

ORIGINAL

Recibido: 04/12/2021 | Aceptado: 20/03/2021

**Evaluación de fungicidas para el control de La Roya del Cafeto
(Hemileia Vastatrix Berk. & Broome) en las condiciones edafoclimáticas del sur de Manabí.**

**Evaluation of Fungicides for the Control of La Roya del Cafeto
(Hemileia Vastatrix Berk. & Broome) in the Edaphoclimatic conditions of Southern Manabí.**

Alfredo Lesvel Castro Landin [alfredolandin@unesum.edu.ec] 

Master en Ciencias.

Universidad Estatal del Sur de Manabí. Manabí, Ecuador.

Raquel Vera Velázquez [vera-raquel@unesum.edu.ec] 

Master en Ciencias.

Universidad Estatal del Sur de Manabí. Manabí, Ecuador.

Pedro Roberto Valdés Tamayo [pvaldestamayo@gmail.com] 

Doctor.

Universidad Estatal del Sur de Manabí. Manabí, Ecuador.

Julio Gabriel Ortega [julio.gabriel@unesum.edu.ec] 

Doctor.

Universidad Estatal del Sur de Manabí. Manabí, Ecuador.

Resumen

La investigación que se presenta, realizada en el periodo 2018-2019 en el sur de Manabí, tuvo como objetivo evaluar cuatro fungicidas para el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*). En la misma se analizó el porcentaje de incidencia y la eficacia de los tratamientos: caldo bordelés, sulfato de cobre, nomad, toledo y un testigo. El método experimental realizado fue de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones en dos fincas, formando dos unidades experimentales en el cantón Jipijapa. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 91 plantas organizadas en siete hileras de trece plantas de cafeto, es decir, 91 plantas de cafetos/unidad experimental y 819 plantas/ensayo/localidad. Para la evaluación de los problemas fitosanitarios en cada unidad experimental, se definieron dos sitios de muestreo conformados por cinco plantas de cafetos cada



uno, ubicados en la parte central. La evaluación de las variables productivas se realizó en un área útil de 55 plantas de cafetos ubicados en la parte central de la unidad experimental. Se realizaron seis muestreos iniciando en el mes de mayo, cada 30 días previos y posteriores a las aplicaciones de los tratamientos. Los resultados obtenidos muestran incidencia y eficacia, ya que a partir de la segunda aplicación de los tratamientos (muestreo tres) se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos y el testigo y para la variable de rendimiento, existe rentabilidad, resultando el sulfato de cobre el más eficiente en la aplicación preventiva para combatir la roya del cafeto.

Summary

The research presented, carried out in the 2018-2019 period in southern Manabí, aimed to evaluate four fungicides for the control of coffee rust (*Hemileiavastatrix*). In it, the incidence percentage and the efficacy of the treatments were analyzed: Bordeaux mixture, copper sulfate, nomad, toledo and a control. The experimental method carried out was complete randomized blocks, with four treatments and four repetitions in two farms, forming two experimental units in the Jipijapa canton. Each experimental unit consisted of 91 plants organized in seven rows of thirteen coffee plants, that is, 91 coffee plants / experimental unit and 819 plants / trial / locality. For the evaluation of phytosanitary problems in each experimental unit, two sampling sites were defined, consisting of five coffee plants each, located in the central part. The evaluation of the productive variables was carried out in a useful area of 55 coffee plants located in the central part of the experimental unit. Six samplings were carried out starting in May, every 30 days before and after the applications of the treatments. The results obtained show incidence and efficacy, since from the second application of the treatments (sampling three) a highly significant difference was found between the treatments and the control and for the performance variable;



there is profitability, with copper sulfate being the more efficient in preventive application to combat coffee rust.

Palabras claves: incidencia de roya; enfermedad foliar; eficiencia; fungicidas; café.

Keywords: rust incidence; foliar disease; efficiency; fungicides; coffee.

Introducción

El café, al igual que la mayoría de cultivos, es atacado por diferentes plagas y enfermedades, entre ellas la roya que es considerada como una de las más catastróficas, convirtiéndose en un padecimiento de gran importancia económica para los productores de café. En Ecuador su cultivo actualmente es afectado por enfermedades que superan el umbral económico, originando pérdidas en la cosecha y provocando que el país no sea considerado como un gran productor de café.

La roya del cafeto es una enfermedad foliar causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, descubierta en Brasil, en 1970 (Buriticá, 2010). Los primeros registros de la enfermedad en Ecuador datan de 1981, en Zamora Chinchipe, posteriormente, en 1983, fue detectada en Loja y El Oro. La sintomatología característica, según describe Sotomayor (1993) es la presencia de pústulas polvorientas de forma redonda en el envés de la hoja, con un diámetro de hasta un centímetro, de color anaranjado al inicio, que se torna progresivamente de rojizo a marrón.

El daño que ocasiona la enfermedad es la defoliación prematura, la cual incide en la reducción de la capacidad fotosintética y, consecuentemente, en la disminución de la producción (Sotomayor, 1993). En 2013, el Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC, 2013) informó que la roya causó la pérdida del 50 % de la cosecha de café en la jurisdicción de Jipijapa, Manabí y del 30 % a escala nacional. La roya tiene un impacto en la reducción de las cosechas, en las variedades susceptibles (Típica, Caturra, Bourbon, Villalobos, Catuaí, San Salvador y Pache).



Vimeo (2013) plantea que controlar la roya es un reto que implica habilidades, muchas de ellas han sido empleadas desde los tiempos de nuestros abuelos; lo más importante es conocer el cafetal, y dentro del mismo, la variedad de café, el tipo de suelo, edad de la plantación, programas de fertilización, controles químicos utilizados, hospederos del hongo y otros datos importantes, como los climáticos.

La roya del cafeto es una de las enfermedades de mayor importancia económica que afectan al café, por lo que se dispone de referencia de estudios y trabajos realizados, en relación a su manejo y alternativas de control. Es precisamente con base a este conocimiento que se cuenta con las herramientas tecnológicas necesarias para hacer frente a la enfermedad, demostrado en que los productores que aplican oportunamente las recomendaciones técnicas obtienen resultados superiores... (Miranda, 2013).

La reducida base genética de los cafetales arábigos los hace más vulnerables a las plagas y enfermedades (Schneider, 2013). Por otra parte, Julca, A., Echevarria, C., Ladera, Y., Borjas, R., Cruz, R., Bello, S. y Crespo, R. (2013) indican que el hongo tiene gran variabilidad genética, habiéndose identificado hasta la fecha 45 razas fisiológicas. Además, la incidencia de roya depende de las condiciones climáticas pues, según Buriticá (2010), a mayor precipitación mayor incidencia.

El manejo de la roya usando fungicidas se sustenta en el monitoreo periódico de la enfermedad. Hay que usar fungicidas protectores cuando la incidencia es menor que 5%, en tanto que cuando empieza a rebasar este umbral hay que aplicar fungicidas sistémicos. Según McCook y Vandermeer (2015) los fungicidas sistémicos penetran en el tejido de las hojas y tienen efectos curativos. Cárdenas, Suárez y Orozco (2013) manifiestan que estos fungicidas atacan al hongo durante el crecimiento micelial y la formación de pústulas.



Con estos antecedentes, se realizó una investigación que tuvo como objetivo evaluar la eficacia de cuatro fungicidas (caldo bordelés, sulfato de cobre, toledo y nomad) para el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*), teniendo en cuenta las condiciones edafo-climáticas del sur de Manabí, lo que permitió trazar una estrategia para el control de esta enfermedad.

Población y Muestra

La investigación se ejecutó entre los meses de mayo 2018 y diciembre 2019, en las fincas Cascabel y El Anegado, de productores cafetaleros en el cantón Jipijapa. Fueron estudiados cuatro ingredientes activos de fungicidas, utilizando los siguientes medios para la aplicación de los productos: fijador, bombas de mochila, baldes, equipos de protección. Para diseñar la parcela experimental, se seleccionaron las unidades experimentales de acuerdo a la superficie establecida previamente en la investigación, con un sorteo al azar para determinar los tratamientos.

En cada localidad se establecieron cuatro tratamientos y un testigo, en dos unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 91 plantas de cafetos organizadas en siete hileras de trece plantas de cafetos, es decir 91 plantas de cafetos/unidad experimental y 819 plantas/ensayo/localidad.

Para la evaluación de los problemas fitosanitarios, en cada unidad experimental, se definieron dos sitios de muestreo conformados por cinco plantas de cafetos cada uno, ubicados en la parte central. La evaluación de las variables productivas se realizó en un área útil de 55 plantas de cafetos ubicados en la parte central de la unidad experimental. Figura #1



Figura 1

Modelo de cada unidad experimental.

	1	2	3	4	5	6	7
1	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X
13	X	X	X	X	X	X	X

La información sobre la roya del cafeto y de las otras enfermedades foliares, se tomaron mediante la aplicación mensual del “Recuento de problemas fitosanitarios”. Las variables productivas del café, se evaluaron durante la cosecha del año 2018 y 2019. Tabla# 1.

Tabla 1

Control de problemas fitosanitarios.

Leyenda	Dosis/Ha
Tratamiento 1 Caldo Bordelés	4kg/Ha
Tratamiento 2 Sulfato de Cobre	5kg/Ha
Tratamiento 3 Nomad	0.3l/Ha
Tratamiento 4 Toledo	0.25l/Ha
Tratamiento 5 Testigo	Sin Tratamiento

Incidencia de roya. Cada mes, se evaluó la incidencia de la enfermedad, en los estratos bajo, medio y alto de las plantas. Para esto se escogieron y marcaron con una cinta de colores



una rama por estrato y se enumeró el número de hojas con roya y el número de hojas sanas.

Empleando la siguiente fórmula se obtuvo el porcentaje de incidencia.

Eficacia. Se determinó usando la fórmula de Abbott (1987), adaptada al estudio de fungicidas.

$$I\% = \frac{NHR}{NHT} \times 100$$

Donde:

I% = Porcentaje de incidencia

NHR = Número de hojas con roya en rama evaluada

NHT = Número de hojas totales en rama evaluada

2. Porcentaje de eficiencia

La eficiencia de los fungicidas se determinó empleando la fórmula propuesta por Abbott (1925), la misma permite determinar la eficacia de los tratamientos con respecto al testigo sin protección química.

$$\text{Eficacia (\%)} = \frac{\text{PHE Testigo} - \text{PHE Tratamiento}}{\text{PHE Testigo}} \times 100$$

Donde:

PHE = Porcentaje de Hojas Enfermas

Tabla 2.

Delineamiento experimental por unidades y parcelas.

DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL	
Unidades o parcelas experimentales	: 40
Número de repeticiones	: 10
Número de tratamientos	: 4
Hileras por parcela	: 4
Hileras útiles	: 2
Hileras borde por parcela	: 2



El análisis estadístico se realizó por el paquete estadístico SAS con análisis de varianza.

Tabla 3.

Análisis de varianza.

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	$t - 1$	3
Error	$(r - 1) t$	12
Total	$(r \times t) - 1$	15

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades.

El coeficiente de variación se calculó tomando en consideración la siguiente fórmula:

$$C.V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

Las variables a ser evaluadas son:

La variable independiente representada por:

- a (T1) Sulfato de cobre
- b (T2) Caldo bordelés
- c (T3) Nomad
- d (T4) Toledo

Variable dependiente: roya del cafeto.

En este caso se evaluó durante dos años en dos fincas diferentes sembradas con variedades susceptibles (caturra) los cuatro productos, el toledo y el nomad de forma curativa, después de haber aparecido la enfermedad, y el sulfato de cobre y el caldo bordelés de forma preventiva, a inicios del periodo lluvioso y a los 40 días de la primera aplicación. Tabla # 1.



Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos en la evaluación de fungicidas para el control de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en producción orgánica en Jipijapa en el año 2018-2019, han reflejado un alto coeficiente de variación por lo que se realizó transformación de datos, los cuales se especifican en cada una de las variables de respuesta.

La incidencia de la enfermedad se calculó como parte de los resultados obtenidos mediante muestreos previos y después de finalizada la aplicación de los tratamientos, se obtuvieron coeficientes de variación superiores al 20 %, por lo que se realizó una transformación de datos de campo y su transformación incluidos en los anexos de acuerdo a los análisis estadísticos realizados. Tabla # 3.

Tabla 3.

Resultados de los % de infección de roya del cafeto en cada tratamiento.

			Trata 1	Trata 2	Trata 3	Trata 4	Trata 5
Finca I	Año I	Rep I	3.61%	1.31%	21.47%	25.62%	31.69%
		Rep II	3.02%	0%	16.98%	11.57%	35.29%
Finca I	Año II	Rep I	4.24%	0%	4.84%	5.60%	18.51%
		Rep II	1.77%	0%	1.39%	3.20%	17.61%
Finca II	Año I	Rep I	5.50%	4.48%	17.85%	22.85%	73.15%
		Rep II	2.78%	1.57%	17.22%	14.14%	54.73%
Finca II	Año II	Rep I	5.50%	4.48%	17.85%	22.85%	73.15%
		Rep II	2.78%	1.57%	17.22%	14.14%	54.73%



Análisis de normalidad.

Se observó que en general todas las variables evaluadas mostraron una curva asimétrica ($A > 0$) normal y leptocúrtica ($k > 3$), y con coeficientes de variación (C.V. = 9.27%) que está dentro de los rangos permitidos. La prueba de Kolmogórov-Smirnov, descubrió que hubo significancia al $Pr < 0.01$ de probabilidad, por lo que se asumió que la variable de respuesta evaluada mostró una distribución normal (Tabla # 4).

Tabla 4.

Análisis de normalidad de la variable incidencia de la roya.

Momentos	
N	40
Media	49.6
Desviación std	58.64
Varianza	3438.45
Asimetría	1.78
Curtosis	2.71
Coef. Variación	9.27
Kolmogorov-Smirnov	0.20**

Análisis de homogeneidad de varianzas.

El análisis de homogeneidad de varianzas mostró que las medias fueron homogéneas (Tabla # 5), donde la prueba de Chi-cuadrada (ChiSq) fue estadísticamente significativo al $Pr < 0.01$ de probabilidad. Tanto el análisis de normalidad, como el de homogeneidad de varianzas indicaron que los datos fueron normales.



Tabla 5.*Análisis de homogeneidad de varianzas de fungicidas líquidos.*

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
668.45	180	<.0001

Análisis de varianza para dosis

La Tabla # 6, muestra que el C.V. de la variable dosis para fungicidas sólidos fue de 18.78%, indicando que está dentro de los rangos permitidos para este tipo de investigación. El análisis de varianza mostró alta significancia al $Pr < 0.001$ de probabilidad para finca, Jipijapa en el año 2018-2019, tratamiento, finca x tratamiento, y significativo al $Pr < 0.05$ de probabilidad para año x tratamiento y finca x año x tratamiento.

Tabla 6.*Análisis de varianza dosis de fungicidas líquidos en ml/L.*

Origen	DF	SC	CM	F	Pr > F
Repetición	1	1464.10	1464.10	16.87	0.0006
Finca	1	13249.60	13249.60	152.67	<.0001
Año	1	1768.90	1768.90	20.38	0.0002
Finca x año	1	1769.90	1768.90	20.38	0.0002
Tratamiento	4	92093.35	23023.33	265.29	<.0001
Finca x tratamiento	4	20039.15	5009.79	57.73	<.0001
Año x tratamiento	4	1033.35	258.34	2.98	0.0458
Finca x año x tratamiento	4	1033.15	258.34	2.98	0.0458
Error	19	1648.90	86.78		
Total	39	134099.60			
C.V. (%)		18.78			

*: Significativo al $P < 0.05$ de probabilidad, **: Altamente significativo al $P < 0.01$ de probabilidad, ns: No significativo. C.V.: Coeficiente de variación.

Los análisis de varianza de la incidencia de roya a los 40 y 80 DLA (Tabla # 6), permitieron establecer que de los 4 DLA tratamientos en estudio, al menos uno resultaba estadísticamente diferente ($p < 0,01$). Entre repeticiones, tanto a los 40 DLA como a los 80 DLA,

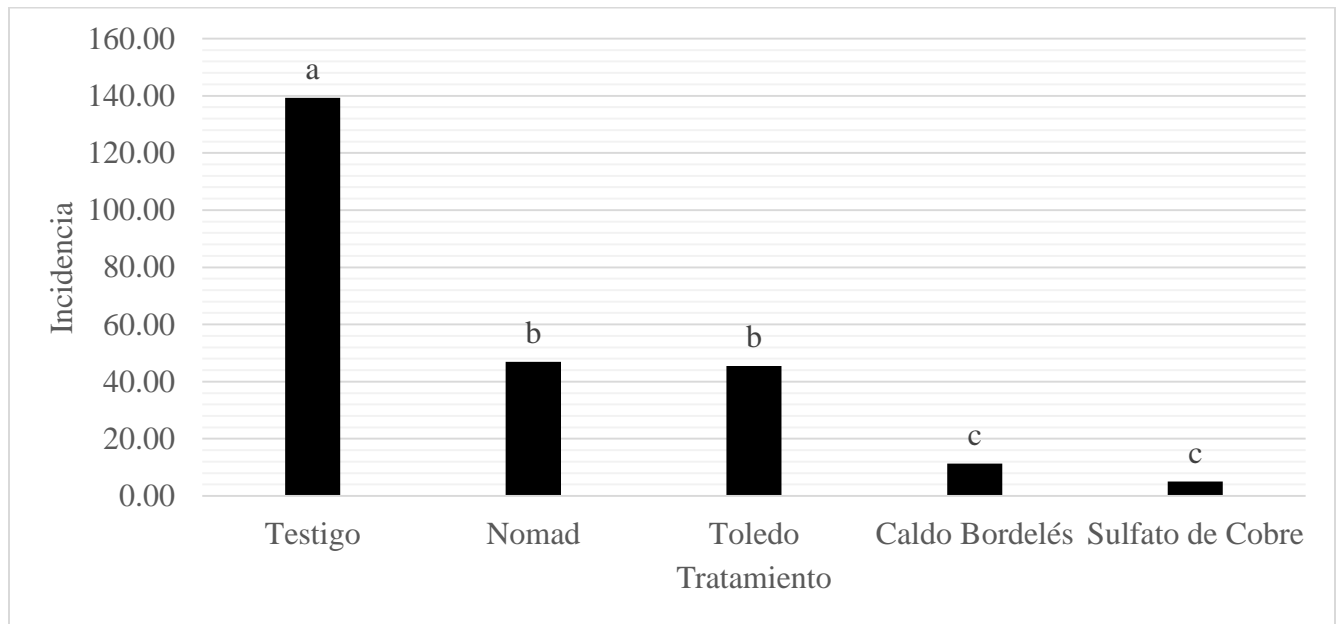


las diferencias fueron altamente significativas, con lo cual se justifica el uso del diseño en bloques al azar. Los coeficientes de variación del error resultaron relativamente altos y se explican por las amplias diferencias entre los niveles de incidencia en las parcelas tratadas con fungicidas y el testigo.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza sobre la variable del efecto de los tratamientos en el porcentaje de incidencia, muestra que existe una diferencia altamente significativa para los tratamientos ya que el valor de frecuencia calculada es mayor que el valor de frecuencia al 5 % de significancia, por lo que se realizó la prueba de Tukey cuyos resultados se muestran a continuación. Figura # 2.

Figura 2.

Comparación de las medias de incidencia de la roya según prueba Tukey (DSH=14,007).



En la Figura # 2, la prueba de Tukey mostró que los tratamientos (T3.Nomad y T4.Toledo) c y d tienen un comportamiento similar; los tratamientos (T1.caldo bordelés y T2.sulfato de cobre) a y b tienen comportamiento similar y los tratamientos (T3.Nomad y T4.Toledo) c y d muestran una diferencia significativa ya que están en fincas diferentes.



El análisis de varianza para el porcentaje de incidencia de la enfermedad después de la cuarta aplicación (muestreo 5) en la evaluación de fungicidas para el control de roya del café (*Hemileia vastatrix*) (Tabla # 6) se pudo observar que, en la aplicación de los tratamientos 80 días después, existe una diferencia significativa ya que el factor calculado es mayor que el factor al 5 % de confiabilidad mostrado en el análisis de prueba de medias que se realizó mediante la prueba Tukey para el porcentaje de incidencia (muestreo 6), en la evaluación de fungicidas para el control de roya del café (*Hemileia vastatrix*).

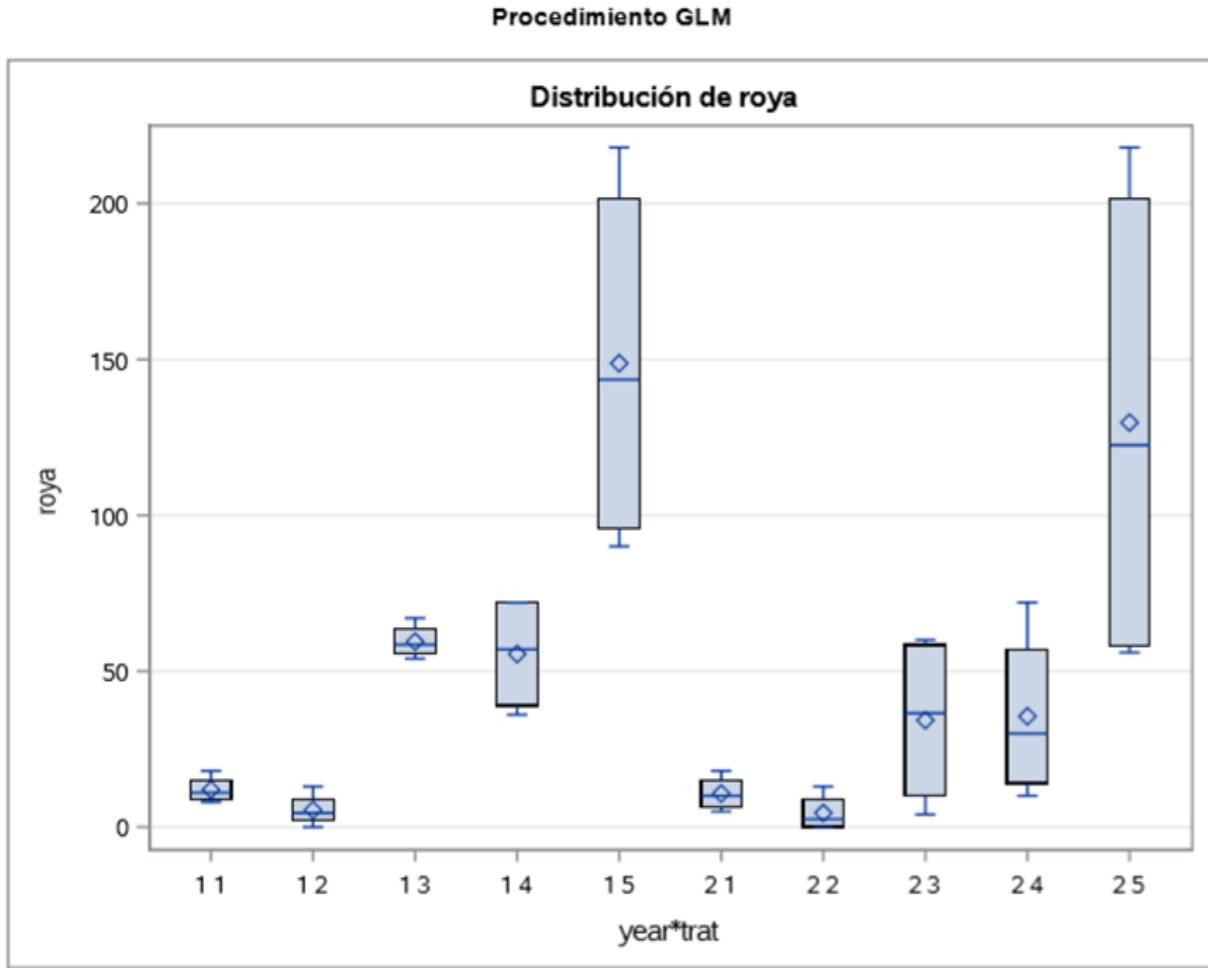
En la figura # 3, se muestran los niveles de diferencia significativa de Tukey, observando dos grupos, con una diferencia entre las medias de tratamientos, enmarcando una diferencia estadística entre los tratamientos tres y cuatro y el tratamiento dos siendo el sulfato de cobre el que tiene una tendencia superior; después de cuatro aplicaciones el sulfato de cobre ha mostrado mejores resultados.

Se observó que los tratamientos caldo bordelés a (T1), Sulfato de cobre b (T2), Nomad c (T3), Toledo d (T4) y el testigo (T5), mostraron un porcentaje de incidencia inicial (previo a la aplicación de los tratamientos) encontrándose un rango de 10 a 20 % (indicando que la enfermedad se encuentra distribuida en el área de estudio, siendo esta la condición necesaria para realizar la evaluación aplicación de los fungicidas) siendo parte del comportamiento de la enfermedad que en el periodo seco, la incidencia es baja y en el periodo lluvioso se incrementa; el efecto inicial de cada tratamiento fue disminuir la incidencia en las primeras dos aplicaciones.



Figura 3.

Prueba Tukey en cada finca por cada tratamiento.



Según los datos obtenidos en la figura # 3, la aplicación de productos (como caldo bordelés, sulfato de cobre, nomad y toledo) para el control de roya del café, pueden evitar una defoliación desmedida, pero no se debe desatender que el comportamiento de las enfermedades fungosas, obedecen a los desequilibrios ambientales enmarcados por mayor humedad y plantas débiles por falta de agua y nutrientes, por lo que las aplicaciones de tratamientos deben ir acompañadas de la aplicación correcta de prácticas agronómicas como manejo de tejidos (podas y de sombra) así como una adecuada fertilización.



Los tratamientos se hicieron de forma preventiva, la primera aplicación al inicio del periodo lluvioso y a los 40 días, la segunda aplicación en 91 plantas de cafetos organizados en siete hileras de trece plantas de cafetos, es decir 91 plantas de cafetos/unidad experimental y 819 plantas/ensayo/localidad.

Según se evidencia en la tabla el tratamiento con mejores resultados de prevención de la enfermedad fue el sulfato de cobre y el segundo el caldo bordelés, mientras que el nomad y el toledo siendo productos sistémicos, no fueron efectivos en la prevención de la enfermedad.

El sulfato de cobre además de ser fungicida es micro alentó, por lo que nutre, fortalece y protege eficientemente la planta cuando es aplicado; las hojas que surgen después de la aplicación están desprotegidas y por tal razón se realiza la segunda aplicación a los 40 días de la primera.

La incidencia de roya, antes de la aplicación de los fungicidas (AA), fue más o menos homogénea en las parcelas experimentales, con un promedio de 15,2 %. Según el criterio de Campos, O.G., Gento-Reyes, J.C., Santos, D., Reyes, J.N., y Mazariegos, R.J.(2013) una buena distribución de la enfermedad en el área de estudio es una condición básica para una evaluación objetiva del efecto de los fungicidas.

Campos *et al.* (2013) indican que es conveniente muestrear las partes baja, media y alta de la planta, recolectando las hojas muestreadas. En el presente estudio se muestrearon las partes baja, media y alta del cafeto haciendo las evaluaciones directamente sobre la rama muestreada.

Las aplicaciones de los fungicidas caldo bordelés, sulfato de cobre, nomad y toledo, en las condiciones agroecológicas de Jipijapa, tienen efectos directos sobre la reducción de la incidencia de roya, con niveles altos de eficacia (80 %<), resultados que coinciden con los obtenidos por Feijó y Correa (2014), en Las Lajas El Oro. La dosis de Cyproconazol de 400 cc



ha⁻¹ recomendada por Campos, O.G., Gento-Reyes, J.C., Santos, D., Reyes, J.N., y Mazariegos, R.J. Campos et al. (2013) es más alta que la determinada para Jipijapa (300 cc ha⁻¹), explicable por las densidades poblacionales más altas usadas en Guatemala en comparación con Jipijapa. Las altas densidades poblacionales, según McCook (2015), aumentan el tejido vegetal por área, donde la roya se puede reproducir y diseminar.

Los rendimientos obtenidos con las aplicaciones de fungicidas sistémicos resultaron significativamente más altos en comparación con el testigo. Silva-Acuña, Zambolim y Álvarez (2002), en un estudio en Brasil, no detectaron el efecto de los tratamientos con fungicidas sobre el rendimiento, atribuyendo al intenso ataque de minador de la hoja que probablemente enmascaró el control de la roya. En el presente ensayo solo hubo incidencia de roya y no se constató la presencia de otros problemas fitosanitarios.

McCook y Vandermeer (2015) indican que el principal desafío para los investigadores es desarrollar estrategias de control ecológica y económicamente viables, en el contexto de una industria del café volátil y los retos emergentes del cambio climático. Según Buriticá (2010), es posible producir café de manera rentable, aún con la presencia de roya en los cafetales. Al respecto, Costa et al. (2007) indican que uno de los mayores desafíos es encontrar métodos alternativos de control de la roya con el menor impacto ambiental. En este contexto, el uso de fungicidas, siempre debe considerarse como la acción complementaria de otros métodos de control.

Campos et al. (2013) señalan la importancia del monitoreo de roya, que debe iniciarse 60 o 70 días después de la floración. En el presente estudio se inició el monitoreo 80 días después de la floración y la incidencia ya estaba en 15,2%, por lo que se sugiere anticipar el monitoreo a 40 días después de la floración y continuarlo quincenalmente.



Por otra parte, según Julca et al. (2013), los aspectos básicos para manejar la roya son: conocer la enfermedad, aprender a evaluar la incidencia y tomar medidas oportunas de control. Rodríguez y Monroig (2013) enfatizan en la integración de todas las prácticas que garanticen el vigor de los cafetos, la calidad del producto y la reducción de la incidencia, aspectos que son plenamente compartidos.

Conclusiones

El fungicida sulfato de cobre y caldo bordelés mostraron una eficacia media del 88,5 % a los 40 y 80 DLA, mientras que el nomad y toledo, en las dosis media y alta mostraron una eficacia de 83,5 % a los 80 DLA.

El sulfato de cobre aplicado de forma preventiva, disminuyó la enfermedad casi completamente, demostrando los mejores resultados, seguido del caldo bordelés que mostró resultados satisfactorios, pero con diferencias significativas entre ambos, mientras que en el caso del nomad y el toledo que se aplicaron de forma curativa, después de la aparición de la enfermedad, detuvieron la enfermedad, pero el daño fue irreversible, sin existir diferencias significativas entre ambos tratamientos.

Las dosis de los fungicidas que se recomiendan para controlar la roya del cafeto son caldo bordelés 4kg/ha, sulfato de cobre 5 kg/ha, nomad 0,3l/a y el toledo 0,25 l/ha.

Referencias bibliográficas

- Buriticá, P. (2010). La Roya del Cafeto en Colombia: Realizaciones de Impacto Nacional e Internacional en el Siglo XX. *Facultad Nacional de Agronomía*, 63 (1), 5285-5292. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914617007>.
- Campos, O.G., Gento-Reyes, J.C., Monterroso, N., Santos, D., y Reyes, J.N (2013). Método de muestreo de la roya del cafeto. *Anacafé (El Cafetal)*, 34, 6-8.



- Campos, O.G., Gento-Reyes, J.C., Santos, D., Reyes, J.N., y Mazariegos, R.J.(2013). Análisis sobre la eficiencia de fungicidas contra la roya del cafeto. *Anacafé (El Cafetal)*, 3-5. Recuperado de <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Eficiencia-fungicidas-roya>
- Cárdenas, J., Suárez, O., y Orozco, E.(2013) Roya del cafeto. *CropLife*. Recuperado de <http://www.croplifela.org/es/plaga-del-mes.html?id=29>
- Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC). (2013). *Breve diagnóstico de la incidencia de la roya en las principales zonas cafetaleras del Ecuador*. Portoviejo, Ecuador.
- Correa Torres, G.N. (2014). *Los fungicidas sistémicos en la prevención y control de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk. & Br.), en el cantón Las Lajas, provincia de El Oro*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.
- Costa, J.N., Zambolim, L. & Rodrigues, F.A. (2007). Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. *Fitopatología brasileña*. 32 (2). Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582007000200010
- Feijó Galarza, J.A. (2014). *Los fungicidas sistémicos en la prevención y control de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk. & Br.) en el cantón Piñas, provincia de El Oro*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.
- Julca, A., Echevarria, 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. *Agronomía*, (51), 38-40.



- McCook, Stuart y VanderMeer, Jeff. (2015) The Big Rust and the Red Queen: Long-Term Perspectives on Coffee Rust Research. *Phytopathology*, 105(9), 1164-1173. Recuperado de <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHTO-04-15-0085-RVW>
- Miranda, I. M. (2013). Instituto del Café de Costa Rica. 04 de 2013. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11452e/A11452e.pdf>
- Rodríguez, M., y Monroig, M. (2013). Manejo de la roya del café. *Fitopatología*. Recuperado de: http://juliochewurlescuintla.blogspot.com/2013_02_01_archive.html
- Schneider, C. (2013). Study finds that coffee varieties in Brazil have low genetic diversity. *American Society of Agronomy*. Recuperado de <https://www.agronomy.org/science-news/study-finds-coffee-varietiesbrazilhave-low-genetic-diversity>
- Silva-Acuña, R., Zambolim, L. & Álvarez V. H. (2002). Estrategias de control de la roya del café con la aplicación de fungicida protector y sistémico en Viçosa. *Bioagro*, 14(2), 85-97.
- Sotomayor, I. (1993). *Enfermedades del café. En Manual del Cultivo del Café*. Ed. I Sotomayor. pp. 118-143. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- Vimeo. (2013). Cómo enfrentar la roya del café. Obtenido de Cómo enfrentar la roya del café 09 de Marzo de 2013: <https://www.nacion.com/opinion/foros/como-enfrentar-la-roya-del-cafe/WZUN5WJF45E2ZBLU3VDRGCGT6Y/story/>

