

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Control Integrado de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix***

**Berkeley & Broome) en la variedad Caturra, en el Distrito de**

**Monobamba**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Bach. Emerson QUISPE MURGA**

**Asesor:**

**Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA**

**La Merced - Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Control Integrado de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix***

**Berkeley & Broome) en la variedad Caturra, en el Distrito de**

**Monobamba**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Hugo BUENDIA PONCE**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 043-2024/UIFCCAA/V**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**QUISPE MURGA, Emerson**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – La Merced**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Control Integrado de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en la variedad Caturra, en el Distrito de Monobamba**

Asesor  
**Mag. Ibañez Ojeda, Julio**

Índice de similitud  
**21 %**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 25 de marzo de 2024



Firma Digital

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

A mis Padres por su apoyo incondicional, y a mis maestros que dedicaron su tiempo en compartir sus conocimientos en mi carrera profesional con valores y a mis hermanos por la confianza depositada en mi persona.

Con mucho aprecio para mis maestros Ing. Iván Sotomayor C., M. Sc. Karina Marmolejo G., Mg. Carlos Rodríguez H. Y a todos aquellos que dedicaron su tiempo para compartir sus experiencias en mi formación profesional, de igual manera a todos mis amigos por su compañerismo y comprensión de compartir momentos de alegría, trabajo en equipo nos apoyaron para ser profesionales de éxito.

**EMERSON**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la vida que me dio sabiduría e inteligencia para ser cada día diferente.

A mis padres por su confianza y paciencia, además por enseñarme hacer perseverante y con optimismo de no dejar de hacer las cosas cuando uno se inicia se debe de continuar para llegar al objetivo.

Al Asesor Blg. Julio Ibáñez Ojeda por orientar en el desarrollo del proyecto de tesis.

A la co-asesora M. Sc. Karina Jessica Marmolejo Gutarra por la ayuda incondicional y la orientación permanente para el logro de mis objetivos planteado en la tesis.

Al Mg. Carlos Rodríguez Herrera por sus oportunos consejos para llevar a cabo la culminación de mi tesis.

A nuestros honorables y estrictos jurados, Ing. Iván Sotomayor Córdova, Ing. Hugo Buendía al Dr. Carlos Yucra León por su colaboración y comprensión en las consultas referidas a la elaboración de la tesis. Además, por aprobar sin ningún inconveniente la ejecución de mi trabajo de investigación.

A todos los Ingenieros de la UNDAC- Filial La Merced por instruirnos durante nuestra formación académica.

## RESUMEN

El trabajo de investigación se ejecutó en el distrito de Monobamba, Provincia de Jauja a una altitud 1750 m.s.n.m. Se evaluó la severidad e incidencia de la roya en el cultivo de café, en la parcela experimental; se realizó ocho programas de aplicaciones del caldo sulfocálcico bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. La variable respuesta para esta evaluación fue: incidencia y severidad de la roya. De acuerdo con los resultados el tratamiento T2 fue el mejor. Asimismo, se determinó que la roya del café se encuentra distribuida en toda la plantación y las evaluaciones realizadas a los 210 días mostraron que, en la parte baja de la planta tuvieron un porcentaje de incidencia en los tratamientos T3 y T1 con 16.60 y 13.56% con respecto a los tratamientos T2 y T4 con menor incidencia de la roya con 7.53 y 7.40%. Las evaluaciones de la parte media de la planta mostraron mayor incidencia para los tratamientos T1 y T3 con 29.16 y 13.74%. Los tratamientos T2 y T4 de la parte alta de la planta de café de la variedad Caturra no mostraron problemas de roya, en comparación a T1 y T3 con 18.48 y 6.95%. Las plantas evaluadas a los 270 días en la variable severidad se observan que, en la parte baja de la planta los tratamientos T1 y T3 tuvieron una severidad de 22.13 y 16.33 % y los tratamientos con menor severidad fueron T4 y T2. En la planta de la parte media los tratamientos que sobresalieron por tener mayor severidad fueron T1 y T3 con 50.77%, seguido de los tratamientos T4 y T2 con promedio de 46.38%. Las evaluaciones realizadas en la parte alta de las plantas del tratamiento T2 no presento problemas de roya con respecto a los demás tratamientos en estudio.

**Palabras clave:** Severidad, incidencia, densidad de plantas.

## ABSTRACT

The research work was carried out in the district of Monobamba, Province of Jauja at an altitude of 1750 m.s.n.m. The severity and incidence of rust in the coffee crop was evaluated in the experimental plot; Eight application programs of the sulfocálcico broth were carried out under a randomized complete block experimental design with 4 treatments and 4 repetitions. The response variable for this evaluation was: incidence and severity of rust. According to the results, the T2 treatment was the best. Likewise, it was determined that coffee rust is distributed throughout the plantation and the evaluations carried out at 210 days showed that, in the lower part of the plant, they had an incidence percentage in treatments T3 and T1 with 16.60 and 13.56%. with respect to treatments T2 and T4 with lower incidence of rust with 7.53 and 7.40%. The evaluations of the middle part of the plant showed a higher incidence for treatments T1 and T3 with 29.16 and 13.74%. The treatments T2 and T4 of the upper part of the coffee plant of the Caturra variety did not show rust problems, compared to T1 and T3 with 18.48 and 6.95%. The plants evaluated at 270 days in the severity variable show that, in the lower part of the plant, the treatments T1 and T3 had a severity of 22.13 and 16.33% and the treatments with less severity were T4 and T2. In the plant of the middle part, the treatments that stood out for having greater severity were T1 and

T3 with 50.77%, followed by treatments T4 and T2 with an average of 46.38%. The evaluations carried out in the upper part of the plants of the T2 treatment did not present rust problems with respect to the other treatments under study.

**Key word:** Severity, incidence, plant density.

## INTRODUCCIÓN

El café *Coffea arábica*, es un cultivo permanente en selva central y empieza a producir después de dos a tres años. Su vida productiva puede ser mayor a los 40 años, su producción se da una vez al año, dependiendo de la zona y la altura. Asimismo, como muchos otros cultivos, el café necesita un cuidado durante el desarrollo fenológico, debido a los problemas de plagas y enfermedades, que reducen los rendimientos en el distrito de Monobamba.

La roya, *Hemileia vastatrix*, es considerada en el ámbito mundial entre las siete enfermedades más peligrosas que atacan a las plantas tropicales, es sin duda la enfermedad más severa en el café (Subero, 2005). El daño que causa la roya es gradual y se localiza en las hojas, pudiendo reducir considerablemente en unos pocos años la producción de las plantaciones. La fertilización orgánica y el uso de fungicidas orgánicos controlan significativamente la enfermedad y a pesar de su lenta reacción contribuye a mantener la calidad del grano. El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en una parcela de un agricultor en el distrito de Monobamba, que se dedica a la producción del cultivo de café en un área experimental de 800 m<sup>2</sup>. Asimismo, se realizaron actividades agronómicas como: aplicación de fungicida orgánico y aplicación de fertilizante químico en las plantaciones de café, control de malezas y evaluaciones bajo condiciones agroclimáticas del distrito de Monobamba cuyos problemas principales fueron la incidencia y severidad de la roya.

Por otra parte, se realizó la distribución de los sectores de la parcela del productor y se realizaron otras aplicaciones foliares, suelo y control con caldo sulfocálcico.

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	2
1.3.	Formulación del problema .....	2
1.3.1.	Problema general .....	2
1.3.2.	Problemas específicos .....	2
1.4.	Formulación de objetivo .....	3
1.4.1.	Objetivo general .....	3
1.4.2.	Objetivos específicos .....	3
1.5.	Justificación de la investigación .....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	6
2.2.	Bases teóricas – científicas .....	7

2.2.1.	Generalidades del cultivo de café .....	7
2.2.2.	Importancia y Caracterización del café.....	8
2.2.3.	Características .....	12
2.2.4.	Producción.....	12
2.2.5.	Aspecto general de la enfermedad .....	13
2.2.6.	Ciclo del hongo.....	13
2.2.7.	Biología y comportamiento.....	15
2.2.8.	Factores que influyen en el progreso de la enfermedad.....	16
2.2.9.	Infección .....	16
2.2.10.	Control cultural de la roya amarilla (Hemileia vastatrix Berkeley & Broome).....	16
2.2.11.	Fertilización en el cultivo de cafeto. ....	17
2.2.12.	Fertilización foliar en el cultivo de cafeto .....	20
2.2.13.	Mecanismos de absorción y transporte en la fertilización foliar.....	21
2.2.14.	Tres tipos de fertilizantes foliares. ....	21
2.2.15.	Aplicación de caldo sulfocálcico. ....	23
2.3.	Definición de términos básicos.....	25
2.4.	Formulación de hipótesis.....	25
2.4.1.	Hipótesis general.....	25
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	25
2.5.	Identificación de variables .....	26
2.5.1.	Variable independiente.....	26
2.5.2.	Variable dependiente. ....	26
2.6.	Definición de operacional de Variables e indicadores.....	27

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación .....	28
3.2.	Nivel de investigación .....	28
3.3.	Métodos de investigación .....	28
3.4.	Diseño de Investigación .....	28
3.5.	Población y muestra .....	29
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
	3.6.1. Procedimientos de recolección de datos de parámetros evaluados. ..	31
3.7.	Técnicas de procedimiento y análisis de datos. ....	32
	3.7.1. Evaluación y métodos de conteo. ....	32
	3.7.2. Determinación del inóculo inicial.....	32
	3.7.3. Determinación de la incidencia y severidad. ....	32
3.8.	Tratamiento estadístico. ....	34
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	35

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	36
	4.1.1. Lugar de Ejecución .....	36
	4.1.2. Materiales, equipos e instrumentos.....	36
	4.1.3. Croquis del experimento.....	38
	4.1.4. Características de los Bloques Experimentales.....	38
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados. ....	38
4.3.	Prueba de Hipótesis.....	86
	4.3.1. Regla de decisión. ....	87

4.3.2. Prueba de hipótesis para porcentaje de incidencia de la parte baja, media y alta.....	87
4.4. Discusión de Resultados.....	88
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Plan de fertilización para cultivo de café utilizando Compomaster Café 18-8-18-3-9 en la zona Nor Oriental de Perú. (Fertilización café Misti Perú.).....	20
<b>Tabla 2.</b> Escala de severidad de la roya de café propuesto por LANREF (2010) y corroborado por SENASA (2013). .....	30
<b>Tabla 3.</b> Cronograma de aplicaciones de abonos foliares, caldo sulfocálcico, suelo con fertilizante químico. ....	31
<b>Tabla 4.</b> Prueba de significación de Tukey, Datos transformados arc seno porcentaje de porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta.....	39
<b>Tabla 5.</b> Prueba de significación de Tukey. Datos transformados arc seno porcentaje en el porcentaje de incidencia de la parte media de la planta de café. ....	40
<b>Tabla 6.</b> Prueba de significación de Tukey. Datos transformados arc seno porcentaje de incidencia de la parte alta de la planta de café.. ....	42
<b>Tabla 7.</b> Prueba de significación de Tukey de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de Café. Datos transformados.....	43
<b>Tabla 8.</b> Prueba de significación de Tukey porcentaje de incidencia en la parte media de la planta a los 60 días de evaluación. Datos transformados .....	44
<b>Tabla 9.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	46
<b>Tabla 10.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados .....	47
<b>Tabla 11.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.....	48
<b>Tabla 12.</b> Análisis de variancia del porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados a arco seno. Datos transformados. ....	49
<b>Tabla 13.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	51

<b>Tabla 14.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.....	53
<b>Tabla 15.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	54
<b>Tabla 16.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	56
<b>Tabla 17.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.....	57
<b>Tabla 18.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	59
<b>Tabla 19.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados .....	60
<b>Tabla 20.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.....	61
<b>Tabla 21.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	63
<b>Tabla 22.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, a los 210 días de evaluación. Datos transformados. ....	64
<b>Tabla 23.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.....	66
<b>Tabla 24.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	67
<b>Tabla 25.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. ....	69
<b>Tabla 26.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.....	70

<b>Tabla 27.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	72
<b>Tabla 28.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	73
<b>Tabla 29.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.....	75
<b>Tabla 30.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	76
<b>Tabla 31.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	78
<b>Tabla 32.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.....	79
<b>Tabla 33.</b> Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	80
<b>Tabla 34.</b> Análisis de variancia para número de granos/planta de la variedad de café variedad Caturra. Datos transformados. ....	82
<b>Tabla 35.</b> Prueba de significación de Tukey para número de granos/planta de café la variedad Caturra.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Grado de severidad de la roya del café. ....	34
<b>Figura 2.</b> Incidencia de roya en la parte baja de la planta de café .....	39
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de incidencia de la parte media de la planta de café. ....	41
<b>Figura 4.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café .....	42
<b>Figura 5.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café a los 60 días de evaluación. ....	43
<b>Figura 6.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café. .....	45
<b>Figura 7.</b> Promedios del porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. ....	46
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. ....	47
<b>Figura 9.</b> Promedios del porcentaje de incidencia de roya de la parte media de la planta de café variedad Caturra. ....	49
<b>Figura 10.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café. .....	50
<b>Figura 11.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café. .....	52
<b>Figura 12.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café. ....	53
<b>Figura 13.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café. .....	55
<b>Figura 14.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café. .....	56
<b>Figura 15.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café. ....	58

<b>Figura 16.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café. A los 150 días de evaluación.....	59
<b>Figura 17.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café. .....	60
<b>Figura 18.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café a los 180 días de evaluación.....	62
<b>Figura 19.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la parcela de café. .....	63
<b>Figura 20.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café, a los 210 días de evaluación. ....	65
<b>Figura 21.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.....	66
<b>Figura 22.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la parcela de café. .....	67
<b>Figura 23.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café. .....	69
<b>Figura 24.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café. ....	71
<b>Figura 25.</b> Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café. .....	72
<b>Figura 26.</b> Promedios de porcentaje de severidad en la parte baja de la planta de café. .....	74
<b>Figura 27.</b> Promedios de porcentaje de severidad en la parte media de la parcela de café.....	75
<b>Figura 28.</b> Promedios de porcentaje de severidad en la parte alta de la planta de café. .....	77
<b>Figura 29.</b> Promedios de porcentaje de severidad en la parte baja de la planta de café. .....	78

<b>Figura 30.</b> Promedios de porcentaje de severidad en la parte media de la planta de café.....	79
<b>Figura 31.</b> Promedios de porcentaje de severidad en la parte alta de la planta de café. .....	81
<b>Figura 32.</b> Promedios de número de granos/planta de café de la variedad Caturra. .	83
<b>Figura 33.</b> Porcentaje del área foliar enferma de la variedad de café Caturra. ....	84
<b>Figura 34.</b> Efecto del abonamiento orgánico sobre AUDPC. ....	85

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

El cultivo de café fue afectado por la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) lo que ha disminuido el área de producción en el distrito de Monobamba, este problema surgió por mantener plantas muy viejas, sin ningún manejo adecuado y por el fenómeno del niño se dieron las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de esta enfermedad, lo que generó grandes pérdidas económicas, inclusive se elevó a una emergencia sanitaria a nivel nacional. Es por ello por lo que en la actualidad los productores han optado mantener la variedad Caturra como resistente e instalaron nuevas variedades como el Catimor; este cultivo es un generador de divisas al país, es por ello que aún mantiene su importancia en estas zonas de producción ya que también es la dinamización de la economía del Distrito de Monobamba. Actualmente 150 familias participan en el proyecto de Curibamba e instalaron 35 nuevas hectáreas que han sido cultivadas con 175,000 nuevas plantas de café, (Enel, 2016).

En este sentido el presente trabajo de investigación busca alternativas de control de la roya amarilla utilizando diferentes fertilizaciones químicas, foliares y caldo sulfocálcico. Siendo el objetivo del presente trabajo de investigación

evaluar el efecto de las aplicaciones en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en el distrito de Monobamba.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La presente investigación se orienta a determinar la importancia de la fertilización química, foliar y caldo sulfocálcico en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en Monobamba, siendo la enfermedad principal del café en selva central.

La investigación se desarrolló en:

Región : Junín  
Provincia : Jauja  
Distrito : Monobamba  
Lugar : Monobamba  
Altitud : 1750 msnm.  
Coordenadas : 11°21'39"S, 75°19'34" O.

La presente investigación se ejecutó desde los meses de abril a diciembre del 2017.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de la fertilización química, foliares y caldo sulfocálcico en el control integrado de la roya amarilla en el cultivo del café en la variedad Caturra en Monobamba?

### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cuál será el efecto de la fertilización química en el suelo y caldo sulfocálcico en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad Caturra?

¿Cuál será el efecto de la fertilización foliar y caldo sulfocálcico en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra?

¿Cuál será el efecto de la fertilización foliar y fertilización suelo en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra?

¿Cuál será la curva de progreso de la enfermedad de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra en Monobamba?

#### **1.4. Formulación de objetivo**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar el efecto del control integrado de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en la variedad Caturra en el Distrito de Monobamba.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

Evaluar el efecto de la fertilización química en el suelo y caldo sulfocálcico en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad Caturra.

Evaluar el efecto de la fertilización foliar y caldo sulfocálcico en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra.

Evaluar el efecto de la fertilización foliar y fertilización suelo en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra.

Determinar el área bajo la curva de progreso de la enfermedad de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra en Monobamba.

### **1.5. Justificación de la investigación**

La plantación de café es un cultivo de importancia económica en la selva central que viene incrementándose la instalación de nuevas variedades como es el Catimor, debido a que la roya amarilla arrasó con las plantaciones de la variedad Caturra en los últimos años en todo el Perú, siendo los más perjudicados los pequeños agricultores de diferentes partes de la región peruana productoras del café. En la actualidad se ven muy pocas plantaciones de la variedad Caturra debido a la susceptibilidad a esta enfermedad haciendo imposible de mantener cultivos de café caturra por su alto costo de los productos fúngicos para el control de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome).

Enfocándome en los atributos organolépticos del grano de café, por su alta valor comercial en tasa, aroma, cuerpo, acidez, rendimiento y calidad de grano con el presente trabajo se pretende prevenir, controlar la incidencia de la enfermedad desde un punto de vista ecológico y de bajo costo con la aplicación de un sistema de control integrado se puede evitar que sigan propagándose esta enfermedad en plantaciones antiguas de la variedad caturra lo cual se busca un control eficiente con las siguientes actividades: fertilización química, aplicación foliar, caldo sulfocálcico y labores culturales como son: (control de malezas, manejo de sombra, y poda del cafeto) con la finalidad de mantener y recuperar las plantaciones existentes, para mejorar el precio de grano y esto redundará en la economía del agricultor.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La presente investigación tuvo como limitaciones la distancia a la parcela experimental para las evaluaciones de las variables en estudio, asimismo se preparó el caldo sulfocálcico y se enseñó su preparación a los agricultores, como una alternativa para usar en el control de la roya en el cultivo de café.

Las condiciones del distrito de Monobamba son óptimas para el cultivo del café; pero el problema de la roya es frecuente en las parcelas de los productores, minimizando los rendimientos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Galeano (2006), estudió las alternativas de manejo para la mancha de hierro en el cultivo de café de las fincas de Granada. El trabajo de investigación se desarrolló en parcelas establecidas en cada finca, estas parcelas estaban constituidas por 300 plantas por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: incidencia de mancha de hierro, número de hojas totales, número de palmillas y al finalizar el estudio se realizó una estimación de cosecha. Los resultados del trabajo en el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), fueron los siguientes: en la finca Vista Alegre en el tratamiento que obtuvo menor ABCPE fue biofertilizante más pacelyn más fertilizante diluida, en equipulas fue el tratamiento biofertilizante más torta de nim más fertilización diluida, en la finca Santa Mónica el tratamiento gallinaza más biofertilizante más té de papaya. Los resultados del presente estudio, determinó que los productos que contribuyen estos tratamientos a pesar de que no todos tienen efectos fungicidas, contribuyen al fortalecimiento de las plantas, volviéndolas más vigorosas y tolerantes al ataque de la enfermedad (p.10).

Castillo y Marvin (2005), estudiaron las opciones al uso de agroquímicos para el manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo de café (Coffe arábica)

en las fincas de Masaya, Granada y Caraza, con el objetivo de evaluar el efecto de alternativas de manejo no sintéticas sobre la población de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café. Los tratamientos en estudio fueron (T1) gallinaza + biofertilizante + te de papaya; (T2) gallinaza + biofertilizante + caldo sulfocálcico; (T3) Biogreen + biofertilizantes + te Imonaria; (T4) Biofertilizante + torta de nim + fertilización diluida; (T5) Biofertilizante + pacelyn + fertilización diluida; (T6) Testigo absoluto; (T7) Cobre + fertilización diluida + Vidate. Las muestras fueron tomadas del suelo y raíz mensualmente, siendo procesados en el laboratorio. Entre sus resultados mostraron que las poblaciones más bajas de nematodos fue el cobre + fertilización diluida + vidate y la presencia de mayor población de nematodos encontraron en el tratamiento con gallinaza + biofertilizante + te de papaya (p.8).

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Generalidades del cultivo de café**

El vocablo café se deriva del árabe “kahwah” (cauá), llegando a América a través del vocablo turco “kahweh” (cavé), con distintas acepciones, según los idiomas, pero conservando su raíz. Se trata de un arbusto siempre verde, originario de Etiopía. Es sin duda hoy uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero. Una versión dice que el café fue descubierto casualmente por un pastor al ver que sus cabras, que habían comido el fruto de esta planta, se ponían nerviosas e intranquilas. Otra versión, en cambio, afirma que el café lo descubrieron unos monjes que lo utilizaban para proporcionarse insomnio en sus horas de oración nocturna, (Gamarra, 2015).

El café, la familiar bebida que se hace hirviendo los granos tostados y molidos de *Coffea arábica* L. y otras especies de *Coffea*, ha sido por mucho tiempo una de las bebidas más importantes en el mundo. El género *Coffea* pertenece a la tribu *Coffeoideae* de la familia *Rubiaceae*, (Gamarra, 2015).

El café es el segundo producto más exportado en el mundo (legalmente), después del petróleo. Más de 20 millones de personas en países tropicales dependen del café por su subsistencia. Guatemala produce café de la más alta calidad, tiene buen aroma y acidez, los mejores son de Cobán y Antigua Guatemala. Brasil y Vietnam ahora son los productores más grandes de café robusta, una variedad barata que ha bajado los precios del café arábigo de calidad superior. Estos países también cultivan arábigo, (Nava, 2014).

### 2.2.2. Importancia y Caracterización del café

#### a) Taxonomía:

Grupo	: Fanerógama
Clase	: Angiospermas
Sub – Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Rubiales
Familias	: Rubiácea
Género	: Coffea
Especie	: Arábica L.
Nombre científico	: <i>Coffea arábica</i>

#### b) Variedades de café

La mayoría de las variedades que se cultivan pertenecen a la especie *Coffea Arábica L* que representa el 99% del café de exportación. La otra especie de importancia comercial es *Coffea Canephora*, con la producción de Robusta como variedad importante. Sin embargo, las variedades comerciales de mayor calidad y aceptación en el mercado mundial son las variedades *Arábicas*, (Agrilab, 1998).

**Typica:** Fue la base del desarrollo en los inicios de la caficultura. De esta variedad se derivaron otras por mutación

como el Pache común (Guatemala) y Villalobos (Costa Rica). Es la variedad original que se encontró creciendo de forma silvestre en las mesetas de Etiopía, África. Puede *alcanzar* una altura promedio de 3.5 m a libre crecimiento. Es un arbusto de forma cónica, generalmente formado de un solo tronco vertical y posee abundantes ramas productoras.

**Bourbón:** Su producción es de 20 a 30% mayor que la de la Typica, por lo que esta *variedad* fue sustituyéndose paulatinamente por el Bourbón. La variedad Borbón es una mutación del Typica en la isla de La Reunión. La forma del arbusto es ligeramente cónica y su parte de intermedio a alto (3 a 3.5 metros de altura).

**Caturra:** Es una mutación de Bourbón, descubierta en Brasil. Es de alta producción y buena calidad. Requiere buen manejo cultural y adecuada fertilización, en caso contrario puede agotarse rápidamente. Se adapta bien en las diferentes condiciones regionales del país. Es una *planta* de porte bajo (2.5 m), tronco grueso y poco ramificado e inflexible. Posee entrenudos muy cortos en las ramas y en el tallo lo que lo hacen un alto productor. Sus hojas son grandes, de borde ondulado, anchas, redondeadas, gruesas y de color verde oscuro. Las hojas nuevas son de color verde claro. Es un arbusto de un aspecto general compacto y de mucho vigor.

**Catuai:** Es el resultado del cruce artificial de las variedades *Mundo Nova* y *Caturra* realizado en Brasil. El fruto no se

desprende fácilmente de la rama, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración *coincide* con los periodos de lluvias intensas. Se adapta muy bien en los rangos de altitud de 1100 a 1600 metros, es una variedad que necesita de un buen programa de manejo, especialmente en fertilización.

**Pache Común:** Es una mutación de *Typica* encontrada en la finca El Brito, Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa, en 1949. Es un cafeto de porte bajo con buena ramificación secundaria, de entrenudos cortos y abundante follaje, *termina* en una copa bastante Plana o "Pache". Las plantaciones de Pache se establecieron, principalmente, en oriente, donde su adaptabilidad y producción son satisfactorias. También se cultiva en algunas fincas de la Boca Costa. En general, se adapta bien en rangos de altitud de 1000 a 1700 m.s.n.m.

**Catimor:** Su nombre hace referencia a una gran cantidad de líneas descendientes del cruce realizado en Portugal en 1959, entre el *Timor* (Resistente a la Roya) y Caturra. En general son muy precoces y productivos con rendimiento superiores a otras variedades comerciales. Se adapta muy bien a regiones bajas y medias, en rangos de 800 y 1200 msnm, con lluvias superiores a los 3000 mm anuales.

**Mundo Novo:** Variedad originaria de Brasil, es el resultado de una hibridación natural entre *Typica* y *Bourbón*. Es un cafeto de porte alto con vigor vegetativo y mucha capacidad de producción. Su maduración es un poco tardía en comparación

con el *Bourbón*. Se adapta bien en las regiones del centro y oriente del país, en rangos de altitud de 1000 a 1700 m.s.n.m y precipitaciones anuales de 1200 a 1800 mm.

**Maragogype:** Es una mutación de *Typica* descubierta en Brasil. Presenta un porte alto, superior a *Typica* y *Bourbon*. Sus frutos y semillas son de gran tamaño. La calidad de taza de Maragogype es muy apreciada en los mercados especiales, aunque su productividad es muy baja.

El café (*Coffea Arábica* L.) es un cultivo originario del noroeste del continente africano, y que se trajo al continente americano a comienzos del siglo XVIII a las colonias de Holanda y Francia. Los españoles también contribuyeron a la difusión, centro América y los Portugueses al Brasil, llegando al Perú en 1838, llegando a Chanchamayo en 1876. El cultivo de café, (*Coffea Arábica* L.), en selva central se instala en el valle del Perené la compañía Inglesa The Peruvian Corporación (1891) quien recibió del gobierno peruano en un lote de 475 758 has. Para ser explotados con fines agrícola. En la selva central se cultiva las variedades típicas, caturra, pache, borbón, mundo Novo y los últimos años se ha instalado catimor. Son susceptibles el *coffea arábica* y sus variedades y otras especies de *coffea*. En nuestro país se cultiva alrededor de 250000 has de café, de los cuales corresponde a selva central alrededor de 70,000 has. El café es el principal producto gran exportable generador de diversas divisas para el país, pero a pesar de eso no ha recibido la atención debida por parte del estado; Actualmente se observa que las áreas cafetaleras han reducido sus

niveles de productividad, lo que aunado a los bajos precios internacionales conducen a una serie crisis de la caficultura nacional de los próximos años, (Figueroa, 1998).

### **2.2.3. Características**

- Periodo vegetativo. -La Producción empieza a los 2.5 años.
- Época de siembra: En época de lluvia (octubre a febrero).
- Época de cosecha: Mayo – agosto.
- Condiciones Edafoclimáticas se necesita un clima templado y húmedo con frecuentes lluvias y T° entre los 15-25 C° La temperatura optima oscila entre 18°C-22°C, con extremos de 16°C- y 24°C.
- Precipitación pluvial adecuada se sitúa en un amplio rango entre 1000 y 3000 mm anuales y la humedad relativa entre 70%y 95%.
- Suelos profundos francos y con PH 5.5 A 6.5
- Fertilización: Nitrógeno (kg/há):80(I),100(II),150(III)
- Fósforo (p)(kg/há):50(I),80(II),50(III)
- Potasio (k) (kg. /há):50(I),80(II),120(III)
- Materia orgánica (Tm/há):10
- Compost para abonar el suelo y el biol (aplicación vía foliar).

### **2.2.4. Producción**

Costo de producción por 1 ha de instalación 1,200 - 1300 (US \$/Ha) de mantenimiento y cosecha: 1300-1500(US \$/Ha). Sin tecnología con 80% hectáreas 186,400 kg/rendimiento por Ha qq/há) 11 total cosecha quintales es de 2050,400 kg. Tecnología media 18%hectareas 41,940 kg, rendimiento por ha (qq/há) 28 Total cosecha quintales 1174,320 y 536 kg. Tecnología de punta 2% hectáreas 466. Rendimiento por ha (qq/há) 60. Total, cosecha quintales 279.600 y 600-1200 kg, (Gamarra, 2015).

### 2.2.5. Aspecto general de la enfermedad

“Roya amarilla del café” (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome)

#### Taxonomía:

- Phylum : Basidiomycota
- Clase : Teliomycetes
- Orden : Uredinal
- Familia : Pucciniaceae

#### Morfología

Las Uredosporas de (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome), requiere agua para su germinación, temperaturas óptimas de 21 a 25° C, con un máximo de 28°C y un mínimo de 15°. La germinación es inhibida por alta insolación, las noches húmedas proporciona la mayor infección. El haustorio que causa la primera infección es producido dentro de las 10 horas de la germinación de la espora. La viabilidad de las esporas decrece hasta después de una semana, dependiendo de las condiciones del medio ambiente. La infestación se inicia a través de las estomas, las hojas tiernas que todavía no han abierto son resistentes a la infección, siendo más susceptibles las hojas maduras. El desarrollo de la enfermedad es rápido, si las condiciones de temperatura y humedad son las adecuadas y están caracterizados por un índice típicamente policíclico o logarítmico.

### 2.2.6. Ciclo del hongo.

El ciclo del hongo *Hemileia* inicia con el proceso de liberación y deposición de la espora en la hoja de café; posteriormente, la espora germina y se inicia el proceso de infección (Avelino y Rivas 2013). Recién en la tercera etapa se presentan los síntomas de la enfermedad, cuando aparecen las manchas de color amarillo pálido en el envés de las hojas que, con el tiempo, aumentan de tamaño y se unen formando las características manchas amarillas

o anaranjadas con polvo fino amarillo que produce las nuevas esporas del hongo (Rivillas et al. 2011).

Según Barquero Miranda (2013), el tiempo entre la germinación de la espora, penetración a los tejidos internos de la hoja e inicio de la producción de esporas oscila entre 20 a 40 días. Además, señala que entre más favorables sean las condiciones de temperatura y permanencia de agua sobre la hoja menor será el tiempo para completar el ciclo reproductivo del hongo. Para la germinación de las esporas se requiere de la presencia de agua libre por al menos durante seis horas, temperaturas entre 21-25 °C y condiciones de oscuridad (Sagarpa 2013, Avelino y Rivas 2013). Para formarse el apresorio (modificación de las hifas para la infección de una célula epidérmica del huésped) se requiere de un periodo de entre 5,3 y 8,5 horas. La germinación se inhibe con la presencia de luz y falta de agua entre 24 y 48 horas (Avelino y Rivas 2013); cuando se evapora o se reduce la disponibilidad de agua en la hoja se detiene el proceso de germinación, ya que afecta el crecimiento de los tubos germinativos de las esporas (Sagarpa 2013). Luego de germinar, el hongo penetra en las hojas a través de las estomas (aberturas naturales usadas por las plantas para respiración y transpiración) situados en el envés de las hojas maduras (Rayner 1961). Una vez que ha penetrado al interior de la hoja, el hongo desarrolla unas estructuras denominadas haustorios, los cuales entran en contacto con las células de la planta para extraer los nutrientes necesarios para su crecimiento. Avelino y Rivas (2013) señalan que la concentración óptima de espora del hongo para que se produzca la infección debe ser de 15-30 esporas por centímetro cuadrado; si las esporas están demasiado dispersas no se produce la infección. Transcurridos 30 días después de la colonización, el hongo está lo suficientemente maduro para diferenciarse en estructuras llamadas soros, que son las encargadas de producir nuevas uredosporas. El tiempo transcurrido desde la infección hasta la producción de esporas se

denomina periodo de latencia. En Costa Rica se ha determinado que el ciclo de la vida del hongo es de alrededor de 30 días, por lo que, considerando los periodos de precipitación, la roya del café puede completar entre seis y ocho ciclos dependiendo de la región (Barquero Miranda 2013).

Rivillas et al. (2011), señalan que, en la zona cafetalera de Colombia, el periodo de latencia puede fluctuar entre 34 y 37 días al sol, mientras en condiciones de sombra oscila entre 31 y 35 días.

El ciclo de vida de la roya del café por lo general cubre 30 días, transcurrido el 75% de este tiempo (24 días), se inicia la formación de manchas de color amarillo pálido traslúcidas. Los signos típicos de la enfermedad son las esporas de color anaranjado, que se hacen visibles a partir del día 27 del ciclo, cuando ha transcurrido el 90% del tiempo. Una vez que se inicia la formación de las esporas en las lesiones o manchas de roya, la producción se mantiene activa mientras la hoja permanezca adherida a la planta, lo cual puede prolongarse por varios meses. Otro aspecto por considerar es la sobrevivencia del inóculo de un año a otro ya que juega un rol muy significativo en la dinámica de las epidemias. Plantaciones que sufrieron ataques moderados o leves de la enfermedad, tendrán mayor cantidad de hojas con lesiones de roya que persistirán en la planta durante la época seca, e iniciarán la esporulación con el inicio de las lluvias. En consecuencia, aumentan las posibilidades de infecciones en hojas nuevas de forma anticipada a lo usual, si no se aplican las medidas de protección necesarias para estos tejidos (Avelino y Rivas 2013, Barquero Miranda 2013).

#### **2.2.7. Biología y comportamiento.**

El desarrollo de la enfermedad al principio del ciclo se encuentra sometido a la influencia de la temperatura y de la precipitación donde el exceso puede reducir la propagación de la enfermedad. Los porcentajes máximos de infección en el follaje tienden a crecer con la edad de las plantaciones y son

frecuentemente el 90%, en plantaciones antiguas, sin manejo y en altitudes debajo de 800 m.s.n.m. Es normal observar problemas de antracnosis en las ramas de cafetos debilitados que se acentúan con los daños causados por la roya, (Gamarra, 2015).

#### **2.2.8. Factores que influyen en el progreso de la enfermedad**

Los principales factores que influyen en el desarrollo de la enfermedad son la lluvia, el inoculo residual del campo al principio de la estación lluviosa y el grado de densidad foliar del árbol. La enfermedad se inicia poco después de la estación lluviosa. Los niveles máximos de la enfermedad y la defoliación se presentan después del final de la lluvia. La supervivencia interestacional se propicia a través de lesiones residuales en las hojas y en condiciones secas de latencia en hojas viejas, (Nava, 2014).

#### **2.2.9. Infección**

Aparecen manchas pulverulentas de color amarillo a naranja en el envés de las hojas, con unas manchas cloróticas. Inicialmente, las manchas tienen un diámetro de 2 – 3 mm, pero se expanden alcanzando un diámetro de varios centímetros. Es probable la aparición de nuevas lesiones en forma de pequeñas manchas antes de la esporulación. Hospedero primario: *Coffea arábica*, todas las variedades derivadas de ellas y *Coffea canephora* variedad robusta.

#### **2.2.10. Control cultural de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome).**

La poda tiene por objeto regular el hábito natural de crecimiento, para mantener la sanidad de la planta al separar ramas improductivas, enfermas o muertas existiendo diferentes podas como: Poda de formación, podas de producción y podas de renovación.

Poda de los árboles de sombra: Requieren de podas de formación y luego raleo de ramas, durante la época seca, a fin de que constantemente la provisión de nombramiento sea ralee, (Figuerola, 1998).

En plantaciones de altas densidades, de 5000 o más plantas por Ha. Solo se recomiendan realizar podas por calles. Existe una poda denominada de limpieza que se practica todos los años después de la cosecha, cuando se tiene plantas viejas e improductivas se debe realizar la poda de renovación, (Aliaga, 1985).

#### **2.2.11. Fertilización en el cultivo de cafeto.**

El principal objetivo del uso de fertilizantes es obtener los rendimientos más altos posibles con el mínimo costo (rendimiento económico máximo). Para que la fertilización sea productiva, rentable y respetuosa del ambiente debe conducirse respondiendo las siguientes cinco preguntas:

- 1) ¿**Dónde** debe aplicarse el fertilizante?;
- 2) ¿**Cómo** debe hacerse la aplicación?;
- 3) ¿**Cuándo** es conveniente?;
- 4) ¿**Qué** producto debe aplicarse?; y
- 5) ¿**Cuánto** producto aplicar?

##### **a) Localización del fertilizante**

Basándose en el hecho de que bajo la copa del árbol (follaje) se encuentra más del 80% de las raíces activas que absorben agua y nutrientes, se recomienda localizar el fertilizante o las enmiendas en el área cubierta por el follaje (plato del árbol). En áreas planas se sugiere también la aplicación del fertilizante en una banda paralela a la hilera de plantas, cuyo ancho es igual al radio de la copa de la planta. La mitad de la banda debe estar dentro de la copa y la otra mitad fuera y la línea de gotera debe coincidir con el centro de la banda.

##### **b) Forma de aplicación**

La fertilización del cafetal debe hacerse al voleo en el plato o en la banda de aplicación. Esta forma de aplicación requiere menos mano de obra y no difiere en producción con otras formas de aplicación ensayadas (corona,

media luna, tapado). En el caso de aplicación de cal u otras enmiendas, se debe limpiar el plato o la banda, ya que por su escasa solubilidad estos materiales no deben quedar depositados sobre la hojarasca. Si utiliza una enmienda antes de la siembra, debe incorporarse el material con el suelo del hoyo.

### c) **Época de aplicación**

Para decidir el momento más oportuno de la fertilización se deben tener en cuenta las siguientes condiciones:

**Árboles jóvenes:** Durante la etapa de crecimiento acelerado hasta el inicio de la floración (18 meses aproximadamente). Basándose en el análisis de suelos, se decide si al momento de la siembra es necesario incorporar al suelo del hoyo de siembra enmiendas como cal agrícola, cal dolomítica o roca fosfórica. Las dosis no deben ser superiores a 80 g por planta.

Se recomienda que la primera fertilización se efectúe un mes después del trasplante en el campo, y luego cada cuatro meses, para un total de cinco aplicaciones.

**Socas:** Se debe iniciar la fertilización tres meses después del corte (zoqueo ó poda), como si fuera un cafetal de un año. No es necesario fertilizar inmediatamente antes del zoqueo.

**Cafetal en producción:** Esta etapa se inicia con las floraciones (aproximadamente a los 18 meses de siembra en el campo) y constituye el siguiente paso después de la fertilización en la etapa de crecimiento acelerado. La fertilización en esta etapa del cultivo debe iniciarse cuando la planta tenga dos años en el campo empezando ahora la aplicación de dosis anuales de fertilizantes repartidas en dos aplicaciones. La primera aplicación se efectúa dos meses antes de la floración, y la segunda dos meses antes de la cosecha principal. Esto se debe a que existe una gran demanda de nutrientes los dos últimos meses de desarrollo del fruto. Por

ejemplo, en una región donde las cosechas se presentan entre abril y mayo y la floración entre octubre y noviembre, las fertilizaciones se harán en febrero y agosto. Fundamentalmente, las recomendaciones consideran que el cafetal hasta la floración necesita principalmente N y P, y a partir de la floración requiere principalmente N y K. Si se requiere la adición de enmiendas, éstas se aplicarán un mes después de la fertilización.

**d) Tipo y cantidad de fertilizante**

Se estima que las necesidades de crecimiento vegetativo del cafeto son de 100, 10 y 90 kg/ha/año de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente y que por cada 25 qq (1250 kg) de café pergamino seco producido por hectárea se requieren 32, 4 y 40 kg/ha /año de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente. Esto significa que un rendimiento de 100 qq (5000 kg) de café pergamino seco por hectárea (rendimiento fácilmente alcanzable en plantaciones tecnificadas ubicadas en áreas de condiciones climáticas óptimas) requiere de 228, 26 y 250 kg/ha/año de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Basándose en los anterior, cuando no se tiene acceso al análisis de suelo se sugiere utilizar la siguiente recomendación: Los cafetales en producción, con un rendimiento promedio de 100 qq (5000 kg) de café pergamino seco/ha/año, deben recibir una dosis anual de fertilizantes con el equivalente a 240 kg de N, 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 240 kg de K<sub>2</sub>O.

Esta combinación puede suministrarse con 1300 kg de la fórmula 18-8-18-3-9. Si el cafetal produce menos o más de 400 arrobas de café pergamino seco/ha/año, la dosis de fertilizante se debe reducir o aumentar proporcionalmente.

Sin embargo, es desde todo punto de vista aconsejable utilizar el análisis de suelos para decidir el tipo y cantidad de fertilizante a usarse en el cafetal. Esta herramienta de diagnóstico permite evaluar la condición de fertilidad natural del suelo de las diversas zonas cafetaleras y determinar las

modificaciones químicas provocadas por la aplicación de nutrientes al suelo. El análisis de suelo permite, junto con otros criterios de diagnóstico, hacer un uso eficiente y rentable de los fertilizantes, que al mismo tiempo sea respetuoso del ambiente, (Carbajal, 1984).

**e) Fertilización modular del cafetal**

Es siempre interesante buscar la reducción de los costos de producción, sin perjudicar el rendimiento o la calidad. Esto es particularmente importante en épocas de crisis, como las que sufre el sector por las variaciones del precio internacional del café. Una de las formas de lograrlo es mejorando la eficiencia de los fertilizantes aplicados en los cafetales, especialmente mediante el restablecimiento del equilibrio catiónico del suelo con el uso de correctivos y/o enmiendas, (Carvajal, 1984).

**Tabla 1.**

Plan de fertilización para cultivo de café utilizando Compomaster Café 18-8-18-3-9 en la zona Nor Oriental de Perú. (Fertilización café Misti Perú.)

<b>Estado</b>	<b>Dosis gr/planta</b>	<b>Momento de aplicación</b>
Plantas jóvenes	50	Inicio de floración (meses Set/Oct)-1ra aplicación.
		Crecimiento y desarrollo de fruto (mese Dic/Ene) 2da aplicación.
Plantas en producción	100	Inicio de floración (meses Set/Oct)-1ra aplicación.
		Crecimiento y desarrollo de fruto (mese Dic/Ene) 2da aplicación.
		Al final de la cosecha (meses Jun/Jul) – 3ra aplicación.

**2.2.12. Fertilización foliar en el cultivo de cafeto**

Generalmente es aceptado que la vida vegetal comenzó en los mares, o en las lagunas costeras próximas. Las plantas primitivas como las algas no

tenían raíces en donde pudiera absorber el agua y los nutrientes con lo que se puede inferir con cierta certeza que las plantas obtenían sus nutrientes del mar y del aire y que los asimilaban por medio de las hojas, característica que no se ha perdido a lo largo del tiempo.

Por contraposición, la nutrición normal a través de las raíces y el suelo se denomina radicular o edáfica, (Carbajal, 1984).

### **2.2.13. Mecanismos de absorción y transporte en la fertilización foliar**

La absorción foliar se realiza en tres pasos, después de disponer de los nutrientes en las hojas:

1. Penetran la cutícula y las paredes epidérmicas por difusión.
2. Son absorbidas por el plasmalema y entran al citoplasma.
3. Pasan a través de la membrana plasmática y entran en el citoplasma.

El interés de la fertilización foliar está relacionado con los siguientes aspectos principales: puede ser empleada en carácter complementario, del suministro de nutrientes vía suelo, es la manera más rápida de corregir deficiencia particularmente de micronutrientes como: magnesio, cobre, hierro, boro, manganeso, calcio, zinc. La aplicación a plantas con fertilizantes de uso foliar debe ser de 5 veces por semana.

### **2.2.14. Tres tipos de fertilizantes foliares.**

Las propiedades que debe tener una sustancia para utilizarse como abono foliar es que sea muy soluble y no tenga efecto Fitotóxico sobre las plantas. Los tipos de fertilizantes foliares se pueden agrupar en dos grandes categorías: sales minerales y complejos naturales orgánicos denominados quelatos. Estos últimos pueden ser naturales o sintéticos.

#### **a) Sales minerales**

Fueron las primeras en utilizarse y comprenden sulfatos, cloruros y nitratos. Los sulfatos son las fuentes más utilizadas debido a su alta solubilidad y por tener menor riesgo a que se produzcan quemaduras en el follaje. Además,

estos suponen un aporte de azufre a la planta como nutriente. Los cloruros y nitratos se absorben más rápido a través de la cutícula foliar que los sulfatos, pero el riesgo de toxicidad es más elevado y se utilizan a menor concentración. En cuanto a la aportación del nitrógeno vía foliar, se hace con urea y nitrato amónico. La absorción vía cuticular de estos elementos es muy rápida y frecuentemente se utilizan como elementos de choque cuando las plantas están sufriendo algún tipo de estrés.

#### **b) Quelatos**

Los quelatos son compuestos orgánicos de origen natural o sintético que pueden combinarse con un catión metálico formando un complejo de forma que, el catión pierde su carácter metálico neutralizándose las cargas de este y permitiendo su absorción. La ventaja de los quelatos reside en su mayor velocidad de absorción lo que permite una mayor eficiencia en la aplicación y menores pérdidas por lavado. Los quelatos pueden ser formulados incorporando uno o varios nutrientes, incluyendo nutrientes como zinc, manganeso, cobre.

##### **Quelatos Sintéticos**

El más común es el EDTA (ácido etilendiamino tetra-acético) por su estabilidad que impide el que el catión o elemento fertilizante se pierda. Otros son el DTPA y EDDHA.

##### **Quelatos orgánicos**

Son compuestos a complejantes de grado más bajo que los anteriores obtenidos como, subproductos de procesos industriales como la obtención de pulpa de madera. Unos de los más usados son los ácidos húmicos y fúlvicos obtenidos de yacimientos de carbón y turberas. A parte de ser usados como elementos quelatantes, su incorporación al suelo activa la flora microbiana a la vez que acomplejan los elementos nutritivos del suelo permitiendo y mejorando la absorción radicular, (García, 2006).

**Tabla 2.**

*Plan de fertilización foliar.*

Momento de Aplicación	Producto	Dosis x cilindro
Brotamiento	Aquamaster N	1 kg
	Microcat Zinc	500 cc
	Manganeso	
	Aquamaster Cobre	500 gr
Prefloración	Aquamaster P	2 kg
	Kelik CaB ó	500 cc
	Aquamaster CaB	500 gr
Crecimiento y desarrollo de grano	Kelik CaB ó	500 cc
	Aquamaster CaB	500 gr
	Kelik K ó	500 cc
	Aquamaster K	1 kg

Fuente: Gamarra, 2015.

#### **2.2.15. Aplicación de caldo sulfocálcico.**

El caldo sulfocálcico es un preparado de cal y azufre que, al ser aplicado sobre plantas enfermas, además de controlar el patógeno, penetra en las células de la planta y participa en la formación de aminoácidos y proteínas.

El azufre es un producto que se encuentra en la naturaleza y es conocido por presentar una baja toxicidad para la salud humana y animal. La OMS la clasifica en la categoría III como ligeramente tóxico. El azufre es molido finamente con materiales inertes seleccionados, tiene aplicaciones como fungicida, acaricida e insecticida, además de formar parte en los procesos de desarrollo de las plantas por ser un nutriente considerado dentro de los macroelementos requerido por los cultivos para su producción.

##### **a) Preparación de Caldo Sulfocálcico:**

###### **Ingredientes:**

- ✓ 20 kg de azufre en polvo.
- ✓ 10 kg de cal viva o apagada.
- ✓ 100 litros de agua.

- ✓ 1 balde metálico.
- ✓ 1 fogón de leña u hornilla.
- ✓ 2 cucharadas de aceite comestible.

#### **b) Preparación**

Poner agua a hervir. Después de que el agua este hirviendo, agregar el azufre simultáneamente con la cal (despacio porque puede formar espuma y botarse), revolver constantemente la mezcla durante aproximadamente 30 minutos, entre más fuerte sea el fuego, mejor preparado quedara, durante este tiempo se tornara color ladrillo. En este momento se baja del fuego y se deja enfriar. En la vasija, se forma una nata blanca (carbonato de calcio), el líquido se torna vino tinto y en el fondo queda una pasta. Retirar la nata, colar el líquido y adicionar dos cucharadas de aceite comestible, envasar en frascos oscuros o vasijas plásticas lejos de la luz directa del sol, no almacenar más de 6 meses.

La pasta se revuelve con aceite mineral y sirve para controlar la sarna del ganado, los cerdos y los perros; la misma pasta se puede adicionar a un caldo nutritivo en pequeñas proporciones para potenciar el contenido de azufre y calcio.

#### **c) Usos y recomendaciones**

- El caldo sulfocálcico es efectivo para controlar enfermedades, plagas y ácaros.
- Para el control de la gota en papa y tomate se usa medio litro de caldo por cada 20 litros de agua, cuando el ataque es severo se usa un litro para la misma cantidad de agua.
- En cebolla y ajo para el control de trips se aplica un litro por bomba de 20 litros.
- En frutales para enfermedades fungosas, según la gravedad del ataque usar hasta dos litros por bomba de 20 litros.

- Para control de enfermedades fungosas en hortalizas aplicar desde 50cc hasta ½ litro por bomba de 20 litros, dependiendo de la severidad de la enfermedad.
- En leguminosas solo hasta 1/2 litro por bomba de 20 litros, pero no aplicar en floración.
- En brotes tiernos de uvas o cítricos solo se aplica 40 cc por bomba de 20 litros.
- No se debe fumigar en época de floración.
- No aplicar en plantas de la familia cucurbitáceas como zapallo, pepino, melón, sandía, etc. El azufre es un excelente acaricida.
- Para controlar la mosca del ganado, mezclar un litro de caldo por cada 9 de agua y fumigar cada 8 días, (García, 2006).

### 2.3. Definición de términos básicos

**Caldo sulfocálcico.** – Es un producto muy útil en la prevención y control de enfermedades, actúa como fungicida acaricida, preventivo permisible en agricultura orgánica, elaborado a base de minerales como azufre.

**Roya.** - Es un hongo fitoparásito que es exclusivo de los cafetales. Es considerado una de las enfermedades más catastróficas de toda la historia en el cultivo del café.

### 2.4. Formulación de hipótesis

#### 2.4.1. Hipótesis general

Con la aplicación del fertilizante químico, foliar y caldo sulfocálcico tienen efecto en el control de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en la variedad Caturra en el Distrito de Monobamba.

#### 2.4.2. Hipótesis específicas

La fertilización química en el suelo y caldo sulfocálcico tienen un efecto en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad Caturra.

La fertilización foliar y caldo sulfocálcico tienen un efecto en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra.

La fertilización foliar y fertilización en el suelo tienen un efecto en el control integrado de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra.

Al menos un tratamiento presenta menor AUDPC en la curva de progreso de la enfermedad de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad caturra en Monobamba.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

- Fertilizantes químicos (Compomaster café 18N - 18K - 3Mg - 9S +elementos menores).
- Fertilizante foliar Aquamaster 20-20-20
- Fungicida orgánico (Caldo sulfocálcico)

### **2.5.2. Variable dependiente.**

- Rebrote de hojas
- N° de frutos

#### **Indicadores:**

- % de incidencia
- % de severidad
- Curva de progreso de la enfermedad

## 2.6. Definición de operacional de Variables e indicadores

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDIDA	INSTRUMENTO
Fertilización química, foliar y fungicida orgánico	Dosis	T1 = 0% Testigo (Sin Tratamiento)	g y ml	Probeta y balanza de precisión
		T2 = Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico	g y ml	Balanza de precisión
		T3 = Fertilización foliar + caldo sulfocálcico	g y ml	Probeta y balanza de precisión
		T4 = Fertilización foliar + fertilización suelo	g y ml	Probeta y balanza de precisión
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
Control de la roya	Incidencia	Porcentaje de incidencia inicial 30 días	%	Calculadora
		Porcentaje de incidencia a los 60 días	%	Calculadora
		Porcentaje de incidencia a los 90 días	%	Calculadora
		Porcentaje de incidencia a los 120 días	%	Calculadora
		Porcentaje de incidencia a los 150 días	%	Calculadora
		Porcentaje de incidencia a los 180 días	%	Calculadora
		Porcentaje de incidencia a los 240 días	%	Calculadora
	Severidad	Porcentaje de severidad a los 30 días	%	Calculadora
		Porcentaje de severidad a los 240 días	%	Calculadora
Curva de progreso de la enfermedad	AUDPC	Evaluación de días en el avance de la roya	%	Formula de Henderson

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación que se pretende realizar es de tipo aplicada en plantaciones de café en etapa fenológica productiva.

#### 3.2. Nivel de investigación

El presente trabajo es del nivel de investigación experimental.

#### 3.3. Métodos de investigación

La presente investigación fue inductivo - deductivo.

#### 3.4. Diseño de Investigación

##### a) Diseño Experimental

El diseño empleado en el presente trabajo fue bloques completamente randomizado- BCR.

##### b) Modelo Aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

U: Media poblacional

T<sub>i</sub>: Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

B<sub>j</sub>: Efecto aleatorio de la j-ésima repetición o bloque

E<sub>ij</sub>: Error experimental.

### c) Análisis de variancia

Al existir diferencias estadísticas en el ANVA, se realizará la prueba de significación de Tukey ( $\alpha = 0.5$ ).

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamientos	3			
Bloques	3			
Error	9			
Total	15			
S=	X=		CV=	

### 3.5. Población y muestra

#### a) Población

La población en estudio lo conforman 160 plantas de café en etapa fenológica productiva.

#### b) Muestra

La muestra será 5 plantas por unidad experimental haciendo un total de 10 plantas por tratamiento evaluadas del experimento, extraída de la población de 160 plantas de café en etapa productiva.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La principal técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación es de observación y el principal instrumento de evaluación fue la incidencia y severidad con el control integrado de la roya amarilla.

**Tabla 2.** Escala de severidad de la roya de café propuesto por LANREF (2010) y corroborado por SENASA (2013).

GRADO	PLANTA (% DAÑO)
0	Planta sana
1	3% de área foliar con presencia de roya.
2	10% de área foliar con presencia de roya.
3	30% de área foliar con presencia de roya.
4	60% de área foliar con presencia de roya.

**a) Preparación de la solución con caldo sulfocálcico**

La preparación se realizó del mismo modo que para los otros tratamientos en el lugar del experimento, de manera uniforme y al mismo tiempo, fue del modo tradicional, siguiendo los pasos según bibliografía y su elaboración es de la siguiente manera: Utilizando la dosis: de 2 kilogramos de azufre y 1 kilogramo de cal viva preparado en 10 litros de agua, esta solución se hace hervir durante 40 minutos hasta obtener color vino tinto, se deja enfriar y luego se utiliza 2 litros de caldo sulfocálcico en 18 litros de agua, removiéndose ambas soluciones siendo agitada para ser aplicada a las plantas en estudio.

**b) Modo de aplicación**

La aplicación sobre las hojas del cafeto, iniciando por la parte superior hasta la inferior de la planta de café, de manera uniforme en las 80 plantas de los tratamientos T3 y T4 con el adherente foliar en las fechas programadas.

**c) Frecuencia de aplicación de la solución con caldo sulfocálcico**

Se hicieron ocho aplicaciones con una frecuencia de 30 días, comenzado la primera aplicación el 05 del mes de abril.

#### d) Frecuencia de fertilización por suelo y foliar

Se hicieron tres veces la fertilización cada 90 días durante la campaña 2017, comenzado la primera aplicación el 05 del mes de abril.

**Tabla 3.** Cronograma de aplicaciones de abonos foliares, caldo sulfocálcico, suelo con fertilizante químico.

Nº DE MESES	FECHA DE EVALUACIÓN (%Incidencia)	FRECUENCIA DE APLICACIÓN (caldo sulfocálcico)	FERTILIZACIÓN FOLIAR Y GRANULADO AL SUELO
1	05/04/2017	30 días	X
2	05/05/2017	30 días	
3	05/06/2017	30 días	
4	05/07/2017	30 días	X
5	05/08/2017	30 días	
6	05/09/2017	30 días	
7	05/10/2017	30 días	X
8	05/11/2017	30 días	

#### 3.6.1. Procedimientos de recolección de datos de parámetros evaluados.

Los datos tomados durante el experimento fueron registrados en fichas de evaluación especialmente confeccionados para cada uno de los parámetros a evaluar, según antecedentes para la evaluación y toma de datos.

##### a) Incidencia en hojas

La incidencia en hojas nos muestra la presencia de la roya en las hojas del cafeto, se evaluaron 10 plantas centrales de cada parcela, tomando en cuenta todas las normas de evaluación.

##### b) Severidad en hojas

Para evaluar la severidad en hojas se tomaron los 10 cafetos centrales de cada parcela, evaluando el área foliar afectada. Este resultado nos indica la gravedad de la presencia de la roya en el café.

### **c) Análisis de datos**

El procedimiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación se realizaron mediante el análisis de varianza de los datos. En el procedimiento de los datos, los análisis estadísticos que nos permitieron estimar a la población fueron: La media, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad.

## **3.7. Técnicas de procedimiento y análisis de datos.**

### **3.7.1. Evaluación y métodos de conteo.**

Antes de iniciar las aplicaciones de los tratamientos a evaluar en el siguiente trabajo de investigación, se realizó una evaluación previa a las plantas, lo que permitiría tener un diagnóstico de campo en cuanto a la incidencia de la enfermedad en el cultivo, lo que se llama "inoculo Inicial o Residual".

### **3.7.2. Determinación del inoculo inicial.**

Esta evaluación se realizó el 05 de abril del 2017 la que nos sirvió para determinar la Incidencia o inoculo inicial de la enfermedad de la roya con la que se iniciaron las aplicaciones, con este dato se pudo determinar el inoculo residual o inicial de la enfermedad antes de las aplicaciones.

### **3.7.3. Determinación de la incidencia y severidad.**

Con el propósito de obtener datos que nos muestren los resultados se realizaron evaluaciones que nos mostraron la incidencia de la enfermedad, así como la severidad que nos indica el nivel de ataque del hongo frente a la acción de los fertilizantes y fungicida orgánicos aplicados en los tratamientos en estudio.

**a) Incidencia**

Se evaluaron las 10 plantas centrales de cada parcela, tomando 20 hojas por cada planta, considerando las hojas del tercio medio e inferior de la planta; según las Normas para la ejecución y remisión de información de actividades del programa MIP del café, adaptada de la enfermedad de roya. Para la toma de los datos se utilizó un formato, donde se incluye el número de hojas totales (HT) y hojas enfermas (HE).

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hojas Afectadas}}{\text{N}^\circ \text{ de hojas Evaluadas}} \times 100$$

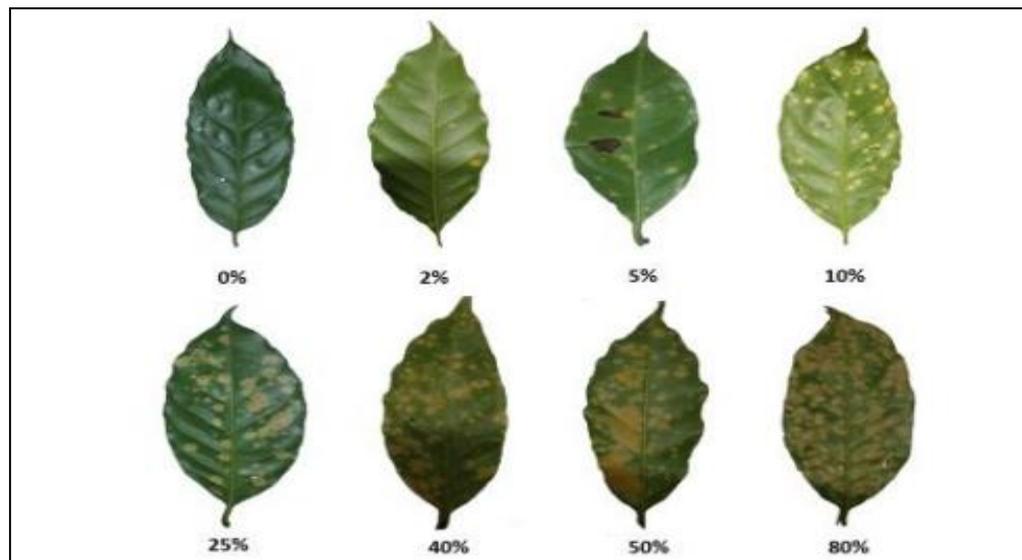
Con esta información se obtuvo el porcentaje de infección por tratamiento, la sumatoria de las hojas infectadas sobre la sumatoria de hojas evaluadas indica el porcentaje (%) de infección de la enfermedad o la incidencia.

**b) Grado o escala de severidad**

También conocido como índice de intensidad de daño (IID) o grado o escala de severidad en base a la metodología empleada por el SENASA a las diferentes enfermedades del café como la roya amarilla.

En el siguiente cuadro se presenta la escala de severidad en cada hoja, según los síntomas observados. Pudiendo ayudarse a diferenciar según:

**Figura 1.** Grado de severidad de la roya del café.



Grado o	
Calificación	Descripción
0	Sano o libre de síntomas visibles
1	Síntomas visibles llegando al 3% de área foliar con presencia
2	de roya.
3	Las manchas ocupan 10% del área foliar con presencia de
4	roya.
	Las hojas afectan el 30% del área foliar con presencia de roya.
	Mayor al 60% del área foliar con presencia de roya.

Fuente: LANREF, 2010; SENASA 2013. Escala de severidad

### 3.8. Tratamiento estadístico.

N° Orden	Tratamientos	Descripción de tratamientos
1	T1	0% Testigo (Sin Tratamiento)
2	T2	Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico
3	T3	Fertilización foliar + caldo sulfocálcico
4	T4	Fertilización foliar + fertilización suelo

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

Este estudio se realizó bajo las normas del estatuto de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y las reglas que rigen las buenas prácticas de la investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Lugar de Ejecución**

El trabajo de Investigación se realizó en Monobamba, en el Fundo Agroecológico San José, ubicado en el Anexo Rundayacu, Distrito de Monobamba, Provincia de Jauja y Departamento de Junín.

##### **Ubicación Geográfica del Experimento:**

Latitud Sur : 11°20'48.40"

Longitud Oeste : 75°20'6.51"

Altitud : 1750 msnm

##### **4.1.2. Materiales, equipos e instrumentos.**

###### **a) Materiales de campo**

- Tablero de campo
- Machete
- Cinta métrica
- Mochila fumigadora manual
- Lampa
- Balde
- Balanza gramera electrónica

- Etiquetas de plástico
- 2 kg. De azufre polvo mojable
- 1 kg. De cal agrícola
- Agua
- Fósforo
- Leña
- 24 kg Fertilizante granulado (compomaster café 18-8-18-3-9)
- 1kg Fertilizante foliar (Aquamaster)

**b) Materiales de escritorio**

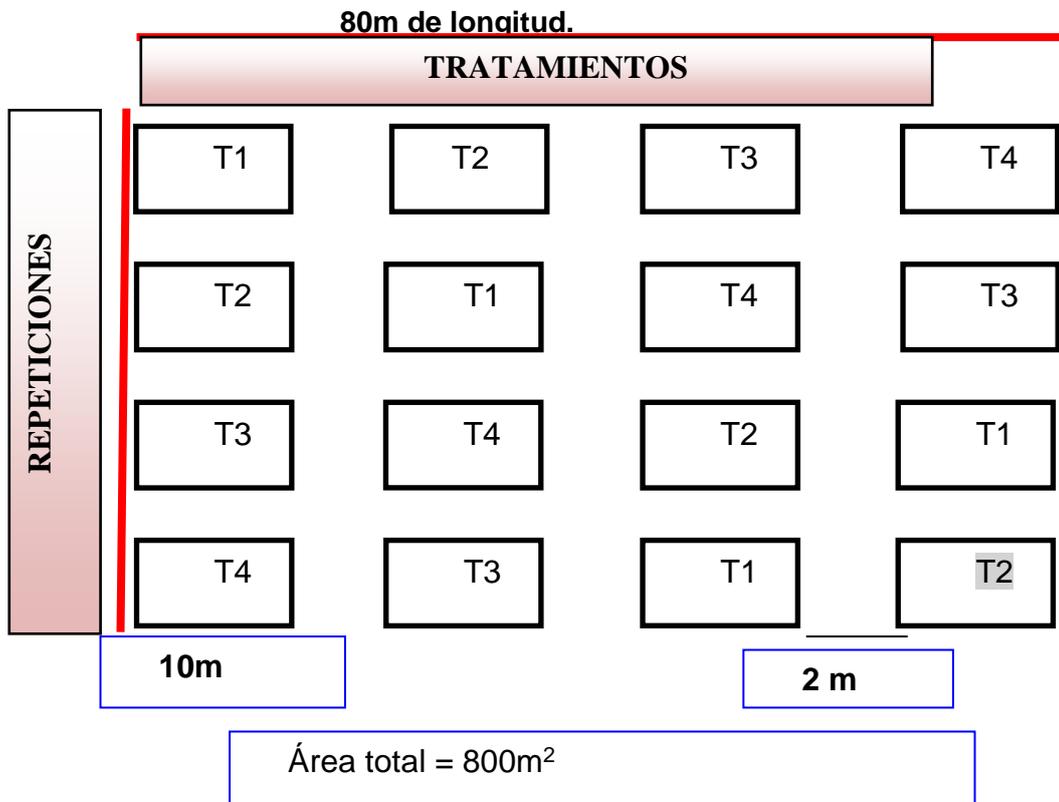
- Libreta de campo
- Plumones
- Lapiceros

**c) Equipos**

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital
- GPS
- Calculadora

#### 4.1.3. Croquis del experimento

##### a) Distribución de las unidades experimentales:



#### 4.1.4. Características de los Bloques Experimentales

Número de bloques	: 4
Longitud del bloque	: 80 m
Ancho del bloque	: 10 m
Calles	: 2m
Entre plantas	: 2m
Área total del experimento	: 800 m <sup>2</sup>

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

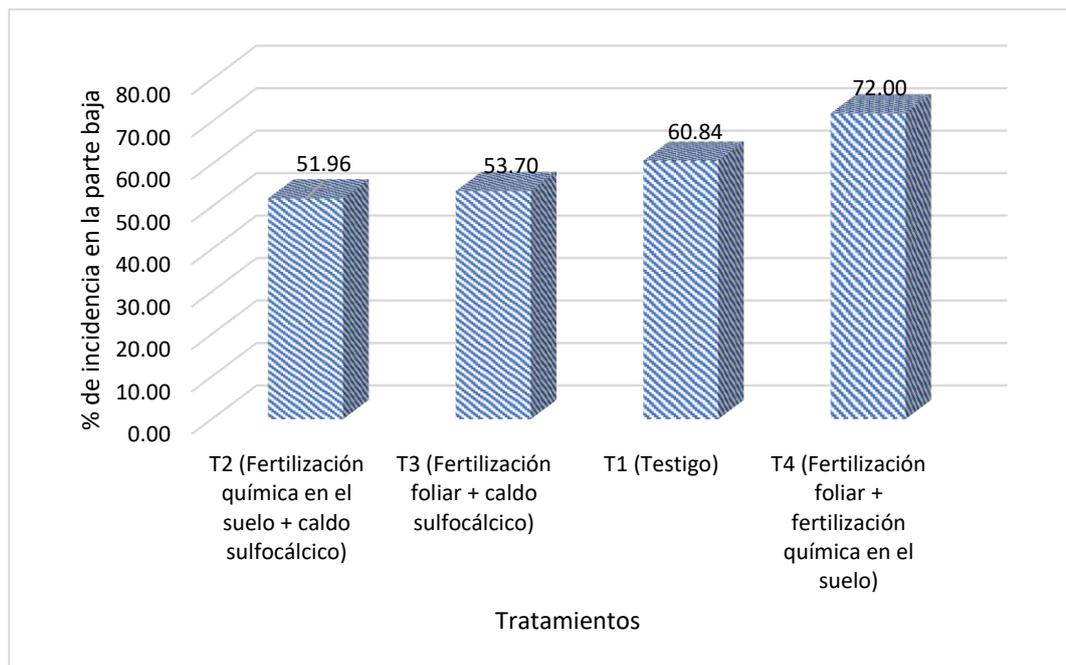
Las variables evaluadas durante el proceso del trabajo de investigación en control integrado de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en la variedad Caturra, en el cultivo de café en condiciones edafoclimáticas de Monobamba en la provincia de Jauja.

**Tabla 4.** Prueba de significación de Tukey, Datos transformados arc seno porcentaje de porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T2 (Fertilización química en el suelo +			
1	caldo sulfocálcico)	51.96	61.00	A
	T3 (Fertilización foliar + caldo			
2	sulfocálcico)	53.70	62.00	A
3	T1 (Testigo)	60.84	76.00	A
	T4 (Fertilización foliar + fertilización			
4	química en el suelo)	72.00	87.00	A

ALS(T) 0.05= 27.254

**Figura 2.** Incidencia de roya en la parte baja de la planta de café



En la tabla 4 y figura 2, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la primera evaluación a los 30 días, el porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la planta de café, para los tratamientos utilizando fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), presento en promedio el 72 % de incidencia de roya en la

plantas de café, seguido del T1 (testigo) con 60.84%, esto debido a que las plantas testigo fueron podados de forma selectiva con respecto a los demás tratamientos, además se debe a factor varietal; T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), con promedio 53.70 y T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) con 51.96% de incidencia de la enfermedad, se debe que la enfermedad de la roya amarilla siempre afecta a la planta de la parte baja del follaje hacia la parte apical de la planta.

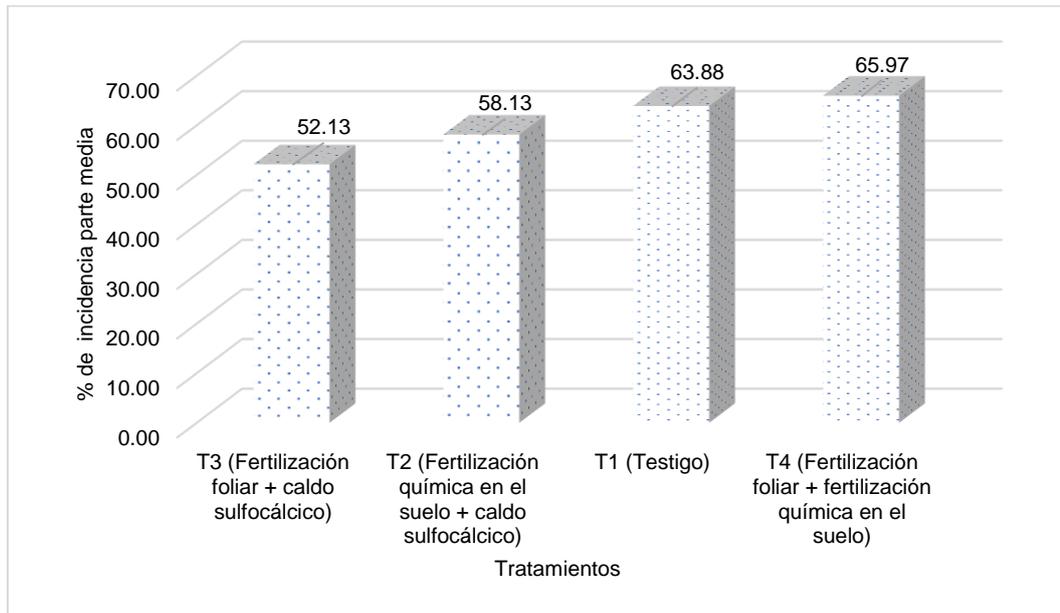
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T4, T1, T3 y T2. La presencia de un subgrupo nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio a la primera evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte baja de la parcela de café de la variedad Caturra.

**Tabla 5.** Prueba de significación de Tukey. Datos transformados arc seno porcentaje en el porcentaje de incidencia de la parte media de la planta de café.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	52.13	59.00	A
2	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	58.13	68.00	A
3	T1 (Testigo)	63.88	77.00	A
4	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	65.97	80.00	A

ALS(T) 0.05= 25.151

**Figura 3.** Porcentaje de incidencia de la parte media de la planta de café.



En la tabla 5 y figura 3, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la primera evaluación a los días 30, para porcentaje de incidencia de la roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizando fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), presento mayor promedio de 65.97 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T1 (testigo), T2 (fertilización foliar y suelo + caldo sulfocálcico) y T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), con promedio de 63.88, 58.13 y 52.13 de incidencia de la roya.

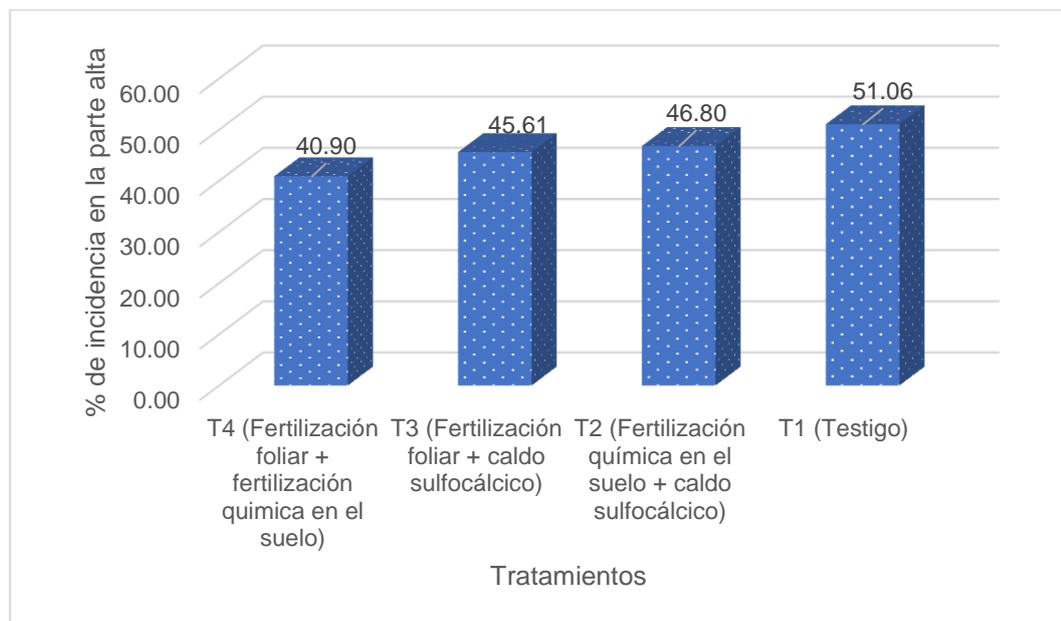
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un sub grupos (a), se observa que el T4, T1, T2 y T3. La presencia de un sub grupos nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio a la primera evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 6.** Prueba de significación de Tukey. Datos transformados arc seno porcentaje de incidencia de la parte alta de la planta de café.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	40.90	49.00	A
	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	45.61	53.00	A
	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	46.80	57.00	A
	T1 (Testigo)	51.06	60.00	A

ALS(T) 0.05= 48.567

**Figura 4.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.



En la tabla 6 y figura 4, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la primera evaluación a los días 30, para porcentaje de incidencia de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizando fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 51.04% en porcentaje de incidencia de roya,

seguido del T2 (fertilización foliar y suelo + caldo sulfocálcico), con promedio de 46.80% de incidencia.

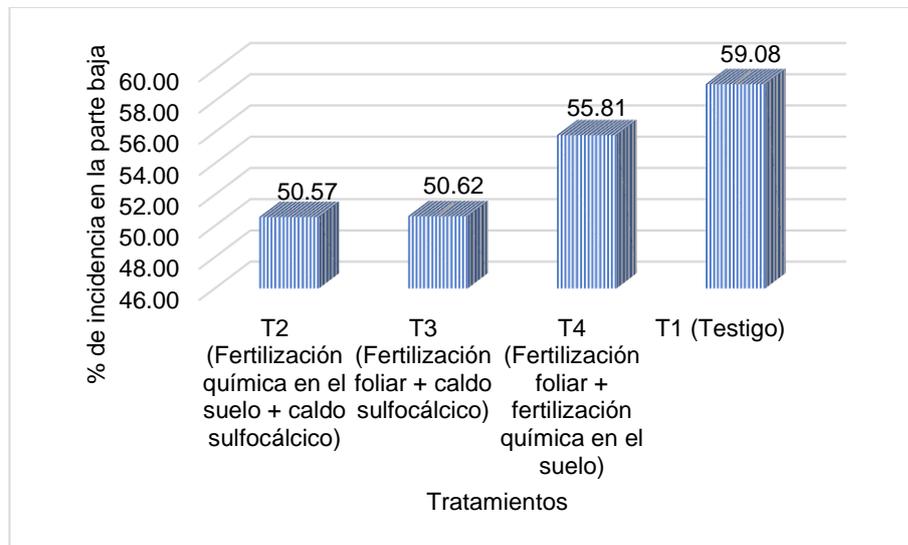
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T2, T3 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la primera evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 7.** Prueba de significación de Tukey de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de Café. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	50.57	57.00	a
2	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	50.62	59.00	a
3	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	55.81	68.00	a
4	T1 (Testigo)	59.08	73.00	a

ALS(T) 0.05= 19.076

**Figura 5.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café a los 60 días de evaluación.



En la tabla 7 y figura 5, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 60 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizando fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (testigo), presento mayor promedio de 59.08 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) y T2 con promedios de 55.81, 50.62 y 50.57% de incidencia de roya.

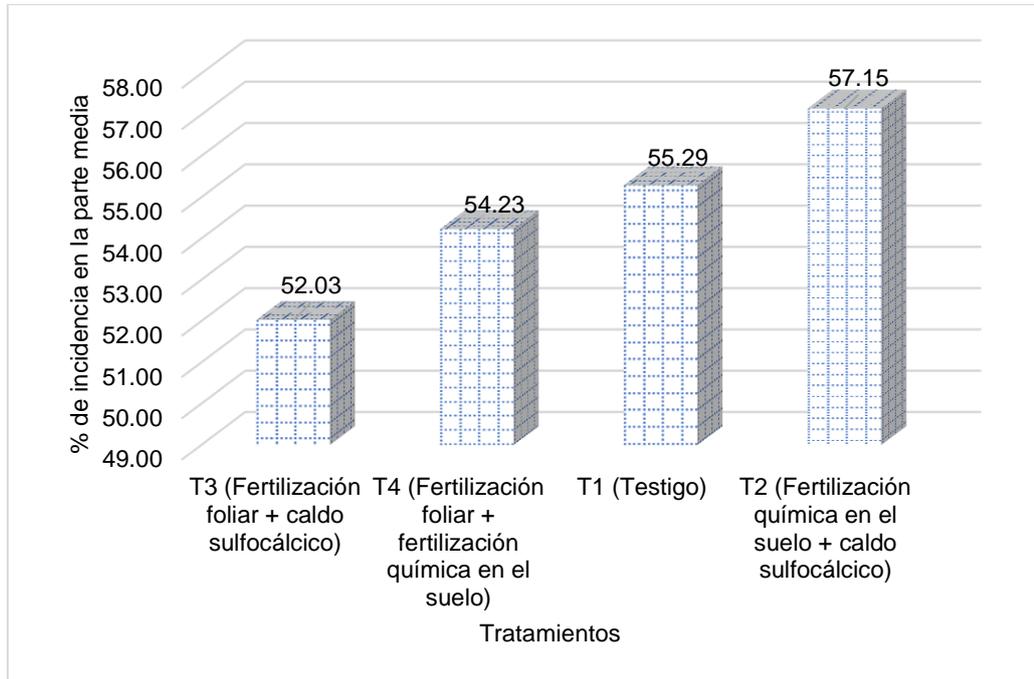
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T4, T2 y T1. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la primera evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.

**Tabla 8.** Prueba de significación de Tukey porcentaje de incidencia en la parte media de la planta a los 60 días de evaluación. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	52.03	61.00	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	54.23	66.00	a
3	T1 (Testigo)	55.29	66.00	a
4	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	57.15	70.00	a

ALS(T) 0.05= 17.788

**Figura 6.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.



En la tabla 8 y figura 6, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 60 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizando fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), presento mayor promedio de 57.15% en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T1 (testigo, )T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) y T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), con promedio de 55.29, 54.23 y 52.03% de incidencia de roya.

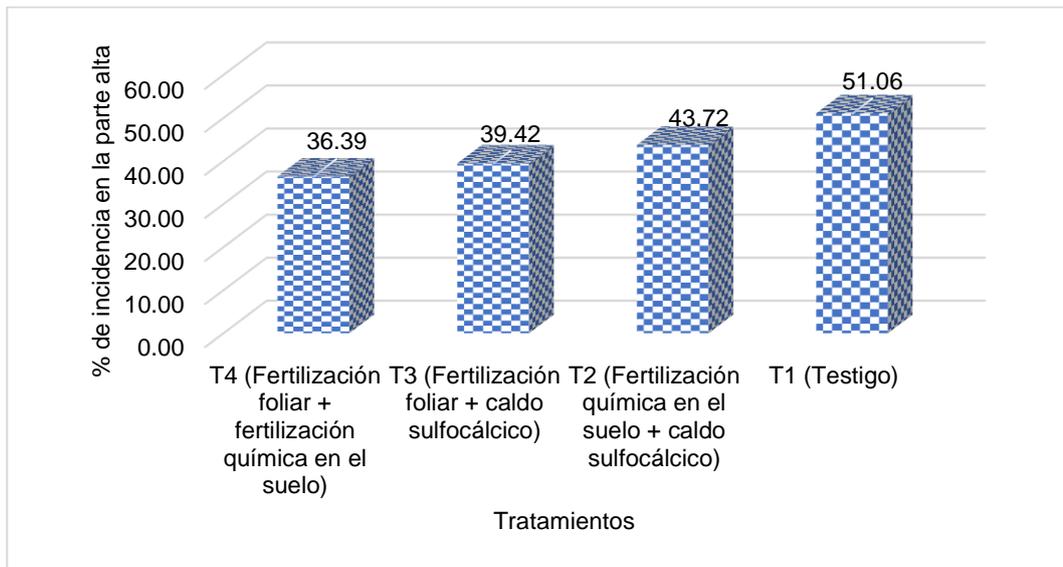
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T2, T1, T4 y T3. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la segunda evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 9.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T4 (Fertilización foliar + fertilización			
1	química en el suelo)	36.39	46.00	a
	T3 (Fertilización foliar + caldo			
2	sulfocálcico)	39.42	47.00	a
	T2 (Fertilización química en el suelo			
3	+ caldo sulfocálcico)	43.72	51.00	a
4	T1 (Testigo)	51.06	52.00	a

ALS(T) 0.05= 43.528

**Figura 7.** Promedios del porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra.



En la tabla 9 y figura 7, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 60 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizando fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 51.06% en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), T3

(fertilización foliar + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 43.72, 39.42 y 36.39% de incidencia de roya.

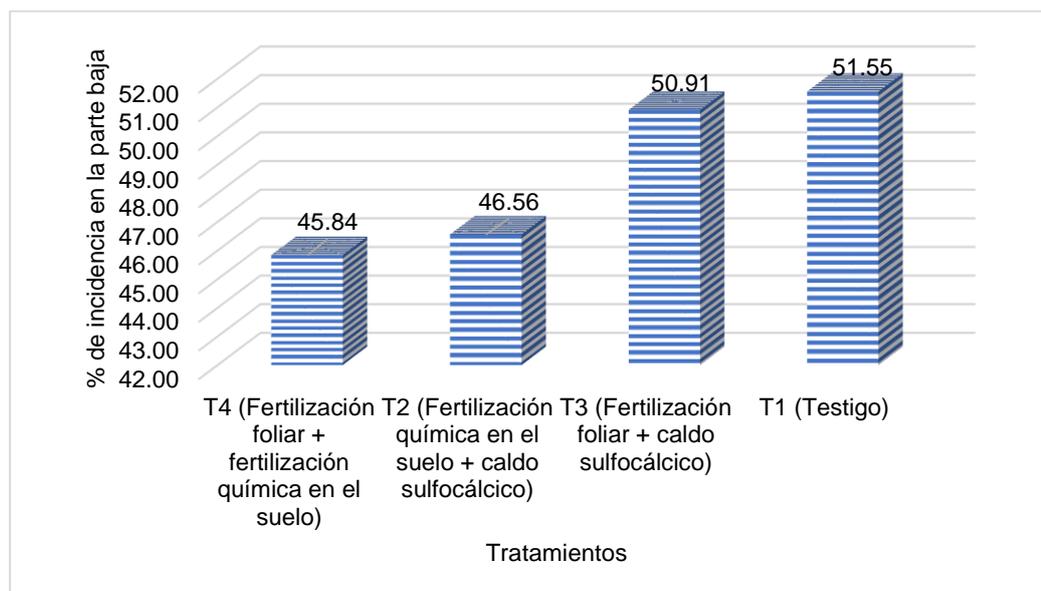
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T2, T3 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la segunda evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte alta de la parcela de café.

**Tabla 10.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	45.84	48.00	a
2	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	46.56	49.00	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	50.91	50.00	a
4	T1 (Testigo)	51.55	51.00	a

ALS(T) 0.05= 23.798

**Figura 8.** Porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café variedad Caturra.



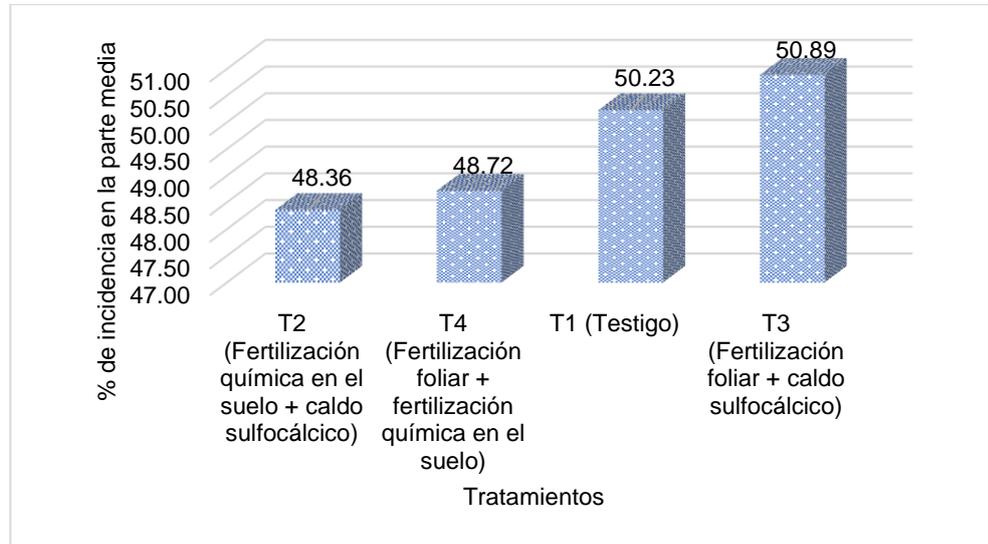
En la tabla 10 y figura 8, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 90 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 51.55% en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 50.91, 46.56 y 45.84% de incidencia de roya.

Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la tercera evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 11.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	48.36	48.00	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	48.72	49.00	a
3	T1 (Testigo)	50.23	50.00	a
4	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	50.89	51.00	a

**Figura 9.** Promedios del porcentaje de incidencia de roya de la parte media de la planta de café variedad Caturra.



En la tabla 11 y figura 9, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 90 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizando fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), presento mayor promedio de 50.89% en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T1 (testigo), T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) y T2 (fertilización foliar y suelo + caldo sulfocálcico) y, con promedio de 50.23, 48.72 y 48.36% de incidencia de roya.

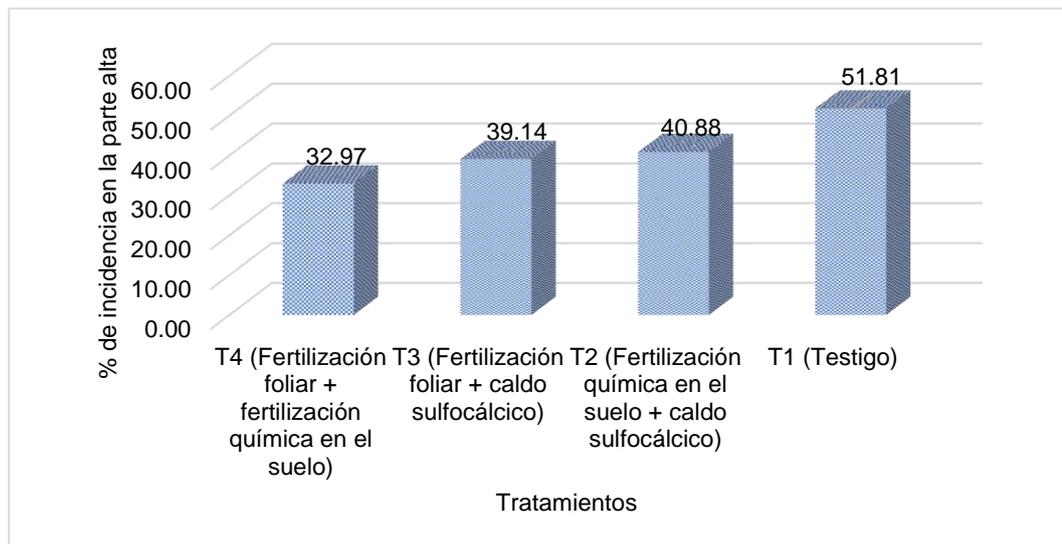
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T3, T1, T4 y T2. La presencia de un subgrupo nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio a la tercera evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café, a los 90 días de evaluación.

**Tabla 12.** Análisis de variancia del porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados a arco seno. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T.	D.O	
1	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	32.97	33.00	A
2	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	39.14	39.00	A
3	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	40.88	41.00	A
4	T1 (Testigo)	51.81	52.00	A

ALS(T) 0.05= 17.679

**Figura 10.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.



En la tabla 12 y figura 10, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 90 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo),

presento mayor promedio de 51.81 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 40.88, 39.14 y 32.97% de incidencia de roya.

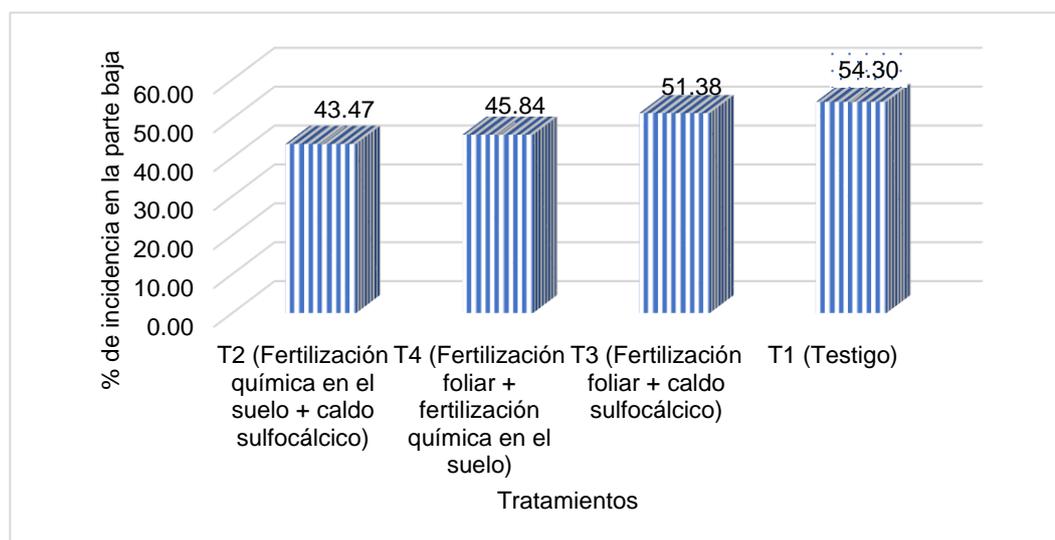
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T2, T3 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la tercera evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.

**Tabla 13.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	43.47	43.00	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	45.84	46.00	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	51.38	51.00	a
4	T1 (Testigo)	54.30	54.00	a

ALS(T) 0.05= 23.976

**Figura 11.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.



En la tabla 13 y figura 11, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 120 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 54.30 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) y T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), con promedios de 51.38, 45.84 y 43.47% de incidencia de roya.

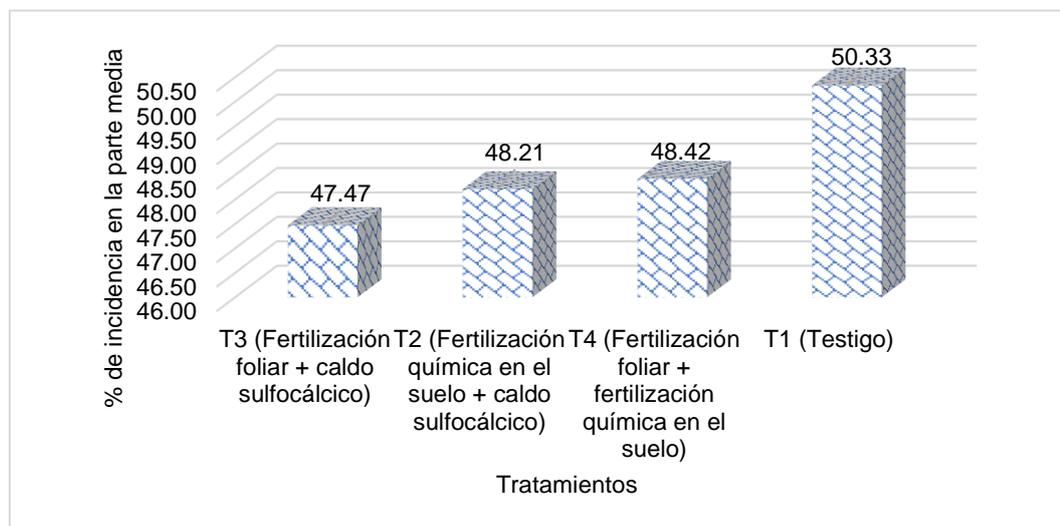
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la cuarta evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.

**Tabla 14.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	47.47	48.00	a
2	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	48.21	48.00	a
3	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	48.42	48.00	a
4	T1 (Testigo)	50.33	50.00	a

ALS(T) 0.05= 24.306

**Figura 12.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.



En la tabla 14 y figura 12, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 120 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1

(Testigo), presento mayor promedio de 50.33 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), con promedios de 48.42, 48.21 y 47.47 % de incidencia de roya.

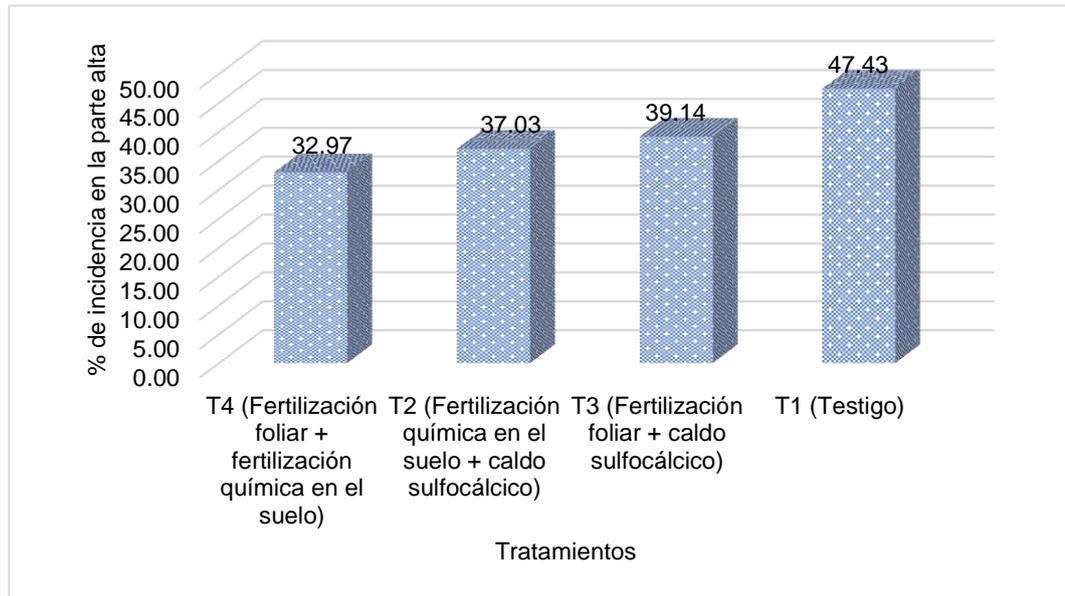
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T4, T2 y T3. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la cuarta evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 15.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	32.97	33.00	a
	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	37.03	37.00	a
	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	39.14	39.00	a
	T1 (Testigo)	47.43	47.00	a

ALS(T) 0.05= 41.50

**Figura 13.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.



En la tabla 15 y figura 13, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 120 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 47.43 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 39.14, 37.03 y 32.97% de incidencia de roya.

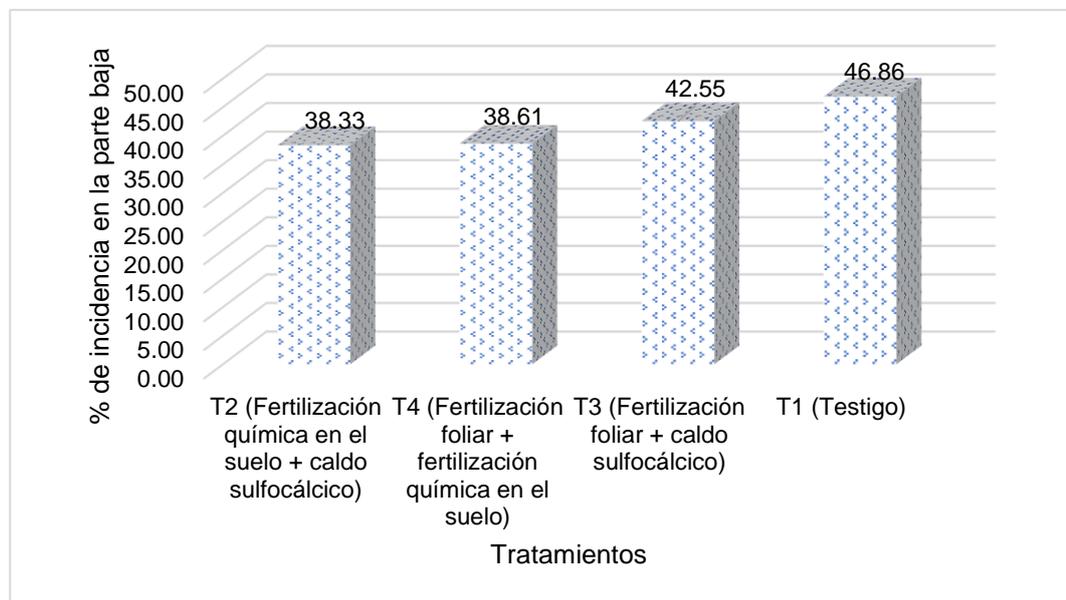
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la segunda evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.

**Tabla 16.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	38.33	39.00	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	38.61	43.00	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	42.55	43.00	a
4	T1 (Testigo)	46.86	47.00	a

ALS(T) 0.05= 31.824

**Figura 14.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.



En la tabla 16 y figura 14, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 150 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y

caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (testigo), presento mayor promedio de 46.86 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y con promedios de 42.55, 38.61 y 38.33% de incidencia de roya.

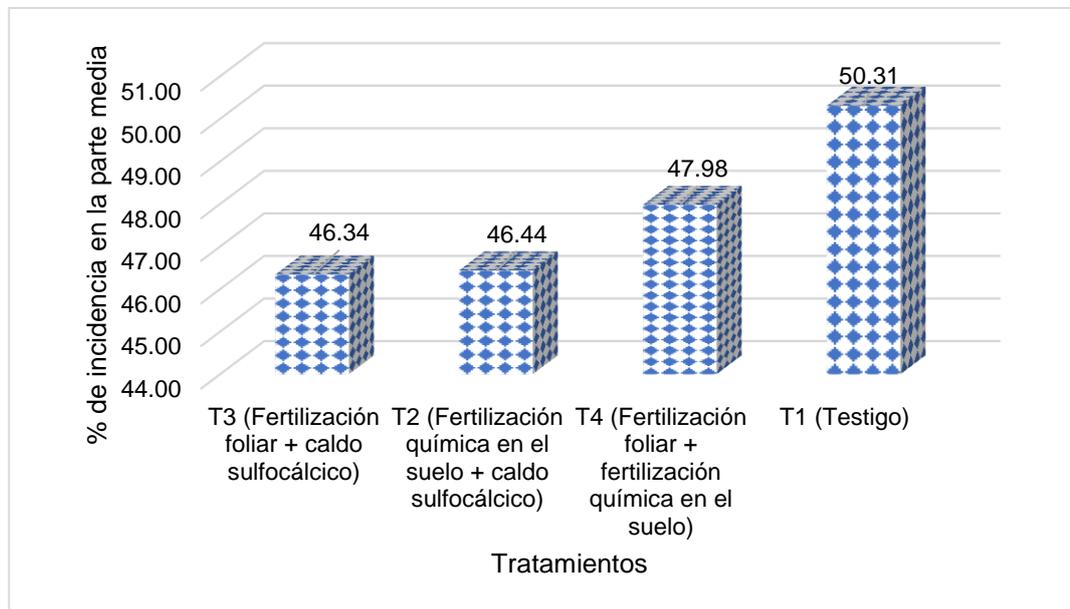
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la quinta evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.

**Tabla 17.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	46.34	46.00	A
2	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	46.44	46.00	A
3	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	47.98	46.00	A
4	T1 (Testigo)	50.31	48.00	A

ALS(T) 0.05= 24.737

**Figura 15.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.



En la tabla 17 y figura 15, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 150 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 50.31 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), con promedios de 47.98, 46.44 y 46.34% de incidencia de roya.

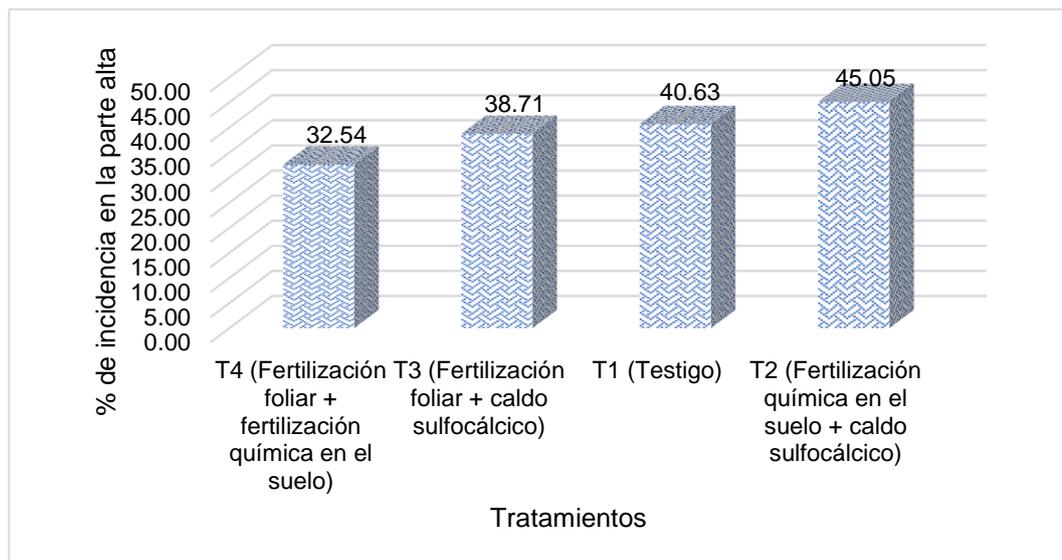
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T4, T2 y T3. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la quinta evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 18.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	32.54	33.00	A
	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	38.71	39.00	A
	T1 (Testigo)	40.63	44.00	A
	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	45.05	45.00	A

ALS(T) 0.05= 39.834

**Figura 16.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café. A los 150 días de evaluación.



En la tabla 18 y figura 16, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 150 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) presento mayor promedio de 45.05 en

porcentaje de incidencia de roya, seguido del T1 (Testigo), T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 40.63, 38.71 y 32.54% de incidencia de roya.

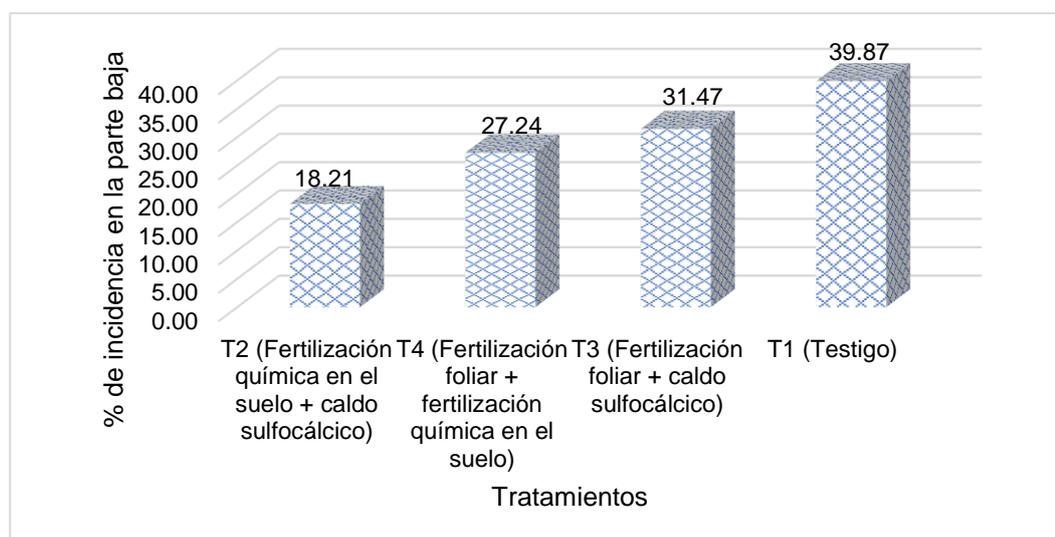
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T3, T1, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la quinta evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 19.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	18.21	18.00	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	27.24	27.00	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	31.47	31.00	a
4	T1 (Testigo)	39.87	40.00	a

ALS(T) 0.05= 27.825

**Figura 17.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.



En la tabla 19 y figura 17, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 180 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la parcela de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (testigo) presento mayor promedio de 39.87 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), y T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), con promedios de 31.47, 27.24 y 18.21% de incidencia de roya.

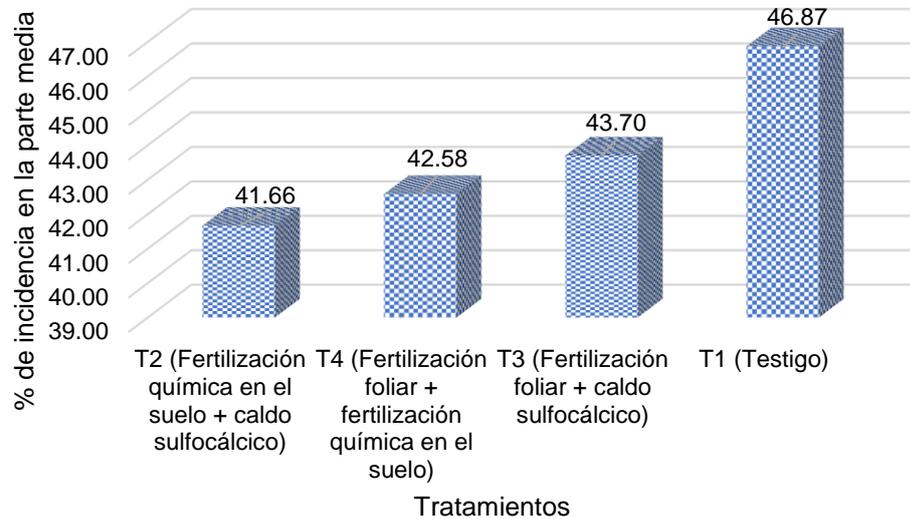
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la sexta evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.

**Tabla 20.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	41.66	42.00	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	42.58	43.00	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	43.70	44.00	a
4	T1 (Testigo)	46.87	47.00	a

ALS(T) 0.05= 26.01

**Figura 18.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café a los 180 días de evaluación.



En la tabla 20 y figura 18, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 180 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 46.87 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) y T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), con promedios de 43.70, 42.58 y 41.66% de incidencia de roya.

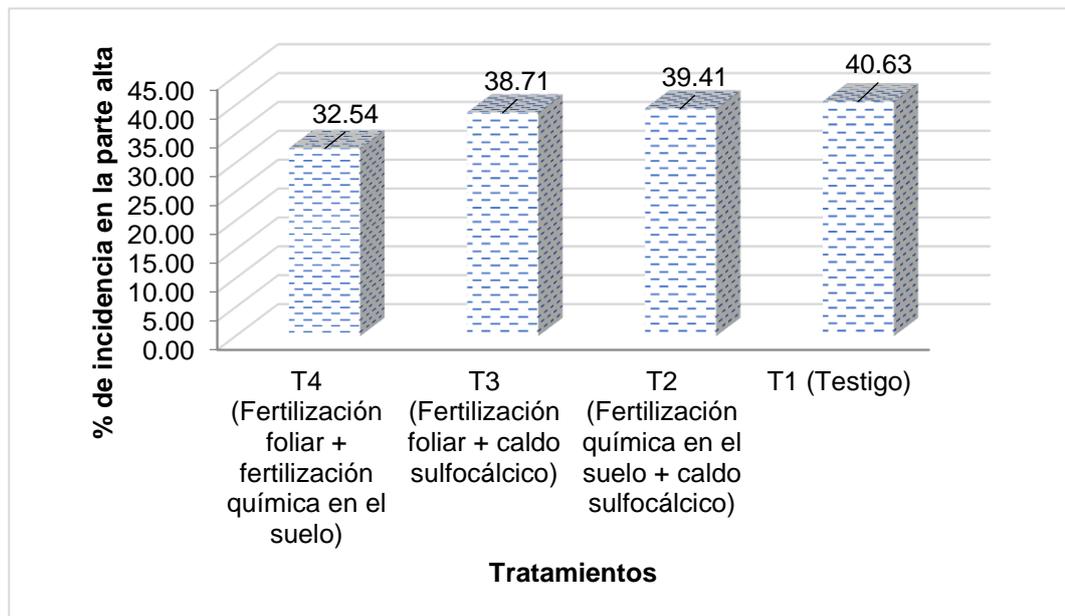
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la segunda evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la parcela de café.

**Tabla 21.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	32.54	33.00	a
	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	38.71	39.00	a
	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	39.41	39.00	a
4	T1 (Testigo)	40.63	41.00	a

ALS(T) 0.05= 38.854

**Figura 19.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la parcela de café.



En la tabla 21 y figura 19, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 180 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo),

presento mayor promedio de 40.63 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 39.41, 38.71 y 32.54% de incidencia de roya.

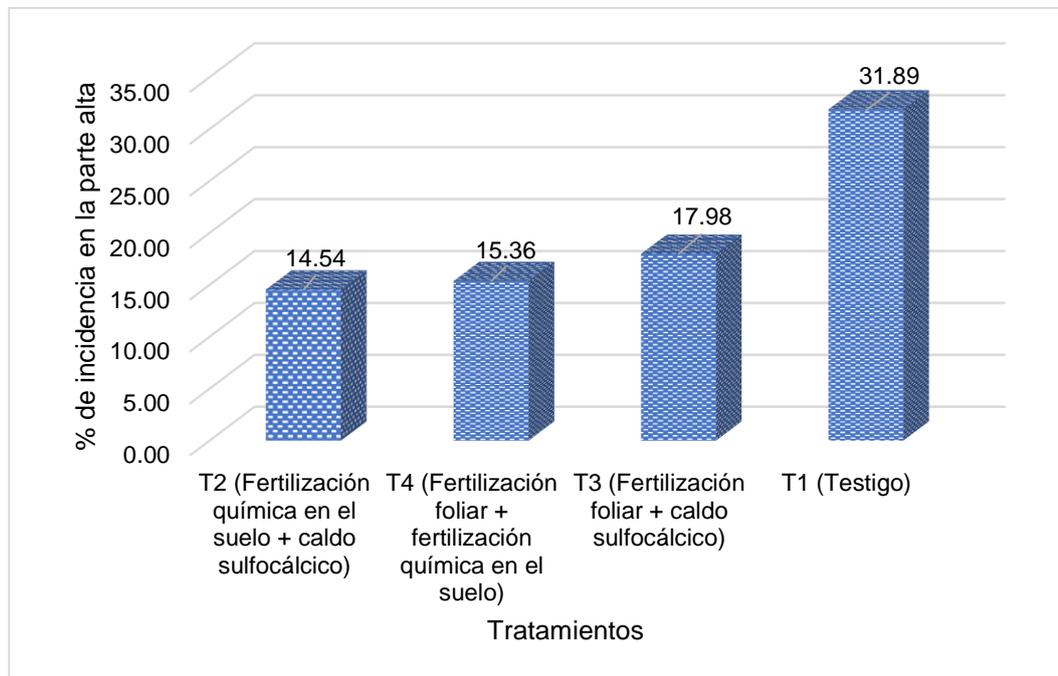
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T2, T3 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la sexta evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.

**Tabla 22.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, a los 210 días de evaluación. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	14.54	7.00	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	15.36	7.00	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	17.98	11.00	a
4	T1 (Testigo)	31.89	28.00	a

ALS(T) 0.05= 14.84

**Figura 20.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café, a los 210 días de evaluación.



En la tabla 22 y figura 20, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 210 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizando fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (testigo) presento mayor promedio de 31.89 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) y T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), con promedios de 17.98, 15.36 y 14.54% de incidencia de roya.

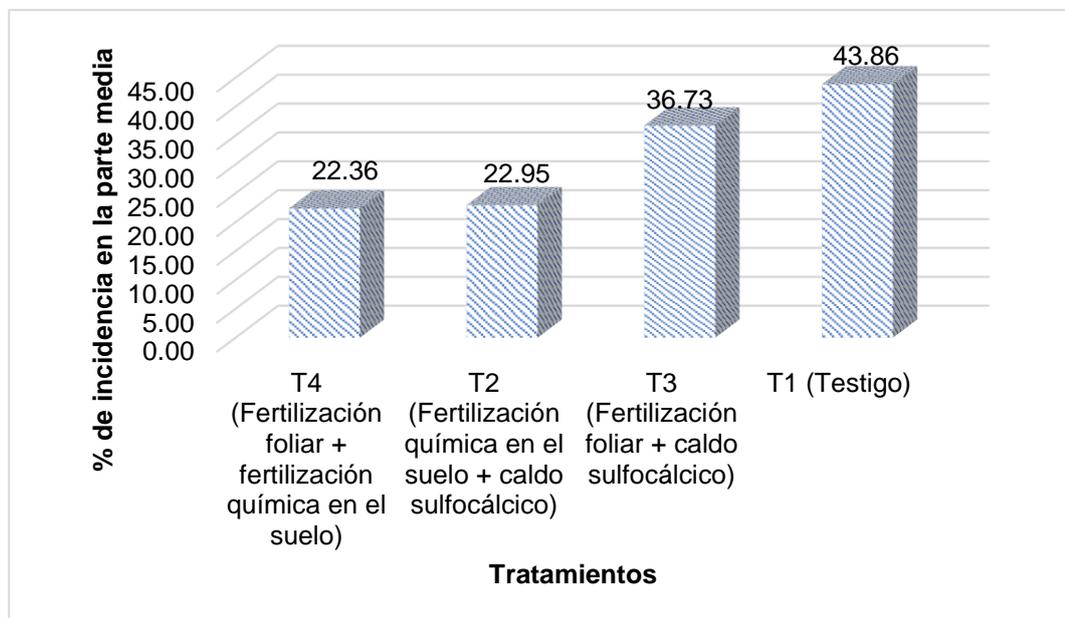
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), el subgrupo (a, b) y el subgrupo (b), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de tres subgrupos nos indica que, existe diferencia estadística entre promedio a la séptima evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.

**Tabla 23.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	22.36	22.00	A
2	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	22.95	23.00	A
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	36.73	37.00	A
4	T1 (Testigo)	43.86	44.00	A

ALS(T) 0.05= 21.821

**Figura 21.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.



En la tabla 23 y figura 21, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 210 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte media de la planta de café

variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 43.86 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 36.73, 22.95 y 22.36% de incidencia de roya.

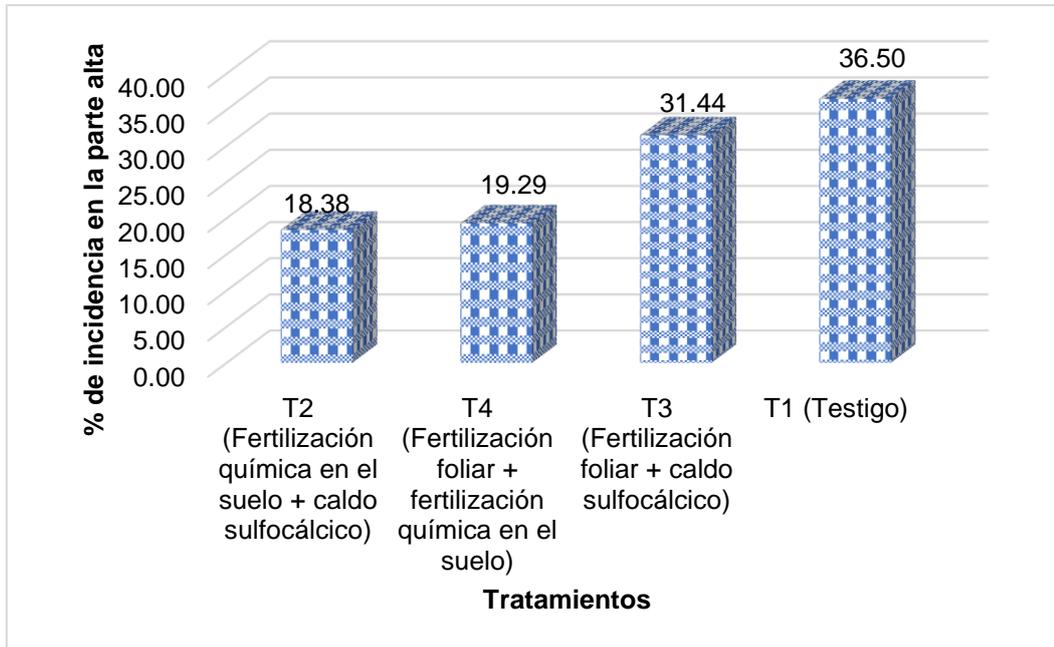
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la séptima evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 24.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	18.38	18.00	A
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	19.29	19.00	A
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	31.44	31.00	A
4	T1 (Testigo)	36.50	37.00	A

ALS(T) 0.05= 31.564

**Figura 22.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la parcela de café.



En la tabla 24 y figura 22, de acuerdo con la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 210 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 36.50 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) y T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), con promedios de 31.44, 19.29 y 18.38% de incidencia de roya respectivamente.

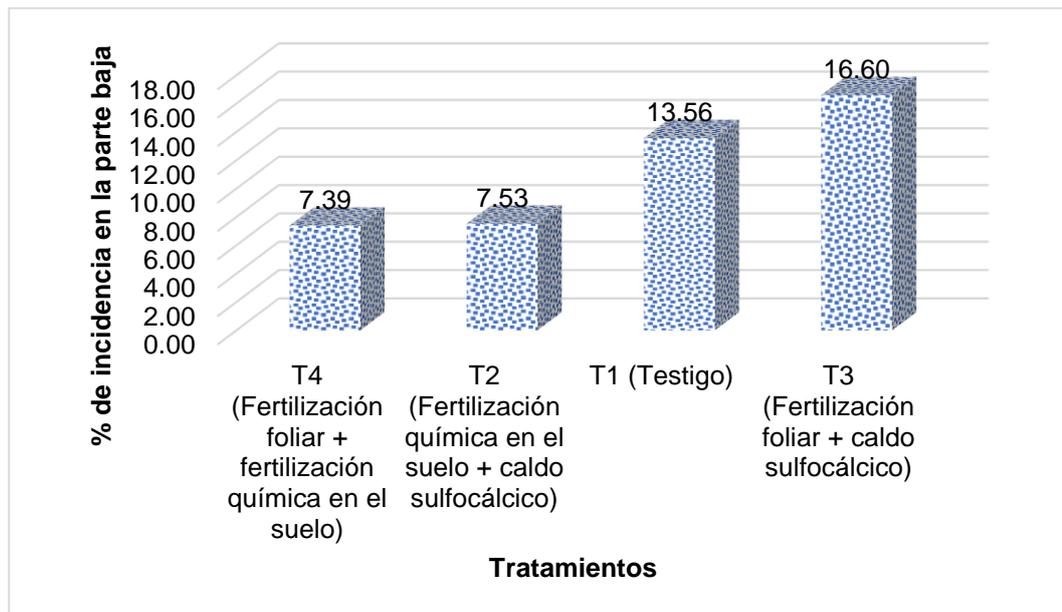
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la séptima evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.

**Tabla 25.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	7.39	2.00	a
	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	7.53	3.00	ab
	T1 (Testigo)	13.56	6.00	a
	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	16.60	11.00	a

ALS(T) 0.05= 6.23

**Figura 23.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.



En la tabla 25 y figura 23, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 240 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), presento mayor promedio de 16.60 en porcentaje de

incidencia de roya, seguido del, T1 (Testigo), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 13.56, 7.53 y 7.39% de incidencia de roya.

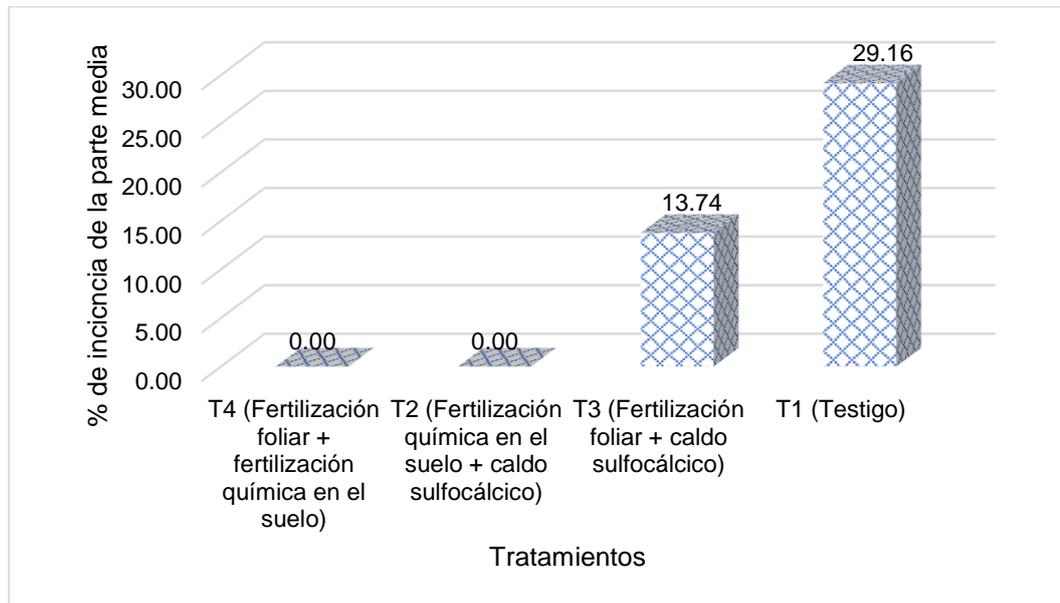
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T3, T1, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la octava evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte baja de la planta de café.

**Tabla 26.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	0.00	1.00	A
2	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	0.00	2.00	A
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	13.74	15.00	A
4	T1 (Testigo)	29.16	36.00	A

ALS(T) 0.05= 10.15

**Figura 24.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.



En la tabla 26 y figura 24, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 240 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 26.16 en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 13.74 y 0.00% de incidencia de roya.

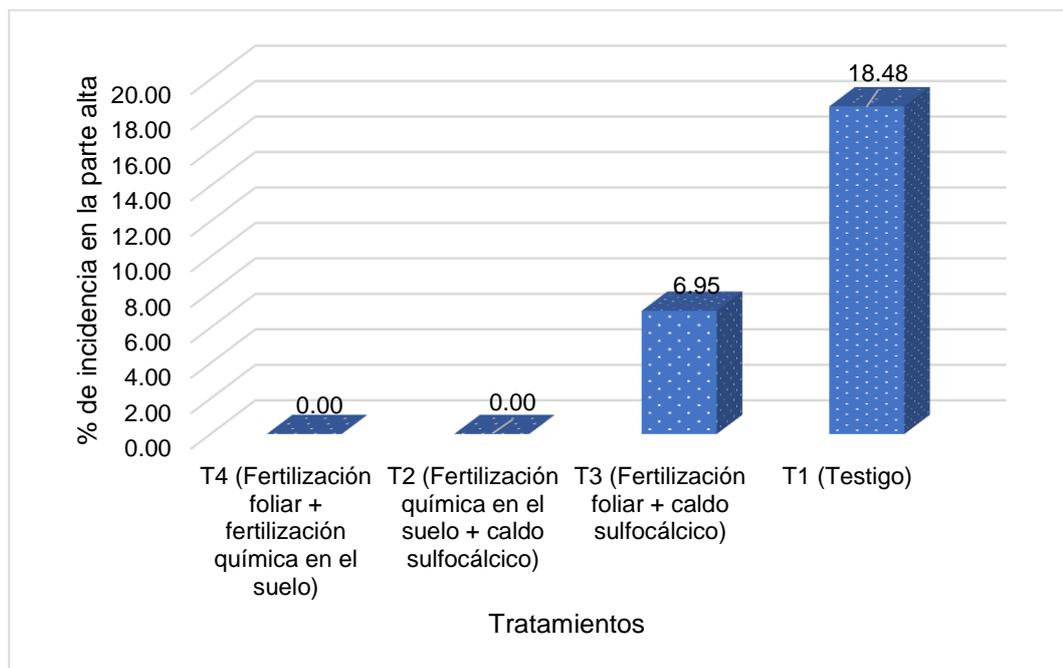
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la octava evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte media de la planta de café.

**Tabla 27.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	0.00	0.00	A
	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	0.00	0.00	A
	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	6.95	7.00	A
	4 T1 (Testigo)	18.48	18.00	A

ALS(T) 0.05= 8.301

**Figura 25.** Promedios de porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.



En la tabla 27 y figura 25, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 240 días para porcentaje de incidencia de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo),

presento mayor promedio de 18.48% en porcentaje de incidencia de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios 6.95 y 0.00% de incidencia de roya.

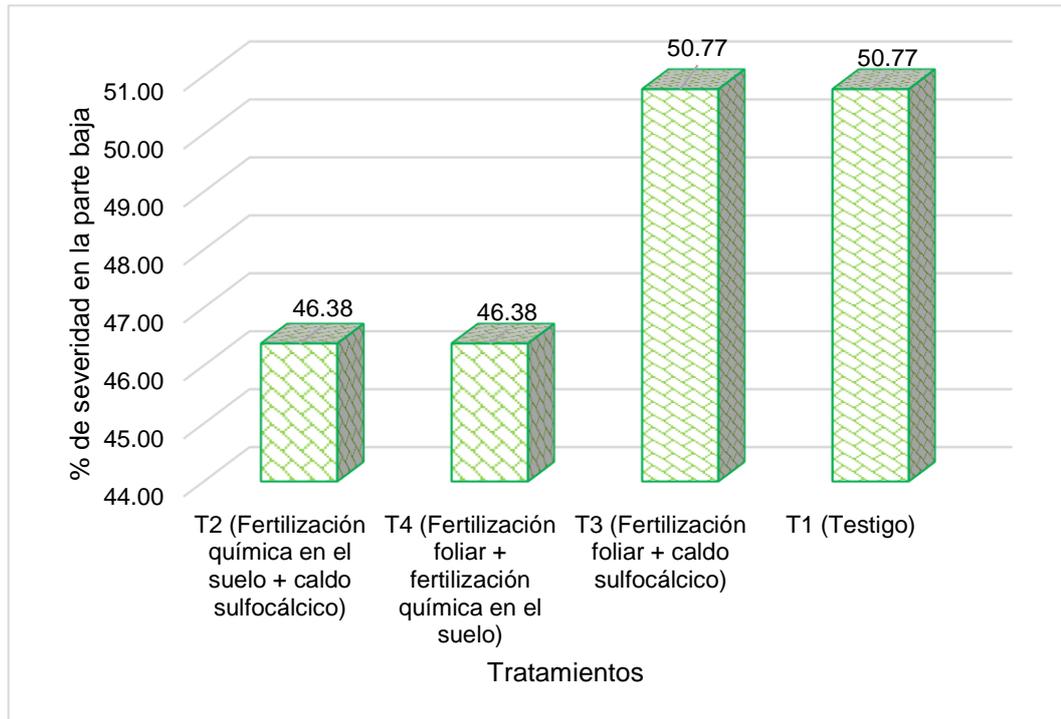
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la octava evaluación en el porcentaje de incidencia en la parte alta de la planta de café.

**Tabla 28.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	46.38	52.50	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	46.38	52.50	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	50.77	60.00	a
4	T1 (Testigo)	50.77	60.00	a

ALS(T) 0.05= 11.19

**Figura 26.** Promedios de porcentaje de severidad en la parte baja de la planta de café.



En la tabla 28 y figura 26, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 30 días el porcentaje de severidad de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo) y el T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), presentaron los mayores promedios en porcentaje de incidencia de roya con 50.77%, seguido de los tratamientos, T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), con promedios de 46.38%% de incidencia de roya.

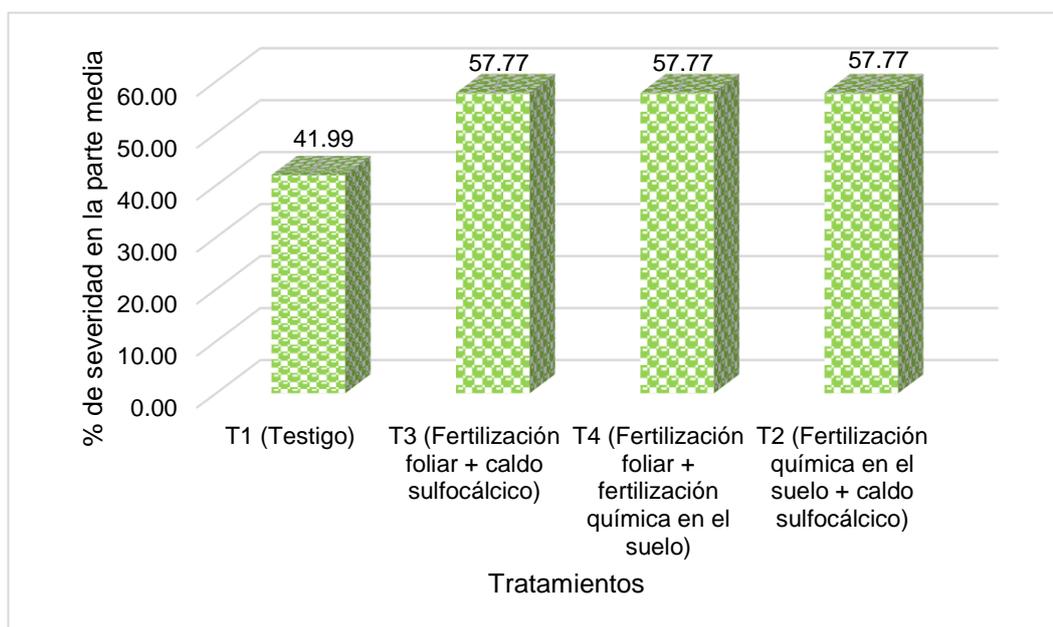
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la primera evaluación en el porcentaje de severidad en la parte baja de la planta de café.

**Tabla 29.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T1 (Testigo)	41.99	45.00	a
2	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	57.77	60.00	a
3	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	57.77	60.00	a
4	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	57.77	60.00	a

ALS(T) 0.05= 16.78

**Figura 27.** Promedios de porcentaje de severidad en la parte media de la parcela de café.



En la tabla 29 y figura 27, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 30 días para porcentaje de severidad de la roya en la parte media de la parcela de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización

química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) presentaron en promedios de porcentaje de severidad 50.77%, en comparación al tratamiento el tratamiento T1 (Testigo) con 41.99% de severidad de roya.

Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T2 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la primera evaluación en el porcentaje de severidad en la parte media de la parcela de café.

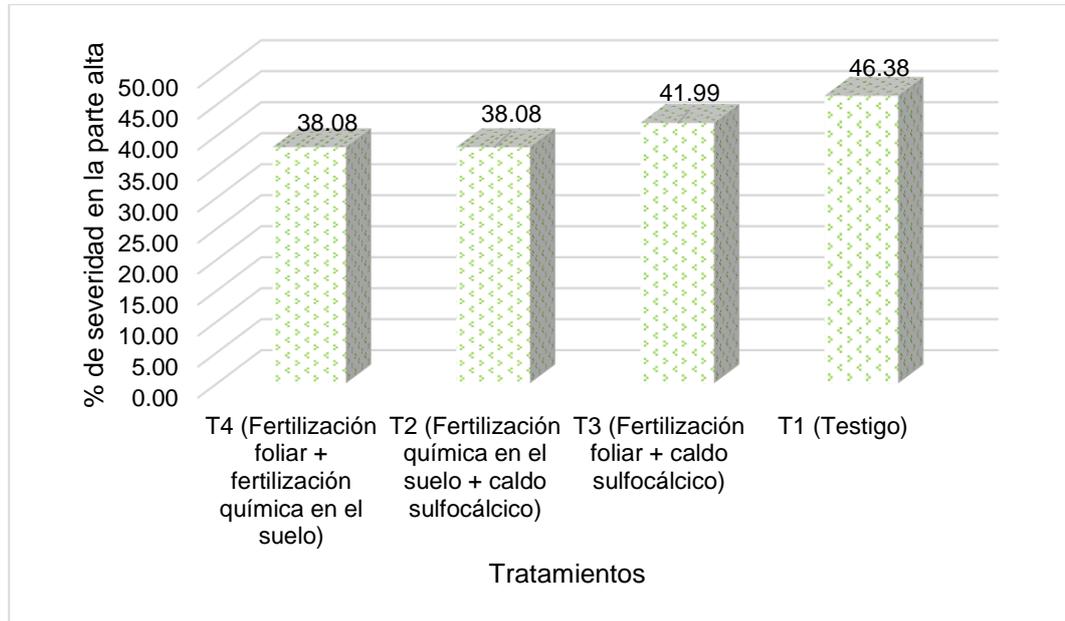
**Tabla 30.**

Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
	T4 (Fertilización foliar + fertilización			
1	química en el suelo)	38.08	45.00	a
	T2 (Fertilización química en el suelo +			
2	caldo sulfocálcico)	38.08	45.00	a
	T3 (Fertilización foliar + caldo			
3	sulfocálcico)	41.99	45.00	a
4	T1 (Testigo)	46.38	52.50	a

ALS(T) 0.05= 42.44

**Figura 28.** Promedios de porcentaje de severidad en la parte alta de la planta de café.



En la tabla 30 y figura 28, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 30 días para porcentaje de severidad de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo) presento el mayor promedio de severidad, seguido del tratamiento T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) con promedios 41.99, 38.08 y 38.08% de severidad de roya.

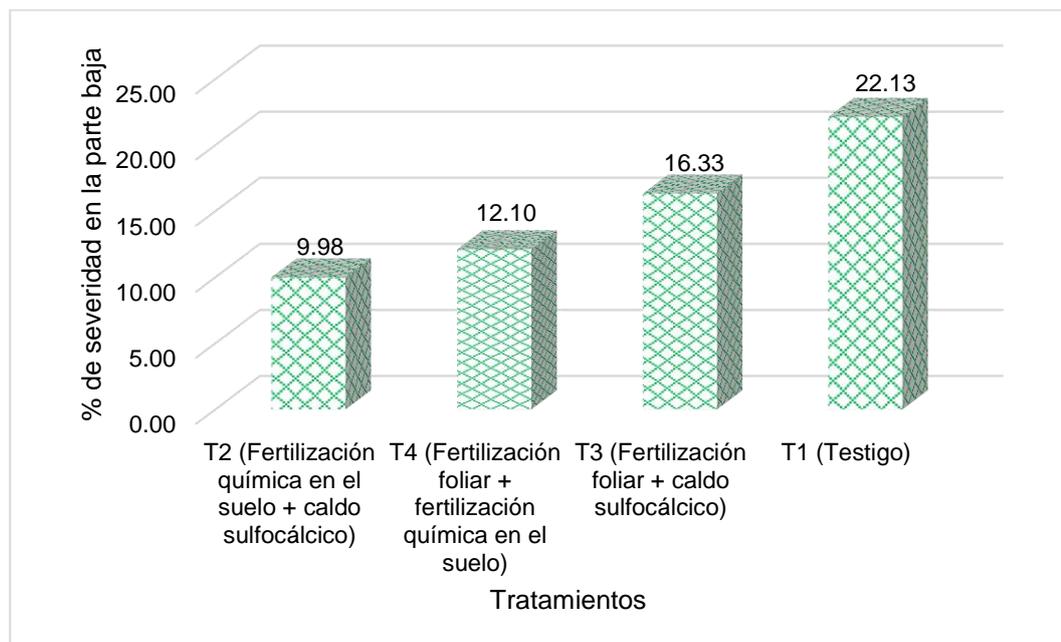
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T2, T3 y T4. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la primera evaluación en el porcentaje de severidad en la parte alta de la planta de café.

**Tabla 31.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	9.98	3.00	A
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	12.10	4.75	A
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	16.33	8.25	A
4	T1 (Testigo)	22.13	15.00	A

ALS(T) 0.05= 8.45

**Figura 29.** Promedios de porcentaje de severidad en la parte baja de la planta de café.



En la tabla 31 y figura 29, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 240 días para porcentaje de severidad de la roya en la parte baja de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 22.13 en porcentaje de incidencia de roya, seguido

del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) y T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) con promedios de 16.33, 12.10 y 9.98% de severidad de roya.

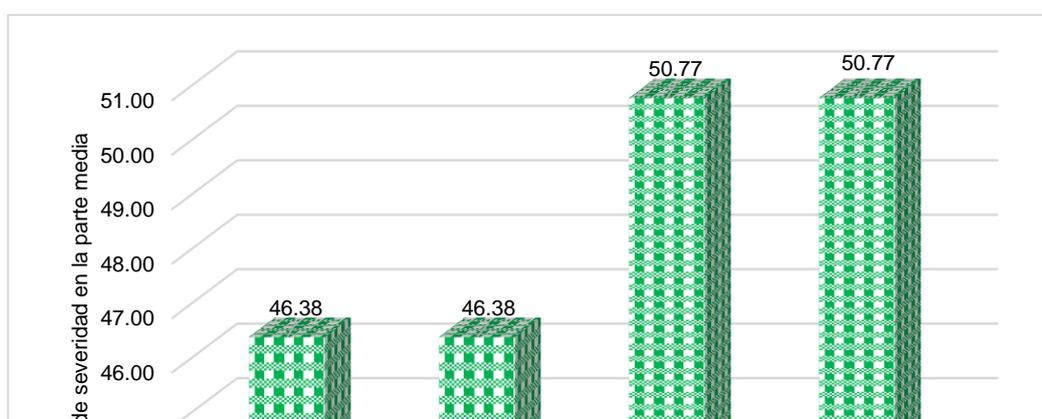
Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la octava evaluación en el porcentaje de severidad en la parte media de la planta de café.

**Tabla 32.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	46.38	2.25	a
2	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	46.38	4.75	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	50.77	20.00	a
4	T1 (Testigo)	50.77	45.00	a

ALS(T) 0.05= 16.33

**Figura 30.** Promedios de porcentaje de severidad en la parte media de la planta de café.



En la tabla 32 y figura 30, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 240 días para porcentaje de severidad de la roya en la parte media de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo) y T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) presentaron promedios de 50.77% en porcentaje de severidad de roya y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) seguido del T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) con promedios de 46.38% de severidad de roya.

Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la octava evaluación en el porcentaje de severidad en la parte media de la planta de café.

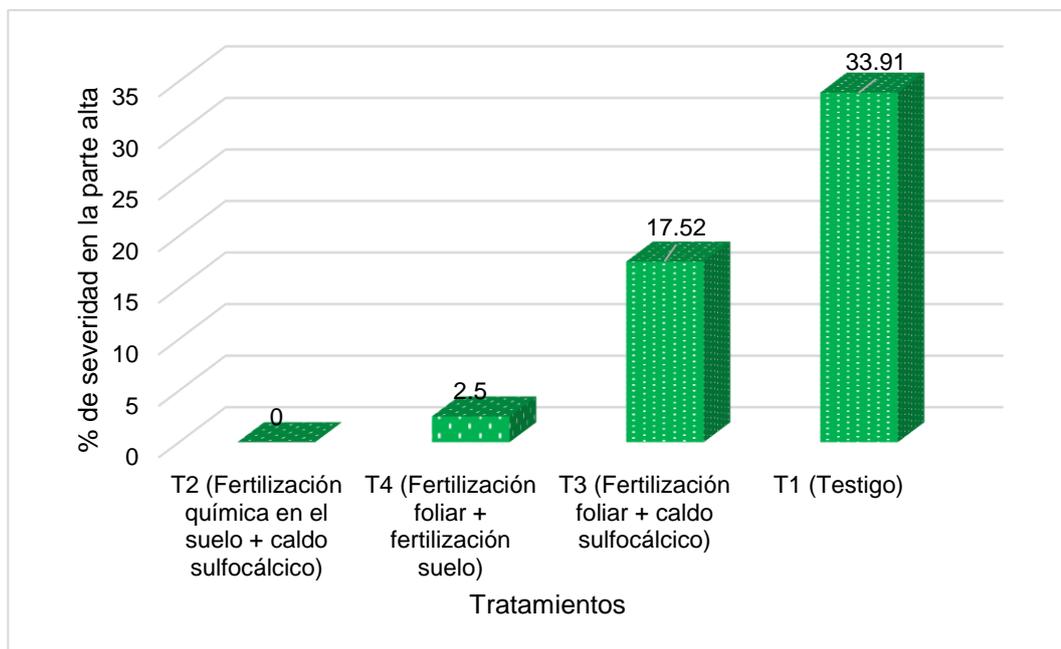
**Tabla 33.** Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad de roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra. Datos transformados.

OM	Tratamiento	Promedio		Significación
		D.T	D.O	
1	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	0.00	0.00	a

2	T4 (Fertilización foliar + fertilización suelo)	2.50	0.75	a
3	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	17.52	12.50	a
4	T1 (Testigo)	33.91	32.50	A

ALS (T)  $_{0.05} = 18.61$

**Figura 31.** Promedios de porcentaje de severidad en la parte alta de la planta de café.



En la tabla 33 y figura 31, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación a los 240 días para porcentaje de severidad de la roya en la parte alta de la planta de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T1 (Testigo), presento mayor promedio de 33.91% en porcentaje de severidad de roya, seguido del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) con 17.52% en comparación a los tratamientos T2 (fertilización química en el suelo + caldo

sulfocálcico), y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) que presentaron 0.00% de severidad.

Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T1, T3, T4 y T2. La presencia de un subgrupo (a) nos indica que no existe diferencia estadística entre promedio en la octava evaluación en el porcentaje de severidad en la parte media de la planta de café.

**Tabla 34.** *Análisis de variancia para número de granos/planta de la variedad de café variedad Caturra. Datos transformados.*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	3	812191.5	270730.49	3.71	4.75	6.10	ns
Bloques	3	429265.9	143088.62	1.96	3.08	4.32	ns
Error	9	657387.6	73043.07				
Total	15	1898845					
S = 370.67		$\bar{x} = 757.66$		C.V.= 35.67%			

En la tabla 34, se muestra el análisis de varianza para número de granos de café; para la fuente de tratamientos no muestra significación estadística y para bloques (ns). La no significación estadística entre la fuente de tratamiento nos indica que, son estadísticamente iguales, es decir no tienen efecto sobre las aplicaciones foliares y fungicida orgánico.

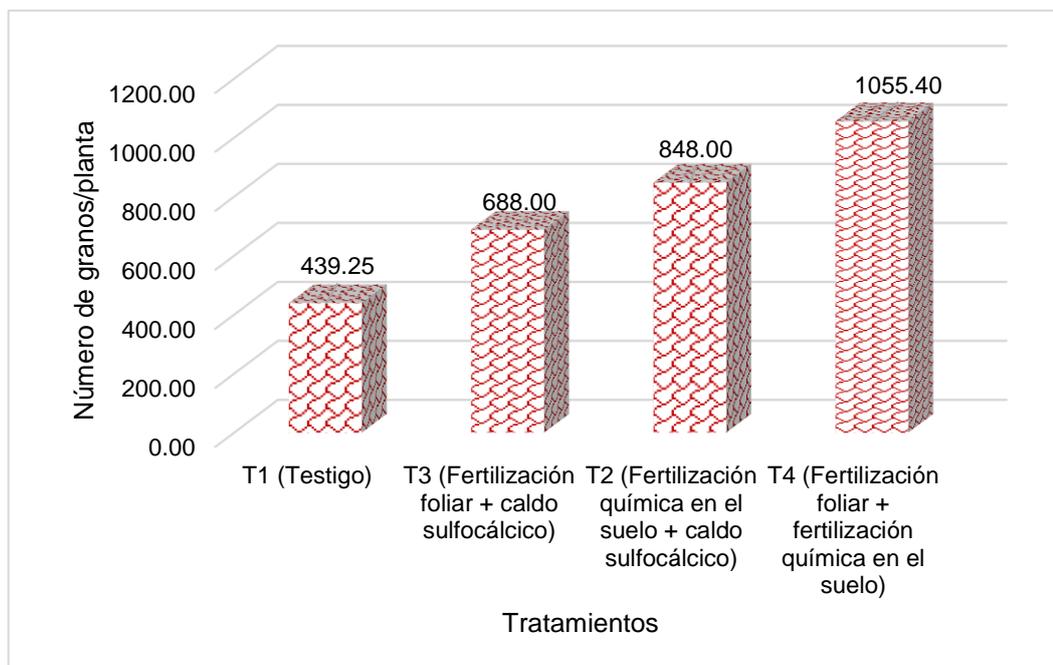
El coeficiente de variabilidad de 35.67%, es considerado según Calzada (1981), indicado por (Osorio, 2000), como coeficiente moderadamente alto, lo que nos indica que la incidencia dentro de cada tratamiento es con tendencia a ser heterogéneo con un promedio de número de granos de café de 757.66, con desviación estándar de 370.67.

**Tabla 35.** *Prueba de significación de Tukey para número de granos/planta de café la variedad Caturra.*

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T1 (Testigo)	439.25	a
2	T3 (Fertilización foliar + caldo sulfocálcico)	688.00	ab
3	T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico)	848.00	ab
4	T4 (Fertilización foliar + fertilización química en el suelo)	1055.40	b

ALS(T) 0.05= 596.59

**Figura 32.** Promedios de número de granos/planta de café de la variedad Caturra.

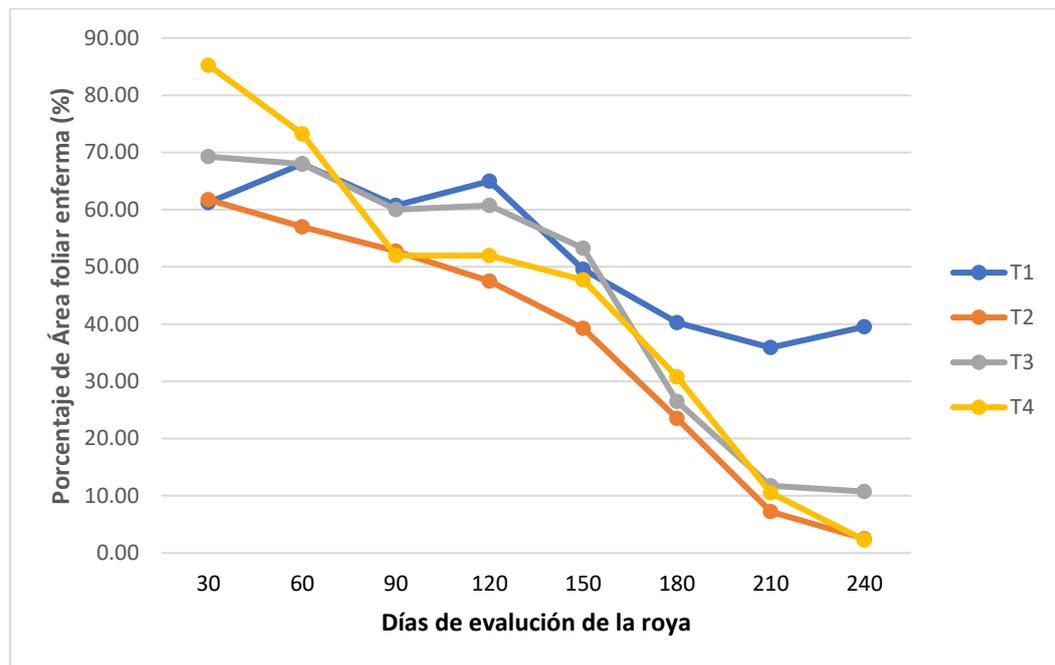


En la tabla 35 y figura 32, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios al 5%, en la evaluación en el número de granos de café variedad Caturra, los tratamientos utilizados de fertilización foliar, fertilización química y caldo sulfocálcico, según Tukey; se observa que, el tratamiento T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), ocupó el primer lugar con 1055.40 granos, seguido del tratamiento T2 (fertilización química en el suelo +

caldo sulfocálcico), con promedios de 848 granos el del T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) con 688 granos y el testigo absoluto con 438.25 granos.

Según la prueba estadística de Tukey, se muestra un subgrupo (a), se observa que el T4, T2, T3 y T1 testigo. La presencia de dos subgrupo (a) nos indica que existe diferencia estadística entre promedio de los tratamientos en estudio.

**Figura 33.** Porcentaje del área foliar enferma de la variedad de café Caturra.

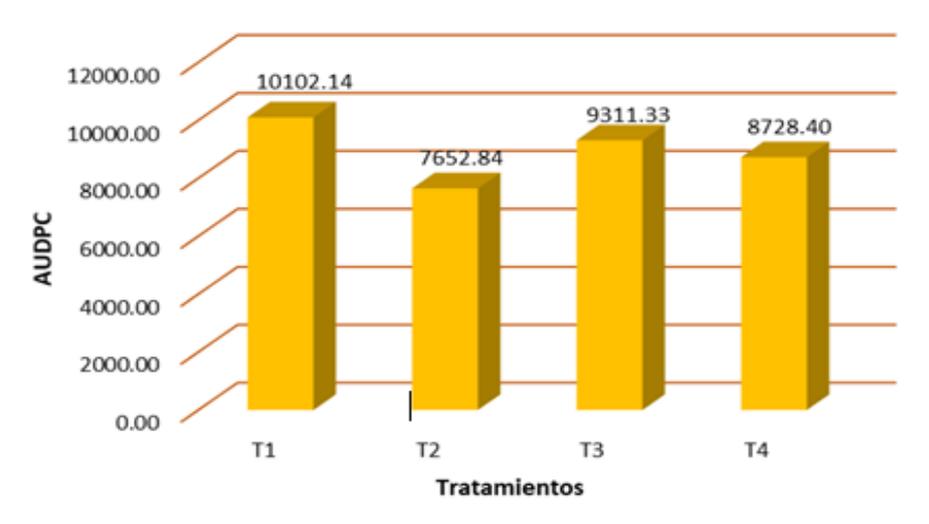


El cálculo de porcentaje de daño del área foliar enferma afectada por la roya en la variedad de café Caturra, como se observa en la figura 33 en la curva de progreso de la enfermedad en la roya amarilla, a los ocho meses de evaluación (240 días), el tratamiento T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo) tuvieron menor porcentaje de severidad de áreas necróticas en las hojas seguido del tratamiento T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico), con respecto al T1 testigo con mayor daño en las hojas, durante los meses de abril y mayo se registraron un alto porcentaje de índice de incidencia de daño de 52,13% a 72% y entre los meses de octubre y noviembre se registraron un menor porcentaje de índice de

incidencia de daño con 7,35% a 18,48%. Según Arévalo (2018) menciona que durante doce meses de evaluación de la enfermedad se mantuvo el porcentaje de índice de incidencia de daño de la roya amarilla más bajos en los tres tratamientos con abonamiento inorgánico. En este periodo los más altos porcentajes de índice de incidencia de daño se registraron entre los meses de diciembre y marzo, alcanzando su pico más alto de daño (63% – 84%) en marzo 2014.

Es de importancia indicar que, el comportamiento de la enfermedad durante los doce meses de evaluación del porcentaje del índice de daño de la roya amarilla presentó una fase de desarrollo lento de setiembre a diciembre, luego se incrementó de forma rápida a partir de diciembre a enero; alcanzando su punto máximo entre febrero y marzo del siguiente año.

**Figura 34.** Efecto del abonamiento orgánico sobre AUDPC.



En cuanto a la influencia de la fertilización edáfica y foliar que se aplicó 100 g/planta con tres aplicaciones al año, sobre el parámetro AUDPC, en la figura 34, se observa claramente dos escenarios bien definidos. La primera de ellas tiene que ver con el T3 (fertilización foliar + caldo sulfocálcico) y el T1, es decir con el testigo absoluto y con el fertilización-inorgánico, quienes presentan los valores más altos de AUDPC; mientras que el tratamiento T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización

suelo) presentan los valores más bajos, con diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio. Sin embargo, estas diferencias se presentan en los dos escenarios; es decir que no existen diferencias estadísticas entre el T1 y T3, pero sí entre ellos con los demás tratamientos. Se establecieron diferencias significativas de la interacción edad de planta por la fertilización, obteniéndose valores de AUDPC significativamente más altos en los tratamientos control sin fertilización y con fertilización química.

Según Arévalo. (2018), corrobora con sus resultados en la respuesta fisiológica del café en la variedad Pache en el abonamiento con relación a la severidad del daño de la roya amarilla en Lamas-Tarapoto, mostraron una respuesta positiva al abonamiento orgánico o inorgánico, por lo tanto, observó una reducción en la severidad de daño de la roya amarilla con respecto al incremento en la producción y la calidad de taza del café no siendo afectada por el uso de los abonos inorgánicos. El abonamiento inorgánico presentó el mayor efecto positivo; permitió un menor AUDPC en las plantas de café, en cualquiera de sus edades. El incremento de la producción de café pergamino fue mayor sobre las plantaciones de 8 años con una fertilización inorgánica. El análisis sensorial del café no fue afectado por la adición del fertilizante inorgánico. Solo se encontró diferencias en dos componentes del análisis sensorial del café: fragancia/aroma y sabor residual.

#### **4.3. Prueba de Hipótesis.**

La prueba de hipótesis del presente trabajo de investigación, la realizamos a partir de la hipótesis planteada.

Es así que tenemos:

**Ho:** La fertilización química, foliares y caldo sulfocálcico no tiene un efecto positivo en el control integrado de la roya amarilla en el cultivo del café en la variedad Caturra en Monobamba

**Ha:** Al menos un tratamiento de fertilización química, foliares y caldo sulfocálcico tendrá un efecto positivo en el control integrado de la roya amarilla en el cultivo del café en la variedad Caturra en Monobamba.

#### 4.3.1. Regla de decisión.

Si  $f_c \leq f_t$ , se acepta la  $H_0$ , y se rechaza la  $H_a$

Si  $f_c > f_t$ , se rechaza la  $H_0$ , y se acepta la  $H_a$

#### 4.3.2. Prueba de hipótesis para porcentaje de incidencia de la parte baja, media y alta.

Evaluación	C V	f cal	f <sub>0.05</sub>	f <sub>0.01</sub>	Decisión
A los 30 días	20.70	2.17	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 30 días	18.98	1.19	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 30 días	47.73	0.14	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 60 días	15.99	0.93	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 60 días	14.73	0.28	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 60 días	46.23	0.42	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 90 días	22.13	0.30	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 90 días	21.03	0.30	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 90 días	42.67	0.80	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 120 días	22.28	0.84	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 120 días	22.60	0.04	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 120 días	48.02	0.42	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 150 días	34.66	0.43	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 150 días	23.45	0.11	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 150 días	46.00	0.33	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 180 días	43.17	0.34	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 180 días	26.96	0.15	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 180 días	46.54	0.17	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 210 días	33.7	5.81	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$
A los 210 días	31.41	4.60	3.86	6.99	Se acepta la $H_0$

A los 210 días	54.16	5.81	3.86	6.99	Se acepta la Ho
A los 240 días	25.04	10.5	3.86	6.99	Se rechaza la Ho
A los 240 días	42.87	36.52	3.86	6.99	Se rechaza la Ho
A los 240 días	59.14	21.52	3.86	6.99	Se rechaza la Ho

#### 4.3.3. Prueba de hipótesis para porcentaje de severidad de la parte baja, media y alta.

Evaluación	C V	f cal	f 0.05	f 0.01	Decisión
A los 30 días	20.70	2.17	3.86	6.99	Se acepta la Ho
A los 30 días	10.43	1.00	3.86	6.99	Se acepta la Ho
A los 30 días	10.42	3.00	3.86	6.99	Se acepta la Ho
A los 240 días	46.74	0.17	3.86	6.99	Se acepta la Ho
A los 240 días	25.28	7.85	3.86	6.99	Se rechaza la Ho
A los 240 días	62.52	13.81	3.86	6.99	Se rechaza la Ho

#### 4.4. Discusión de Resultados.

La roya, *Hemileia vastatrix*, es considerada a nivel mundial entre las siete enfermedades más devastadoras en las plantas tropicales, es sin duda la enfermedad con más incidencia y severidad en del café (Subero, 2005). 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. El control químico de las enfermedades de las plantas desempeña un papel significativo en la reducción de las pérdidas en los cultivos, y contribuye a mantener la calidad y cantidad de los alimentos producidos (García, 2023). Las primeras evaluaciones a los días 30, en el porcentaje de incidencia de la roya en la parte baja mostraron una incidencia que oscilaron entre 51.96% a 72% en la parte media de 40.9% a 51.04% y en la parte alta de la planta de café de 52.13% a 65.97%. Otiniano et al., (2019) indica que, los valores altos significan que la severidad obtenida es explicada por la incidencia,

en un 79.97% en el tercio superior y en un 90.29%, para la planta en general. Resultados similares han sido reportados por Samayoa y Sánchez (2000) en un trabajo realizado en Costa Rica, ellos encontraron que la incidencia y la severidad de la roya del café están altamente correlacionadas, por lo tanto, concluyeron que midiendo solamente la incidencia se tenía una evaluación correcta de la enfermedad. Además, hacerlo es más sencillo, práctico, barato y de fácil aprendizaje para los técnicos y agricultores (Julca et al., 2013).

Las evaluaciones a los 60 días de haber aplicado los abonos orgánicos se observaron en la parte baja una incidencia de 50.08% a 59.57%, en la parte media de la planta de 52.03% a 57.15% y en la parte alta o superior de la planta de 36.39% a 51.06%. A los 90 días de evaluación se mostró una incidencia en la parte baja de 45.84% a 51.55%, en la parte media de 48.36% a 50.89% y en la parte alta de 32.97% a 51.81%. A los 120 días de evaluación los porcentajes de incidencia se observó en la parte baja de 43.47% a 54.30%, parte media 47.47% a 50.33% y la parte alta de 32.97% a 47.43%. A los 150 días de evaluación se observó en la parte baja de la planta de 38.33% a 46.86%, parte media de 46.34% a 50.31% y en la parte alta de 32.54% a 45.05%. A los 180 días de evaluación se observó en la parte baja de la planta de 18.21% a 39.87%, parte media de 41.66% a 46.87% y en la parte alta de 32.54% a 40.63%. A los 210 días de evaluación se observó en la parte baja una incidencia de 14.54% a 31.89%, parte media de 22.36% a 43.86% y en la parte alta de 18.38% a 36.50%. A los 240 días se observó una incidencia en la parte baja de la planta de 7.40% a 16.60%, parte media de 0% a 29.19% y en la parte alta de 0% a 18.48%. Con respecto a la severidad se observó a los 30 días de evaluación en la parte baja fue de 46.38% a 50.77%, parte media 41.99% a 50.77% y en la parte alta de la planta fue de 38.08% a 46.38% y a los 240 días de evaluación de la severidad se observó en la parte baja de la planta 9.98% a 22.13%, parte media 46.38% a 50.77% y en la parte alta de la planta fue de 0% a 33.91%.

Huamán (2021) menciona en su investigación que, al comparar la media para la variable severidad de la roya del café, observo que utilizando fertilización química no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, por lo que, para esta variable, mostraron menor severidad de la roya, del mismo modo se observó que el tratamiento sin fertilización fue mayor la severidad de la roya en las hojas de café (p.40). En la variable número de granos por planta el tratamiento T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), ocupó el primer lugar con 1055.40 granos, seguido del tratamiento T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico), con promedio de 848 granos con respecto al testigo. Con respecto al testigo se observó mayor daño en las hojas, durante los meses de abril y mayor se registraron un alto porcentaje de índice de incidencia de daño de 52,13% a 72% y entre los meses de octubre y noviembre se registraron un menor porcentaje de índice de incidencia de daño con 7,35% a 18,48%.

El abonamiento inorgánico presentó el mayor efecto positivo; permitió un menor AUDPC en las plantas de café, en cualquiera de sus edades en los tratamientos T2 (fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) y T4 (fertilización foliar + fertilización suelo). Lagos (2014) menciona que, los elementos del suelo y la nutrición tienen efectos variados sobre la roya, algunos elementos desfavorecen la roya a través del incremento de la resistencia fisiológica y el incremento del crecimiento del hospedero (fósforo aplicado al suelo). Otros elementos desfavorecen la roya a través del mejor crecimiento del hospedero únicamente (potasio, zinc y calcio del suelo, azufre aplicado foliarmente). Otros elementos más favorecieron la roya a través de un menor crecimiento de las ramas del hospedero (hierro). También hay elementos que tienen efectos opuestos. El nitrógeno aplicado al suelo y foliar tuvo un impacto sobre la roya en dos vías: aumentó el crecimiento, lo cual pudo haber diluido al patógeno. Sin embargo, también tuvo un impacto negativo reduciendo la resistencia fisiológica a la roya. El balance de los efectos de los nutrientes del

suelo y la fertilización en la roya a través del crecimiento y resistencia fisiológica del café fue favorable para el manejo de la roya (p.41).

## CONCLUSIONES

- Al utilizar la fertilización química al suelo, caldo sulfocálcico en 8 aplicaciones consecutivos dentro del manejo integrado en el control de la roya amarilla en plantaciones de café de la variedad Caturra en el distrito de Monobamba, tuvo un efecto positivo encontrando rangos de 0% hasta un 90% de incidencia, así mismos como rangos de 0% hasta un 60% de severidad.
- El tratamiento T2 (Fertilización química en el suelo + caldo sulfocálcico) mostró tener menor incidencia de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad Caturra, con resultados de 0% de severidad.
- El tratamiento T4 (fertilización foliar + fertilización suelo), resultó en la evaluación con menor incidencia y severidad de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo de café en la variedad Caturra, sugiriendo técnicamente su aplicación, dentro del manejo integrado en el control de roya.
- La fertilización química presentó el mayor efecto positivo, permitiendo un menor valor sobre el área bajo la curva de progreso de la enfermedad o AUDPC en las plantas de café de la variedad Caturra en el distrito de Monobamba.

## RECOMENDACIONES

- Determinar pisos altitudinales mayores a 1500 m.s.n.m para cultivar café variedad caturra y las otras variedades tolerantes según su ficha técnica de la variedad que uno desea cultivar en la zona.
- Se recomienda la utilización de otros métodos de muestreo para establecer la incidencia y severidad de roya del café que muestre aspectos de daño como es la defoliación en las plantas.
- Se recomienda implementar los programas de aplicación de fertilización foliar y suelo como el uso del caldo sulfocálcico en época temprana como preventivo de roya, y no iniciar la evaluación de control cuando la enfermedad está presente en el cultivo del café.
- Se recomienda realizar un muestreo y análisis de suelo (Físico y Químico) antes de instalar una plantación de cualquier cultivo para realizar un plan de manejo de suelos y del cultivo mediante las buenas prácticas agrícolas (BPA).
- Utilizar variedades tolerantes a la roya del café, como Catimor T5269, Catimor T-8667, Sarchimor T-5296, Sarchimor TUPI, TABI, Marsellesa, H1 Centroamericacono, etc. u otras variedades provenientes de híbridos de Timor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga Becerra J. Bermúdez Rodríguez J. (1985). Manual Práctico del Cafetalero 1ra Edición.
- Agrilab. (1998). Recomendaciones generales para el cultivo del café. Agrilab, Guatemala. 7p.
- Arévalo López, L. A. (2018). Respuesta fisiológica del cafeto al abonamiento con relación a la severidad del daño de la roya amarilla en Lamas. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Tesis para optar el grado académico de doctor en Ciencias Ambientales. 84 -90 p.
- Alvarado A, G. (2004). Comportamiento de progenies de variedad Colombia en presencia de razas compatibles de roya del cafeto. *Cenicafé* 55(1):69-92.
- Alvarado A, G; Castillo Z, J. (1997). Progreso de la roya del cafeto sobre genotipos resistentes y susceptibles a *Hemileia vastatrix*. *Cenicafé* 47(1):42-52.
- Alvarado A, G; Moreno R, LG. (2005). Cambio de la virulencia de *Hemileia vastatrix* en progenies de Caturra x Híbrido de Timor. *Cenicafé* 56(2):110-126.
- Alvarado A, G; Moreno R, G; Cortina G, H. (2002). Características agronómicas y resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* de progenies de caturra x híbrido de Timor. *Cenicafé* 53(1):7-24.
- Álvarez M, E. L; Acuña Z, JR; Gaitán B, A; Montaña L; JS; De Peña, M. (2002). Búsqueda de secuencias homólogas a genes de resistencia a insectos en el genoma de *Coffea arábica* L., c.v. Colombia. *Cenicafé* 53(4):273-280.
- Angrand, JC. (2002). Floración, desarrollo vegetativo y fotosíntesis de *Coffea arábica* en diferentes sistemas de cultivos en Pérez Zeledón y Heredia, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 56 p. 75
- Anthony, F; Astorga, C; Berthaud, J. (1999). Los recursos genéticos: las bases de una solución genética a los problemas de la caficultura latinoamericana. In Bertrand, B; Rapidel, B. eds. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, CR, IICA. p. 369-406.

Cannell, MGR. (1987). Physiology of the coffee crop. In Clifford, MN; Willson, KC. eds. Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage. London, RU, Croom helm. p. 108-134.

Castillo Z, J; Alvarado A, G. (1997). Resistencia incompleta de genotipos de café a la roya bajo condiciones de campo en la región central de Colombia. Cenicafé 48(1):40-58. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

Castillo Reyes, C. A., & Marvin, H. F. (2005). Evaluación de opciones alternativas al uso de agroquímicos para el manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café (*Coffea arábica*) en fincas de Masaya, Granada y Carazo (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

Carvajal, J. (1984). Cafeto, cultivo y fertilización. IIP, Berna. 254p.

Castañeda E. (1997). Manual Teórico Cafetalero TECNATROP S.R.L. Lima – Perú.

ENEL PERU, (2016). Proyectos de apoyo en implementación del café en Monobamba, convenio con la Municipalidad del Distrito de Monobamba-Jauja.

Huamán, A. (23 de marzo del 2021). Influencia de la sombra y fertilización en la resistencia de clones élites *Coffea arábica* L. ante la incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 4(1), 36-43.

Figuroa E. *et al* (1998). Guía para la Caficultura Ecológica. Novella Publigráf S.R.L. Lima – Perú.

García M. F. (2006). Principios generales de agricultura orgánica, Editorial Juan de Castellanos. Tunja.

García, D. (2013). Incidencia y severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) y evaluación de alternativas químicas para su control. *Escuintla: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Licenciatura en Ciencias Agrícolas con Énfasis en Cultivos Tropicales [Disertación Grado Ingeniero Agrónomo]*.

Gamarra, G. D. (2015). Caracterización y Manejo Integrado de la Roya Amarilla del Café en Selva Central del Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú-Huancayo.

Galeano Roa, J. J. (2006). Evaluación de alternativas de manejo para la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk y cook) en el cultivo del café (*Coffea arábica* L.) en fincas de los departamentos de Granada, Masaya y Carazo (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

Julca, A.; Echevarría, C.; Ladera, Y.; Borjas, R.; Cruz, R.; Bello, S. y Crespo, R. (2013). Una revisión sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú. Lima. IRD Selva - UNALM. FDA. 41pp.

Lagos Molina, 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*), (Magister Scientiae en Sistemas Agrícolas Sostenibles), Turrialba-Costa Rica.

<https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7136/BCO22038459.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

Navas, G. I. (2014). Evaluación de fungicidas para el control de la roya del Café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) diagnóstico y servicio en Finca la Candelaria, San Juan de Alotenando, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

Otiniano, A. J., Ventura, R. B., Huamán, L. A., Vera, N. J., Cepero, V. C., & Amez, S. B. (29 de abril del 2019). Relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en San Ramón, Chanchamayo, Perú. *Journal of Science and Research*, 4(4), 1-9.

SENASA (2013). Escala de severidad de la roya amarilla. Unidad de investigación en pequeños productores en Perene-Chanchamayo.

Subero, L. (2005). La roya del café (en línea). 13 abril 2023. [www.infocafes.com](http://www.infocafes.com).

Samayoa, J. y Sánchez, V. (2000a). Enfermedades foliares en café orgánico y convencional. *Manejo Integrado de Plagas* 58: 9 -19.

## **ANEXOS**

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

### 1. Porcentaje de incidencia a los 30 días de evaluación.

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	43.45	47.29	38.65
I	T2	38.06	56.17	39.23
I	T3	64.90	56.79	55.55
I	T4	90.00	49.60	69.8
II	T1	70.63	65.65	52.53
II	T2	56.79	65.65	40.98
II	T3	50.77	47.29	49.03
II	T4	72.54	74.66	66.42
III	T1	59.73	30.66	58.03
III	T2	57.42	65.65	50.18
III	T3	65.65	62.03	68.87
III	T4	62.03	49.60	40.40
IV	T1	40.98	64.90	54.94
IV	T2	55.55	68.03	56.79
IV	T3	62.03	66.42	58.03
IV	T4	63.44	90.00	56.79

### 2. Porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación.

REPTICIION	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	43.28	47.29	50.18
I	T2	38.06	54.94	36.27
I	T3	63.44	54.33	49.60
I	T4	63.44	43.85	53.65
II	T1	65.65	63.44	51.94
II	T2	59.73	61.34	39.82
II	T3	48.45	45.00	46.73
II	T4	64.16	65.65	59.73
III	T1	53.13	33.21	50.18
III	T2	51.94	49.60	43.85
III	T3	53.93	55.55	53.13
III	T4	56.17	44.43	35.06
IV	T1	40.40	64.16	51.94
IV	T2	52.53	62.72	54.94
IV	T3	57.42	62.03	54.94
IV	T4	52.53	67.21	50.77

### 3. Porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación.

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	42.21	47.29	49.60
I	T2	35.67	50.77	30.66
I	T3	58.69	53.53	47.87
I	T4	23.58	36.27	29.93
II	T1	66.42	57.42	50.77
II	T2	50.18	54.94	35.67
II	T3	39.23	41.55	40.39
II	T4	60.00	53.73	48.45
III	T1	53.73	31.31	52.53
III	T2	49.02	44.43	42.21
III	T3	50.18	56.17	53.73
III	T4	49.60	39.23	33.83
IV	T1	43.85	64.90	54.33
IV	T2	51.35	43.28	54.94
IV	T3	55.55	52.31	54.94
IV	T4	50.18	65.65	49.60

### 4. Porcentaje de incidencia a los 120 días de evaluación.

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	45.00	44.43	50.18
I	T2	30.00	50.77	30.66
I	T3	58.69	52.53	47.87
I	T4	23.58	36.27	29.93
II	T1	68.67	60.67	50.77
II	T2	50.77	54.94	33.21
II	T3	39.23	35.67	37.45
II	T4	60.00	52.53	48.45
III	T1	56.79	31.31	34.45
III	T2	48.69	44.43	42.71
III	T3	50.18	51.94	53.73
III	T4	49.60	39.23	33.83
IV	T1	46.72	64.90	54.33
IV	T2	44.43	42.71	41.55
IV	T3	57.42	51.35	54.94
IV	T4	50.18	65.65	49.60

**5. Porcentaje de incidencia a los 150 días de evaluación.**

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	54.33	45.00	50.18
I	T2	30.00	48.45	52.53
I	T3	46.72	52.53	46.15
I	T4	15.34	36.27	25.81
II	T1	35.06	60.67	21.13
II	T2	38.65	50.18	30.00
II	T3	53.73	31.31	42.52
II	T4	56.79	50.77	46.72
III	T1	50.18	30.66	36.87
III	T2	34.45	44.43	42.71
III	T3	20.27	50.18	53.73
III	T4	47.87	39.23	33.83
IV	T1	47.87	64.90	54.33
IV	T2	51.35	42.71	54.94
IV	T3	32.58	51.35	54.94
IV	T4	50.18	65.65	49.60

**6. Porcentaje de incidencia a los 180 días de evaluación.**

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	31.31	27.97	50.18
I	T2	15.34	29.33	30.00
I	T3	39.82	43.28	46.15
I	T4	8.13	22.72	15.43
II	T1	18.44	62.03	21.13
II	T2	21.13	50.18	30.00
II	T3	31.95	30.00	30.98
II	T4	36.27	42.71	46.72
III	T1	11.54	32.58	36.87
III	T2	21.13	44.43	42.71
III	T3	39.82	50.18	53.73
III	T4	31.31	39.23	33.83
IV	T1	11.54	64.90	54.33
IV	T2	51.35	42.71	54.94
IV	T3	47.87	51.35	54.94
IV	T4	50.18	65.65	49.60

**7. Porcentaje de incidencia a los 210 días de evaluación**

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	25.10	26.56	46.15
I	T2	12.92	20.27	17.46
I	T3	38.06	33.21	39.23
I	T4	8.13	16.43	12.28
II	T1	11.54	61.34	20.27
II	T2	15.34	27.97	16.43
II	T3	29.33	26.56	27.95
II	T4	24.35	27.28	33.21
III	T1	9.98	33.21	36.87
III	T2	12.92	25.10	19.37
III	T3	25.10	43.28	47.29
III	T4	21.97	27.28	21.97
IV	T1	11.54	54.33	42.71
IV	T2	20.27	18.44	20.27
IV	T3	35.06	43.85	39.23
IV	T4	17.46	18.44	21.97

**8. Porcentaje de incidencia a los 240 días de evaluación**

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	20.27	19.37	14.18
I	T2	8.13	0	0
I	T3	19.37	12.92	11.54
I	T4	5.71	0	0
II	T1	12.92	36.87	12.92
II	T2	5.74	0	0
II	T3	14.18	8.13	0
II	T4	8.13	0	0
III	T1	8.13	26.56	20.27
III	T2	8.13	0	0
III	T3	16.43	16.43	8.13
III	T4	5.74	0	0
IV	T1	12.92	33.83	26.56
IV	T2	8.13	0	0
IV	T3	16.43	17.46	8.13
IV	T4	9.98	0	0

**9. Porcentaje de severidad a los 30 días de evaluación**

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	33.21	33.21	33.21
I	T2	33.21	50.77	33.21
I	T3	50.77	50.77	50.77
I	T4	50.77	50.77	50.77
II	T1	50.77	50.77	50.77
II	T2	50.77	50.77	50.77
II	T3	50.77	50.77	50.77
II	T4	50.77	50.77	50.77
III	T1	50.77	33.21	33.21
III	T2	50.77	50.77	50.77
III	T3	50.77	50.77	50.77
III	T4	50.77	50.77	50.77
IV	T1	50.77	50.77	50.77
IV	T2	50.77	50.77	50.77
IV	T3	50.77	50.77	50.77
IV	T4	50.77	50.77	50.77

**10. Porcentaje de severidad a los 240 días de evaluación**

Repetición	tratamiento	parte baja %	parte media %	parte alta %
I	T1	18.44	33.21	33.21
I	T2	9.98	7.49	8.74
I	T3	18.44	18.44	18.44
I	T4	9.98	18.44	14.21
II	T1	18.44	50.77	18.44
II	T2	9.98	9.98	9.98
II	T3	18.44	18.44	18.44
II	T4	9.98	9.98	9.98
III	T1	9.98	33.21	33.21
III	T2	9.98	9.98	9.98
III	T3	18.44	33.21	33.21
III	T4	9.98	9.98	9.98
IV	T1	18.44	50.77	50.77
IV	T2	9.98	9.98	9.98
IV	T3	33.21	33.21	18.44
IV	T4	18.44	9.98	9.98

**Imagen N° 1.** Evaluación del estado de la planta la campaña anterior:

Incidencia y severidad.



**Imagen N° 2.** Estado de la planta: Incidencia y severidad. Al inicio de la ejecución de la tesis.



**Imagen N° 3.** Preparación del caldo sulfocálcico.



**Imagen N° 4.** Defoliación del café por roya amarilla después de una aplicación de caldo sulfocálcico.



**Imagen N° 5.** Recuperación de follaje después de realizar labores agronómicas.



**Imagen N° 6.** Reducción de la incidencia y severidad de la enfermedad.



**Imagen N° 7.** Poda de café como parte del control cultural.



**Imagen N° 8.** Aplicación foliar con AQUAMASTER 20-20-20.



**Imagen N° 9.** Deficiencia nutricional en plantas testigo de café.



**Imagen N° 10.** Aplicación de fertilizante compomaster café: 18 - 8 -18 - 3 - 9.



**Imagen N° 11.** Resultados de un manejo agronómico oportuno planta T- 04.



**Imagen N° 12.** planta en llenado de grano de la campaña 2018. T-02



**Imagen N° 13.** plantas en llenado de granos para la campaña 2018.

