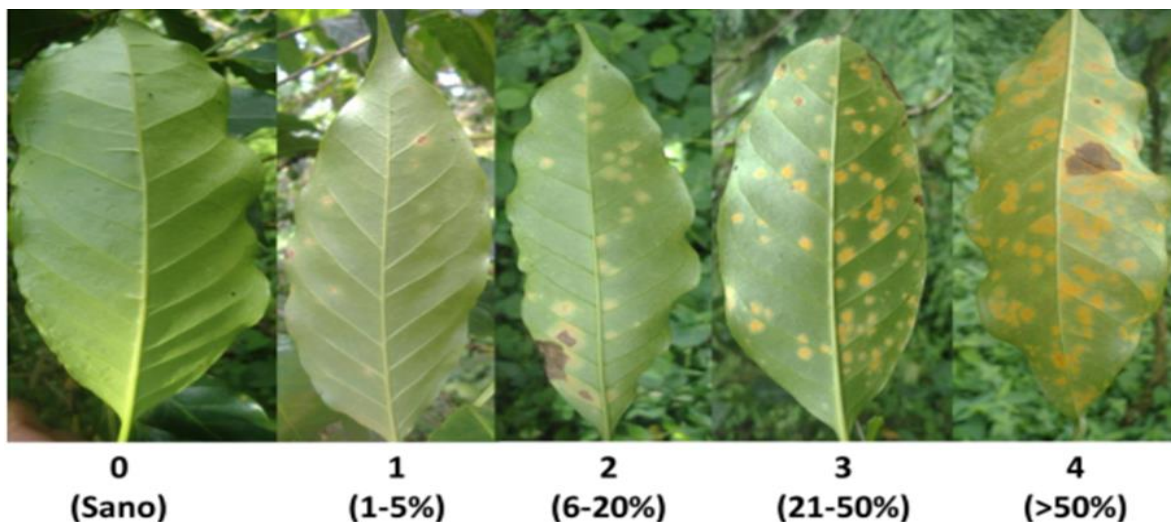


Figura 3. Sintomatología de roya en hojas de café, presentando en forma progresiva el desarrollo de la sintomatología del hongo *H. vastatrix* (1) hoja sana; 2 y 3 (presencia de pequeñas manchas amarillas) (4 a 6) inicia el crecimiento de las manchas y su esporulación. *Fuente: Kashalappa 108; SAGARPA 2013.*

Cuando las lesiones de la roya aumenta su coloración de color anaranjado se torna a un color naranja pálido y posteriormente en el centro de la lesión se observa surge una mancha de color café marrón o negro esta crece hasta cubrir toda la superficie de la hoja y donde no se producen esporas es posible observar alrededor de la mancha marrón, un borde de color amarillo, donde se tienen esporas sobre todos, si existen las condiciones de climática de alta humedad, esta es favorable para la esporulación (Barquero, 2013).

### 2.2.3 Hospedante

Para que la enfermedad incida sobre la planta como hospedante debe considerarse la susceptibilidad de la variedad, la densidad de siembra (una mayor cercanía de las plantas facilita los procesos de infección entre las hojas), la

condición nutricional de las plantas y la predisposición de estas debido a una alta cosecha (Barquero, 2013).

Se ha demostrado en diferentes estudios que hay una relación entre el aumento de las infecciones de roya con la mayor cantidad de frutos de café en las plantas (carga fructífera), situación que está relacionada con la alta exigencia nutricional de las plantas con mucha producción durante su etapa de maduración. Además, la deficiencia de fertilización de las plantas provoca mayor aumento de la susceptibilidad (Barquero, 2013; Avelino y Rivas, 2013).

#### 2.2.4 Epidemiología

La epidemia de roya empieza con la formación del inóculo primario, el cual es el inóculo responsable del desarrollo inicial de la epidemia (López, 2010).

La mayor fuente de inóculo primario es el inóculo residual, inóculo constituido por las lesiones necrosadas y/o latentes existente en las hojas del cafeto que sobrevivieron después de la época seca (Avelino y Rivas, 2013)

La cantidad de inóculo residual depende, por lo tanto, de la intensidad de la defoliación después de cosecha, esta se ve acentuada por una serie de factores que provocan estrés en la planta, como: fuerte producción, un desequilibrio nutricional, una fuerte exposición al sol, un bajo potencial hídrico del suelo, un periodo seco muy largo (Avelino y Rivas, 2013)

Algunas prácticas culturales como las podas de la planta enferma disminuyen la cantidad de inóculo. Las aplicaciones de fungicidas pueden aumentar la cantidad de inóculo residual porque prolongan la vida de las hojas y especialmente de las hojas enfermas (Avelino y Rivas, 2013).

Los factores que acentúan la defoliación durante la época seca son de intensidad variable en una misma plantación: la sombra siempre es irregular, la fertilidad del suelo es heterogénea, la producción varía en función del manejo o de la edad de la planta. Por lo mismo, pueden formarse focos del inóculo residual más o menos numerosos y dispersos. Las primeras lluvias reactivan la esporulación sobre las lesiones necrosadas y/o latentes y se forma el inóculo primario, que a la vez empieza a propagarse la roya que luego infestara toda la plantación siempre y cuando las condiciones sean favorables y no se aplique un tratamiento al cultivo (Avelino y Rivas, 2013).

#### 2.2.4.1 Cuantificación de una epidemia

##### 2.2.4.1.1 Incidencia de la roya del café

La Incidencia se define como el porcentaje o proporción de plantas u órganos enfermos en una muestra o población, independientemente del grado de severidad. En el muestreo la incidencia se determina por medio del conteo de las unidades enfermas verso las sanas en una muestra determinada (Calderón, 2012).



#### 2.2.4.1.2 Severidad de la Roya del café

La severidad es el porcentaje o proporción del tejido u órgano del hospedante con síntomas de la enfermedad. La severidad resulta de integrar el número y tamaño de lesiones (Calderón, 2012).

### 2.3 Ecología

El agua actúa a nivel de esporulación: transporte, deposición, germinación y penetración de las uredosporas en las hojas. La epifítia que es un fenómeno que se da cuando un determinado patógeno se disemina e infecta a un gran número de individuos de una población, en un área relativamente amplia y en un periodo relativamente corto; se desarrolla durante la época lluviosa y su descenso se observa cuando el periodo de lluvias se detiene (López, 2010).

La *H. vastatrix* necesita condiciones de temperaturas entre 16°C y 18°C, además, de condiciones de baja intensidad luminosa, la humedad influye en la incidencia de la roya y si la temperatura está entre 22°C y 26° C, la temperatura de 22°C es la ideal para la germinación de uredosporas (Corte, 1991).

La roya del café se presenta en alturas de 500 a 1200 msnm, en áreas con precipitaciones frecuentes, alta humedad relativa y temperatura favorable al patógeno; la incidencia y severidad de la roya del café, es más ligera a altura

comprendida entre 1,800 y 2,100 msnm y más severas a altura menor de 1,200 msnm. (Calderón, 2012) y (Corte, 1991).

Por otro lado, la ausencia de luz estimula la germinación y el crecimiento del tubo germinativo, la duración del período de oscuridad para obtener un máximo de germinación es de cuatro horas, siendo necesarias nueve horas para un máximo de infección (García, 2013).

La receptividad de las hojas a la roya anaranjada es más alta cuando la carga fructífera de la planta es más elevada y es uno de los factores que más influyen en el desarrollo de la epidemia, hasta un 50% de la variabilidad de infección observada a escala de la parcela ha sido atribuida así al solo efecto de la carga fructífera (Avelino y Rivas, 2013).

La importancia a la aplicación programada de fertilizante y cal, tomando en consideración la edad de las plantaciones del café, el volumen de la cosecha, y el tipo de suelo para evitar la debilidad de la planta ya que las plantaciones débiles sufrirán más el impacto de las infecciones de la roya propiciando una defoliación más severa (García, 2013).

La distancia de siembra, la poda y el manejo de la sombra son factores que no solo afectan el desarrollo y la producción del café, sino que pueden afectar también el nivel de infección de la roya. La infección del hongo se favorece por la

alta humedad, luz difusa y temperatura fresca, condiciones que se mantienen en plantaciones muy densas y con excesiva sombra (García, 2013).

#### 2.4 Manejo integrado de la roya de café

En el manejo cultural de la *H. vastatrix* se recomienda mantener un buen programa nutrimental y reducir el exceso de sombra con el objetivo de evitar rangos de temperatura favorables para el desarrollo de la plaga, lo cual también reducirá la humedad relativa y adicionalmente estimulará el incremento de área foliar y la vida media de las hojas; también se recomienda tener por lo menos a 10,000 plantas por hectárea (Trujillo, 2013).

Existen algunas labores recomendadas para el manejo de los cafetales como:

1. La poda del café debe realizarse después que finaliza la cosecha, de preferencia en el periodo seco o de baja precipitación. El propósito de la poda del café es eliminar tejido enfermo, agotado y ramas quebradas para que la planta se renueve (De Melo *et al.*, 2015).
2. En el deshije se debe seleccionar dos o tres rebrotes vigorosos, bien ubicados en el tronco de la planta y con buena distribución, los cuales serán las futuras ramas productivas. Todos los demás rebrotes se deben eliminar para disminuir la competencia y permitir que los brotes seleccionados se desarrollen vigorosos, esta práctica se debe realizar dos veces al año (De Melo *et al.*, 2015).

3. El uso de fertilizantes es muy recomendado para el manejo de la enfermedad, ya que al mantenerse bien nutrida la planta será más tolerante al ataque de la roya. En la época de formación de los frutos se recomienda una mayor nutrición ya que esta se requiere para el llenado de grano; en esta etapa se reducen los niveles de nutrimentos en las hojas, que se traduce en una mayor susceptibilidad a la roya (Barquero, 2013).
4. Aunque no se tienen evidencias exitosas, en el control biológico hay varios micoparásitos que afectan la roya del café, pero el principal es *Lecanicillium lecanii*, este es un hongo que se encuentra abundante especialmente bajo sombra. Este organismo mantiene una asociación mutualista con la hormiga de la especie *Azteca instabilis*. Los niveles de roya son bajos conforme los cafetos están más cerca del micoparásitos, proponiendo un control natural de la roya anaranjada (Avelino y Rivas, 2013).
5. Uso de variedades resistente; los cultivares con resistencia genética a la roya, es una herramienta importante en el control de la roya del café. Existen variedades que presentan tolerancia a este hongo; sin embargo, algunas de las cuales no presentan la calidad de taza requerida por la industria, como es el caso de los Catimores (Campos, 2015).  
En el Cuadro 1, Campos (2015) presenta una lista de las variedades resistentes a la roya a nivel de los países de Centroamérica.

**CUADRO I: VARIEDADES RESISTENTE A LA ROYA DE CAFÉ REPORTADAS POR ALGUNOS PAISES DE CENTROAMERICA.**

<b>Variedad y/o Línea</b>	<b>Características</b>
Sarchimor T-5296 y variedad "Parainema"	Porte bajo, brote verde o bronceado o ambos, producción alta, adaptados en baja y media altura.
Catimor T-8667 variedades "Costa Rica 95" y "Lempira"	Porte bajo, brote bronce vigor y producción alta, bien adaptadas en zonas de media altitud y altura.
Catimor T-5269	Brote bronce, bien adaptadas a baja me mediana altitud, producción alta.
Catimor T-5175	Alto vigor, mala calidad de taza en zonas altas, presencia de grano negro en zonas bajas.
Variedades Colombia y Castillo Regionales	Porte bajo, vigorosas y productivas.
Icatu	Porte alto, vigoroso y productivo.
Catucaí	Cruce de Icatu y Catuaí.
Anacafé 14	Cruzamiento natural de Pacamara y Catimor, alto vigor y producción.
Centroamericano (H)	Por tener a uno de los padres como Sarchimor, tiene alta resistencia a roya. Alta producción y excelente taza.
Milenio	Por tener a uno de los padres como Sarchimor, tiene alta resistencia a roya. Alta producción y excelente taza.

Fuente: Campos 2015.

6. El control químico de la roya consiste en la aplicación de moléculas que han demostrado control sobre *H. vastatrix*. La época oportuna de aspersiones, la eficiencia del programa de manejo, el número y frecuencia

de aplicaciones por año de fungicidas y dosis técnicamente recomendadas; además, de la calibración de equipo de aspersión y buena cobertura en el envés de la hoja, inciden en la eficiencia del fungicida para el control de roya (Campos 2015).

En el (cuadro 2) Campos (2015) señala los fungicidas de contacto que se utiliza para el control de Roya de café.

**CUADRO II. FUNCICIDAS DE CONTACTO USADOS EN EL CONTROL DE ROYA DE CAFÉ.**

<b>Nombre comercial</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis comercial/ Ha</b>
Caldo viscosa	Sulfato de cobre (SC), Sulfato de zinc (SZ), Sulfato de magnesio (SM), Ácido bórico (AB), Urea (46%)  Cal hidratada (HC)	2,85 kg (SC) 3,46 kg (SZ) 2,28 kg (SM) 2,28 kg (AB) 2,28 kg (Urea) 2,85 kg (HC)
Caldo Bordelés	Sulfato de cobre (SC), Cal hidratada (HC)	8,57 kg (SC) 11,46 kg (HC)
Caldo sulfocálcico	Azufre+Óxido de calcio	14.28 L de la mezcla compuesta por 2 kg azufre + kg óxido de calcio en 10 L de agua
Oxicloruro de cobre	Oxicloruro de cobre 50% de cobre metálico	3.56 Kg.
Trilogy 64 EC	Aceite de Nim	5.70 L
Hidróxido de cobre	Cobre	5.70 L

Óxido de cobre	Cobre	5.70 l
----------------	-------	--------

Fuente: Campos (2015).

Los fungicidas sistémicos del grupo de los triazoles (Ciproconazole, Triadimefon, Hexaconazol, Propiconazol), que han sido reportados con buen efecto de control sobre la roya. Su mecanismo de acción está relacionado con el bloqueo en la formación de una molécula específica de la roya llamada Ergosterol, mediante un proceso llamado desmentilación, razón por la que a estos fungicidas se les conoce como Inhibidores de Dimetilación (DMI); Piraclostrobin es una Estrobilurinas, que su acción bioquímica consiste en impedir la respiración en la mitocondria (Campos, 2015). Los fungicidas sistémicos más utilizados en el control de la roya el café se presentan en el Cuadro 3.

### CUADRO III. FUNGICIDAS SISTÉMICOS MÁS USADOS EN EL CONTROL DE ROYA.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Grupo químico	Dosis comercial/Ha
Alto 10 SL	Ciproconazole	Triazol	400 cc
Opus12,5 SC	Epoxiconazole	Triazol	535 cc
Esfera Max 53,5 SC	Ciproconazole	Triazol + Trifloxystrobin	250 cc
Opera 18,3 SE	Epoxiconazole + Piraclostrobin	Triazol + Estrobilurina	500 cc
AS 30 EC	Triazol + Triadimefon	Triazol	714 cc
Amistar Xtra 28 SC	Azoxystrobin + Ciproconazole	Azoxystrobin + Triazol	536 cc

Caporal	Triadimenol	Triazol	714 cc
Silvacur	Tebuconazole + Triadimenol	Triazol + Triazol	714 cc

Fuente: Campos 2015.



### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Área de estudio

Este estudio se realizó en fincas cafetaleras ubicadas en los Distritos de Renacimiento y Boquete en la provincia de Chiriquí, entre los meses de Abril y Agosto del 2016. Las localidades muestreadas fueron Palo Alto, Volcancito, Palmira y Jaramillo, en el Distrito de Boquete y en el Distrito de Renacimiento en Monte Lirio, Rio Sereno, San Antonio y Altamira (Cuadro IV)., cuya precipitación promedio fue de 15.250 mm mensual

**CUADRO IV. PUNTOS GEO-REFENCIADOS DE LAS LOCALIDADES MUESTREADAS EN EL DISTRITO DE BOQUETE Y RENACIMIENTO.**

Distritos	Localidades	Coordenadas		Altitud
		N	W	*msnm
Boquete	Jaramillo	08°46'695"	82°25'769"	1,113
Boquete	Palo Alto	08°48'273"	82°25'029"	1,353
Boquete	Volcancito	08°47'044"	82°28'249"	1,525
Boquete	Palmira	08°44'326"	82°26'835"	1,121
Renacimiento	Rio Sereno	08°49'387"	82°49'387"	934
Renacimiento	Altamira	08°47'638"	82°52'219"	1,027
Renacimiento	Monte Lirio	08°47'758"	82°49'428"	864
Renacimiento	San Antonio	08°47'449"	82°49'062"	828

\*metros sobre el nivel medio del mar.

### 3.2 Esquema utilizado para la colecta de los datos experimentales

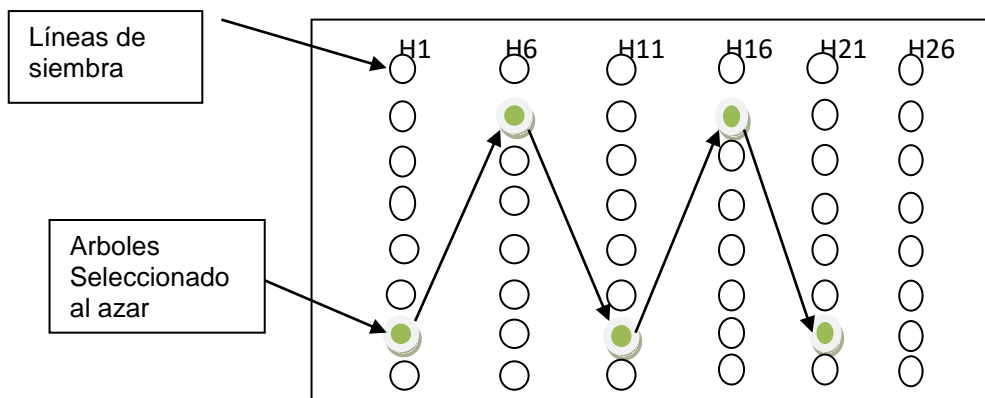


Figura 4. Muestreo en zigzag en una parcela o sitio de 1000 m<sup>2</sup>. H<sub>n</sub>= hileras

### 3.3 Selección del sitio y toma de datos

Se seleccionaron tres sitios por finca, en cada sitio (parcela de 1000 m<sup>2</sup>) se tomaron cinco árboles. La toma de dato se realizó en cafetales sembrados con las variedades de café Caturra y Catuaí. Se realizó un muestreo sistemático que consistió en la selección al azar de árboles, con desplazamientos en zig zag (figura 4). Cada árbol fue marcado con una banderola (Figura 5); Inicialmente y luego de la lectura en el primer árbol, se desplazó a la derecha cinco árboles o hileras y cinco árboles hacia arriba de la línea de siembra, tomando lectura de roya sobre el árbol seleccionado, el siguiente árbol (3°) se tomó desplazándose cinco hileras hacia debajo de las líneas de siembra seleccionando el siguiente árbol, y así, hasta completar cinco árboles por sitio.



Figura 5. Marcación de árboles con banderola

De cada árbol (Parcela efectiva) se dividió en dos estratos, bajo y superior. Alternando los estratos, se tomaron dos bandolas como (unidad experimental) de las cuales se tomaron los datos experimentales. Las bandolas evaluadas se marcaron con cinta de color, para su seguimiento (Figura 6).



Figura 6. Marcación de bandolas con cinta para muestreo

Para tomar datos de incidencia de la roya, se tomaron la bandola marcada y se contaba la cantidad de hojas que tenían presencia de roya y Para medir la severidad de ataque de la roya se utilizó la escala diagramática (Figura 7) la cual se utiliza para medir y cuantificar el porcentaje de daño de la roya presente en las hojas de café. Cada valor corresponde a un síntoma visible de la severidad de la roya: 0 Sano sin síntomas visibles; 1-5 % de área afectada; 6-20 % de área afectada; 21-50 % de área afectada; > 50% de área afectada.

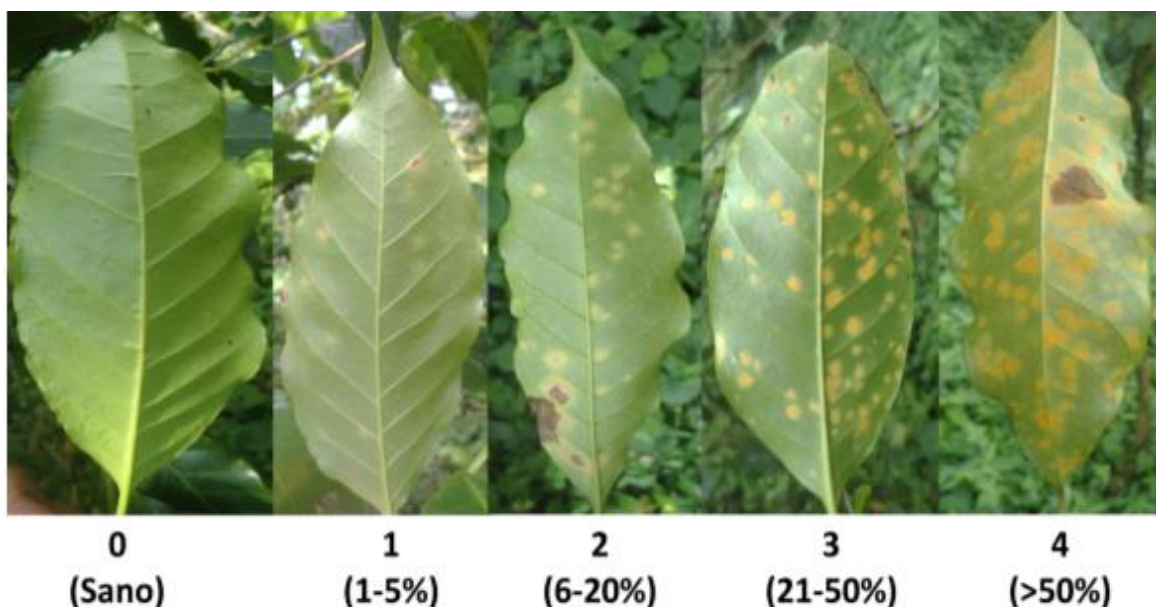


Figura 7. Escala diagramática para el porcentaje de infección (severidad) del hongo en las hojas de café. Fuente: Trujillo, 2013.

### 3.4 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 8 localidades x 2 variedades x 3 sitios, el criterio utilizar este tipo de diseño es debido a la existencia de variabilidad presente entre árboles y entre sitios. Los

datos fueron sometidos a un análisis de varianza y las medias fueron comparadas con la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P=0.05$ ).

Las variables evaluadas fueron: número de hojas totales, hojas enfermas y el porcentaje de severidad en cada hoja según escala; estos datos eran anotado en una tabla cada vez que se realiza el muestreo.

## IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 4.1 Incidencia de la roya del café

En el cuadro V, se muestran los resultados del análisis de varianza para la variable incidencia, en donde se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre las localidades, variedad y repetición.

En el cuadro VI, se muestra los resultados de porcentaje de incidencia por mes; donde hubo diferencia significativa estadísticamente, ya que en el mes Abril presento el más bajo porcentaje de incidencia con un valor de 0.863 por ciento y se muestra como el porcentaje de incidencia aumenta en los meses posteriores logrando ser el porcentaje más alto en Agosto con un valor de 20.074 por ciento.

Según las sugerencias de investigadores al momento de tener datos de incidencia de roya de 0 igual a 10 % al momento de establecidas las lluvias (abril o mayo es recomendable realizar una aplicación con un fungicida del tipo protector, con el objetivo de reducir el progreso de la Roya; en cambio si la incidencia es superior a 10 o 15 % se recomienda utilizar fungida sistémico con dosis curativo en época de lluvia permanente (Barquero, 2013).

**CUADRO V. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE INCIDENCIA DE ROYA DE CAFÉ (*Hemileia vastatrix*). 2016.**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrado	Cuadrado medio	F Calculada	Pr.
Modelo	10	25.6346079	2.56346079	4.66	<.0020
Localidad	7	21.8577107	3.12253010	5.67**	0.0012
Variedad	1	0.26973520	0.26973520	0.49**	<.0012
repetición	2	1.20680569	0.60340285	1.10	0.3545
Error	19	10.4627117	0.55066904		
Total	39	48.9688594			
C.V.	24.97%				

Los valores de porcentaje fueron transformados con Raíz Cuadrada ( $x + 0.5$ ).

\*\* Hubo diferencias estadísticas altamente significativa ( $Pr < 0.01$ )

ns = No hubo diferencias estadísticas significativas ( $Pr > 0.05$ )

**CUADRO VI. MEDIAS DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ROYA DE CAFÉ SEGÚN EL MES DE MUESTREO EN RENACIMIENTO Y BOQUETE. 2016.**

Mes	Incidenia (%)
Abril	0.863 e
Mayo	4.322 d
Junio	7.858 c
Julio	13.726 b
Agosto	20.074 a

Medias seguidas de una misma letra en una misma columna no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $Pr > 0.05$ ).

## 4.2 Severidad de la roya de café

Los resultados del análisis de varianza para la variable severidad, presentó diferencias altamente significativas entre las localidades, variedad y repetición.

**CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE SEVERIDAD DE ROYA DE CAFÉ (*Hemileia vastatrix*). 2016.\***

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrado	Cuadrado medio	F Calculada	Pr.
Modelo	10	2.70090223	0.270090222	4,18	<.0036
Localidad	7	1.53869938	0.21981420	3.41**	0.0157
Variedad	1	0.8768894	0.8768894	0.36**	0.2582
repetición	2	0.14729151	0.7364576	1.14	0.3405
Error	19	1.22653667	0.06455456		
total	39	6.49031919			
C.V.	14.11%				

Los valores de porcentaje fueron transformados con Raíz Cuadrada ( $x + 0.5$ ).

\*\* Hubo diferencias altamente significativa  $Pr < 0.01$

ns = No hubo diferencias significativas  $Pr > 0.05$

La severidad de la roya del café, en porcentaje de las localidades en estudio se presenta en el (Cuadro VIII). El mismo comportamiento presentó la severidad de la roya, con variaciones en los meses de muestreo, siendo el valor bajo en Abril con un 0.875 por ciento y el valor más alto en el mes de Agosto con un valor de 4.031 por ciento, el incremento se la severidad en los meses posteriores al del mes de Abril se debe al incremento de la humedad, provocado por las lluvias que



se dieron a partir de los meses de julio, que favorecieron el incremento de la enfermedad.

**CUADRO VIII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE LA ROYA DEL CAFÉ SEGÚN EL MES DE MUESTREO. 2016.**

<b>Mes</b>	<b>Severidad (%)</b>
Abril	0.875 c
Mayo	1.802 ab
Junio	2.705 ab
Julio	3.329 a
Agosto	4.031 a

Medias seguidas de una misma letra en una misma columna no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $Pr > 0.05$ ).

#### 4.3 Comparación por localidad de la incidencia y severidad de la roya de café.

En el cuadro IX se presentan las medias del % de Incidencia y Severidad para las localidades en estudio. Renacimiento presentó el valor de incidencia y severidad mayor comparado con Boquete.

**CUADRO IX. COMPARACIÓN DE LA MEDIA DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA DE CAFÉ ENTRE LAS LOCALIDADES. 2016.**

<b>Localidad</b>	<b>Distrito</b>	<b>Incidencia (%)</b>	<b>Severidad (%)</b>
Monte Lirio	Renacimiento	24 a	4.62 a
Palo Alto	Boquete	9.52 b	3.68 ab
San Antonio	Renacimiento	10.48 b	3.45 ab
Rio Sereno	Renacimiento	10.97 b	3.15 ba
Jaramillo	Boquete	4.78 bc	2,51 b
Volcancito	Boquete	8.41bc	2.46 b
Altamira	Renacimiento	10.15 b	2.32 b
Palmira	Boquete	1.34 c	0.82 c

Medias con la misma letra en la misma columna, no presentan diferencias estadísticas entre ellas, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $Pr > 0.05$ ).

En Renacimiento, la localidad de Monte Lirio presentó el valor más alto de Incidencia (24%) y en el Distrito de Boquete, Palo alto (9.52%) presentando diferencias estadísticas entre ellas. Entre las localidades de Renacimiento, Monte Lirio (24%), presentó el valor más alto de Incidencia de Roya, seguido de San Antonio (10.48%), Rio Sereno (10.97%) y Altamira (10.15%). En Boquete, las localidades con el valor más alto de Incidencia fue Palo Alto (9.52%), seguido de Volcancito (8.41%), Jaramillo (4.78%) y Palmira (1.34%).

En el caso de los datos de severidad, el orden del valor más alto fue similar a la de Incidencia, con valores de severidad de estuvieron de 0.82% en Palmira, hasta

4.62% en Monte Lirio. Si observamos estos valores de severidad, están por debajo del Umbral de daño económico, sin embargo, bajo las condiciones que se realizó este estudio, los valores por encima del 2% según la escala presentada por SAGARPA que se representa en la escala 1, se sugiere una aplicación temprana de un fungicida sistémico.

#### 4.4 Incidencia y severidad de roya de café según la variedad

Las variedades utilizadas en Renacimiento y Boquete, sujeto al estudio, son cultivares que presentan baja tolerancia a la enfermedad, Catuaí y Caturra. Esta tolerancia se observa en el (cuadro X), en el cual se presenta porcentaje de incidencia de roya entre las variedades Caturra de Renacimiento y Boquete, presentando el valor más alto de Incidencia (14,15%) en la Variedad Caturra de Renacimiento, igual resultado se presenta para la severidad (3.274%) de la enfermedad.

**CUADRO X. COMPARACIÓN DE LA MEDIA DE LAS VARIEDAD PARA EL PORCENTAJE DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA DE CAFÉ. 2016.**

<b>Variedad</b>	<b>Localidad</b>	<b>Incidencia (%)</b>	<b>Severidad (%)</b>
Caturra	Renacimiento	14.15 a	3.274 a
Caturra	Boquete	6.909 c	2.983 a
Catuaí	Renacimiento	10.742 b	2.775 a
Catuaí	Boquete	3.918 d	1.517 b

Medias con la misma letra en la misma columna, no presentan diferencias estadísticas entre ellas, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $Pr > 0.05$ ).

Para la variedad Catuaí, en Renacimiento se presenta con el valor más alto de Incidencia (10.74%) y Severidad (2.775%), comparada con la Catuaí en Boquete cuya incidencia fue de (3.91%) y severidad (1.51%).

Las variedades de Caturra y Catuaí en distrito de Renacimiento mostraron mayor porcentaje de incidencia y severidad comparado con las de Boquete. Estos resultados coinciden con lo señalado por Avelino y Rivas (2013), que señalan entre los factores que inciden con el desarrollo de la enfermedad la altura, las condiciones de humedad y radiación solar, así como la carga fructífera.

En estudios realizados por Calderón (2012) señaló que la variedad Caturra y Catuaí presentan el mismo grado de incidencia de roya, ya que ambas variedades presentan una menor respuesta a la incidencia de roya a mayor altura, y mayor grado de incidencia a menor altura.

## V. CONCLUSIONES

1. Se encontró diferencias estadística significativa en la incidencia de roya de café entre las localidades evaluadas. En las localidades del Distrito de Renacimiento, presentaron los valores más altos de incidencia en comparación con las localidades del Distrito de Boquete.
2. Se registró un porcentaje mayor de severidad en las localidades de Renacimiento, más nos llegaron a un porcentaje superior a la escala 1, que corresponde a un porcentaje de 5 %. En el Distrito de Boquete el porcentaje de severidad fue bajo con un 3%.
3. Se presentó diferencia significativa de incidencia y severidad por fecha; la incidencia y severidad se incrementaron a medidas que pasaron los meses de muestreo. En mes de Abril la incidencia y severidad fueron bajos y esto fueron aumentando hasta Agosto donde presentaron los valores más altos.
4. Se presentó diferencia significativa entre las variedades Catuaí y Caturra, de acuerdo a las localidades evaluadas, registrando valores más altos de incidencia y severidad en el Distrito de Renacimiento, al compararse las mismas variedades con el Distrito de Boquete.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Continuar con los muestreos de roya de café por localidad, incluyendo a Bugaba y Potrerillos.
2. Efectuar otra investigación a diferente altura sobre el nivel de mar y diferentes zonas del país como la provincia de Coclé y la Comarca Ngóbe Buglé, para comparar el comportamiento de la enfermedad.
3. Realizar otra investigación incluyendo parcelas sin tratamiento, para revisar el comportamiento de tolerancia de las variedades a la roya de café.

## VII. BIBLIOGRAFICA

- Arneson, P.A. 2000. Coffee rust. The Plant Health Instructor. The American Phytopathological Society. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-0718-02. Updated 2011. En línea. Disponible en:  
<https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Page/s/CoffeeRustspan.aspx>
- Avelino j; Rivas G. 2013. La roya naranja del cafeto. 47. 2013. hal-01071036 Disponible en: [https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/1071036/filename/la\\_roya\\_anaranjada\\_del\\_cafeto\\_v1.pdf](https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/1071036/filename/la_roya_anaranjada_del_cafeto_v1.pdf)
- Barquero M, M. 2013. Recomendaciones para el Combate de la Roya del Cafeto. Miguel Barquero Miranda. -3era ed.-San José, C.R. Instituto del Café de Costa Rica ICAFE. ISBN 978-9977-55-045-9. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11452e/A11452e.pdf>
- Calderón E, G. 2012. Epidemiología de la Roya del Café Causada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., en las Regiones central y Sur Occidental de Guatemala, C.A. Tesis Lic. Ciudad de Guatemala, Guatemala, USAC. 18 p.
- Campos A., O. G. 2015. Manejo Integrado de la Roya Anaranjada *Hemileia vastatrix* Berk et Br. CEDICAFÉ. Boletín Técnico. ANACAFÉ. 19 p.
- Cortes, L. A. 1991. Aplicación de Fungicida Protectores y Sistémico Para la Prevención y Control de la Roya de Café (*Hemileia vastatrix*). Tesis Lic. David Chiriquí. Panamá. UP. p 46.

- Cristancho, M. A. 2012. Impacto de la Roya del Café en la Caficultura Regional. Centro Nacional de Investigaciones de Café Chinchiná- Colombia. ©FNC-CENICAFÉ 2012. 79 p.
- De Melo *et al.* 2015. Prevención y control de la roya del café: Manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores. Elías de Melo Virginio Filho: Carlos Astorga Domian -3era ed.-Turrialba, C.R. CATIE. ISBN: 978-9977-57-655-8. 98 p.
- García R, D. A. 2013. Incidencia y Severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) y Evaluación de alternativas químicas para su control. Tesis Lic. Ciudad de Guatemala, Guatemala, URL. 61 p.
- Lagos M, S. M. 2014. Efecto de la condición química del suelo y de la fertilización sobre la incidencia, severidad y resistencia fisiológica de plantas de café a la roya (*Hemileia vastatrix*). Tesis de M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 81 P.
- López B, D. F. 2010. Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) del café, bajo condiciones microclimáticas de sol y sombra. Tesis de M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 117 P.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2013. Ciclo biológico de la roya del café. En línea. Consultado el 20 de Julio, 2017. Disponible en:  
<http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3559>



Trujillo A, F. J. 2013. Manual técnico para el manejo preventivo de la roya del cafeto. SENASICA. DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL (DGSV), DPF-CNRF. 26 p.

Valencia M, H. G. 2016. Roya del Cafeto; *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome. SAGARPA; SENASICA. Ficha Técnica No. 40. HEMIVA. ISBN: 978-607-715-150-0; 23 p.