

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN - HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA



EFFECTO DE PRODUCTOS CÚPRICOS EN EL CONTROL DE ROYA
(*Hemileia vastatrix*) Y EN EL RENDIMIENTO DE CAFÉ ORGÁNICO EN
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE TOCACHE, SAN MARTÍN.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Flores Altamirano, Deybis

HUÁNUCO – PERÚ

2016

DEDICATÓRIA

A mis padres, de quienes aprendí un ejemplo digno de superación, amistad y lealtad, que me permitieron ser una persona de bien para la sociedad.

A mis hermanas, por su apoyo moral e incondicional, por enseñarme a valorar la riqueza más grande que posee el hombre: sus seres queridos. Por compartir conmigo sus anhelos, por festejar muchos triunfos; gracias por su apoyo en tiempos de alegría y en tiempos de tristeza.

AGRADECIMIENTO

La presente investigación constituye un esfuerzo de muchos días, semanas y meses; es fruto de un esfuerzo constante y firme determinación por cumplir los objetivos trazados. Las siguientes líneas no serán suficientes para agradecer a aquellas personas que me brindaron su apoyo y sobre todo su amistad.

A Dios, por concederme la salud, bienestar y por ser mi fortaleza en la vida, y permitirme seguir sin fatiga cada peldaño de mi carrera.

A mis padres, por haberme dado la oportunidad de estudiar en esta casa maravillosa de estudios y poderme desarrollar como persona y profesional. Gracias por sus sacrificios y estar siempre presente ofreciendo su apoyo incansable.

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán quienes contribuyeron en brindarme conocimientos para mi formación profesional y humana, y en especial al asesor de tesis, Ing. Edwin Vidal Jaimes.

Mis amigos y colegas que compartieron conmigo durante muchos años en los pasillos y aulas de la EAP Agronomía.

RESUMEN

En la investigación "efecto de productos cúpricos para el control de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el rendimiento de café orgánico en condiciones agroecológicas de Tocache - San Martín 2014", situado a 6 km de la provincia de Tocache, en el centro poblado de Nuevo Amanecer, localidad de Atusparia, desarrollado entre el periodo comprendido de noviembre 2013 a agosto del 2014, en plantaciones permanentes de café, ubicado a una altitud de 1 045 msnm, el objetivo fijado fue: evaluar el efecto de los productos cúpricos en el control de la roya (*Hemileia vastatrix*) y en el rendimiento en condiciones de Tocache, San Martín.

Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar, con 5 tratamientos, 3 repeticiones, haciendo un total de 15 unidades experimentales, con los productos hidróxido cobre y proteinato de cobre a concentraciones de 0.2% y 0.25%. Siendo la técnica estadística ANDEVA y la prueba de DUNNETT al nivel de significación del 5%. Las variables evaluadas fueron: control de la roya amarilla mediante el índice de intensidad de daño en las hojas de café y el rendimiento mediante el peso en granos de café pergamino. Los tratamientos utilizados fueron: T0 (Testigo) T1 (Hidróxido de cobre al 0.2%) T2 (Hidróxido de cobre al 0.25%) T3 (proteinato de cobre 0.2%) y T4 (proteinato de cobre al 0.25%).

Luego de analizar los cuadros se concluyó que: el hidróxido de cobre mostró mayor eficacia en el control de roya al 0.2%, obteniendo el porcentaje de severidad más bajo de 4,99% en comparación con el proteinato de cobre al 0.25% alcanzó 15% de severidad; mientras que para el rendimiento el hidróxido de cobre y el proteinato a la concentración del 0.2% muestran los mayores rendimientos con 29,07 g por planta y 26,17 g por planta respectivamente.

ABSTRACT

In research " effect of copper products for controlling rust (*Hemileia vastatrix*) in the performance of organic coffee in agro-ecological conditions of Tocache - San Martin 2014, " located 6 km from the province of Tocache, in the center town of Nuevo Amanecer, town Atusparia developed between the period of November 2013 to August 2014, permanent coffee plantations, located at an altitude of 1045 meters, the set objective was to evaluate the effect of copper products in control rust (*Hemileia vastatrix*) and performance under Tocache, San Martin.

The design of randomized complete block was used with 5 treatments, 3 replications, totaling 15 experimental units, with hydroxide products copper and copper proteinate at concentrations of 0.2% and 0.25%. As the statistical technique ANOVA and Dunnett's test at significance level of 5%. The variables evaluated were: control of yellow rust by damage intensity index in coffee leaves and performance by weight and parchment coffee beans. The treatments were: T0 (control) T1 (copper hydroxide 0.2%) T2 (copper hydroxide 0.25%) T3 (proteinate 0.2% copper) and T4 (proteinate 0.25% copper).

After analyzing the pictures it is concluded that copper hydroxide was more efficient in controlling rust 0.2%, obtaining the lowest severity percentage of 4.99% compared to copper proteinate reached 0.25% 15% severity; while for performance copper hydroxide and concentration proteinate 0.2% showing higher yields with 29.07 g and 26.17 g per plant per plant respectively.

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT.....	5
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	14
2.1.1. Origen y distribución del café	14
2.1.2. Taxonomía del café.....	14
2.1.3. Producción mundial y consumo per cápita.....	15
2.1.4. Producción Nacional	16
2.1.5. Tipos de café del Perú.....	16
2.1.6. Variedades nacionales	18
2.1.7. Plagas y enfermedades más importantes en el café	20
2.1.7.1. Plagas	20
2.1.7.2. Enfermedades	20
2.1.8. Roya del café.....	22
2.1.8.1. Etiología.....	22
2.1.8.2. Agente causal.....	23
2.1.8.3. Sintomatología	23
2.1.8.4. Relaciones patógeno - hospedero	26
2.1.8.5. Epidemiología.....	30
2.1.8.6. Condiciones ambientales	32
2.1.8.7. Período de incubación	34
2.1.8.8. Control	35
2.1.9. Rendimiento.....	37
2.1.10. Fuentes de cobre.....	38
2.1.11. Modo de acción del cobre	39
2.2. ANTECEDENTES DE TRABAJOS REALIZADOS	40
2.3. HIPÓTESIS.....	42
2.4. VARIABLES.....	42
2.4.1. Operacionalización de variables.	43
III. MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	44
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	45

3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS.	46
3.4.	FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	46
3.5.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	47
3.5.1.	Diseño de la investigación.....	47
3.5.2.	Datos Registrados	52
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	53
3.7.	PROCESADO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	53
3.8.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	54
3.8.1.	Herramientas	54
3.8.2.	Equipos y maquinaria.....	54
3.8.3.	Insumos.....	54
3.9.	METODOLOGÍA.	54
3.10.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.10.1.	Podas.....	57
3.10.2.	Aplicación de micronutrientes minerales y bioestimulantes.....	57
3.10.3.	Aplicación de las fuentes cúpricas	57
3.10.4.	Evaluaciones.....	57
3.10.5.	Cosecha y post cosecha	58
IV.	RESULTADOS	59
V.	DISCUSIÓN	72
5.1.	CONTROL.....	72
5.2.	INCIDENCIA DE LA ROYA EN EL CULTIVO DEL CAFÉ	72
5.3.	SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD	74
5.4.	RENDIMIENTO EN CAFÉ PERGAMINO.....	75
VI.	CONCLUSIONES.....	77
VIII.	LITERATURA CITADA	80
	ANEXOS	85

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de cafés especiales y sus características.....	18
Cuadro 2. Enfermedades más importantes en la caficultora	22
Cuadro 3. Operacionalización de variables	43
Cuadro 4. Factores y tratamientos en estudio.....	46
Cuadro 5. Esquema de análisis de varianza	48
Cuadro 6. Escala de severidad.....	55
Cuadro 7. Fechas de aplicaciones y evaluaciones de la investigación.....	56
Cuadro 8. Dosis del producto comercial por tratamientos.....	56
Cuadro 9. Cantidad de agua utilizada por parcela experimental y por hectárea	56
Cuadro 10. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, antes de la aplicación de compuestos cúpricos.....	59
Cuadro 11. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de la roya de la hoja de café, antes de la aplicación de compuestos cúpricos.	59
Cuadro 12. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, luego de la segunda aplicación de compuestos cúpricos.	60
Cuadro 13. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, luego de la segunda aplicación de compuestos cúpricos. .	60
Cuadro 14. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la tercera aplicación de compuestos cúpricos.....	61
Cuadro 15. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la tercera aplicación de compuestos cúpricos.	61
Cuadro 16. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la cuarta aplicación de compuestos cúpricos.	62
Cuadro 17. Prueba de significación de Dunnett, para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la cuarta aplicación de compuestos cúpricos. 62	
Cuadro 18. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la quinta aplicación de compuestos cúpricos.	63
Cuadro 19. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la quinta aplicación de compuestos cúpricos. 63	
Cuadro 20. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la sexta aplicación de compuestos cúpricos.....	64
Cuadro 21. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la sexta aplicación de compuestos cúpricos. .	64

Cuadro 22. Análisis de variancia para la séptima evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la séptima aplicación de compuestos cúpricos.....	65
Cuadro 23. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la séptima aplicación de compuestos cúpricos	65
Cuadro 24. Análisis de variancia para la octava evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la octava aplicación de compuestos cúpricos.....	66
Cuadro 25. Prueba de significación de Dunnett para la octava evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la octava aplicación de compuestos cúpricos.	66
Cuadro 26. Promedio de porcentajes de Índice de Intensidad de Daño de roya de la hoja en el cultivo de café, durante las ocho evaluaciones realizadas.....	67
Cuadro 27. Análisis de variancia para el rendimiento promedio por árbol, en grano seco de café pergamino.....	68
Cuadro 28. Prueba de significación de Dunnett para rendimiento promedio por árbol, en grano seco de café pergamino.....	68
Cuadro 29. Rendimiento por unidad experimental y por hectárea.	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del campo experimental	50
Figura 2. Distribución de las unidades experimentales.....	51
Figura 3. Croquis de la parcela experimental.....	51
Figura 4. Grados de calificación de la roya amarilla.....	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Evaluación del porcentaje de severidad en los cinco tratamientos durante las ocho evaluaciones	67
Grafico 2. Porcentaje de incidencia de infestación.....	70
Grafico 3. Rendimiento promedio por árbol en grano seco de café pergamino.....	71

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Delimitación del área experimental.	93
Imagen 2. Severidad de la enfermedad al inicio de la evaluación.	93
Imagen 3. Productos utilizados, hidróxido de cobre (Champion) y proteinato de cobre (Promet Cu).....	93
Imagen 4. Aplicación de productos.	94
Imagen 5. Evaluación de la enfermedad por cada tratamiento.	94
Imagen 6. Efecto de T1 (40 g de Hidróxido de cobre) en comparación con el T0 (testigo).....	94
Imagen 7. Severidad de la roya en las hojas de café durante las últimas evaluaciones.	95
Imagen 8. Cosecha de frutos maduros por cada tratamiento.....	95
Imagen 9. Despulpado de los frutos cosechados por cada tratamiento.	95
Imagen 10. Pesado de los granos de café en pergamino por cada tratamiento.	96

I. INTRODUCCIÓN

El café es una especie de gran importancia en la agricultura nacional, teniendo gran repercusión dentro de los productos de exportación; el país cuenta con áreas dedicadas a este cultivo, en los cuales la presencia de factores bióticos adversos afecta los rendimientos esperados por el productor cafetalero. Dentro de ellos podemos señalar principalmente a las plagas como la broca, y entre las enfermedades, el ojo de gallo y la roya las que tienen mayor incidencia en las áreas dedicadas a la explotación del café.

La roya (*Hemileia vastatrix*) es sin duda la enfermedad más dañina del cafeto. No sólo es de mucha importancia para el caficultor, sino también la más conocida y de peor fama de todas las enfermedades de las plantas tropicales. Se ha señalado a la roya del cafeto entre las siete pestes y enfermedades más importantes de los últimos 100 años. Esta enfermedad no solamente ha producido, sino que todavía produce pérdidas económicas enormes.

La roya no mata a los arbustos de café de un día para otro, el daño es gradual y se localiza en las hojas, pudiendo reducir considerablemente en unos pocos años la producción de las plantaciones sino se toman las medidas adecuadas de control.

Muchas prácticas de manejo cultural influyen notoriamente en la presencia de esta enfermedad, logrando señalarse principalmente a un inadecuado manejo de la sombra, lo que condiciona la generación de un microclima propicio para el desarrollo principalmente del hongo causante de la roya (*Hemileia vastatrix*).

Una de las formas de disminuir la incidencia de la enfermedad, es mediante el control cultural (podas) las que permiten un adecuado flujo del aire entre las ramas y las plantas, contribuyendo de esa manera atenuar el efecto de la enfermedad, pero dicha forma de control no tiene resultados notorios y de gran impacto en épocas lluviosas, por lo que se hace necesario efectuar la aspersión de fungicidas las cuales permiten reducir los efectos de

la enfermedad y así mismo permite a los agricultores dedicados al cultivo de café, lograr altos rendimientos y mejor calidad de vida.

La ausencia de conocimientos y habilidades por parte de las comunidades del distrito de Tocache, para realizar en forma adecuada las actividades de manejo agronómico y apropiarse de las destrezas necesarias para el control de la roya de café, considerando las bondades nutricionales, beneficios para la salud y la demanda de este cultivo en el mercado nacional e internacional, además de incrementar y/o complementar tanto la dieta como los ingresos económicos del poblador de las comunidades de Tocache, determino realizar el trabajo con la finalidad de evaluar el efecto de productos cúpricos para el control de la roya, en el rendimiento de café orgánico en condiciones agroecológicas de Tocache.

Por lo tanto, se consideró evaluar el efecto de productos cúpricos para el control de la roya de café orgánico en condiciones agroecológicas de Tocache, en busca de mejores rendimientos para la rentabilidad de este cultivo, y abastecer al mercado con una nueva alternativa de consumo de café; y mejorar las condiciones de vida del agricultor. Los productos cúpricos utilizados para el estudio son: hidróxido de cobre y proteinato de cobre.

De lo expuesto se desprende los siguientes objetivos que se pretende lograr durante el desarrollo de la investigación.

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Evaluar el efecto de productos cúpricos para el control de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el rendimiento de café orgánico en condiciones agroecológicas de Tocache - San Martín 2014.

Objetivos específicos

- 1) Estudiar el efecto de dos concentraciones de hidróxido de cobre, en el control de roya y en el rendimiento de café orgánico.
- 2) Estimar el efecto de dos concentraciones de proteinato de cobre, en el control de roya y en el rendimiento de café orgánico.
- 3) Comparar los diversos tratamientos con respecto al control y rendimiento en café pergamino.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Origen y distribución del café

El café es un arbusto originario de Etiopía. Una versión dice que el café fue descubierto casualmente por un pastor; otra, afirma que el café fue descubierto por unos monjes. Sea como fuese el caso, actualmente se conocen 30 especies. El café ha sido por mucho tiempo una de las bebidas más importantes del mundo, siendo rivalizado por el té, la cocoa y el mate, (Rimache 2008).

El mismo autor menciona que durante el siglo XVII, el café se producía en áreas localizadas de Arabia y países vecinos. Gran cantidad de cafés se establecieron en Inglaterra, Holanda y otros lugares de Europa, más o menos hacia 1650 y posteriormente en las colinas americanas.

Asimismo Arabia y las zonas cercanas permanecieron como las únicas fuentes de abastecimiento para el café hasta 1658, y en 1699 a Java. Unos 20 años después de establecerse en Java, los embarques de Café arábica y vía Paris, a la Martinica y otros países, proporcionaron el núcleo por una gran cantidad del café arábica ahora bajo cultivo, incluyendo casi todas las plantaciones del nuevo mundo

2.1.2. Taxonomía del café

Natividad, citado por Presentación y Santos (2014) mencionan que el género *Coffea*, fue propuesto en 1735 por Linneo, quien también descubrió la especie *Coffea arábica* en el mismo año, la clasificación taxonómica del café es la siguiente:

REINO : Vegetal o Plantae

DIVISION : Magnoliophyta

Subdivisión : Angiospermae

CLASE : Magnoliacea

Subclase : Asteroidea

ORDEN : Rubiales

FAMILIA : Rubiaceae

TRIBU: *Coffeoidae*.

GENERO : *Coffea*

ESPECIE: *Coffea arabica* L.

El género *Coffea* consta de 25 a 40 especies en Asia y África tropical

2.1.3. Producción mundial y consumo per cápita

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011) reporta que a comparación de 10 años atrás la producción mundial de café ha mejorado en un 1,9 por ciento. En el 2010 la producción mundial ascendió a 7 millones de toneladas (117 millones de sacos) frente a los 6,7 millones de toneladas (111 millones de sacos) entre los años 1998-2000.

El Instituto del Café de Costa Rica - ICAFE (2010) reporta que la producción mundial de café en el año 2009 fue de 119 millones de sacos (60 kg) y el consumo per cápita osciló entre 27,17 y 11,91 kilogramos de por habitante en países importadores, mientras que en los países exportadores el consumo per cápita fue entre 5,64 y 3,16 kilogramos; en el Perú el consumo per cápita es de 250 gramos/habitante/año.

ICAFE (2012) reporta que Colombia es el primer exportador mundial de café suave, tiene una de las más grandes variedades de cafés especiales, ya que dependiendo de la región de cultivo, el sabor, color y aroma del café varían. Otros países como Guatemala poseen una variedad climática única

por lo que las variedades de café cultivados en sus microclimas permite la creación de café Gourmet de gran sabor y textura por lo que el desarrollo económico depende más de la calidad que de la cantidad de la producción. En 1825, la producción era de 100 000 toneladas y en 2001 fue de 6 millones. Desde 1997 hasta 2005, la producción ha aumentado un 20 %, dos veces más que la demanda.

2.1.4. Producción Nacional

Wikipedia (2012) indica que en la zona norte el 43% de la producción se encuentra en Piura, Cajamarca, Amazonas, San Martín; en la zona central, el 34% de la producción se encuentra en Junín, Pasco, Huánuco y Ucayali; y en el sur, el 23 % de la producción se encuentra en Apurímac, Ayacucho, Cusco y Puno.

Expocafé (2012) reporta que el café se produce en 210 distritos rurales ubicados en 47 provincias de 10 departamentos de un total de veinticuatro que conforman el Perú. La superficie cultivada con café ocupa 330 000 hectáreas distribuidas en tres zonas, siendo la región más apropiada para obtener los mejores rendimientos con alta calidad la que se ubica al extremo central oriental de la Cordillera de los Andes, en la denominada zona de la selva, bajo una ecología tropical. La zona norte consta de 98 mil hectáreas cafetaleras que constituyen el 43% del área total cultivada y está conformada por los departamentos de Piura, Cajamarca, Amazonas y San Martín. La zona central abarca unas 79 mil hectáreas, es decir un 34% de los cafetales de la nación, que comprende Junín, Pasco y Huánuco. En la zona sur, 53 mil hectáreas que componen el 23% del área total, está integrada por los departamentos de Apurímac, Ayacucho, Cusco y Puno. El 85% de los productores tienen propiedades que fluctúan entre 0,5 y 5 hectáreas.

2.1.5. Tipos de café del Perú

Expocafé (2012) indica que las características más importantes de los cafés especiales son:

- a) Café orgánico es el café que proviene de cultivos con determinado tipo de manejo agronómico, que se caracteriza por prácticas de conservación del suelo y por emplear métodos que emulan procesos ecológicos.
- b) El café de comercio justo proviene de organizaciones de productores, a las cuales se les garantiza un precio mínimo y acceso a un pre financiamiento de la cosecha por el comprador. El diferencial es destinado a proyectos comunitarios, acordados democráticamente.
- c) El café amigable con las aves se caracteriza por determinadas características del estrato de los árboles de sombra del cultivo y un adecuado manejo orgánico. De forma similar, el café de la Alianza para los Bosques, promueve sistemas de producción que favorecen la vida silvestre y la biodiversidad, mediante la conservación de áreas de bosque, o mediante la reinstalación de los ecosistemas naturales.

Rabanal (s.f.) sustenta que el Perú, por diversidad de pisos ecológicos con climas propicios para su cultivo, dispone de condiciones favorables para la producción de diversos tipos de cafés especiales, los mismos que pueden ser:

Cuadro 1. Tipos de cafés especiales y sus características.

Tipos de cafés	Características
Cafés Convencionales: (café corriente)	<ul style="list-style-type: none"> - Son los cafés cosechados con 5 a 15% de verde, beneficiados en formas tradicionales y comercializadas con 20% de humedad. - Se exportan en base a defectos, y requieren una "taza limpia". Su precio se regula por el precio de bolsa de New York menos "un castigo" de US\$ 15.
Cafés Premium	<p>Son los mismos cafés Convencionales. Pero con cosecha selectiva, máximo 1% de verde, fermentado de 12 a 18 horas y comercializados con 12 a 13% de humedad. Se diferencian por sus características organolépticas y se pueden clasificar por su origen y altitud. Reciben un mayor precio en comparación a los cafés convencionales.</p>
Cafés Especiales	<ul style="list-style-type: none"> - Son los mismos Premium, cultivados por encima de los 1300 msnm, tienen características organolépticas muy especiales, referidos a factores determinados: Aroma, Acidez y Cuerpo. - Reciben un precio mayor que los cafés Premium; los cafés orgánicos están considerados como cafés especiales. - Algunos mercados requieren que sea una variedad específica: Típica o Borbón, en este caso el precio que se paga es más del doble del precio de bolsa.
Cafés Descartes	<p>Son los cafés defectuosos. Resultantes del proceso para la exportación, se utiliza para el consumo interno.</p> <p>-Dentro de este grupo se tiene: "segunda", "sucia de escojo", "imperfectos" y "quebrados".</p>

2.1.6. Variedades nacionales

Banco Agropecuario (2007) reporta que los cafés del Perú son de la especie arábica, que se comercializa bajo la categoría de "otros suaves". Las variedades que principalmente se cultivan son: Típica, Caturra, Catimor y Borbón.

La variedad Caturra se caracteriza por ser de porte bajo, tiene entrenudos cortos, tronco grueso y poco ramificado, y ramas laterales abundantes, cortas, con ramificación secundaria, lo que da a la planta un aspecto vigoroso y compacto las hojas son grandes, anchas y oscuras, los frutos grandes y medianos, el sistema radical está muy bien desarrollado y es

de gran extensión y densidad. La adaptabilidad de esta variedad es muy amplia, particularmente en cuanto a altitud y el potencial productivo es muy sobresaliente, ya que a pesar de su tamaño pequeño la cualidad de presentar entrenudos muy cortos y ramificación secundaria abundante, posibilita su alta productividad. Se puede sembrar a una densidad de 5 000 plantas por hectárea, aunque en condiciones muy favorables para el cultivo, la densidad puede ser un poco mayor.

Expocafé (2012) manifiesta que los cafés del Perú pertenecen a la especie *Coffea arábica* con distintos perfiles de sabor, aroma y acidez. Las variedades que se cultivan son: Típica (70%) Caturra (20%) y otras (10%) el 90% del café peruano crece bajo sombra, principalmente de leguminosas, a una densidad promedio de 2 000 plantas por hectárea.

Rabanal (s.f.) y Osamayor.com (s.f.) coinciden en mencionar a las 2 variedades más comerciales y cultivadas; las cuales son:

- 1) **Arábica: (*Coffea arábica*)** originario de Etiopía, corresponden a las variedades más conocidas, extendidas y apreciadas, representan el 70% a 75% de la producción mundial. Tiene un sabor más delicado y aroma más intenso; entre los países productores de café arábica se destacan: en las zonas altas de América Latina: Colombia, México, Venezuela, Salvador, Costa Rica, Brasil, Cuba, Ecuador, Jamaica, Puerto Rico, República Dominicana, Perú y en África en Kenia, Tanzania, Camerún y Etiopía. En Perú, la única especie comercial es la *coffea arábica*.

Es un café apreciado por sus calidades aromáticas y por la finesa de su sabor. Las principales variedades tienen nombres exóticos como Moka con un sabor frutal, el Borbón, el Maragogype como habas gigantes (es el doble de tamaño de un haba normal).

Es particularmente sensible a las enfermedades (roya del café). A este tipo de café le gusta un clima tropical (temperatura óptima entre 17 y 23 °C; controlada por la altitud).

- 2) **Robusta.** (*Coffea canephora*); Esta variedad puede ser cultivada a nivel del mar y hasta una altitud de 600 metros.

Crece con mayor rapidez que la arábica. Más vigorosa que la arábica (de ahí su nombre de "robusta") resiste mejor a las enfermedades y su rendimiento es más elevado.

Sabor más fuerte, suele ser empleado para mezclar con otros cafés.

- 3) **Otras especies:** Existen otras especies menos importantes y difundidas como son: *Coffea ibérica*, *Coffea dewevrei*, *Coffea stenophylla*, *Coffea congensis*, *Coffea abeokutae*, *Coffea klainii*, *Coffea zanguebariae* y *Coffea racemosa*.

2.1.7. Plagas y enfermedades más importantes en el café

2.1.7.1. Plagas

Universidad Agraria de la Selva (2007) reporta que la broca (*Hypothenemus hampei*) del fruto del café, es la plaga de mayor importancia económica; el daño lo inician las hembras adultas al perforar el fruto para alimentarse y ovopositar.

Posteriormente emergen las larvas que junto con los adultos son los encargados de destruir los frutos.

Aunque la broca tiene a otros insectos como enemigos naturales, especialmente algunas avispidas que actúan como parásitos y un hongo específico (*Beauveria bassiana*) que causa alguna mortalidad en la broca, son las prácticas culturales las más eficientes para su control.

2.1.7.2. Enfermedades

UNAS (2007) reporta que el "ojo de gallo"; "mancha de la hoja americana" o "mancha sudamericana de la hoja" es causado por el hongo *Mycena citricolor* (*Omphalia flavida*) en su fase perfecta: este

pertenece a los Basidiomicetos. En condiciones naturales y muy especiales, el basidiocarpo sólo se forma en las hojas caídas y muy ocultas, protegida de los rayos del sol, por ello, las principales estructuras propagativas que tiene importancia en la diseminación de esta enfermedad es el producido en el género *Stillbum flavidum* en su fase imperfecta. Los síntomas de la enfermedad se presentan en hojas, ramas, tallos y frutos.

- a) En las hojas se presenta en forma de manchas circulares o ligeramente ovaladas.
- b) En las ramas y tallos: las lesiones en vez de ser circulares son alargadas.
- c) En los frutos las manchas son redondas, hundidas y de diferentes tamaños, la porción de tejido afectado se adhiere al pergamino, el cual no se desprende en el proceso de despulpado, afectando la calidad del grano y tasa.

ICAFE (2012) al realizar investigaciones reporto que el ojo de gallo afecta los cafetales localizados a más de 1 400 metros sobre el nivel del mar, produce una grave defoliación, la planta pierde las hojas en un 100%, afecta al grano, al cual le produce además de una merma en rendimiento y un efecto directo en la calidad de la bebida del café

FHIA (2004) reporta que las enfermedades en café son causadas por una numerosa serie de microorganismos como hongos, bacterias, virus y nematodos.

Cuadro 2. Enfermedades más importantes en la caficultora

Enfermedad	Agente casual
Roya	<i>Hemileia vastatrix</i>
Antracnosis	<i>Colletotrichum coffeanum</i>
Ojo de gallo	<i>Mycena citricolor</i>
Mancha de hierro	<i>Cercospora coffeicola</i>
Mal de hilachas	<i>Corticiumkoleroga</i>
Pudrición radicular del tronco	<i>Roselliniasp.</i>
Quema o derrite	<i>Phoma costarricensis</i>
Mal rosado	<i>Corticium salmonicolor</i>
Nemátodos	<i>Meloidogyne sp, Pratylenchus sp.</i> <i>Rotylenchulus sp.</i>

2.1.8. Roya del café

2.1.8.1. Etiología

Mont citado por Ames y Aliaga (1980) y Golpalkrishan citado por el Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) mantienen el argumento de que el agente etiológico de la roya del café, es el hongo *Hemileia vastatrix*, género creado por BERKELEY & BROME, para la identificación de la roya encontrada sobre *Coffea arabica* L.

Bayer (s.f.) indica la taxonomía de la roya.

Reino:.....Fungí

Clase:Basidiomiceto

Orden:Uredinales

Familia:Pucciniaceae

Género:*Hemileia*

Especie:.....*Hemileia vastatrix*

ICAFFE (2012) reporta que la roya del cafeto es causada por un hongo llamado *Hemileia vastatrix* Berk & Br. El micelio de este hongo

se encuentra completamente dentro del mesófilo y consiste de hifas hialinas en abundancia, de aspecto tortuoso y frecuentemente ramificado en forma muy irregular; el diámetro de las hifas es bastante uniforme y oscila entre 5 y 6 μm presentan septas que están separadas a veces por intervalos grandes, especialmente en las hifas que crecen rápidamente. Algunas veces el contenido de las hifas tiene una coloración anaranjada-rojiza.

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

2.1.8.2. Agente causal

Contreras (2012) indica que *H. vastatrix Berk et Br.* es un hongo Basidiomyceto Uredinal. Las uredosporas son unicelulares, de color amarillo anaranjado cuya membrana exterior es espirulada y tiene de 1 a 5 poros germinativos; su forma es variable pudiendo ser piramidales, reniformes, convexas, planas, lo cual depende del lugar donde se hayan formado en la uredospora. Las teliosporas se producen irregularmente y no se les encuentra con mucha frecuencia; aparecen en el centro de las manchas más viejas sucediendo a las uredosporas. Su forma más frecuente es subglobosa, napiforme, simétricas o no, provistas de un ápice voluminoso y papila. Son revestidas con una membrana lisa desprovista de espinas y miden de 20 a 25 micras de diámetro en promedio. No se conoce la función que tienen las teliosporas en el proceso de la enfermedad.

2.1.8.3. Sintomatología

Escuelas de Campo para Agricultores (ECAS) del café (1999) menciona que la roya (*Hemileia vastatrix*) es una enfermedad

que ocurre solamente en las hojas. Los síntomas se caracterizan por manchas cloróticas localizadas, con bordes difusos, que se encuentran en el haz de la hoja. Asociado a estas manchas, en el envés de la hoja, se encuentra un polvillo-amarillo-anaranjado; éstas son las esporas del hongo. El hongo que causa la roya es un parásito obligado, lo que significa que solamente puede completar su ciclo de vida en las hojas del cafeto. La severidad de la infección se expresa en la defoliación de los cafetos afectados.

La diseminación de las uredosporas de este hongo se llevó a cabo por medio del viento, el salpicado de la lluvia, por animales y por los trabajadores del cafetal. La infección se favorece por alta humedad y temperaturas frescas por lo que la mayor incidencia ocurre principalmente durante los meses de invierno y primavera. El nivel de incidencia durante este periodo va a afectar la próxima cosecha. La enfermedad se distribuye en focos en los cafetales y éstos se varían de año a año. Las condiciones ambientales y la cantidad de inóculo determinan el nivel de incidencia.

UNAS (2007) manifiesta que el síntoma característico de la roya es la aparición de pequeñas manchas amarillas en las hojas, a medida que se desarrolla la enfermedad se presenta la formación de esporas, cuando las esporas maduran, las manchas se tornan de un color rojizo.

En la medida en que las manchas se dilatan, se difunde también la producción de esporas en forma anular. Por lo general, las hojas jóvenes son más susceptibles que las ya maduras. Cuando se desarrollan las estructuras de fructificación de la roya puede producir la caída prematura de las hojas infectadas en cualquier momento.

Contreras (2012) indica que la roya es causada por el hongo *Hemileia vastatrix* el cual infecta las hojas del cafeto. La infección por este hongo ocasiona la caída prematura de las hojas.

La infección de las hojas por este hongo se favorece por la alta humedad, luz difusa y temperatura fresca, condiciones que se mantienen en plantaciones muy densas y con excesiva sombra. Los síntomas de la roya se expresan en el envés de las hojas presentando un polvillo de color anaranjado en las áreas claras de la hoja. Estos son los síntomas típicos de la roya del café.

Subero (2012) indica que la enfermedad se caracteriza por presentar pequeñas manchas redondeadas, amarillo naranja y polvorosas en el envés de las hojas. Inicialmente, el área afectada por una sola infección tiene un diámetro de aproximadamente 3 mm, pero gradualmente aumenta el tamaño hasta 2 cm o más y tiende a unirse con otras infecciones para formar una lesión más o menos irregular que a veces puede abarcar gran parte de la superficie foliar. Si hay esporulación abundante. En los estados muy tempranos se nota sólo una mancha pálida, amarillenta, en el envés de la hoja.

Esta mancha es traslúcida y si se examina contra la luz se observa la apariencia de una gota de aceite. Uno o dos días después de su aparición, la mancha toma un color anaranjado y la superficie se torna polvorosa porque no forman esporas. Cuando las manchas de la hoja atacada por el hongo envejecen, su centro muere, se torna marrón oscuro y se seca.

War, Saccas, Rayner, Chinnappa, Bitancourt citado por el Ministerio de agricultura y alimentación (1979) manifiestan que la incidencia de la enfermedad predomina en el tercio medio inferior de la planta, atacando principalmente la hojas.

Inicialmente la enfermedad se manifiesta como una pequeña mancha clorótica que evoluciona hacia amarillo, cuyo tamaño varía de 1 a 2 mm de diámetro, ubicada en el envés de la hoja, ocasionalmente se encuentra envuelto en una faja de tejido decolorido. Estas manchas circulares evolucionan aumentando de tamaño, pudiendo llegar a tener de 1-2 cm de diámetro; las mismas son lisas y de color amarillo en el

haz de la hoja, en el envés las manchas presentan una masa polvorienta, saliente de color anaranjado, constituida por esporos del hongo.

ICAFE (2012) menciona que los síntomas consisten en la formación de manchas con apariencia amarillenta en la parte superior de la hoja y la formación de un polvo anaranjado en la parte inferior (envés). Las lesiones viejas pueden mostrar un color negro con borde amarillento, sobre todo al inicio de la época lluviosa. En ataques severos, el daño principal es provocado por la caída de gran cantidad de hojas, que causan un debilitamiento general de la planta, una maduración muy irregular de la cosecha y una reducción de la producción para el siguiente año, alrededor de un 20%.

2.1.8.4. Relaciones patógeno - hospedero

En relación patógeno-hospedero se consideran diversos aspectos como: Reproducción, fuente de inoculo, disseminación e inoculación, germinación, penetración y colonización.

En el aspecto morfológico, el Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) reporta que la roya es un hongo parasito obligado que en lesiones de hojas de café es capaz de producir dos tipos de esporas morfológicamente diferentes y con funciones distintas.

El uredosporo es el más común y se produce en abundancia en el envés de las hojas; al germinar produce un micelio, el cual al desarrollarse en los tejidos de la hoja, produce nuevos uredosporos. Estos son unicelulares, formándose en las extremidades de pedicelo que atraviesan el estoma, formando aglomerados de varios esporos, estos quedan comprimidos, adquiriendo forma variable, generalmente sección triangular.

El otro tipo de espora es el teliosporo, cuya ocurrencia es rara, aparece en lesiones viejas, generalmente de 7 a 10 semanas después de formados los primeros uredosporos, parecen en el centro

de las manchas más viejas, en tejido necrosado. Son unicelulares de forma sub-globosa, de paredes espesa y lisa, provistas de un saliente en el ápice.

Según Martins *et al* citado por Ames y Aliaga (1980) hace mención que el ciclo de vida de *H. vastatrix Berk et Br*, es incompleto, pues hasta ahora no se han encontrado sus estadios pycnia y aecia. El hongo produce en la planta de café uredosporas y teliosporas; estas últimas se pueden encontrar, aunque con mucha frecuencia, en el centro necrótico de manchas viejas. Cuando las condiciones del medio ambiente son favorables, las teliosporas germinan in situ produciendo basidias y basidiosporas.

Thirumalachar y Narasimhan citado por Ames y Aliaga (1980) manifiestan que *H. vastatrix* está largamente distribuida en los cafés a diferentes altitudes, sugieren la posibilidad de la supervivencia del hongo de un año a otro en el estado uredial sin que las teliosporas sean necesarias para completar su ciclo de vida.

Mont citado por Ames y Aliaga (1980) considera a *H. vastatrix* como una roya autoica a la cual no se le conoce hospedero alternante y cuyas basidiosporas producidas de teliosporas han sido incapaz de infectarlas hojas de café.

Bayer Crop Science (s.f.) dice que el hongo *Hemileia vastatrix* vive principalmente en forma de micelio, y uredosporas con los trópicos, se perpetúan en las hojas que infectan continua y sucesivamente.

El estudio del ciclo biológico de *Hemileia vastatrix*, es incompleto, hasta hoy se desconocen, las fases picnidia y aecial.

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) reporta que la fuente de inóculo por excelencia está constituida por las lesiones en hojas de plantas afectadas, donde se producen 150 000 uredosporas por cada lesión, los cuales al madurar se vuelven de color anaranjado brillante a rojo, se pueden encontrar hasta 127 lesiones por hoja. Los

uredosporos son diseminados por agentes diversos para las hojas vecinas, para otras plantas, en el mismo lugar o para regiones diferentes.

La producción de uredosporas en una misma lesión puede prolongarse por 3 meses o más, se concluye que el hongo puede sobrevivir a periodos desfavorables a la germinación. Por lo tanto, una lesión producida en una tensión en una estación vegetativa puede teóricamente, servir de fuente de inóculo para el inicio de la estación vegetativa siguiente.

La diseminación de los uredosporos normalmente se realiza de un lugar a otro por las corrientes aéreas. Rauner citado por el Ministerio de agricultura y alimentación (1979) comprobó que igualmente en plantaciones extensas y uniformes la distribución de la Roya es bastante circunscrita y que las nubes de uredosporos se depositan rápidamente, no siendo transportados, en general a grandes distancias. Los vientos normalmente no consiguen desprender los aglomerados de esporos de las lesiones en hojas de cafeto, la excepción de lesiones viejas donde se producen uredosporos leves, sin viabilidad.

Boock, Chávez, Cruz, Nutma citado por el Ministerio de Agricultura (1979) mencionan que los esporos cuando se desprenden de las lesiones permanecen aglomerados entre si y caen muy rápidamente. En caso de estar aislados, posiblemente a su forma característica, no le permite permanecer en el aire por mucho tiempo. De acuerdo a experiencias llevadas en condiciones de campo, cuando las plantas fueron sacudidas a propósito no alcanzo la diseminación grandes distancias, la mayor parte de los esporos cayeron casi verticalmente.

Subero (2012) reporta que varios investigadores han sugerido que el viento puede diseminar las esporas de la roya del café.

En algunas investigaciones se ha concluido que la dispersión de la roya por el aire es de poca o ninguna importancia y que las salpicaduras de la lluvia son el agente principal, no solamente para la dispersión, sino también para la liberación de esporas. Se ha confirmado que la relación entre la intensidad de la lluvia y la dispersión de las uredósporas es lineal y bajo condiciones promedio, solamente las lluvias que excedían de 0,3 pulgadas dispersaron esporas solamente cuando el nivel de inóculo era alto, o sea; 2,0 y 2,5 pústulas activas de la roya por hoja.

Subero (2012) indica que el material de propagación infectado, puede ser otro medio de propagación de la enfermedad a través de otras especies vegetales importadas de otros países.

El contacto de ropa o brazos del personal que trabaja en cafetales basta para permitir que una gran cantidad de uredosporas queden adheridas en el envés de hojas sanas, lo que indica la posibilidad de dispersión de *H. vastatrix* incluso después de un leve contacto de hojas infectadas con ropa o piel del personal, lo cual constituye un peligro de la extensión mayor de la enfermedad.

También se ha indicado que la densidad del tránsito aéreo ha permitido el transporte involuntario de esporas por esta vía, incluso entre continentes. Los sacos de café pueden ser ocasionalmente vehículos de las esporas de la roya.

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) reporta que la germinación de uredosporos, requiere agua en estado líquido, como condición favorable al proceso. La temperatura de 24°C, es considerada óptima para esta fase. Hay la producción de uno o más promicelio, a través de poros situados generalmente en la extremidad del uredosporo. El promicelio es incapaz de penetrar directamente por la cutícula; se desenvuelve sobre la hoja, se ramifica hasta encontrar un estoma, por donde penetra a la cámara sub estomática, a través de la formación de un órgano llamado apresorio. Las fases de germinación

de un órgano llamado apresorio. Las fases de germinación y penetración pueden demorarse por 2 a 3 días dependiendo de las condiciones ambientales.

El poder germinativo de los uredosporos es variable, los uredosporos en las lesiones sobre las hojas pueden tener normalmente un poder germinativo de 30 a 50 %, en esas condiciones puede permanecer viable hasta 3 meses en periodo seco. Mientras que una vez retirados de las lesiones, pierden rápidamente el poder germinativo que puede caer a 5% después de 20 días.

En el interior de los tejidos de la hoja, el hongo desarrolla un micelio intracelular constituido de hifas septadas, muy ramificadas, principalmente en el tejido lagunoso. También se encuentra en el tejido empalizada, alcanzando inclusive los tejidos de la epidermis superior de la hoja. A lo largo de la hifa se encuentran numerosos austorios de forma variada, que introducen en el interior de la célula del tejido afectado.

La temperatura, susceptibilidad de la planta y edad, son factores que influyen en la fase de colonización. Los síntomas iniciales aparecen luego de 7 a 15 días de realizada la penetración.

Las hojas en cualquier estado de desarrollo son susceptibles, siendo más rápido en hojas jóvenes. Muchos esporos no consiguen llevar a cabo el proceso de germinación, ya que la penetración no es exitosa, es necesario que exista un elevado número de esporos, depositados sobre la superficie de la hoja, de tal manera que inicien la germinación, para que finalmente se consiga una lesión resultado de una colonización exitosa.

2.1.8.5. Epidemiología

Subero (2012) dice que en general todas las especies de café son atacadas en mayor o menor grado por *H. vastatrix*, como también las especies silvestres. La planta de café es susceptible al

ataque de la roya durante todas las etapas de su desarrollo, desde el estado cotiledonar hasta la etapa productiva en el campo.

En algunas variedades de café que poseen resistencia horizontal y son infectadas, el patógeno se establece en ellas, pero, bien el número de lesiones es menor, el período de latencia más prolongado o, la cantidad de esporas producidas por pústula es menor que en una variedad susceptible.

A. Condiciones del hospedero

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) indica que es un punto básico para el establecimiento de epidemia, es necesario la concentración de huéspedes susceptibles, para una mayor proximidad entre las plantas, de tal manera que se facilita la diseminación del inoculo producido por las plantas enfermas, en algunos casos la alta densidad de siembra permite el cruzamiento de ramas de diferentes plantas.

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) reporta que por predisposición de hospedero, se entiende como la fase de máxima susceptibilidad. Para el caso de la roya del cafeto, la predisposición está relacionada con la presencia de follaje tierno.

Por otro lado una alta producción, torna a la planta más susceptible. En el sistema de bajo sombra se considera que disminuye la predisposición, pero bajo este sistema la producción es menor. Las fertilizaciones desequilibradas que permiten el aumento de hojas jóvenes y tiernas, puede contribuir al aumento de la predisposición de la planta.

B. Condiciones del patógeno

Las condiciones del hospedero son muy importantes para que ocurra la epidemia; estas son la alta capacidad de reproducción y diseminación eficiente.

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) estima que el número promedio por pústulas es de 150 000 uredosporos. La cantidad de uredosporos producidos en las pústulas es muy importante para que ocurra una epidemia en vista de que mucho de ellos no son visibles. Para que la diseminación del patógeno, sea eficiente, es necesario para que ocurra una epidemia.

2.1.8.6. Condiciones ambientales

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) manifiesta que es conocido que tanto las condiciones del hospedero como las del patógeno son indispensables para la manifestación de la epidemia de la roya del cafeto, las cuales pueden ser modificadas por las condiciones ambientales

La temperatura humedad, vientos luminosidad y otros factores actúan en conjunto y simultáneamente. A continuación se hace una exposición separada de cada uno de estos factores.

A. Temperatura

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) menciona que este factor es uno de los más destacados en la incidencia de la enfermedad y guarda una gran relación con la humedad. Sea comprobado que entre los valores de 18, 5°C a 26,5°C aparecen con más frecuencia las lesiones. Se considera que ente 21 y 25 °C, se mantienen condiciones muy favorables, siendo 22 °C, la temperatura óptima para su desarrollo. Temperaturas muy distintas por debajo del óptimo tienden a inhibir el crecimiento del hongo, prolongando el tiempo de germinación de los uredosporos, formación de apresorios, penetración y colonización del hospedero, haciendo más largo el ciclo de la roya.

B. Precipitación y humedad

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) dice que la precipitación y la humedad son factores íntimamente ligados a la temperatura, los cuales deben darse simultáneamente para ocasionar la epidemia, caso contrario, no hay desarrollo de la enfermedad.

Generalmente es necesario la presencia de una película de agua en la superficie de la hoja, por un periodo prolongado, lo cual ocurre en los días de lloviznas continuas y cuando hay formación de rocío durante largos periodos.

En el proceso de diseminación, la lluvia golpea las hojas, permitiendo la liberación de los esporos, los cuales son arrojados hacia arriba, alojándose en el envés de otras hojas sanas. Por efectos de las gotas que salpican puede ocurrir la contaminación de una planta a otra.

La distribución de las lluvias determinan una mayor o menor incidencia de la enfermedad.

UNAS (2007) menciona que las precipitaciones regulares constituyen a incrementar el potencial biológico de reproducción de la enfermedad. Las esporas del hongo requieren agua libre para su germinación.

La enfermedad se ve favorecida por condiciones de alta humedad y susceptibilidad de la planta. La enfermedad se manifiesta en las hojas, donde en un inicio aparecen pequeñas manchas amarillas en la cara inferior o envés de las mismas. Las manchas gradualmente aumentan su tamaño en forma circular, alcanzando diámetros aproximados de un centímetro y están recubiertas de una masa polvosa o esporas del hongo. En casos severos, la enfermedad provoca defoliación y reducción del área

fotosintética, llegando a ocasionar una disminución progresiva de la producción.

C. Altitud

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) aporta que la altitud ejerce un efecto indirecto modificando las condiciones de temperatura y humedad. La epidemia es más severa en alturas inferiores a 1 200 msnm, entre 1 300 a 2 100 se han encontrado daños más ligeros. Cuando la precipitación y temperatura son altas, manteniéndose una misma altura, la incidencia de la enfermedad es mayor.

UNAS (2007) manifiesta que en zonas bajas 600 a 900 msnm, el hongo es más agresivo debido a que se acorta su ciclo de reproducción. Esta enfermedad se presenta en zonas cafetaleras de altura media y baja además se ve favorecida por temperaturas cálidas y ambientes húmedos y lluviosos.

D. Luminosidad

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) indica que la luminosidad en el cafetal debe ser estudiada bajo diferentes aspectos: primero en cuanto al sombrío, donde el afecto de la luz se relaciona indirectamente con la ocurrencia de la roya. Esto se presenta por que los cafetales sombreados son menos productivos que a plena exposición solar. Una gran producción provoca un disturbio nutricional, lo cual aumenta la predisposición de la planta a la enfermedad.

2.1.8.7. Período de incubación

Rayner citado por el Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) denominó período de incubación el lapso de tiempo transcurrido entre la penetración del patógeno a la hoja y la producción de esporas.

García y Cool citados por el Ministerio de Agricultura y Alimentación (1979) señalan que el período de incubación tiene relación directa con la incidencia del patógeno, cuando se establecen coincidencias de periodos mínimos de incubación y altas precipitaciones el riesgo de infección es mucho mayor. La determinación del periodo de incubación se realiza en función de temperaturas extremas. Varios son los factores que influyen en el periodo de incubación, en el cual la temperatura, presenta una estrecha relación con el periodo de incubación.

2.1.8.8. Control

Para el control de la roya existen dos tipos de control: cultural y químico.

A. Control cultural

ICAFE (2011) indica que el adecuado control de esta enfermedad se ve favorecido mediante la puesta en práctica de las siguientes recomendaciones:

1. Establecer distancias de siembras adecuadas según la variedad y región cafetalera.
2. Podar las plantas agotadas o enfermas.
3. Deshijar dos veces al año, dejando 2 ejes por punto de siembra.
4. Hacer un control eficiente de las malezas.
5. Hacer uno o dos arreglos de sombra por año, manteniendo alrededor del 40% del sombrío.
6. Realizar una buena fertilización de acuerdo con los resultados del análisis de suelos.

7. Aplicar los fungicidas recomendados en los momentos y dosis establecidos.

Contreras (2012) indica que los cafetales tienen que estar manejados adecuadamente para garantizar el vigor y el balance nutricional de los arbustos. Por tanto, parte sustancial en el manejo de la roya del café es el realizar el conjunto de prácticas que se recomiendan para el desarrollo adecuado del café.

La distancia de siembra, la poda y el manejo de la sombra son factores que no solo afectan el desarrollo y la producción del café sino que pueden afectar también el nivel de infección de la roya. El balance nutricional de los arbustos es vital para el vigor de los mismos.

La aplicación programada de abono y cal tomando en consideración la edad de los cafetos, el volumen de la cosecha, y el tipo de suelo, evitarán la debilidad de la planta. Cafetos débiles sufrirán más el impacto de las infecciones de la roya propiciando una defoliación más severa.

B. Control químico

Según ICAFE (2011) para lograr la máxima eficacia con control químico, se debe seguir las siguientes recomendaciones:

1. Control de la enfermedad se puede realizar mediante la aplicación de fungicidas protectores y sistémicos.
2. Se debe aplicar al menos dos veces por año en los meses de mayo y septiembre, con el fin de reducir el avance de la enfermedad.

3. En la primera aplicación (mayo) se puede utilizar fungicidas protectores como óxido o hidróxido de cobre.
4. Los fungicidas protectores recomendados son:
 - ✓ Óxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L).
 - ✓ Hidróxido de cobre (0,5 kg por estañón de 200 L).
 - ✓ Oxicloruro de cobre (1 kg por estañón de 200 L).

Contreras (2012) indica que el uso de fungicidas ayuda a mantener bajos los niveles del hongo que causa la roya, y por lo tanto, reduce el impacto que la enfermedad ocasiona en la producción. Un fungicida sistémico se recomienda en el período de junio a julio y el de contacto en noviembre y en enero. Otro régimen de aplicación que también es efectivo, es el sistémico de mayo a junio y el de contacto en agosto y en noviembre después de la cosecha.

Se recomienda el uso de los productos solamente en las áreas donde se haya detectado la enfermedad. En las plantaciones viejas, agotadas y de baja producción no se recomienda la aplicación de fungicidas.

2.1.9. Rendimiento

INIA (2011) menciona que la mayor productividad se logra en los departamentos de Junín (15qq/ha) y Cajamarca (14qq/ha).

Cepes (2003) manifiesta que el rendimiento de café en San Martín ha reducido, de 20 quintales por hectárea a 15 quintales por hectárea, en relación a los años anteriores.

Hernández (2003) menciona que en el 2001 los rendimientos en San Martín fueron del orden de 14,9 quintales por hectárea 0,7% mayor que el

registrado en 1999 (14,8 quintales por hectáreas). En el año 2003 el rendimiento fue en el orden de 15,1 quintales por hectáreas 2% mayor que en el año 1999.

2.1.10. Fuentes de cobre

2.1.10.1. Hidróxido de cobre

El producto Champión, es un producto netamente orgánico, tiene como característica ser un plaguicida y fungicida agrícola compuesto por partículas muy finas de forma alargadas a modo de cristales en forma de polvo mojable que permite asegurar una cobertura total y uniforme de las áreas tratadas en pulverización, esta característica da inmejorables ventajas de protección para el control por contacto de las enfermedades causadas por los hongos y algas.

Cada caja contiene como ingrediente activo lo siguiente: 770 g de hidróxido de cobre + 230 g de producto inerte.

Este producto fue estudiado en los laboratorios del Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFE) en Colombia y es producido y distribuido por la industria NUFARM INC. (USA).

2.1.10.2. Proteinato de cobre

La deficiencia de cobre en las plantas, predispone a la aparición de varias enfermedades en los diferentes cultivos y esto se debe a la baja producción de fenolasas. El proteinato de cobre contenido en el Promet Cu induce una mayor formación de fenolasas de las que normalmente se producen dentro de la planta. Las fenolasas ejercen una acción de protección contra el ataque de hongos y bacterias, ya que estos compuestos permiten una mayor estabilidad de las membranas y paredes celulares, evitando o reduciendo el avance de la enfermedad, debido a que forma grupos reductores que contrarrestan el efecto de degradación enzimática

producida por los hongos patógenos y bacterias. Se absorbe por el follaje o por las ramas.

Dosis: 250 - 500 cc por cilindro de 200 L. (dependiendo de la intensidad del ataque y de la fenología del cultivo).

Fertilizante foliar especialmente formulado que aporta un alto porcentaje de fósforo. Debido a que su fuente es Ac. Fosfórico, adicionalmente actúa como acidificante y corrector de la dureza de las aguas, en las mezclas de plaguicidas y abonos foliares, aumentando de forma considerable la efectividad de las aplicaciones.

Dosis:

- ✓ Agua Normal 100 cc/cilindro de 200 Litros.
- ✓ Agua Medianamente dura 200 cc/cilindro de 200 Litros.
- ✓ Agua Dura 300 cc/cilindro de 200 Litros.

2.1.11. Modo de acción del cobre

Centro de Investigaciones en Café (2013) reporta que el mecanismo de acción de los cobres consiste en un bloqueo de los procesos de respiración, producción de proteínas y debilitamiento de la membrana celular en las esporas de la Roya.

Con el cobre se ha obtenido una buena protección a los cafetos, pero sin lograr erradicar la enfermedad.

Los fungicidas a base de cobre son productos de contacto, no penetran dentro de la hoja, pero evitan que el hongo pueda causar enfermedad al formar una barrera de protección; No cura, por lo que en las partes que ya han sido atacadas, el hongo continua su desarrollo.

2.2. ANTECEDENTES DE TRABAJOS REALIZADOS

Silva *et al* (2003) menciona los siguientes resultados para el control de la roya del cafeto. Realizar cuatro atomizaciones del fungicida oxiclورو de cobre 50 PM a razón de 1,5 kg/ha, realizadas entre diciembre y marzo ofrecen efectiva protección al cultivo contra la roya y tienen efecto favorable sobre la producción.

Morocoima y Vivas (s.f.) manifiesta que la Universidad Federal de Vicosa, en Brasil, después de minuciosos estudios, ha propuesto a los caficultores esta nueva arma (vicosa) que controla con eficiencia la roya, a la vez que suple de micronutrientes a la planta, con efectos positivos en la producción. Según reportes de dicha universidad, el Caldo Vicosa, además de ser efectivo para controlar roya, ejerce cierto control en cercospora y minador de la hoja del café. A esto se le agrega que corrige deficiencias minerales produciendo plantas más vigorosas.

Sayago y Depablos (1988) indican los siguientes fungicidas cúpricos en el control de la roya del cafeto. Cupravit P.M. 50, Cobox P.M. 50, Cobre Sandoz, Kocide 101, Oxiclورو de cobre a granel, Caldo Vicosa, Caldo Bordalés y Testigo, para un total de 8 tratamientos y 6 plantas por parcela. Determinaron la incidencia, caída de hojas y producción. Los resultados del análisis estadístico del índice de infección indican diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos de los productos a base de cobre y el testigo, lo que indica comportamiento similar con eficiente control de la enfermedad.

Bonilla, et al (1984) reportan que aplicaron fungicida Cobox (84 oxiclورو de cobre, 50 CM.) a dosis de 3,5 kg/ha., empleando una aspersora de mochila de presión neumática; mensualmente se calificaron los índices de infección tomando una muestra al azar de 50 hojas en cada parcela útil (10 hojas por planta) determinando porcentaje de roya. Concluyeron que programas de 6 y 7 aspersiones iniciadas en abril y programas de 5 y 4 aspersiones iniciadas en mayo presentaron consistentemente control satisfactorio de la enfermedad en los 2 años que duró el estudio; 4

aspersiones iniciadas en junio mostraron un control deficiente de la enfermedad; programas involucrando 3 aspersiones presentaron mucha variación en los resultados de un año a otro. Todos los programas determinaron niveles de incidencia inferiores, en mayor o menor grado, a los mostrados por el testigo.

Tronconi, *et al* (1985) reportan que utilizaron Copper Count-N (8 CM) y Oxiclورو de Cobre (50 C.M.) a dosis de 3,5 kg/ha. Se realizaron cuatro aspersiones con cada tratamiento, espaciadas cada 30 días; evaluándose mensualmente mediante determinación del porcentaje de infección. Se verificó que Copper Count-N a dosis de 8,0 litros/ha, ejerce control eficaz comparable con Oxiclورو de Cobre a dosis de 3,5 kg/ha, las dosis menores de Copper Count-N incluidas, fueron inferiores a Oxiclورو de Cobre.

Palma, *et al* (1985) mencionan que la época más adecuada de iniciación y número mínimo de aplicaciones de oxiclورو de cobre requeridas para el control efectivo de la Roya del Cafeto en Olancho. Siete programas de aspersión fueron evaluados en comparación a un testigo no tratado, a saber: a. 6 aspersiones mensuales de mayo a octubre; b. 5 aspersiones mensuales de junio a octubre; c. 4 aspersiones mensuales de junio a septiembre; d. 4 aspersiones mensuales de julio a octubre; e. 3 aspersiones mensuales de julio a septiembre; f. aspersiones bimensuales de mayo a septiembre; y g. 3 aspersiones bimensuales de junio a octubre. No se encontraron diferencias entre los programas de 6, 5 y 4 aplicaciones, así como entre los tratamientos junio-septiembre (4 aplicaciones) y mayo-septiembre (3 aplicaciones). Los tratamientos de 3 aspersiones iniciados en junio y julio respectivamente mostraron niveles de roya estadísticamente similares entre sí, y diferencias altamente significativas cuando se compararon con los programas de cuatro aplicaciones.

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis general

La aplicación de productos cúpricos para el control de la roya, tendrá efecto en el rendimiento de café orgánico en condiciones agroecológicas de Tocache- San Martín.

Hipótesis específicas

- 1) Alguna de las dosis de hidróxido de cobre tendrá efecto en el control de roya y rendimiento de café orgánico.
- 2) Alguna de las dosis de proteinato de cobre tendrá efecto en el control de roya y rendimiento de café orgánico.
- 3) Alguno de los tratamientos será superior al testigo con relación al rendimiento en café pergamino.

2.4. VARIABLES

Variables Independientes

- a) Productos cúpricos (Hidróxido de cobre y Proteinato de cobre)

Variables Dependientes

- a) Control
- b) Rendimiento

Variable Interviniente

- a) Condiciones agroecológicas

2.4.1. Operacionalización de variables.

Cuadro 3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
1. Productos cúpricos	Hidróxido de cu Proteinato de cu	Momento y dosis
1. Control	Hojas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hojas sanas o infestadas /planta y ANE
2. Rendimiento	Peso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ KILOGRAMOS/pta. y ANE
3. Condiciones agroecológicas	Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad • Luminosidad

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el predio cafetalero de propiedad de la Sra. Hilda Córdova Pintado designado como el fundo “La Colina” ubicado exactamente en el km. 6 del caserío de Atusparia camino a la localidad de Nuevo Amanecer, distrito de Tocache, provincia de Tocache, departamento de San Martín.

Ubicación Política

Lugar	:	Atusparia
Distrito	:	Tocache
Provincia	:	Tocache
Región	:	San Martín

Posición geográfica

Latitud Sur	:	08° 11' 3"
Longitud Oeste	:	76° 32' 30"
Altitud	:	1 045 msnm.
Zona de vida	:	Bosque húmedo Tropical (bhT).

Temperatura Promedio Anual

Máxima	:	30 °C
Mínima	:	22 °C
Media	:	24 °C

Humedad ambiental media anual.

Máxima	:	80 %
Mínima	:	70 %
Media	:	75 %

Características del campo

Lugar : Atusparia
Cultivo : café orgánico
Edad : 5 años
Variedad : caturra

Condiciones agroecológicas

Tocache presenta un relieve con gran variedad de formas, entre las que destacan las zonas montañosas con diversas características de pendiente y altitud.

El clima varía de húmedo y cálido en las áreas bajas de planicies y lomadas del sector central de la cuenca, hasta muy húmedo y templado frío en las montañas. Una característica fundamental de la provincia es el exceso de humedad, que da lugar a escorrentía durante todo el año, bajo la forma de arroyuelos, riachuelos y ríos de regímenes continuos. De esta manera, la escorrentía hídrica constituye el principal factor para el potencial desarrollo de la actividad agropecuaria de la zona.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de Investigación

Es aplicada, porque se basa en los principios de la ciencia para generará tecnologías para el control de la roya y su efecto en el rendimiento expresado en la utilización adecuada y la dosis correcta de los productos cúpricos en beneficio de los agricultores dedicados al cultivo de café orgánico en Tocache.

Nivel de Investigación

Es experimental porque se manipulará la variable independiente productos cúpricos (hidróxido de cobre y proteinato de cobre) midiendo el efecto en la variable dependiente (control y rendimiento).

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS.

Población

La población es homogénea que consta de un total de 135 plantas del área experimental donde cada unidad experimental estará constituida de 9 plantas.

Muestra

Corresponde a una planta por cada unidad experimental haciendo un total por el ensayo de 15 plantas como muestra.

Tipo de muestreo

Es probabilístico en su forma de Muestro Aleatorio Simple (MAS) porque cada hoja dentro de la unidad experimental tiene la misma probabilidad de ser seleccionado y evaluado.

Unidad de análisis

Las hojas de café.

3.4. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los factores y tratamientos en estudio son los siguientes:

Cuadro 4. Factores y tratamientos en estudio

Factores	Tratamientos
a. Fuentes de cobre	T0= Testigo
	T1 = 0.2% de Hidróxido de cobre/20 l de agua
b. Dosis	T2 = 0.25% de hidróxido de cobre/20 l de agua
	T3 = 0.2% de proteinato de cobre/20 l de agua
	T4 = 0.25% de proteinato de cobre/20 l de agua

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

Es presente trabajo de investigación es experimental en su forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) constituido por 5 tratamientos, con 3 repeticiones y un total de 15 unidades experimentales.

MODELO ADITIVO LINEAL

Se usó la siguiente ecuación lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \ell_{ij}$$

Para:

i = 0,1,2,3,4,5... t (Nº de tratamientos)

J = 1,2 ,3...r (Nº de repeticiones, bloques)

Dónde:

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i en el bloque j

μ = Media general

τ_i = Efecto verdadero del i ésimo tratamiento

β_j = Efecto verdadero del j ésimo bloque

ℓ_{ij} = Error experimental.

ANALISIS DE VARIANZA

Cuadro 5. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	GL	SC	CME	Fc	F _{tab.}	
					0.05	0.01
Bloques	(r-1)	SCB	$\sigma^2e + t\sigma^2r$	FCB		
Tratamiento	(t-1)	SCTr	$\sigma^2e + r\sigma^2t$	FCT		
Error exp.	(r-1)(t-1)	SCer	σ^2e			
Total	(rt-1)	SCTo				

Técnicas estadísticas utilizadas

Son el Análisis de Varianza o prueba de F (ANVA) al nivel de significación de 5 % y 1 %.

Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Dunnett a nivel de significación del 5 %

Características del campo experimental

Campo experimental

Largo del campo	30 m
Ancho del campo	27 m
Área total del campo experimental (50,6 x 24,2)	810 m ²
Área experimental por bloque (24,96 x 32)	270 m ²

Bloques

Nº de Bloques	3
Numero de tratamientos	5
Largo de bloque	30 m
Ancho de bloque	9 m
Área experimental por bloques (48,6 x 4,80)	... m ²

Parcelas experimentales

Longitud	9 m
Ancho	6 m
Área experimental (9 x 6)	27 m ²
Área neta experimental por parcela (2 x 2)	4 m ²

SURCOS

Número de surcos por parcela	
Distanciamiento entre surcos.	3 m
Distanciamiento entre plantas.	2 m
Número de plantas por golpe	1
Número de golpes por surco	3
Número de plantas por unidad experimental	9
Número de plantas del área neta experimental	1
Densidad de plantas del campo experimental	135
Densidad de plantas por hectárea	

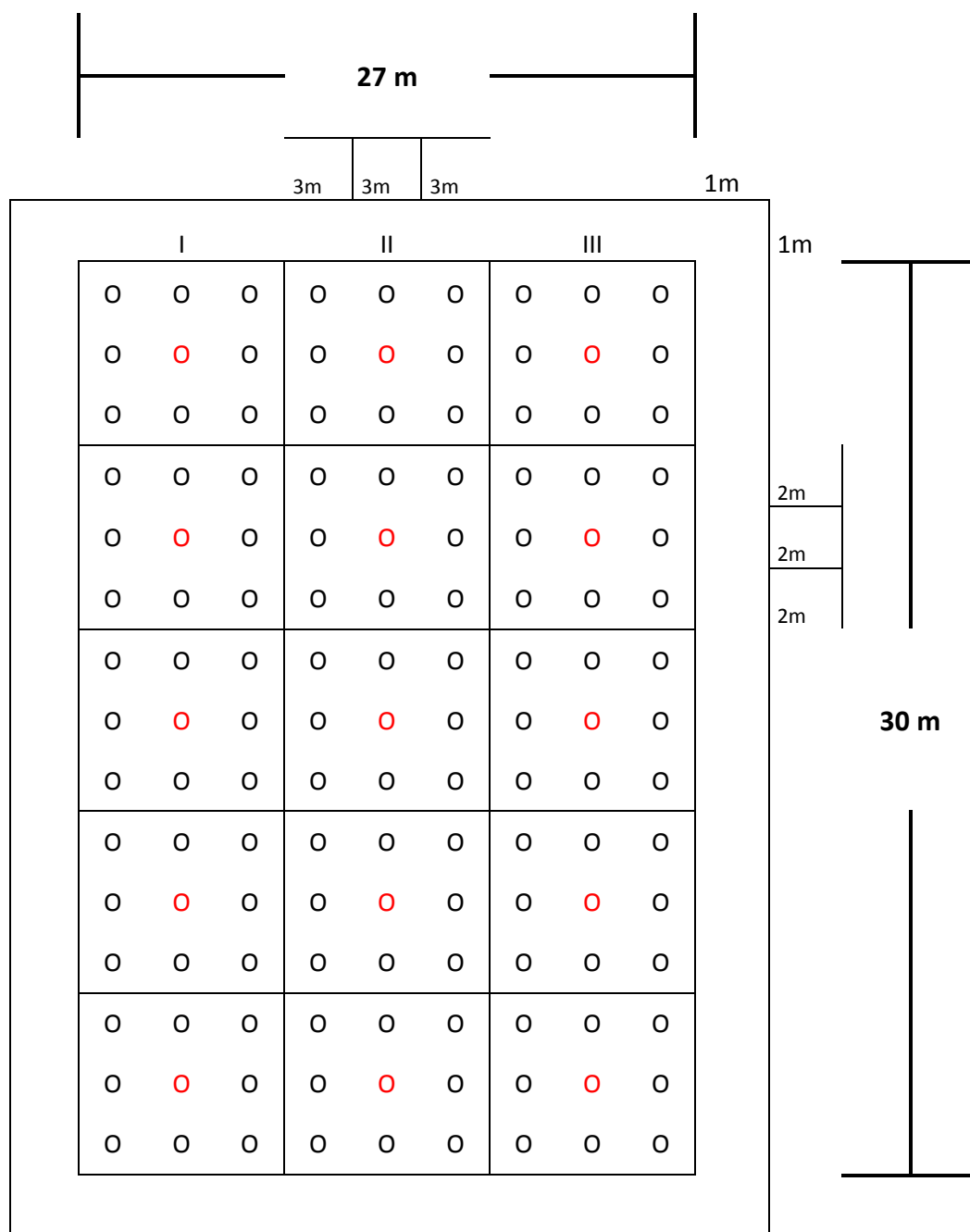


Figura 1. Croquis del campo experimental

LEYENDA

Planta experimental



Plantas de borde



BI	BII	BIII
T0	T2	T1
T1	T0	T3
T2	T1	T0
T3	T4	T2
T4	T3	T4

Figura 2. Distribución de las unidades experimentales

Área neta experimental

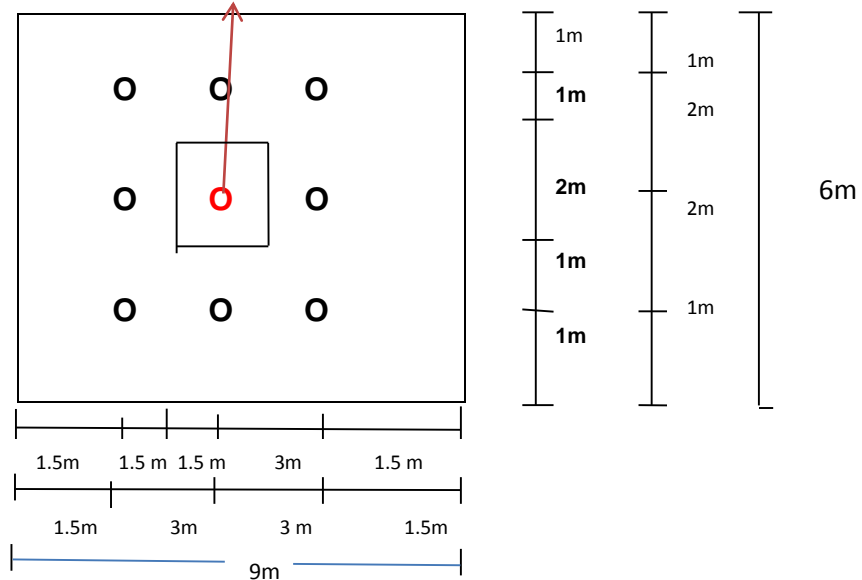


Figura 3. Croquis de la parcela experimental

3.5.2. Datos Registrados

3.5.2.1. Severidad

SENASA (2003) indica que el término “severidad”, se usó para indicar el nivel de ataque de la enfermedad.

Se tomó una planta por tratamiento, de cada planta se tomaron 6 ramas correspondiendo 2 a la parte baja, 2 al tercio medio y 2 al tercio superior del árbol, recolectándose 5 hojas por cada rama de café, luego a cada hoja se evaluó su grado de infestación y con estos datos se calculó el porcentaje de Severidad, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Severidad(S)} = \frac{\sum (\text{del número de plantas u órganos afectados x cada grado}) \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de plantas u órganos afectados x grado mayor}}$$

Ejemplo de la determinación de porcentaje de severidad, según la fórmula propuesta.

- a. Evaluación de 9 hojas de café.
- b. Las 9 hojas tienen los siguientes grados:
 - Hoja 1: grado 0
 - Hoja 2: grado 0
 - Hoja 3: grado 1
 - Hoja 4: grado 1
 - Hoja 5: grado 1
 - Hoja 6: grado 3
 - Hoja 7: grado 4
 - Hoja 8: grado 3
 - Hoja 9: grado 2

$$S = \frac{2(0) + 3(1) + 1(2) + 2(3) + 1(4)}{9(5)} \times 100 = \frac{15}{45} \times 100 = 33.3\%$$

La severidad evaluada es de 33.3%.

3.5.2.2. Rendimiento

Se tomó una planta por tratamiento, de esa planta se cosecharon los frutos maduros, luego de ello los frutos pasaron por un proceso de: despulpado, fermentación, lavado y secado; cuando el grano estuvo seco se pesó en una balanza para determinar el peso de frutos por tratamiento.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Técnicas

A. Técnicas de campo

Observación: Permitió obtener datos de interés del proyecto; al mismo tiempo permitió realizar observaciones durante todo el proceso de investigación.

Instrumento

A. Instrumentos de campo

Libreta de campo: Se utilizó para registrar los datos de campo.

3.7. PROCESADO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los datos obtenidos están ordenados y procesados por computadora utilizando el programa de acuerdo al diseño de investigación propuesto.

La presentación de los resultados está en cuadros, tablas, gráficos utilizando el programa Excel.

3.8. MATERIALES Y EQUIPOS

Dentro de los materiales en nuestro trabajo de investigación tenemos los siguientes:

3.8.1. Herramientas

- a) Rafia
- b) Tijera de podar
- c) Serrucho de podar
- d) Baldes y depósitos de plástico.
- e) Mascarilla de fumigación
- f) Guantes
- g) Botas
- h) Lentes de protección para fumigación.
- i) Letreros para indicar tratamientos

3.8.2. Equipos y maquinaria

- a) Mochila pulverizadora
- b) Balanza
- c) Cámara fotográfica
- d) Equipo de cómputo

3.8.3. Insumos

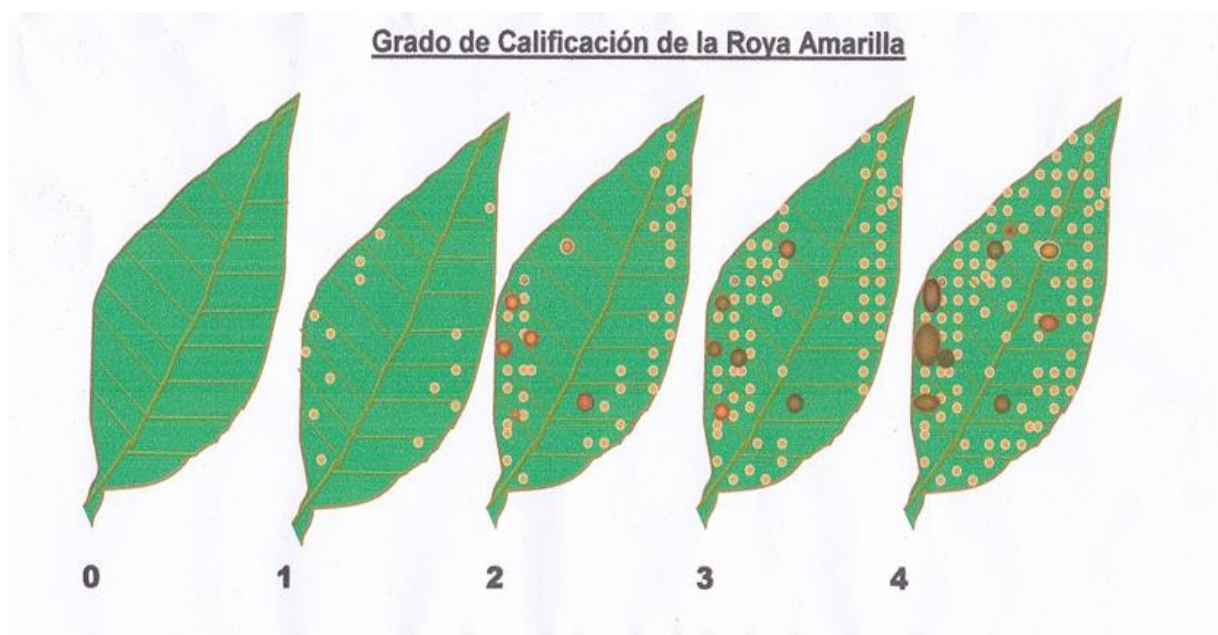
- a) Hidróxido de cobre (Nombre comercial: Champión) : Serfi S.A
- b) Proteinato de cobre (Nombre comercial: Promet Cu):Química Suiza

3.9. METODOLOGÍA.

La evaluación se realizó mediante la escala propuesta por SENASA (2003) que considera los siguientes grados.

Cuadro 6. Escala de severidad

Grado o calificación	Descripción
0	Sano o sin síntoma visible.
1	Síntoma visible llegando de 1 a 5 % del área total sana.
2	Las manchas empiezan a unirse llegando a ocupar del 6 a 20 % del área sana.
3	Las hojas empiezan a necrosarse de manera muy notoria afectando el 21 % a 50 % del área sana.
4	Mayor al 50 % de área foliar se encuentra afectada.

**Figura 4.** Grados de calificación de la roya amarilla

Cuadro 7. Fechas de aplicaciones y evaluaciones de la investigación.

Fechas de aplicaciones y evaluaciones		
Número de evaluaciones y aplicaciones	Fecha de aplicación	Fecha de evaluación
1	31/01/2015	31/05/2015
2	20/02/2015	25/02/2015
3	20/03/2015	25/03/2015
4	20/04/2015	25/04/2015
5	20/05/2015	25/05/2015
6	20/06/2015	25/06/2015
7	20/07/2015	25/07/2015
8	20/08/2015	25/08/2015

Cuadro 8. Dosis del producto comercial por tratamientos.

Dosis de producto por parcela experimental y por hectárea			
Tratamientos	Producto comercial	Dosis /parcela experimental	Dosis/hectárea
Hidróxido de Cu al 0.25%	Champium	5.2 g	0.97 kg
Hidróxido de Cu al 0.2%		4.2 g	0.78 kg
Proteinato de Cu al 0.25%	Promet Cu	11.04 ml	2.07 lt
Proteinato de Cu al 0.2%		8.9 ml	1.65 lt

Cuadro 9. Cantidad de agua utilizada por parcela experimental y por hectárea

Dosis de agua		
Planta	Parcela experimental	Hectárea
180 ml	1.62 lt	300 lt

3.10. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se realizó durante 10 meses, dando inicio en el mes de noviembre del 2013 y se dio por culminado en el mes de agosto 2014.

3.10.1. Podas

En vista que las plantas se encontraban altas y con ramas improproductivas, se realizó la poda de acuerdo a las observaciones requeridas en la plantación, para mejorar la ventilación entre plantas y para evitar la incidencia de la enfermedad.

3.10.2. Aplicación de micronutrientes minerales y bioestimulantes

La aplicación de este producto se realizó después de la poda con el objetivo de inducir una mayor formación de brotes nuevos y hojas, así como también para evitar el estrés.

3.10.3. Aplicación de las fuentes cúpricas

La aplicación de dichas fuentes se realizó por 8 veces:

- a) Primera aplicación.- Es la aplicación base. Esta aplicación se realizó cuando las hojas del café presentaron aproximadamente un 50% de la enfermedad.
- b) Segunda aplicación.- La segunda aplicación se realizó a los 20 días después de la primera aplicación.
- c) Tercera aplicación.- La tercera aplicación se realizó los 30 días de después de la segunda aplicación.
- d) Cuarta, quinta, sexta, séptima y octava aplicación: se realizaron cada 30 días con la finalidad de ver un control eficiente.

3.10.4. Evaluaciones

Al momento de realizar la primera evaluación las plantas estaban podadas con la presencia de algunas flores, así como también algunas plantas ya estaban paloteándose por mucha infección de la roya; dicha evaluación se realizó antes de realizar la primera aplicación para ver en qué porcentaje de severidad se encontraba la enfermedad.

Para tomar los datos correspondientes a la primera evaluación se consideró una planta por tratamiento, así mismo se eligió al azar 2 ramas de la parte posterior, media e inferior; de cada rama se tomó 5 hojas haciendo un total de 30 hojas evaluadas por planta.

Para las posteriores evaluaciones se tomó el mismo método que la primera evaluación, con la diferencia que se realizaron después de 5 días de haber aplicado los productos en estudio hasta finalizar el trabajo respectivo.

3.10.5. Cosecha y post cosecha

La cosecha se realizó de la siguiente manera:

Se recolectó el café cereza de cada planta/tratamiento, se cosecharon únicamente los granos que alcanzaron el estado de madurez completa. Todo este proceso se desarrolló de forma manual.

Despulpado: El mismo día de la recolección, los granos de café se despulparon, retirando la cereza del grano.

Fermentación: En esta parte del proceso, los granos permanecieron en reposo de por 36 horas con la finalidad de ayudar a descomponer el mucílago.

Lavado: Con agua limpia se retiraron los restos de mucílago que quedan en el grano con la finalidad de eliminar los azúcares.

Secado: Después de lavar, se expusieron los granos al calor del sol para que el grado de humedad disminuya hasta aproximadamente 12%, facilitando su conservación. El grano seco se pesó en una balanza para determinar el rendimiento.

IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan mediante valores porcentuales de severidad, según la escala de evaluación establecida por SENASA (2003). Con estos valores escalares se ha obtenido el porcentaje de severidad y por ser un valor relativo se transformó a raíz arco seno del valor obtenido, con cuyos valores se ha realizado el análisis de varianza, a los niveles de significación 0,05 y 0,01 de probabilidad de error

La prueba de significación de Dunnett se realizó aun en aquellos casos en los que el análisis de varianza arrojó como no significativo, ello con la finalidad de establecer el orden de mérito para el porcentaje de severidad. En esta prueba también se aplicó el nivel de significación de 0,05 interpretando que los promedios de los tratamientos que no superan la Amplitud Límite de Significación, no presentan significación estadística.

Cuadro 10. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, antes de la aplicación de compuestos cúpricos.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	846,884	423,4420	2,414 ^{NS}	4,960	8,550
Tratamientos	4	555,6922	138,9230	0,792 ^{NS}	3,840	7,010
Error	8	1403,0806	175,3851			
Total	14	2805,657				

C.V. = 39,72 %

Cuadro 11. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de la roya de la hoja de café, antes de la aplicación de compuestos cúpricos.

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN 0,05
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	35,24 - 38,25	-3,01	31,14	NS
T0 - T2	35,24 - 31,78	3,46	31,14	NS
T0 - T3	35,24 - 37,41	-2,17	31,14	NS
T0 - T4	35,24 - 49,82	-14,58	31,14	NS

X = 38,50 %

S = ± 8,8289 %

El ANVA para la primera evaluación del porcentaje de severidad de ataque de roya de la hoja en el cultivo de café, antes de la aplicación de compuestos cúpricos, determinó que no existe diferencia estadística significativa tanto para efecto de repeticiones como para tratamientos.

La falta de significación estadística se comprobó al realizar la prueba de significación de Dunnett, donde se observa que, el porcentaje de severidad del tratamiento testigo con 35,24%, no difiere estadísticamente con el de los demás tratamientos, cuyo valor máximo alcanzó el tratamiento T4 con 49,82%, determinando así un rango de 18,04%.

Cuadro 12. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, luego de la segunda aplicación de compuestos cúpricos.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	98,7946	49,3973	0,804 ^{NS}	4,960	8,550
Tratamientos	4	228,7336	57,1834	0,930 ^{NS}	3,840	7,010
Error	8	491,8119	61,4764			
Total	14	819,3401				

C.V. = 27,58%

Cuadro 13. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, luego de la segunda aplicación de compuestos cúpricos.

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN 0,05
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	38,41 - 35,97	2,44	18,43	NS
T0 - T2	38,41 - 28,02	10,39	18,43	NS
T0 - T3	38,41 - 29,36	9,05	18,43	NS
T0 - T4	38,41 - 32,40	6,01	18,43	NS

$$X = 32,83 \%$$

$$S = \pm 5,2271 \%$$

Realizado el análisis de variancia, se determinó que para efecto de repeticiones como de tratamientos, no existe diferencia estadística significativa.

Al realizar la prueba de significación de Dunnett, se corroboró la falta de significación estadística entre el tratamiento testigo que obtuvo 38,41% de severidad, con los demás tratamientos. El menor porcentaje de severidad que corresponde al tratamiento T2 fue de 28,02%, determinando así un rango de 10,39%.

Cuadro 14. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la tercera aplicación de compuestos cúpricos.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	3,7579	1,8790	0,108 ^{NS}	4,960	8,550
Tratamientos	4	425,2276	106,3069	6,133 *	3,840	7,010
Error	8	138,6749	17,3344			
Total	14	567,6604				

C.V. = 14,62%

Cuadro 15. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la tercera aplicación de compuestos cúpricos.

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN 0,05
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	38,90 - 33,84	5,06	9,79	NS
T0 - T2	38,90 - 25,48	13,42	9,79	*
T0 - T3	38,90 - 28,13	10,77	9,79	*
T0 - T4	38,90 - 38,09	0,81	9,79	NS

$$\bar{X} = 32,88 \%$$

$$S = \pm 2,7756 \%$$

El análisis de variancia determinó que no existe diferencia estadística significativa para efecto de repeticiones, pero si alta significación para efecto entre tratamientos.

En la prueba de significación de Dunnett, se observa que el tratamiento testigo con 38,90%, presenta diferencia estadística significativa a nivel del 0,05 con los tratamientos T3 y T2 que poseen los más bajos porcentajes de severidad, con 28,13 y 25,48 respectivamente, demostrando así la efectividad en el control de roya.

Cuadro 16. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la cuarta aplicación de compuestos cúpricos.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	140,2827	70,1413	1,063 ^{NS}	4,960	8,550
Tratamientos	4	220,2440	55,0610	0,834 ^{NS}	3,840	7,010
Error	8	527,9186	65,9898			
Total	14	888,4453				

C.V. = 22,22%

Cuadro 17. Prueba de significación de Dunnett, para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la cuarta aplicación de compuestos cúpricos.

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN 0,05
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	45,51 - 39,86	5,65	19,10	NS
T0 - T2	45,51 - 35,77	9,74	19,10	NS
T0 - T3	45,51 - 45,41	0,10	19,10	NS
T0 - T4	45,51 - 44,51	1,00	19,10	NS

$$\bar{X} = 42,21 \%$$

$$S = \pm 5,4156 \%$$

Realizado el análisis de variancia, se determinó que no existe diferencia estadística significativa para efecto de repeticiones, así como tampoco entre tratamientos.

La falta de significación estadística se vuelve a evidenciar con la prueba de significación de Dunnett, donde se observa que el tratamiento testigo, a pesar de tener la mayor severidad con 45,51% no presenta diferencia significativa con los demás tratamientos, entre cuyos porcentajes existe un rango de 9,74%.

Cuadro 18. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la quinta aplicación de compuestos cúpricos.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	70,7643	35,3822	0,331 ^{NS}	4,960	8,550
Tratamientos	4	818,2771	204,5693	1,912 ^{NS}	3,840	7,010
Error	8	855,9300	106,9913			
Total	14	1744,9714				

C.V. = 22,22%

Cuadro 19. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la quinta aplicación de compuestos cúpricos.

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	50,90 - 40,13	10,77	24,32	NS
T0 - T2	50,90 - 49,65	1,25	24,32	NS
T0 - T3	50,90 - 30,45	20,45	24,32	NS
T0 - T4	50,90 - 42,02	8,88	24,32	NS

$$\bar{X} = 42,63 \%$$

$$S = \pm 6,8958 \%$$

El análisis de variancia determinó que no existe diferencia estadística significativa tanto para efecto de repeticiones como de tratamientos.

La falta de significación estadística se corroboró al realizar la prueba de significación de Dunnett, donde se observa que, el porcentaje para el índice de intensidad de daño, según los datos transformados, varía entre 50,90% que corresponde al tratamiento T0, hasta 30,45 para el tratamiento T3, con un rango de 20,45%.

Cuadro 20. Análisis de variancia para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la sexta aplicación de compuestos cúpricos.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	1471,2364	735,6182	1,828 ^{NS}	4,960	8,550
Tratamientos	4	2131,8433	532,9608	1,325 ^{NS}	3,840	7,010
Error	8	3218,7826	402,3478			
Total	14	6821,8622				

C.V. = 60,99%

Cuadro 21. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la sexta aplicación de compuestos cúpricos.

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	59,32 - 29,10	30,22	47,16	NS
T0 - T2	59,32 - 33,14	26,18	47,16	NS
T0 - T3	59,32 - 26,30	33,02	47,16	NS
T0 - T4	59,32 - 42,02	17,30	47,16	NS

$$\bar{X} = 37,97 \%$$

$$S = \pm 13,3724\%$$

El análisis de variancia y la prueba de significación de Dunnett para la sexta evaluación del porcentaje de severidad, determinó que no existe diferencia estadística significativa tanto para efecto de repeticiones como de tratamientos.

En esta evaluación, el porcentaje para el índice de intensidad de daño, varía entre 59,32% para el tratamiento T0, hasta 26,30% en el tratamiento T3, con un rango de 33,02%, lo que demuestra que existe efectividad en los tratamientos, aun cuando estadísticamente no presenten diferencia significativa.

Cuadro 22. Análisis de variancia para la séptima evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la séptima aplicación de compuestos cúpricos.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	348,7104	174,3552	1,990 ^{NS}	4,960	8,550
Tratamientos	4	5909,8943	1477,4736	16,867 ^{**}	3,840	7,010
Error	8	700,7679	87,5960			
Total	14	6959,3727				

C.V. = 46,10%

Cuadro 23. Prueba de significación de Dunnett para el porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la séptima aplicación de compuestos cúpricos

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	61,65 - 13,63	48,02	22,00	*
T0 - T2	61,65 - 4,99	56,66	22,00	*
T0 - T3	61,65 - 15,00	46,65	22,00	*
T0 - T4	61,65 - 21,94	39,71	22,00	*

$$\bar{X} = 23,44 \%$$

$$S = \pm 6,2395\%$$

El análisis de variancia para la séptima evaluación del porcentaje de severidad después de la séptima aplicación de compuestos cúpricos, determinó que no existe diferencia estadística significativa para efecto de repeticiones, pero si alta significación para efecto de tratamientos.

En la prueba de de Dunnett, se observa que el tratamiento T0 con 61,65%, presenta diferencia significativa con cada uno de los demás tratamientos, correspondiendo al tratamiento T2 el más bajo porcentaje de severidad con tan solo 4,99%; lo que demuestra la efectividad en el control de roya.

Cuadro 24. Análisis de variancia para la octava evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la octava aplicación de compuestos cúpricos.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	402,5403	201,2701	4,429 ^{NS}	4,960	8,550
Tratamientos	4	6160,1929	1540,0482	33,887 ^{**}	3,840	7,010
Error	8	363,5748	45,4468			
Total	14	6926,3080				

C.V. = 31,58%

Cuadro 25. Prueba de significación de Dunnett para la octava evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja de café, después de la octava aplicación de compuestos cúpricos.

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	64,46 - 11,81	52,65	15,85	*
T0 - T2	64,46 - 9,65	54,81	15,85	*
T0 - T3	64,46 - 16,75	47,71	15,85	*
T0 - T4	64,46 - 20,57	43,89	15,85	*

$$X = 24,64 \%$$

$$S = \pm 4,4943\%$$

El análisis de variancia para la última evaluación del porcentaje de severidad, determinó que no existe diferencia estadística significativa para efecto de repeticiones, pero si para efecto de tratamientos.

En la prueba de significación de Duncan, se determinó que el tratamiento T0 con 64,46%, presenta diferencia estadística altamente significativa con el tratamiento T2 que posee el más bajos porcentaje de IID con tan solo 9,65%. No existe diferencia significativa entre los tratamientos T4, T3 y T1 que también mostraron control para la roya.

Cuadro 26. Promedio de porcentajes de Índice de Intensidad de Daño de roya de la hoja en el cultivo de café, durante las ocho evaluaciones realizadas.

Evaluación	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
1º	35,24	38,25	31,78	37,41	49,82
2º	38,41	35,97	28,02	29,36	32,40
3º	38,90	33,84	25,48	28,13	38,09
4º	45,51	39,86	35,77	45,41	44,51
5º	50,90	40,13	49,65	30,45	42,02
6º	59,32	29,10	33,14	26,30	42,02
7º	61,65	13,63	4,99	15,00	21,94
8º	64,46	11,81	9,65	16,75	20,57
Σ	394,39	242,59	218,48	228,81	291,37
\bar{X}	49,30	30,32	27,31	28,60	36,42

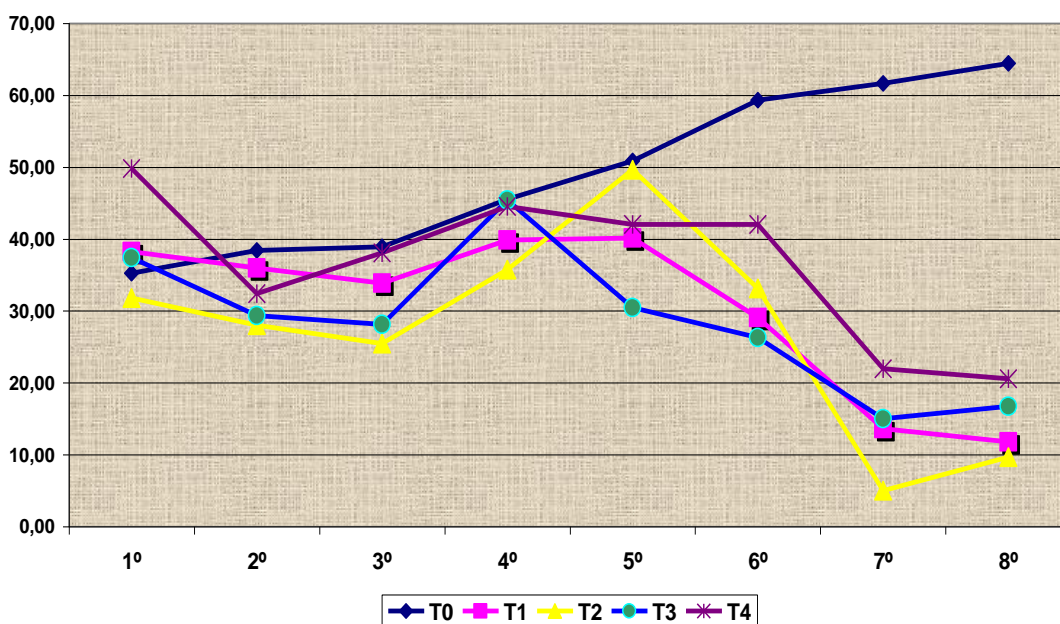


Grafico 1. Evaluación del porcentaje de severidad en los cinco tratamientos durante las ocho evaluaciones

Cuadro 27. Análisis de variancia para el rendimiento promedio por árbol, en grano seco de café pergamino.

Fuente de Variación	ANÁLISIS DE VARIANCIA					
	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T	
					0,05	0,01
Repetición	2	420,3853	210,1927	11,747**	4,960	8,550
Tratamientos	4	1546,311	386,5777	21,605**	3,840	7,010
Error	8	143,1413	17,89267			
Total	14	2109,837				

C.V. = 26,05%

Cuadro 28. Prueba de significación de Dunnett para rendimiento promedio por árbol, en grano seco de café pergamino.

COMPARACIÓN		Yi - Yj	ALS (Dn)	SIGNIFICACIÓN
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS			
T0 - T1	0,00 - 29,07	-29,07	9,94	*
T0 - T2	0,00 - 20,23	-20,23	9,94	*
T0 - T3	0,00 - 26,17	-26,17	9,94	*
T0 - T4	0,00 - 18,27	-18,27	9,94	*

$$\bar{X} = 18,748 \text{ g}$$

$$S = \pm 2,82 \text{ g}$$

El análisis de variancia para rendimiento de grano por planta, determinó que existe alta significación estadística para efecto de repeticiones y tratamientos, esto debido al comportamiento muy variable entre los diversos tratamientos y repeticiones.

En la prueba de significación de Dunnett, se determinó que existe diferencia estadística significativa del tratamiento testigo con los demás. En el testigo, no se obtuvo nada de cosecha por el intenso ataque de roya, mientras que los demás si produjeron grano. Ocupa el primer lugar el tratamiento T1 con 29,07 gramos/planta, seguido de los tratamientos T2, T3 y T4.

Cuadro 29. Rendimiento por unidad experimental y por hectárea.

Rendimiento de café pergamino		
Tratamiento	gr por unidad experimental	kg por hectárea
T0 - Testigo	0.00	0.00
T1 - 0.25% Hidroxido de Cu	29.07	53.83
T2 - 0.2% Hidroxido de Cu	20.23	37.46
T3 - 0.25% proteinato de Cu	26.17	48.46
T4 - 0.2% proteinato de Cu	18.27	33.83

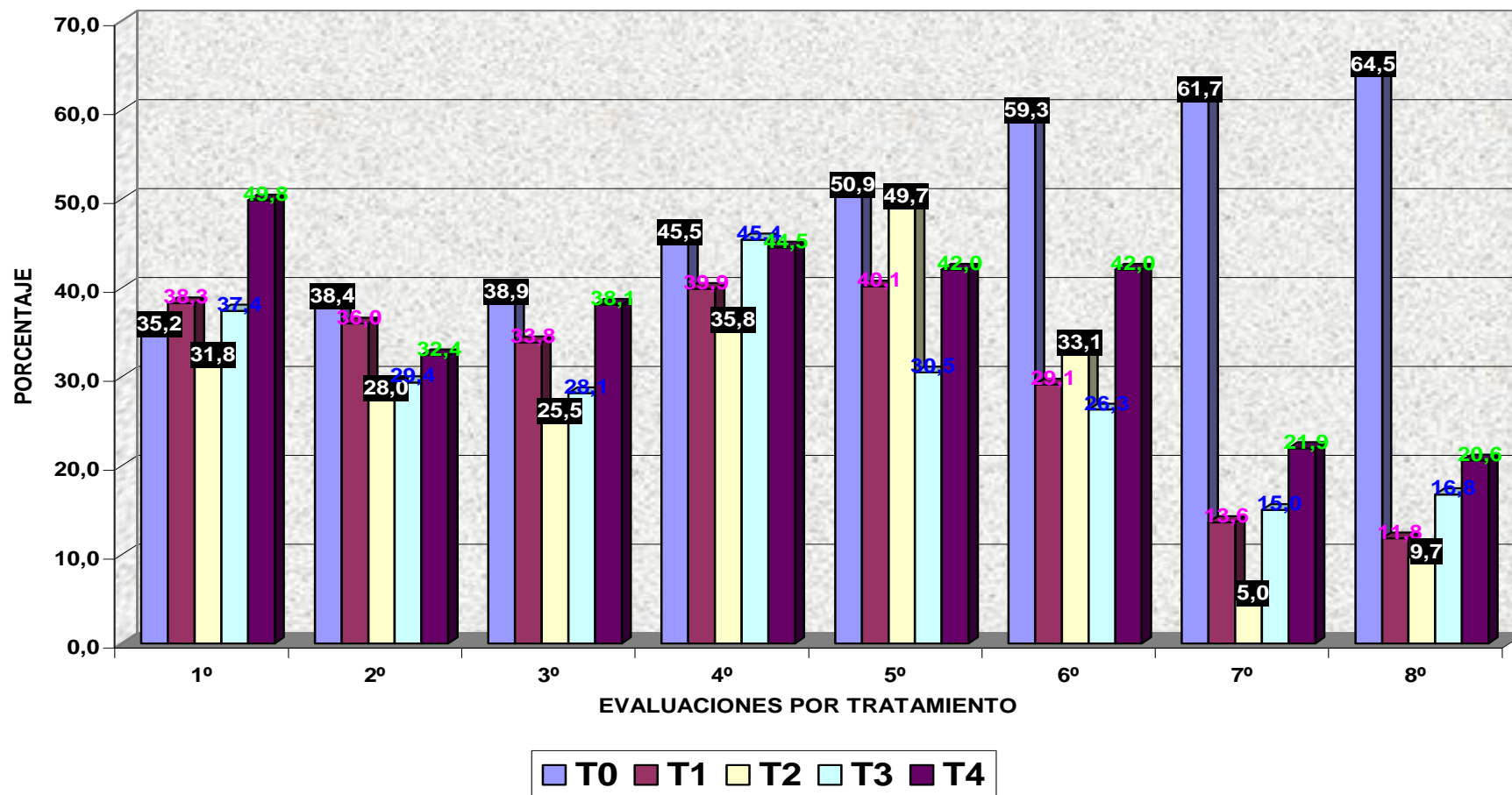


Grafico 2. Porcentaje de incidencia de infestación

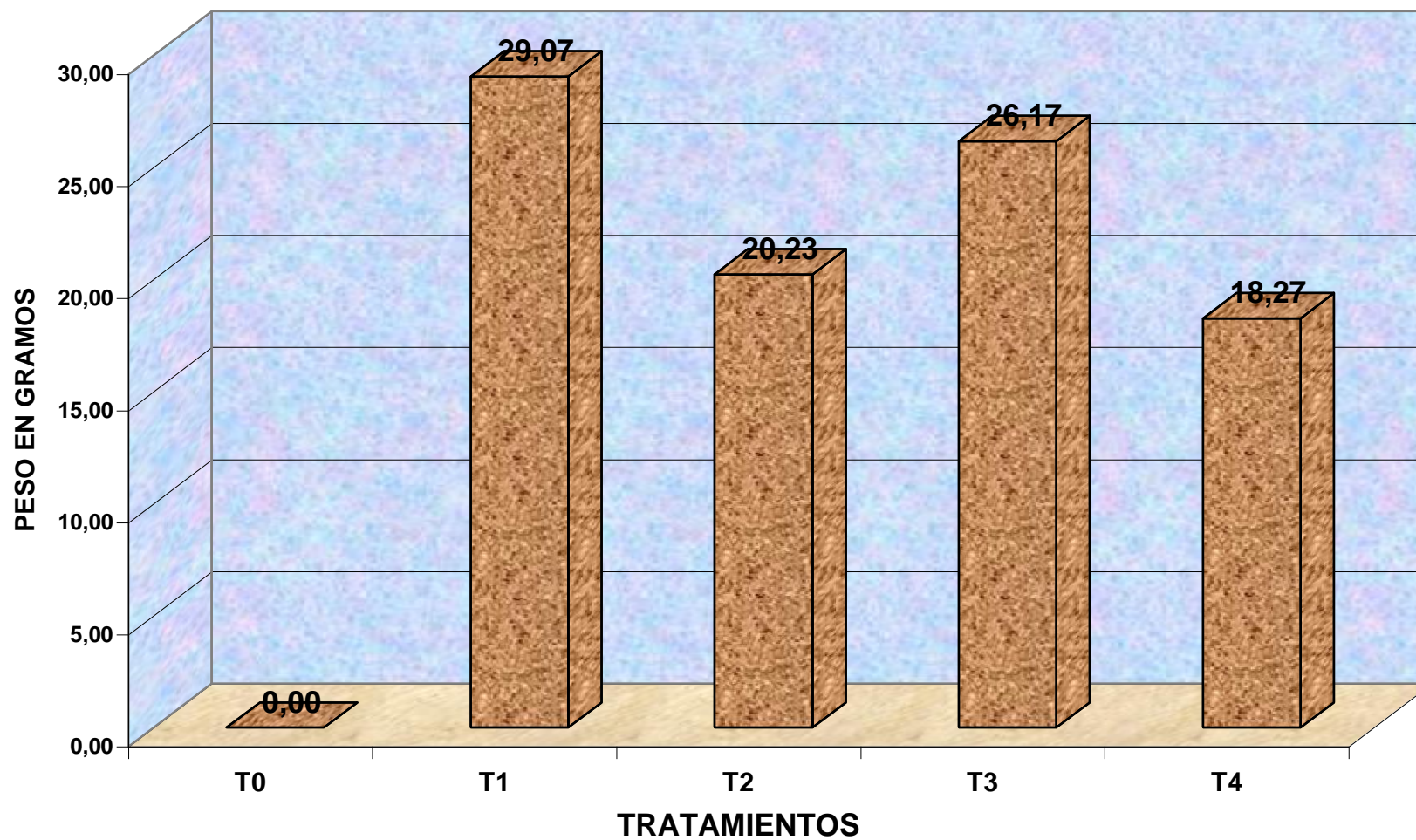


Grafico 3. Rendimiento promedio por árbol en grano seco de café pergamino

V. DISCUSIÓN

5.1. CONTROL

El control de la roya se realizó con productos permitidos para la producción orgánica, ya que el café orgánico proviene de cultivos con determinado tipo de manejo agronómico, que se caracteriza por prácticas de conservación del suelo y por emplear métodos que emulan procesos ecológicos, tal como indica Expocafe (2012).

Según los resultados obtenidos, el hidróxido de cobre muestra mayor control a la concentración del 0.2% y el proteinato de cobre muestra un mayor control a la concentración de 0.25%. Realizando la comparación entre estos dos productos el que arrojó un mejor resultado para el control de la enfermedad fue el hidróxido de cobre, ya que con este producto el porcentaje de severidad fue de 4,99% mientras que con el proteinato de cobre fue de 15%; en tanto que el testigo alcanzó 61,65% aspectos que son concordantes con lo obtenido por Bonilla, et al (1984) que al utilizar oxiclورو de cobre logra un control satisfactorio de la enfermedad cuando realizó aplicaciones en estación de verano; mientras que en época invernal el control fue deficiente.

El uso de fungicidas ayuda a mantener bajos los niveles del hongo que causa la roya, y por lo tanto, reduce el impacto que la enfermedad ocasiona en la producción. Se recomienda el uso de los productos solamente en las áreas donde se haya detectado la enfermedad. En las plantaciones viejas, agotadas y de baja producción no se recomienda la aplicación de fungicidas, así indica Rodríguez y Monroig (2010).

5.2. INCIDENCIA DE LA ROYA EN EL CULTIVO DEL CAFÉ

La variedad Caturra pertenece a la especie de las Arábicas (*Coffea arabica*) con distintos perfiles de sabor, aroma y acidez así como lo indica Expocafe (2012); las variedades que pertenecen a las especies arábicas son más sensibles a las enfermedades como la roya del café, mencionado por Osamayor

(s.f.). Esta variedad Caturra actualmente ha sido remplazada por la variedad Catimor la cual ha mostrado más resistencia a la enfermedad, así mismo cabe mencionar que la variedad caturra, tiene una amplia adaptación en cuanto a altitudes y su potencial productivo es muy sobresaliente tal como lo reporta Agrobanco (2007) también supera en características organolépticas al Catimor por su gran aroma y sabor.

Según los resultados de las evaluaciones, en el porcentaje de severidad de la enfermedad, en los tratamientos T1 (0.25% de hidróxido de cobre) y T2 (0.2% hidróxido de cobre); el T1 alcanzo su alto porcentaje de incidencia en la quinta evaluación con 40,13% y el T2 con su máximo porcentaje de severidad de 49,65 también en la quinta evaluación, y desde la sexta evaluación empiezan a bajar su incidencia de la enfermedad: T1 de 29,10% a 11,81 y T2 de 33,14% a 9,65% mientras que los tratamientos: T3 (0.25% de proteinato de cobre) y T4 con (0.2% de proteinato de cobre) alcanzan su máximo porcentaje de severidad en la cuarta evaluación mostrando T3 con 45.41% y el T4 con 44,51% y una baja severidad a partir de la quinta evaluación; T3 con 30,45% a 16,75 y T4 de 42,02% a 20,57%, lo cual indica que los tratamientos con proteinato de cobre actúan más rápido ante la severidad de la enfermedad en comparación con el hidróxido de cobre que es más lento su efecto; Rodriguez y Monroig (2010) indican que el uso de los fungicidas ayuda a mantener bajos los niveles del hongo por causa de la roya, y por lo tanto reduce el impacto que la enfermedad ocasiona.

ECAS del café (1999) indican que la enfermedad de la roya tiende a propagarse en áreas donde el cultivo de café se encuentra mal manejado; en cuanto a: poda, cultivo, manejo de sombra así como también es transmitida por el viento, los insectos, y las herramientas utilizadas para las labores culturales. El ambiente propicio para esta enfermedad es las zonas cálidas con presencia de lluvias y donde existe un ambiente húmedo. La diseminación de las uredosporas de este hongo se lleva a cabo por medio del viento, salpicado de la lluvia, por animales y por trabajadores, la infección se favorece por alta humedad y

temperaturas frescas por lo que su incidencia ocurre principalmente en los meses de invierno y primavera; las condiciones ambientales y la cantidad de inóculo determinan el nivel de la incidencia.

5.3. SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD

Según los resultados obtenidos en la primera evaluación el porcentaje de severidad ya se diferenciaba entre tratamientos, donde el T4 (al 0.2% de proteinato de cobre) presenta el mayor porcentaje de severidad de 49.82%, y el T2 (al 0.2% hidróxido de cobre) presenta la menor severidad con 31,78%. Las partes más infestadas fueron la parte media e inferior por el mismo hecho que las hojas ya estaban muy maduras y sufrieron más ataque de la enfermedad; ECAS del café (1999) menciona que esta enfermedad, solo puede cumplir su ciclo en la hoja de café, su severidad de la infección se expresa con la caída de las hojas.

En las siguientes evaluaciones que comprende desde la segunda hasta la quinta evaluación, los resultados obtenidos en los tratamientos T0 (testigo) T1 (al 0.25% de hidróxido de cobre) y T2 (al 0.2% de hidróxido de cobre) indican que la severidad de la enfermedad aumento, donde el T0 inicia con 38,41% y aumenta a 50,90%, el T1 con 35,97% a 40,13% y el T2 de 28,02% a 49,65%, a diferencia de los tratamientos T3 (al 0.25% de Proteinato de cobre) y T4 (al 0.2% de proteinato de cobre) aumentan la severidad de la enfermedad desde la segunda hasta la cuarta evaluación, donde el T3 inicia con 29,39% a 45,41% y el T4 de 32.40% a 44.51%, según Silvia, et al (2003) menciona que para el control de la roya se puede realizar cuatro atomizaciones del fungicida oxiclورو de cobre 50PM a 1,5 Kg/ha, realizadas entre diciembre y marzo ofrecen una efectiva protección al cultivo contra la roya.

Cabe mencionar que las 5 primeras aplicaciones estaban afectas por el factor climático; La infección de este hongo se favorece por la alta humedad, luz difusa, temperatura fresca y exceso de sombra según lo mencionado por Rodriguez y Monroig (2010); se ha concluido que la dispersión de la roya por el

aire es de poca y ninguna importancia y que las salpicaduras de la lluvia son el agente principal así lo indica Subero (2012)

Los resultados obtenidos en la sexta hasta la octava evaluación mostraron una baja de la severidad en los tratamientos siguientes: T1(al 0.25% de Hidróxido de cobre) y T2(0.2% de hidróxido de cobre) donde el T1 inicia con 40,13% a 11.81% y el T2 de 33,14% a 9,65% ; a diferencia de los tratamientos 3 y 4, que mostraron una baja de la severidad a partir de la quinta evaluación: T3 con 30,45% a 16,75% y el T4 con 42,02% a 20,57; mientras que el T0(testigo) sigue aumentando la severidad; por motivo que la hojas infestadas por la enfermedad ya estaban maduras lo cual hizo que dichas plantas se defoliaran y emergieron nuevas hojas. UNAS (2007) indica que por lo general las hojas jóvenes son las más susceptibles que las maduras, cuando se desarrollan las estructuras de fructificación de la roya puede producir la caída prematura de las hojas infectadas en cualquier momento.

5.4. RENDIMIENTO EN CAFÉ PERGAMINO

según los resultados obtenidos en el rendimiento, el tratamiento que alcanzo un mayor rendimiento fue el T1(al 0.25% de hidróxido de cobre) con 29,07g/planta, y el de menor rendimiento fue el T0 (testigo) con 0g; sin embargo el tratamiento con menor incidencia fue el T2(al 0.2% de hidroxido de cobre) con 9,65%, y el de menor incidencia fue el T0 con 64,46%; lo cual indica que le porcentaje de severidad no influye en el rendimiento; según ICAFE (2012) menciona que El daño principal de la roya es provocado por la caída de gran cantidad de hojas, que causan un debilitamiento general de la planta, una maduración muy irregular de la cosecha y una reducción de la producción para el siguiente año, alrededor de un 20%.

UNAS (2007) menciona que en casos severos, la enfermedad provoca defoliación y reducción del área fotosintética, llegando a ocasionar una disminución progresiva de la producción.

Por otro lado también la sombra es factor importante para la producción; tal es así que los cafetales sombreados son menos productivos a plena exposición solar. Una gran producción provoca un disturbio nutricional, lo cual aumenta la predisposición de la planta a la enfermedad, así como lo indica el Ministerio de agricultura y alimentación (1979).

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación, permiten establecer las siguientes conclusiones:

- 1) El hidróxido de cobre mostró mayor eficacia en el control del índice de intensidad de daño de la roya de la hoja en comparación con el proteinato de cobre.
- 2) El hidróxido de cobre a la concentración de 0.2% presentó el menor porcentaje para el índice de intensidad de daño que fue de 4,99%; mientras que el menor índice de intensidad de daño con el proteinato de cobre se logró a la concentración de 0.25%, alcanzando un porcentaje de 15%.
- 3) Los menores índices de intensidad de daño que se obtuvo en los tratamientos con cobre se evidencia entre el séptimo y octavo mes luego de la poda.
- 4) Cuando no se realizan aplicaciones para el control de la roya de la hoja del café, el índice de intensidad de daño se incrementa constantemente a partir del momento de la poda y hasta pasada la cosecha.
- 5) Entre la séptima evaluación, los tratamientos T2 que corresponde a la concentración del 0.2% de hidróxido de cobre y T3 que fue con proteinato de cobre a la concentración del 0.25% que alcanzaron los más bajos porcentajes para índice de intensidad de daño, tienden a incrementar en la octava evaluación, lo cual indica que las aplicaciones deben de seguir.

- 6) Tanto el hidróxido de cobre como el proteinato a la concentración de 0.25% muestran los mayores rendimientos con 29,07g por planta y 26,17 g por planta respectivamente.
- 7) En plantaciones de café sin control de la roya de la hoja, la producción de grano es nula debido a la defoliación prematura, lo que incide en la floración.
- 8) Aun cuando se evidenció bajo porcentaje de índice de intensidad de daño, el control no se realizó en el momento oportuno, lo que incidió en una baja producción.

VII. RECOMENDACIONES

En base al trabajo realizado se recomienda a los futuros egresados, tesisistas y agricultores dedicados al cultivo de café de la zona de Tocache lo siguiente:

- 1) Aplicar hidróxido de cobre a la concentración de 0.2% cuando las plantas se encuentran en etapa de descanso y cuando la planta muestre baja incidencia, para mejorar el control y evitar que afecte a la floración.
- 2) Realizar estudios con diferentes dosis y momentos de aplicación con hidróxido de cobre.
- 3) Realizar análisis del nivel de fertilidad durante la aplicación de productos cúpricos en el cultivo de café orgánico.
- 4) Evaluar el efecto del caldo bórdales en el control de la roya del cultivo de café orgánico.

VIII. LITERATURA CITADA

Ames, I.T. y Aliaga B.J. 1980. Roya amarilla del cafeto. La Molina-Perú. 18p.

Banco agropecuario (Agrobanco). 2007. Cultivo de café. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2014). Disponible en: http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/publicaciona_groinfo_rma/1cultivodelcafe.pdf.

Bayer Crop Sciencie. s.f. *Hemileia vastatrix Berk & Br.* (En línea) (Consultado el 1 de octubre del 2014) Disponible en: <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=573>.

Bonilla, CA; Rivera, JM; Oseguera V, SH. 1984. Evaluación de diferentes programas de aspersión para el control químico de la roya del cafeto en el Lago de Yojoa. Memoria. Honduras.

Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES). 2003. Boletín Informativo Cafetalero-Cacaotero. (En línea) (Consultado el 1 de octubre del 2015) Disponible en www.cepes.org.pe.

Centro de Investigación del Café (CICAPE). 2013. Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto. (En línea) (Consultado el 19 de julio de 2016) Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11452e/A11452e.pdf>.

Ciencia Tecnología e Innovación para la Caficultura (Cenicafe). 2012. Cultivemos café. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2015) Disponible en: http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/manejoIntegrado_del_cultivo/cultivemos_cafe_reconozca_el_ojo_de_gallo_o_gotera_del_cafeto1.

Cisneros, B. 2007. Café en el Perú. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2014) Disponible en http://camcafeperu.com.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=39.

Contreras M, MA. 2012. Buena producción de café en el Perú para el 2012. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2014) Disponible en <http://www.hoy.com.do/economia/2007/12/3/113432/print>.

Escuelas de Campo del Café (ECAS). 1999. Conjunto Tecnológico Para La Producción De Café. (En línea) (Consultado el 13 de octubre del 2012) Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id35.htm>.

EXPOCAFE. 2012. Variedades de café en el Perú. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2014). Disponible en [http://www.expocafeperu.com/Cafe Peruano.aspx](http://www.expocafeperu.com/Cafe%20Peruano.aspx).

Fundación hondureña de investigación Agrícola (FHIA). 2004. Producción de café con sombra de maderables. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2014) Disponible en: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/gpcafeconsombramaderables.pdf.

Hernández R, D. 2003. Oferta del Café Peruano. (En línea) (Consultado el 13 de octubre del 2014) Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos35/oferta-cafe-peru/oferta-cafe-peru.shtml>.

Instituto de Café de Costa Rica (ICAFFE). 2011. Revista informativa. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2014) Disponible en http://www.icafe.go.cr/icafe/cedo/documentostexto_completo/revista_informativa/3588.pdf.

Instituto del café de Costa Rica. 2010. Informe Sobre La Actividad cafetalera De Costa Rica. (En línea) (Consultado el 10 de octubre de 2014) Disponible en http://www.icafe.go.cr/sector_cafetalero/estadsticas/inforactivcafetal/Informe%20Actividad%20Cafetalera%202010.pdf.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 2011. Resumen ejecutivo. (En línea) (Consultado el 13 de octubre del 2014) Disponible en <http://www.inia.gob.pe/cafe/resumen.htm>.

Leiva P, EJ. 2010. Ojo De Gallo: Una Enfermedad Que Ataca El Cultivo De Café En Cartago y Los Santos. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2014) Disponible en <http://www.micartago.com/index.php?news=2861>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN. (1979). Curso de capacitación la roya amarilla del cafeto. Lima-Perú. 96 p.

Mora, AO. 2011. Manejo Integrado para el combate del Ojo de Gallo *Mycena citricolor*. (En línea) (Consultado el 23 de julio del 2014) Disponible en <http://www.sfe.go.cr/Ojo%20de%20gallo.html>

Morocoima y Vivas. s.f. Sugerencias para el Control de la Roya del cafeto. (En línea) (Consultado el 20 de setiembre del 2014) Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd29/texto/sugerencias.htm>.

Osamayor.com. s.f. El café, historia, tipos y recetas más conocidas. (En línea) (Consultado el 13 de octubre del 2014) Disponible en <http://www.osamayor.com/cafe/>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2011. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas. (En línea) (Consultado el 13 de Octubre del 2014) Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0v.htm>.

Palma, MR; Oseguera, FA; Javed, ZU. 1985. Evaluación de programas de aspersión para el control de la roya del cafeto en Olancho. Memoria. Honduras.

Presentación y Santos. 2015. Influencia de la aplicación de fitoreguladores formulados a base de ácido indol butírico (AIB)-ácido naftalenacético (ANA) en el crecimiento radicular y foliar, en plántones de café, en condiciones de vivero Aucayacu. Tesis de Ingeniero agrónomo, universidad Nacional Hermilio valdizan. Huanuco. 1115p.

Rabanal L, PC. s.f. Producción De Café Orgánico. (En línea) (Consultado el 23 de julio del 2014) Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos58/produccion-cafeorganico/produccion-cafe-organico2.shtml>.

Rimache, AM. 2008. Cultivo del café. 1^{era} edición. Surquillo-Perú. Macro EIRL. Ed. 84p.

Sayago, MA. y Depablos P, JD. 1988. Evaluación de fungicidas en el control de la roya del cafeto en Santa Ana, Edo. Táchira. Fitopatología Venezolana (Venezuela). 48p.

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). 2003. Norma para la ejecución y remisión de información de actividades del programa manejo integrado de plagas del cafeto. (En línea) (Consultado el 13 de octubre del 2014) Disponible en: <http://www.royacafe.lanref.org.mx/Documentos/Manualtecnicoroya.pdf>.

Silva, AR; Laercio, Z; Alvarez, VV. 2003. Estrategias De Control De La Roya Del Cafeto Con La Aplicación De Fungicida Protector Y Sistémico En Patrocinio, Minas Gerais, Brasil. (En línea) (Consultado el 13 de octubre del 2012) Disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistasci/Agronomia%20Tropical/at5304/arti/silva_r.htm.

Subero, L. 2012. La roya del cafeto. (En línea) (Consultado el 20 de octubre de 2014) Disponible en: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/136.pdf>.

Tronconi, NM; Escoto, JA; Rivera, JM; Javed, ZU. 1985. Evaluación de dosis de Copper Count-N en el control de roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.). Honduras.

Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).- T.M. 2007. Diplomado 2007. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2014) Disponible en http://www.icafe.go.cr/icafe/cedo/documentos_textocompleto/revista_informativa/3588.pdf.

Wikipedia. 2012. Café en el Perú. (En línea) (Consultado el 25 de julio del 2015) Disponible en <http://cafep Peruano.galeon.com/>.

ANEXOS

Anexo 1a. Promedios por tratamiento y repetición de la primera evaluación de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, antes de la primera aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	X
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	1,13	2,33	0,70	1,87	1,63	7,66	1,53
II	1,87	1,93	1,30	1,13	1,30	7,53	1,51
III	2,03	1,50	2,30	2,60	3,37	11,80	2,36
Σ	5,03	5,76	4,30	5,60	6,30	26,99	5,40
X	1,68	1,92	1,43	1,87	2,10	9,00	1,80

Anexo 1b. Primera evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, antes de la primera aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	X
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	22,667	46,667	14,000	37,333	32,667	153,33	30,67
II	37,333	38,667	26,000	22,667	26,000	150,67	30,13
III	40,667	30,000	46,000	52,000	98,889	267,56	53,51
Σ	100,67	115,33	86,00	112,00	157,56	571,56	114,31
X	33,56	38,44	28,67	37,33	52,52	190,52	38,10

Anexo 1c. Datos transformados de la primera evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, antes de la primera aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	X
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	28,431	43,089	21,973	37,663	34,858	166,014	33,203
II	37,663	38,450	30,657	28,431	30,657	165,858	33,172
III	39,621	33,211	42,706	46,146	83,949	245,633	49,127
Σ	105,715	114,750	95,336	112,240	149,464	577,505	115,501
X	35,240	38,250	31,780	37,410	49,820	192,500	38,500

Anexo 2a. Promedios por tratamiento y repetición de la segunda evaluación de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la segunda aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	0,80	1,87	1,07	0,73	0,77	5,24	1,05
II	2,20	1,00	0,50	1,53	1,03	6,26	1,25
III	2,13	1,53	1,17	1,40	1,70	7,93	1,59
Σ	5,13	4,40	2,74	3,66	3,50	19,43	3,89
\bar{X}	1,71	1,47	0,91	1,22	1,17	6,48	1,30

Anexo 2b. Segunda evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la segunda aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	20,000	46,667	26,667	14,667	19,167	127,168	25,434
II	55,000	20,000	16,667	30,667	25,833	148,167	29,633
III	42,667	38,333	23,333	28,000	42,500	174,833	34,967
Σ	117,667	105,000	66,667	73,334	87,500	450,168	90,034
\bar{X}	39,222	35,000	22,222	24,440	29,170	150,050	30,010

Anexo 2c. Datos transformados de la segunda evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la segunda aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	26,565	43,089	31,091	22,518	25,963	149,226	29,845
II	47,870	26,565	24,095	33,626	30,548	162,704	32,541
III	40,783	38,253	28,885	31,948	40,687	180,556	36,111
Σ	115,218	107,907	84,071	88,092	97,198	492,486	98,497
\bar{X}	38,410	35,970	28,020	29,360	32,400	164,160	32,832

Anexo 3a. Promedios por tratamiento y repetición de la tercera evaluación de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la tercera aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	1,53	1,77	0,73	1,00	1,53	6,56	1,31
II	1,60	1,67	0,80	1,23	1,63	6,93	1,39
III	2,40	1,23	0,47	0,87	2,17	7,14	1,43
Σ	5,53	4,67	2,00	3,10	5,33	20,63	4,13
\bar{X}	1,84	1,56	0,67	1,03	1,78	6,88	1,38

Anexo 3b. Tercera evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la tercera aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	30,667	35,333	24,444	25,000	38,333	153,777	30,755
II	40,000	33,333	16,000	24,667	32,667	146,667	29,333
III	48,000	24,667	15,556	17,333	43,333	148,889	29,778
Σ	118,667	93,333	56,000	67,000	114,333	449,333	89,867
\bar{X}	39,560	31,110	18,670	22,330	38,110	149,780	29,956

Anexo 3c. Datos transformados de la tercera evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la tercera aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	33,626	36,471	29,631	30,000	38,253	167,981	33,596
II	39,232	35,264	23,578	29,779	34,858	162,711	32,542
III	43,854	29,779	23,229	24,603	41,169	162,634	32,527
Σ	116,712	101,514	76,438	84,382	114,280	493,326	98,665
\bar{X}	38,900	33,840	25,480	28,130	38,090	164,440	32,888

Anexo 4a. Promedios por tratamiento y repetición de la cuarta evaluación de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la cuarta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	2,13	1,77	0,77	2,30	1,60	8,57	1,71
II	2,63	2,10	2,33	2,13	2,03	11,22	2,24
III	2,33	2,30	1,73	2,07	2,97	11,40	2,28
Σ	7,09	6,17	4,83	6,50	6,60	31,19	6,24
\bar{X}	2,36	2,06	1,61	2,17	2,20	10,40	2,08

Anexo 4b. Cuarta evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la cuarta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	53,333	35,333	15,333	57,500	32,000	193,499	38,700
II	52,667	42,000	46,667	53,333	40,667	235,334	47,067
III	46,667	46,000	43,333	41,333	74,167	251,500	50,300
Σ	152,667	123,333	105,333	152,166	146,834	680,333	136,067
\bar{X}	50,890	41,110	35,110	50,720	48,940	226,770	45,354

Anexo 4c. Datos transformados de la cuarta evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la cuarta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	46,911	36,471	23,053	49,313	34,450	190,198	38,040
II	46,529	40,397	43,089	46,911	39,621	216,547	43,309
III	43,089	42,706	41,169	40,009	59,452	226,425	45,285
Σ	136,529	119,574	107,311	136,233	133,523	633,170	126,634
\bar{X}	45,510	39,860	35,770	45,410	44,510	211,060	42,212

Anexo 5a. Promedios por tratamiento y repetición de la quinta evaluación de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la quinta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	2,33	2,00	1,57	2,37	1,60	9,87	1,97
II	2,63	1,27	3,17	0,73	1,80	9,60	1,92
III	3,47	2,13	1,87	0,73	1,73	9,93	1,99
Σ	8,43	5,40	6,61	3,83	5,13	29,40	5,88
\bar{X}	2,81	1,80	2,20	1,28	1,71	9,80	1,96

Anexo 5b. Quinta evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la quinta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	58,333	40,000	31,333	47,333	32,000	208,999	41,800
II	52,667	31,667	79,167	18,333	45,000	226,834	45,367
III	69,333	53,333	62,222	14,667	57,778	257,333	51,467
Σ	180,333	125,000	172,722	80,333	134,778	693,166	138,633
\bar{X}	60,110	41,670	57,570	26,780	44,930	231,060	46,212

Anexo 5c. Datos transformados de la quinta evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la quinta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	49,797	39,232	34,039	43,471	34,450	200,989	40,198
II	46,529	34,245	62,843	25,352	42,130	211,099	42,220
III	56,374	46,911	52,075	22,518	49,475	227,353	45,471
Σ	152,700	120,388	148,957	91,341	126,055	639,441	127,888
\bar{X}	50,900	40,130	49,650	30,450	42,020	213,150	42,630

Anexo 6a. Promedios por tratamiento y repetición de la sexta evaluación de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la sexta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	2,83	0,13	0,67	0,43	0,47	4,53	0,91
II	1,30	2,57	1,67	1,00	0,40	6,94	1,39
III	4,00	0,80	0,80	1,00	2,93	9,53	1,91
Σ	8,13	3,50	3,14	2,43	3,80	21,00	4,20
\bar{X}	2,71	1,17	1,05	0,81	1,27	7,01	1,40

Anexo 6b. Sexta evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la sexta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	70,833	6,667	22,222	14,444	15,556	129,722	25,944
II	26,000	51,333	41,667	20,000	13,333	152,333	30,467
III	100,000	20,000	26,667	25,000	97,778	269,445	53,889
Σ	196,833	78,000	90,556	59,444	126,667	551,500	110,300
\bar{X}	65,610	26,000	30,190	19,810	42,220	183,830	36,766

Anexo 6c. Datos transformados de la sexta evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la sexta aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	57,312	14,963	28,126	22,337	23,229	145,967	29,193
II	30,657	45,764	40,203	26,565	21,417	164,606	32,921
III	90,000	26,565	31,091	30,000	81,427	259,083	51,817
Σ	177,969	87,292	99,420	78,902	126,073	569,656	113,931
\bar{X}	59,320	29,100	33,140	26,300	42,020	189,880	37,976

Anexo 7a. Promedios por tratamiento y repetición de la séptima evaluación de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la séptima aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	2,67	0,33	0,00	0,00	0,33	3,33	0,67
II	2,07	0,00	0,00	0,40	0,53	3,00	0,60
III	3,70	0,53	0,13	0,30	0,53	5,19	1,04
Σ	8,44	0,86	0,13	0,70	1,39	11,52	2,30
\bar{X}	2,81	0,29	0,04	0,23	0,46	3,83	0,77

Anexo 7b. Séptima evaluación del porcentaje de Índice de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la séptima aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	66,667	11,111	0,000	0,000	11,111	88,889	17,778
II	68,889	0,000	0,000	20,000	17,778	106,667	21,333
III	92,500	13,333	6,667	10,000	13,333	135,833	27,167
Σ	228,056	24,444	6,667	30,000	42,222	331,389	66,278
\bar{X}	76,020	8,150	2,220	10,000	14,070	110,460	22,092

Anexo 7c. Datos transformados de la séptima evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la séptima aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	\bar{X}
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	54,736	19,471	0,000	0,000	19,471	93,678	18,736
II	56,098	0,000	0,000	26,565	24,938	107,601	21,520
III	74,106	21,417	14,963	18,435	21,417	150,338	30,068
Σ	184,940	40,888	14,963	45,000	65,826	351,617	70,323
\bar{X}	61,650	13,630	4,990	15,000	21,940	117,210	23,442

Anexo 8a. Promedios por tratamiento y repetición de la octava evaluación de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la octava aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	X
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	2,80	0,20	0,00	0,03	0,23	3,26	0,65
II	3,03	0,00	0,07	0,40	0,50	4,00	0,80
III	3,77	0,37	0,20	0,40	0,40	5,14	1,03
Σ	9,60	0,57	0,27	0,83	1,13	12,40	2,48
X	3,20	0,19	0,09	0,28	0,38	4,14	0,83

Anexo 8b. Octava evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la octava aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	X
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	70,000	6,667	0,000	1,667	7,778	86,112	17,222
II	75,833	0,000	3,333	13,333	16,667	109,166	21,833
III	94,167	12,222	10,000	13,333	13,333	143,055	28,611
Σ	240,000	18,889	13,333	28,333	37,778	338,333	67,667
X	80,000	6,300	4,440	9,440	12,590	112,770	22,554

Anexo 8c. Datos transformados de la octava evaluación del porcentaje de severidad de roya de la hoja en el cultivo de café, después de la octava aplicación de compuestos cúpricos.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					Σ	X
	T0	T1	T2	T3	T4		
I	56,789	14,963	0,000	7,418	16,194	95,364	19,073
II	60,554	0,000	10,520	21,417	24,095	116,586	23,317
III	76,024	20,463	18,435	21,417	21,417	157,756	31,551
Σ	193,367	35,426	28,955	50,252	61,706	369,706	73,941
X	64,460	11,810	9,650	16,750	20,570	123,240	24,648



Imagen 1. Delimitación del área experimental.



Imagen 2. Severidad de la enfermedad al inicio de la evaluación.



Imagen 3. Productos utilizados, hidróxido de cobre (Champion) y proteinato de cobre (Promet Cu).



Imagen 4. Aplicación de productos.



Imagen 5. Evaluación de la enfermedad por cada tratamiento.



Imagen 6. Efecto de T1 (40 g de Hidróxido de cobre) en comparación con el T0 (testigo).



Imagen 7. Severidad de la roya en las hojas de café durante las últimas evaluaciones.



Imagen 8. Cosecha de frutos maduros por cada tratamiento.



Imagen 9. Despulpado de los frutos cosechados por cada tratamiento.



Imagen 10. Pesado de los granos de café en pergamino por cada tratamiento.