

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DEL PROTEINATO Y SULFATO DEL COBRE SOBRE
LA INCIDENCIA DE *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke EN
PLANTAS DE CAFÉ A NIVEL DE VIVERO**

Para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

MAX AUGUSTO RAMIREZ ROJAS

TINGO MARÍA – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 561136 E.mail: fa.decanatura@unas.edu.pe

"Año del buen servicio al ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 035-2017-FA-UNAS

BACHILLER : **Max Augusto RAMIREZ ROJAS**

TÍTULO : "EFECTO DEL PROTEINATO Y SULFATO DEL COBRE SOBRE LA INCIDENCIA DE *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke EN PLANTAS DE CAFÉ A NIVEL DE VIVERO.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. ROLANDO A. RIOS RUIZ
VOCAL : Ing. M.Sc. MIGUEL E. ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : Ing. JAIME J. CHAVEZ MATIAS

ASESOR : Ing. M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 02 DE JUNIO DEL 2017

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10: 00 a.m.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO


OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 02 DE JUNIO DE 2017.


.....
Dr. ROLANDO A. RIOS RUIZ
PRESIDENTE




.....
Ing. M.Sc. MIGUEL E. ANTEPARRA PAREDES
VOCAL


.....
Ing. JAIME J. CHAVEZ MATIAS
VOCAL


.....
Ing. M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
ASESOR

DEDICATORIA

A DIOS: Sobre todas las cosas, por iluminarme y darme sus bendiciones durante todo el proceso de mi formación profesional.

A mi querida madre: Sonia Renee Rojas Yupanqui mi más profundo agradecimiento y eterna gratitud por sus consejos y esfuerzo para la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía que contribuyeron a mi formación profesional.
- Al Ing. M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump, por su valiosa orientación y supervisión de la tesis como asesor.
- A los miembros del jurado, Dr. Rolando A. Ríos Ruíz, Ing. M. Sc Miguel E. Anteparra Paredes, Ing. Jaime J. Chávez Matías, por su valiosa orientación durante la ejecución y redacción de la tesis.
- Al Ing. M.Sc. Fernando Gonzáles Huiman, por sus sabios consejos durante el desarrollo de mi carrera profesional.
- Al Fundo-I de la Facultad de Agronomía por su colaboración para la instalación de la tesis.
- A mis amigos: Alain Fonseca Adrianzen, Álvaro Cárdenas Morales, Ernesto Peso Murrieta, Raúl Zevallos Dionicio, Cristhian Camasca Ríos, Alfredo Laos Lucero, Alberto Fonseca Díaz, Ing. Erick Tantalean Pedraza, Sr. Raúl Laos Paquero y Elizabeth Lucero Sandoval por su participación en el presente trabajo.
- A Karem Julissa Barboza Navarro por brindarme su comprensión, cariño incondicional y su compañía en momentos difíciles.
- A todas aquellas personas que directa o indirectamente hicieron posible la culminación del presente trabajo

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1. Generalidades del cultivo de café en Perú	17
2.2. Experiencia de productos de resistencia para el control de enfermedades en plantas	18
2.3. Incidencia	19
2.3.1. Tasa de incidencia	20
2.3.2. Incidencia acumulada.	21
2.4. Productos de resistencia	21
2.4.1. Efectos abióticos o químicos.....	23
2.4.2. Mecanismos de acción de las moléculas	24
2.4.3. Proteínatos	25
2.5. Descripción del sulfato de cobre pentahidratado (FERTIL COOPER)®.....	25
2.6. Descripción del proteínato de cobre (Promet® Cu).....	26
2.6.1. Ventajas del Promet Cobre	26
2.7. Importancia del cobre	27
2.8. La mancha de hierro.....	28
2.8.1. Agente causal	28
2.8.2. Clasificación taxonómica.....	28
2.8.3. Distribución	29

2.8.4. Síntomas	29
2.8.5. Condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Materiales.....	31
3.1.1. Ubicación del campo experimental	31
3.1.2. Periodo de ejecución	32
3.1.3. Condiciones climáticas	32
3.1.4. Análisis físico químico del suelo.....	33
3.1.5. Características del vivero.....	34
3.2. Métodos	34
3.2.1. Componentes en estudio.	34
3.2.2. Tratamientos en estudio.....	35
3.2.3. Análisis de varianza	35
3.2.4. Diseño experimental	36
3.2.5. Disposición experimental	36
3.2.6. Ejecución del experimento	38
3.2.7. Características evaluadas.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> Berk & Cooke en plantones de café a nivel de vivero.....	45
4.2. Severidad de <i>Cercospora coffeicola</i> Berk & Cooke en plantones de café a nivel de vivero.....	49
4.3. Características biométricas del plantón de café.....	58

4.3.1. Altura del plan	58
4.3.2. Diámetro del plantón de café	64
4.3.3. Número de hojas del plantón de café	71
4.4. Área foliar, materia seca de las hojas, materia seca de la raíz y volumen de raíz.	78
4.5. Análisis de la rentabilidad	91
V. CONCLUSIONES	94
VI. RECOMENDACIONES	95
VII. RESUMEN	96
ABSTRACT	97
VIII. BIBLIOGRAFÍA	98
IX. ANEXOS	105

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Composición química del sulfato de cobre pentahidratado	26
2. Composición química del proteinato de cobre	27
3. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (julio – noviembre del 2013)	32
4. Análisis físico químico del suelo experimental	33
5. Descripción de los tratamientos en estudio.....	35
6. Esquema del análisis de variancia.....	35
7. Escala de severidad	42
8. Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plántones de café a los 105 días de la siembra en la fase de vivero con aplicación de productos de resistencia.	46
9. Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para la incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plántones de café a los 105 días después de la siembra en fase de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.	48
10. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha=0.05$) para el grado de severidad de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.	50
11. Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para la severidad de <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plántones de café a los 105 días después	

	de la siembra en fase de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.	52
12.	Cuadrados medios del análisis de variancia ($\alpha=0.05$) para la altura de tallo de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.	60
13.	Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para la altura del plantón de café a los 105 días de siembra a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.	61
14.	Cuadrados medos del análisis de variancia ($\alpha=0.05$) para diámetro de tallo de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero	65
15.	Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para el diámetro de tallo en plántones de café después de 105 días de siembra a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia	68
16.	Cuadrados medios del análisis de variancia del número de hojas de plántones de café con aplicación de los dos productos de resistencia sobre la incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.....	72
17.	Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para el número de hojas de plantón de café a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.	74
18.	Cuadrados medios del análisis de variancia para el área foliar, materia seca de las hojas, materia seca de la raíz y volumen de raíz de	

plantones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero en tingomaría	79
19. Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para área foliar en plantones de café a nivel de vivero con aplicación de los dos productos de resistencia.	83
20. Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para materia seca de hojas en plantones de café a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.	84
21. Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para materia seca de la raíz en plantones de café a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.	87
22. Prueba de duncan ($\alpha = 0.05$) para volumen de raíz en plantones de café en vivero con aplicación de dos productos de resistencia.	89
23. Análisis rentabilidad (c/b) para cada tratamiento en estudio	92
24. Datos promedio de incidencia por <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plantones de café a los 125 días después de la siembra.	106
25. Datos de incidencia por <i>Cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plantones de café a los 125 días después de la siembra.	106
26. Datos promedios de severidad causada por <i>Cercospora coffeicola</i> , berk & cooke en plantones de café en vivero.	107
27. Datos de severidad causada por <i>Cercospora coffeicola</i> a los 15 días, en plantones de café en vivero.	107

28.	Datos de severidad causada por <i>Cercospora coffeicola</i> a los 30 días, en plántones de café en vivero.....	108
29.	Datos de severidad causada por <i>Cercospora coffeicola</i> a los 45 días, en plántones de café en vivero.....	109
30.	Datos de severidad causada por <i>Cercospora coffeicola</i> a los 60 días, en plántones de café en vivero.....	110
31.	Datos de severidad causada por <i>Cercospora coffeicola</i> a los 75 días, en plántones de café en vivero.....	111
32.	Datos de severidad causada por <i>Cercospora coffeicola</i> a los 90 días, en plántones de café en vivero.....	112
33.	Datos de severidad causada por <i>Cercospora coffeicola</i> a los 105 días, en plántones de café en vivero.....	113
34.	Datos promedios de las evaluaciones de altura de tallo de plántones de café en vivero.	114
35.	Datos de altura de tallo a los 15 de plántones de café en vivero.	114
36.	Datos de altura de tallo a los 30 días de plántones de café en vivero..	115
37.	Datos de altura de tallo a los 45 días de plántones de café en vivero..	116
38.	Datos de altura de tallo a los 60 días de plántones de café en vivero..	117
39.	Datos de altura de tallo a los 75 días de plántones de café en vivero..	118
40.	Datos de altura de tallo a los 90 días de plántones de café en vivero..	119
41.	Datos de altura de tallo a los 105 días de plántones de café en vivero.....	120
42.	Datos promedios de las evaluaciones de diámetro de tallo de plántones de café en vivero.....	121

43.	Datos de diámetro de tallo a los 15 días de plántones de café en vivero.....	121
44.	Datos de diámetro de tallo a los 30 días de plántones de café en vivero.....	122
45.	Datos de diámetro de tallo a los 45 días de plántones de café en vivero.....	123
46.	Datos de diámetro de tallo a los 60 días de plántones de café en vivero.....	124
47.	Datos de diámetro de tallo a los 75 días de plántones de café en vivero.....	125
48.	Datos de altura de tallo a los 90 días de plántones de café en vivero..	126
49.	Datos de diámetro de tallo a los 105 días de plántones de café en vivero.....	127
50.	Datos de número de hojas a los 15 días de plántones de café en vivero.....	128
51.	Datos de número de hojas a los 30 días de plántones de café en vivero.....	129
52.	Datos de número de hojas a los 45 días de plántones de café en vivero.....	130
53.	Datos de número de hojas a los 60 días de plántones de café en vivero.....	131
54.	Datos de número de hojas a los 75 días de plántones de café en vivero.....	132

55. Datos de número de hojas a los 90 días de plántones de café en vivero.....	133
56. Datos de número de hojas a los 105 días de plántones de café en vivero.....	134
57. Datos de las evaluaciones área foliar de hojas a los 125 días de plántones de café en vivero.....	135
58. Datos de las evaluaciones de materia seca de hojas a los 125 días de plántones de café en vivero.....	135
59. Datos de las evaluaciones de materia seca de raíz a los 125 días de Plántones de café en vivero.	135
60. Datos de las evaluaciones de volumen de raíz a los 125 días de plántones de café en vivero.....	136
61. Costos de producción de plántones de café para una ha. (4 meses)...	136

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Localización del área experimental.....	31
2. Incidencia de <i>cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plántones de café en vivero.....	48
3. Relación de severidad de <i>cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plantas de café en fase de vivero como respuesta a la aplicación de dos productos de resistencia, de julio a noviembre del 2013 en tingo María.....	56
4. Crecimiento del plantón de café desde la siembra hasta los 105 días después de la siembra, como respuesta a las aplicaciones de dos productos de resistencia sobre la <i>cercospora coffeicola</i> berk & cooke de julio a noviembre de 2013.....	63
5. Diámetro de tallo en plántones de café en respuesta a la aplicación de dos productos de resistencia sobre la <i>cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plantas de café a nivel de vivero.	70
6. Emisión de hojas de café con aplicación de dos productos de resistencia de <i>cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plantas de café a nivel de vivero.....	77
7. Efecto en el área foliar de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia para <i>cercospora coffeicola</i> berk & cooke en plántones de café a nivel de vivero.....	83
8. Efecto de la materia seca de hojas de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de <i>cercospora</i>	

	<i>coffeicola</i> berk & cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.....	86
9.	Materia seca de la raíz de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de <i>cercospora coffeicola</i> berk & cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.....	88
10.	Volumen de la raíz de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de <i>cercospora coffeicola</i> berk & cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.....	90
11.	Croquis de plantas evaluadas	137
12.	Tratamiento testigo (t1).....	137
13.	Evaluación de campo	138
14.	Visita del presidente del jurado calificador	138

I. INTRODUCCIÓN

El *Coffea arabica* L. es uno de los cultivos de gran importancia económica para el Perú, ya que viene a ser el primer producto de agro exportación (95 % de la producción nacional), que genera grandes divisas para nuestro país, generando empleos directos e indirectos y una fuente de ingreso para los agricultores que se dedican a dicho cultivo (CASTAÑEDA, 1997). Actualmente se cultivado en 210 distritos rurales ubicados en 47 provincias de 10 departamentos de un total de 24, que conforman el Perú. La superficie cultivada es de aproximadamente 230 000 hectáreas distribuidas en tres zonas y la región más apropiada y que produce café de alta calidad está localizada al extremo central oriental de la Cordillera de los Andes, conocida como zona de la selva con clima de región tropical (GUEVARA, 2014). El cultivo se desarrolla a lo largo de la selva alta y los andes tropicales, donde las condiciones climáticas permiten la obtención de café de alta calidad. Debido a los bajos rendimientos, el cual se debe a la escasa capacidad de gestión empresarial, limitada transferencia de tecnología, escasa oferta de semilla certificada y un manejo inadecuado del cultivo que limitan la cantidad y calidad del grano de café (AGROBANCO, 2007). Además, presenta una serie de problemas, especialmente de enfermedades, entre ellas tenemos a la mancha hierro, donde se ha observado su presencia en el cultivo permanente, así como a nivel de vivero. La mancha hierro es una enfermedad de amplia distribución en todas las zonas cafetaleras, afecta el área foliar, granos y plantas de todas las edades, con mayor incidencia en viveros y plantaciones sin fertilizar. Las plantas afectadas causa defoliación y baja la producción y pérdida de la calidad del grano (BEDRI, 2012). Teniendo en cuenta que el cultivo de café, es un producto de

exportación que está siendo afectado por enfermedades, como la mancha de hierro, que disminuye su calidad del grano y rendimiento, en la actualidad instituciones públicas y privadas vienen promoviendo estudios sobre el diagnóstico y alternativas para poder controlar enfermedades como mancha hierro (*Cercospora coffeicola*), en tal sentido, resalta la importancia de realizar el trabajo aplicando tres dosis de proteinato de cobre (Promet Cu) y sulfato de cobre pentahidratado (Fertil Cooper). El presente estudio pretende contribuir con información para los productores cafetaleros de la región, debido al escaso conocimiento sobre la utilización de estos productos, los mismos que pueden representar una nueva opción en el control de hongos, de esta manera estaríamos contribuyendo a mejorar los actuales sistemas productivos y permitir el ingreso a un nuevo mercado de alto potencial. Bajo este contexto, resalta la importancia de haber realizado este trabajo de investigación

Objetivo general

Evaluar el efecto del proteinato de cobre y sulfato de cobre pentahidratado sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* causante de la mancha hierro en plántones de café variedad Catimor en vivero.

Objetivos específicos

1. Determinar la mejor dosis de proteinato de cobre y sulfato de cobre pentahidratado sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* causante de la mancha hierro en plántones de café variedad Catimor a nivel de vivero .
2. Determinar la rentabilidad en base a la relación beneficio/costo (B/C)

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de café en Perú

En Perú el café se cultiva en elevaciones desde los 600 hasta los 1800 m sobre el nivel del mar en casi todas sus regiones geográficas. Sin embargo, el 75% de los cafetales está sobre los 1000 m sobre el nivel del mar. La variedad de climas, suelos, precipitación y de luz solar conforman un ambiente ideal para la producción del café. Las variedades cultivadas son: típica (70 %), caturra (20 %) y otras (10 %). Se emplea el sistema de cultivo bajo sombra, principalmente de leguminosas, a una densidad promedio de 2000 plantas por hectárea (GUEVARA, 2014).

La zona norte compuesta por 98000 ha cafetaleras ocupa el 43 % del área total y agrupa los departamentos de Piura, Cajamarca, Amazonas y San Martín. La zona central comprende 79000 ha, que es aproximadamente el 34 % de los cafetales del Perú, y reúne Junín, Pasco y Huánuco. Finalmente, los departamentos de Apurímac, Ayacucho, Cusco y Puno y abarcan 53000 ha que comprende el 23 % del área total. Los pequeños caficultores con fincas de dimensiones menores a 10 ha son el 62.5 %, el 30 % tiene fincas de tamaño entre 10 a 30 ha. y el 7.5 % con fincas mayores a 30 ha. En procura de alinearse a las tendencias de mercado, los caficultores peruanos cultivan café orgánico y otros tipos de calidades especiales, reconocidos por sus características refinadas de calidad de taza, su acidez y sabor balanceado que se apega a los microclimas definidos como “estricta altura” (entre 1400 y 1800 metros sobre el nivel del mar) (GUEVARA, 2014).

En la cosecha 2014-2015 la producción de café de Perú ascendió a 2883 millones de sacos de 60 kg y para la cosecha 2015-2016 el volumen producido fue de 3200 unidades (GUEVARA, 2014).

2.2. Experiencia de productos de resistencia para el control de enfermedades en plantas

En la literatura no existe información suficiente sobre el uso de productos de resistencia en el control de *Cercospora coffeicola*, causante de mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero. Sin embargo, se han encontrado algunos trabajos realizados evaluando la eficiencia de productos químicos de resistencia (IR) frente a la marchitez del algodón y en la supresión de la antracnosis del mango, por ejemplo, en el ensayo que lleva como título productos químicos de resistencia en la supresión de la marchitez de algodón causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vasinfestum* Link en sistema hidropónico, se demostró que la aplicación en distintas dosificaciones de sulfato de cobre pentahidratado es una alternativa para el control de la marchitez del algodón (GUEVARA *et al.*, 2006).

En el trabajo de investigación “Supresión de la antracnosis del mango causada por *Colletotrichum gloeosporoides* Penz mediante productos químicos de resistencia”, se demostró, que el manejo de la antracnosis en frutos de mango es posible mediante el uso de productos de resistencia, el sulfato de cobre pentahidratado obtuvo valores más bajos de área necrótica (RODRÍGUEZ *et al.*, 2005).

SCP (Sulfato de Cobre Pentahidratado) se ha reportado como eficiente en el control de la muerte regresiva del mango (*Lasiodiplodia theobromae* Ellis & Everh), mostrando incluso un efecto duradero (RODRÍGUEZ y GÁLVEZ, 2003).

2.3. Incidencia

En los estudios epidemiológicos en los que el propósito es la investigación causal o la evaluación de medidas preventivas, el interés está dirigido a la medición del flujo que se establece entre la salud y la enfermedad, es decir, a la aparición de casos nuevos. Como ya se mencionó anteriormente, la medida epidemiológica que mejor expresa este cambio de estado es la incidencia, la cual indica la frecuencia con que ocurren nuevos eventos. A diferencia de los estudios de prevalencia, los estudios de incidencia inician con poblaciones de susceptibles libres del evento en las cuales se observa la presentación de casos nuevos a lo largo de un periodo de seguimiento. De esta manera, los resultados no sólo indican el volumen final de casos nuevos aparecidos durante el seguimiento, sino que permiten establecer relaciones de causa-efecto entre determinadas características de la población y enfermedades específicas. La incidencia de una enfermedad puede medirse de dos formas: mediante la tasa de incidencia (basada en el tiempo-individuos) y mediante la incidencia acumulada (basada en el número de tiempo-individuos). La tasa de incidencia (también denominada densidad de incidencia) expresa la ocurrencia de la enfermedad entre la población en relación con unidades de tiempo- individuo, por lo que mide la velocidad de ocurrencia de la enfermedad. La incidencia acumulada, en cambio, expresa únicamente el volumen de casos nuevos

ocurridos en una población durante un periodo, y mide la probabilidad de que un individuo desarrolle el evento en estudio. La incidencia acumulada, por esta razón, también es denominada riesgo (MORENO, 2000).

2.3.1. Tasa de incidencia

La tasa de incidencia (TI) es la principal medida de frecuencia de enfermedad y se define como "el potencial instantáneo de cambio en el estado de salud por unidad de tiempo, durante un periodo específico, en relación con el tamaño de la población susceptible en el mismo periodo"; para que un individuo se considere expuesta al riesgo en el periodo de observación debe iniciar éste sin tener la enfermedad (el evento en estudio); el cálculo del denominador de la TI se realiza sumando los tiempos libres de enfermedad de cada uno de los individuos que conforman el grupo y que permanecen en el estudio durante el periodo. Este número se mide generalmente en años, pero pueden ser meses semanas o días, y se conoce como tiempo en riesgo o tiempo-individuo; el número de individuos que pasan del estado sano al estado enfermo durante cualquier periodo depende de tres factores: 1) tamaño de población, 2) amplitud del periodo de tiempo y 3) poder patógeno de la enfermedad sobre la población; la tasa de incidencia mide este poder, y se obtiene dividiendo el número observado de casos entre el tiempo total en el que la población ha estado en riesgo, equivalente a la sumatoria de los periodos individuales en riesgo. La suma de periodos de observación que pueden variar de uno a otro individuo y considerar sólo el tiempo total en riesgo la TI corrige el efecto de entrada y salida de individuos al grupo durante

el periodo de seguimiento; a menudo no es posible calcular exactamente la duración del tiempo-individuo para los individuos que ya no están en riesgo, debido a que desarrollaron la enfermedad (MORENO, 2000).

2.3.2. Incidencia acumulada

Incidencia acumulada. La incidencia acumulada (IA) se puede definir como la probabilidad de desarrollar el evento, es decir, la proporción de individuos de una población que, en teoría, desarrollarían una enfermedad si todos sus miembros fuesen susceptibles a ella y ninguno falleciese a causa de otras enfermedades. También se ha definido simplemente como la probabilidad, o riesgo medio de los miembros de una población, de contraer una enfermedad en un periodo específico. Las cifras obtenidas mediante el cálculo de la IA son relativamente fáciles de interpretar y proporcionan una medida sumamente útil para comparar los diferentes riesgos de distintas poblaciones. Para calcular la IA en el numerador se coloca el número de individuos que desarrollan la enfermedad durante el periodo de estudio (llamados casos nuevos) y en el denominador el número de individuos libres de la enfermedad al comienzo del periodo y que, por tanto, estaban en riesgo de padecerla. La incidencia acumulada es una proporción y, por lo tanto, sus valores sólo pueden variar entre 0 a 1. A diferencia de la tasa de incidencia la IA es adimensional (MORENO, 2000).

2.4. Productos de resistencia

Una nueva alternativa de control de enfermedades de la planta se basa en la resistencia inducida, mediante la cual las plantas son protegidas de las

enfermedades causadas por hongos, ya sea a través de una infección inicial por patógeno o por la aplicación de productos químicos sintéticos que activan respuestas de resistencia de la planta (RODRÍGUEZ *et al.*, 2005).

El mecanismo de acción de esta resistencia se basa en la activación de los genes de resistencia en la planta, provocada por efectos (patógenos o productos químicos), los mismos que promueven la síntesis de peroxidasas y PR-proteínas (proteínas relacionadas a la patogénesis) (RYALS *et al.*, 1994; STICHER *et al.*, 1997), por lo tanto, no contaminan el medio ambiente y no existe el riesgo de crear resistencia en los patógenos (KESSMANN *et al.*, 1994). Este tipo de resistencia bien podría utilizarse para complementarla con la resistencia genética y así incrementar las posibilidades de control de esta enfermedad (RODRÍGUEZ *et al.*, 2005). Estas sustancias actúan sobre el vegetal impidiendo o retrasando la entrada del patógeno, y limitando consecuentemente su actividad en el tejido u órgano infectado. No tienen efecto directo o actividad específica sobre los fitopatógenos (KESSMANN *et al.*, 1994). Dependiendo del tipo de agente, existen dos tipos de efectos de resistencia. Una considera que la resistencia puede ser activada por la presencia, sobre el tejido vegetal, de organismos como hongos, virus, bacterias, nematodos e incluso de insectos herbívoros, conocida ésta como inducción biótica. Por otro lado, imitando la presencia de un patógeno o insecto, la resistencia también puede ser generada por la presencia de moléculas sintéticas depositadas sobre los órganos vegetales, denominada inducción abiótica (KUC, 2001).

2.4.1. Efectos abióticos o químicos

El interés en las moléculas estimuladoras de los mecanismos naturales de defensa de la planta, de aplicación exógena, surgió por su contribución al control de patógenos y plagas, ya que presentan el potencial de disminuir y/o evitar el riesgo de emergencia de poblaciones de patógenos o plagas resistentes a productos químicos, contrarrestar parcialmente los daños químicos ocasionados a la planta por los pesticidas y finalmente originar aumento del rendimiento de las cosechas (BARBOSA *et al.*, 2008). “Por esto, los efectos abióticos, también denominados efectos químicos, actualmente constituyen una nueva clase de pesticidas, llamados “fungicidas de cuarta generación” por su efecto completamente diferente de los fungicidas conocidos hasta el momento (PASCHOLATI *et al.*, 2008). Aunque en su mayoría son compuestos naturales, de origen biológico, los efectos son sustancias sintetizadas en laboratorio, que se aplican externamente sobre las plantas, inyectadas o asperjadas, siendo una de las formas más comunes de utilización, la aspersion (PASCHOLATI *et al.*, 2008). Su uso fue reportado en numerosas investigaciones, tanto en laboratorio, invernadero y/o a campo (RIVEROS *et al.*, 2004).

a. Ventajas

CAVALCANTI (2008), menciona que las ventajas reconocidas en el uso de productos químicos son numerosas y se exponen a continuación: aumento del nivel de resistencia por la activación de los mecanismos latentes sin alteración del genoma de la planta; no imponen presión de selección sobre el

patógeno, dificultando la quiebra de la resistencia; son efectivos contra virus, bacterias, hongos, nematodos e insectos (amplio espectro); tienen efecto sistémico, persisten y confieren protección de manera natural; se emplean preventivamente; tienen efecto de protección prolongado; son soluciones estables; proveen control eficiente y de bajo costo; menor número de aplicaciones en comparación con los fungicidas tradicionales; son seguros desde el punto de vista ambiental, biodegradables, no pesticidas; Inocuos para personas, animales y las propias plantas; conceden protección tanto en condiciones de campo como en invernáculo, uso en agricultura, floricultura, jardinería y plantas ornamentales; proporcionan aumento en el rendimiento.

b. Desventajas

CAVALCANTI (2008), por otro lado, las desventajas mencionadas hasta el presente son las siguientes: proporcionan una resistencia parcial, incompleta; en algunos casos, la inducción de la resistencia requiere un costo fisiológico, al activarse en condiciones en la cual su expresión no es necesaria, así como en ausencia de patógenos.

2.4.2. Mecanismos de acción de las moléculas

Existen numerosas sustancias que actúan como agentes, producidas de forma sintética y en escala comercial. Sin embargo, fueron reportadas cuantiosas moléculas químicas no definidas y extractos de plantas y microbios de las cuales sólo algunas han sido comercializadas (OOSTENDORP *et al.*, 2001).

2.4.3. Proteinatos

Es una novedosa formulación donde el nutriente se encuentra unido a una cadena corta de aminoácidos, formando parte de esta molécula. En el proteinato el nutriente adquiere las características del aminoácido como son: ingreso libre a cualquier tejido de la planta y transporte a cualquier punto de la planta a través del floema (POZO, 2006).

2.5. Descripción del sulfato de cobre pentahidratado (FERTIL COOPER)®

Es especialmente elaborado para suplir funciones principales del Cobre en la planta, en el campo de las enzimas: oxidasas del ácido ascórbico, polifenol, citocromo, etc. Además, forma parte de la plastocianina contenida en los cloroplastos y que participa en la cadena de transferencia de electrones de la fotosíntesis. Su absorción se realiza mediante un proceso activo metabólicamente. Prácticamente, no es afectado por la competencia de otros cationes. Por el contrario, afecta a los demás cationes; este producto puede ser aplicado a todo tipo de cultivo y en cualquier zona climática en condiciones naturales de invernaderos; bajo las recomendaciones de un ingeniero Agrónomo; es un fertilizante foliar corrector de deficiencias de cobre, también interviene en la formación de proteínas, vitaminas y enzimas, lo que se traduce en un engrosamiento de la pared celular y con ello una gran ayuda en los procesos de cicatrización natural. Favorece el metabolismo del nitrógeno en la planta y activa la función clorofílica (TQC, 2016).

En el Cuadro 1, se muestra la composición química del sulfato de cobre pentahidratado.

Cuadro 1. Composición química del Sulfato de Cobre Pentahidratado.

Composición química	
Sulfato de cobre pentahidratado (Cobre metálico 6 %	250 g/L
Inertes y acondicionadores	c.s.p 1L

Fuente: TQC S.A. (2012).

2.6. Descripción del proteinato de cobre (Promet® Cu)

Según QUIMICA SUIZA (2014), indica que PROMET® Cu, es un fertilizante indicado para prevenir y corregir la deficiencia de cobre en cualquier cultivo. Posee un alto contenido de aminoácidos libres al estado levógiro (220 g/L), otorgándole un gran efecto bioestimulante, que permite superar cualquier estrés y mejorar la condición fisiológica del cultivo, para incrementar rendimientos y/o calidad. El proteinato de cobre contenido en el Promet® Cu, induce la 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 hongos patógenos y bacterias.

2.6.1. Ventajas del Promet Cobre

De acuerdo a QUIMICA SUIZA (2014) las ventajas de Promet Cobre son las siguientes: Es totalmente móvil dentro de la planta (movimiento acropétalo y basipétalo); es único cobre orgánico; tiene acción bioestimulante,

por su contenido de Aminoácidos; Induce a la formación de fenolasas. Promet Cu, se puede recomendar en mezclas con Quimifol Calcio, oligomix y fungicidas de uso común excepto los alcalinos . La composición química del producto se muestra en el Cuadro 2 .

Cuadro 2. Composición química del proteinato de cobre.

Composición química	% p/v
Proteinato de cobre	28.20
Cobre	8.20
Aminoácidos totales	20.00
Nitrógeno orgánico (N)	3.20

Fuente: Química Suiza Industrial del Perú SA

2.7. Importancia del cobre

El cobre (Cu) es requerido para formar clorofila. Es necesario para mover procesos en la planta, es activador de varias enzimas. Se encuentra en mayor proporción en las raíces que en las hojas y otros tejidos, cantidades excesivas de cobre deprimen la actividad del boro y puede producir deficiencia de este elemento en la planta, estas toxicidades no son comunes, los síntomas visuales de deficiencia se producen así. En las plantas de grano las hojas se vuelven amarillentas, en hortalizas se observa un color verde azulado, en suelos orgánicos se presenta las mayores posibilidades de deficiencia de cobre y los suelos arcillosos tienen menos posibilidades de ser deficientes en cobre (KIRKBY y ROMHELD, 2007). Las extracciones por parte de las plantas son muy pequeñas, por lo que suelen presentarse carencias. Cuando estas se producen son debidas a las siguientes causas:

lavado de suelos arenosos que sean pobres en este elemento y el exceso de cal, que impide la asimilación del cobre (FUENTES, 2002). Las funciones del cobre son: esencial para la formación de la clorofila y por tanto fundamental para la fotosíntesis, es un activador enzimático en procesos de respiración y en el metabolismo de proteínas, es esencial en la formación de granos, semillas y frutos, además tienen un marcado efecto en la formación y composición química de la pared celular y contribuye al calor y sabor en frutas y verduras. Interactúa con los citocromos de oxidación (sistemas productores de energía) (QUIFATEX, 2013). Las deficiencias 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 en las plantas el cobre es activador esencial de algunas importantísimas enzimas implicadas en los procesos fotosintéticos y respiratorios, en la síntesis de las proteínas y en la síntesis de la hormona del crecimiento (ácido indolacético) (ALBAMILAGRO, 2012).

2.8. La mancha de hierro

2.8.1. Agente causal

El hongo que causa esta enfermedad es *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke que pertenece a la clase de los Dothideomycetes (AINSWORTH, 1995).

2.8.2. Clasificación taxonómica

La mancha hierro en café, AINSWORTH & BISBY'S (1995) y MICOBANK (2017) indican que la clasificación taxonómica es:

Reino : Fungi

División	:	Ascomycota
Subdivisión	:	Pezizomycotina
Clase	:	Dothideomycetes
Subclase	:	Dothideomycetidae
Orden	:	Capnodiales
Familia	:	Mycosphaerellaceae
Género	:	<i>Cercospora</i>
Especie	:	<i>Cercospora coffeicola</i>

2.8.3. Distribución

Las primeras referencias de esta enfermedad en cafeto vienen desde 1887 en el Brasil, en condiciones de vivero. Esta enfermedad se encuentra en todos los países donde se cultiva cafeto, provocando sus mayores daños en áreas bajas, viveros y en cafetales con poca sombra. Los fuertes ataques pueden afectar en la caída de las hojas y en el proceso de despulpe de los granos al endurecer su exocarpo (ECURED, 2012).

2.8.4. Síntomas

En las hojas se presentan manchas más o menos circulares, al principio de color pardo rojizo, luego el centro de la lesión se toma un color pardo grisáceo casi blanco. Alrededor de las lesiones se forma un halo clorótico de borde indefinido, el cual permite diferenciar la enfermedad a nivel de campo. Si el ataque es fuerte provoca la caída de las hojas o frutos. Los daños más graves ocurren en el fruto, estos se llenan de manchas oscuras y

la pulpa se pone negra, en las hojas se forman manchas grises y redondas (SARANTES, 1988). Las conídias así producidas son diseminadas por la lluvia y el viento. Las conídias penetran a través de las estomas foliares y en los frutos directamente a través de la cutícula (ECURED, 2012).

2.8.5. Condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad

Esta enfermedad en nuestras condiciones (a diferencia del resto) se presenta con mayor incidencia en almácigos y viveros con exposición directa al sol y fundamentalmente cuando el sustrato empleado es deficiente nutricionalmente. Se ha observado que existe una menor incidencia de la enfermedad cuando el suelo tiene alto contenido materia orgánica. La incidencia de esta enfermedad bajo condiciones de campo, está directamente correlacionado con la fertilidad del suelo y el manejo de la plantación a pleno sol. Suelos deficientes en nitrógeno predisponen a la planta (BAYER CROP SCIENCE, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Vivero Productivo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María, ubicado en el distrito de Rupa - Rupa, provincia de Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son: Latitud Sur: $09^{\circ} 16' 00''$ de Latitud Sur y $76^{\circ} 01' 00''$ de Longitud Oeste y una Altitud de 664 m.s.n.m.

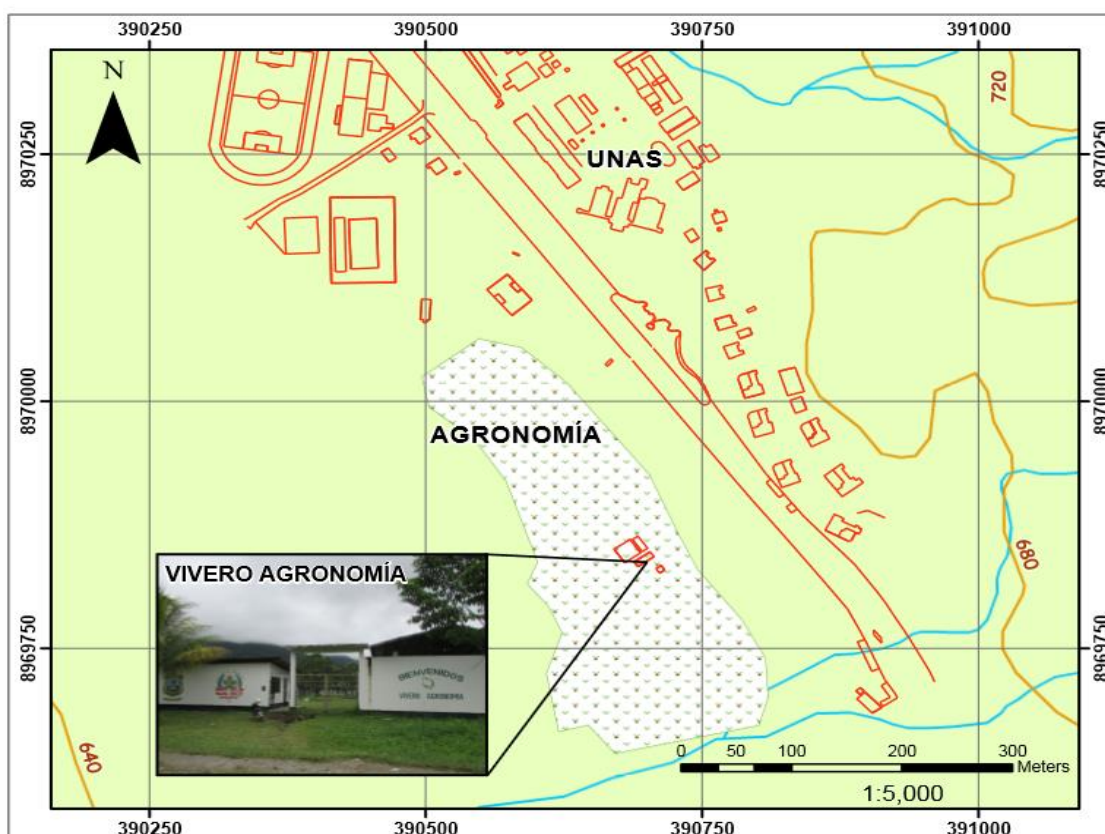


Figura 1. Localización del área experimental

3.1.2. Periodo de ejecución

El trabajo se inició el cinco de julio de 2013, concluyéndose el dos de noviembre del mismo año, teniendo una duración de 125 días. La investigación incluyó la etapa de almácigo y vivero. Las evaluaciones se realizaron en la etapa de vivero, después de 20 días de realizado la inoculación de las plantas.

3.1.3. Condiciones climáticas

Los registros meteorológicos durante la ejecución del experimento fueron obtenidos de la estación meteorológica “José Abelardo Quiñones” de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Cuadro 3).

Cuadro 3. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (julio – noviembre del 2013).

Mes	Temperatura(°C)			Humedad relativa	Precipitación (mm)	Horas Sol
	Max.	Min.	Media			
Abril	30.80	20.60	25.70	84.00	423.60	165.90
Mayo	29.90	20.70	25.30	85.00	205.10	141.10
Junio	29.60	20.10	24.80	85.00	173.20	157.80
Julio	29.50	19.20	24.30	86.00	103.40	191.50
Agosto	30.10	19.80	24.90	84.00	248.70	181.80
Septiembre	31.20	20.10	25.60	82.00	191.00	207.70
Octubre	30.40	20.70	25.50	86.00	496.30	159.30
Noviembre	29.80	20.90	25.30	85.00	286.60	146.80
Promedio	30.16	20.26	25.18	84.63	265.99	168.99

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología UNAS.

La temperatura oscilo entre 19.8 y 30.8 °C con un promedio de 24.8 °C. La humedad relativa muestra ligeros cambios aun en presencia de

variaciones pluviales (precipitaciones), y las precipitaciones oscilaron entre 103.4 y 496.3, con un acumulado de 2127.9 mm, las cuales se consideran apropiadas para el desarrollo de plantones de café a nivel de vivero .

3.1.4. Análisis físico químico del suelo

El análisis físico - químico del suelo fue realizado en el laboratorio de suelos y plantas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; para lo cual se tomaron muestras de suelo hasta una profundidad de 10 cm mediante el método convencional de muestreo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis físico químico del suelo experimental.

Análisis físico		Resultados	Métodos
Arena	(%)	47.68	Hidrómetro
Limo	(%)	34.32	Hidrómetro
Arcilla	(%)	18	Hidrómetro
Clase textural		Franco arcillo arenoso	Triángulo Textural
Análisis químico		Resultados	Métodos
pH	01:01	5.86	Potenciómetro
M.O.	(%)	2.88	Walkey y Black
N total	(%)	0.13	Micro - Kjeldahl
P	ppm	6.45	Olsen modificado
K ₂ O	kg/ha	162.96	Acetato de amonio
CIC	(%)	10.58	Acetato de amonio
Cambiables Cmol(+)/kg		Resultados	Métodos
Ca ⁺⁺		8.42	Absorción atómica
Mg ⁺⁺		1.78	Absorción atómica
K ⁺		0.31	Absorción atómica
Na ⁺		0.07	Absorción atómica
Al ⁺⁺⁺		-	Yuan
H ⁺		-	Yuan
Bases cambiables		100	
Acidez cambiable		-	
Saturación de aluminio		-	

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Se observa un suelo de calase textural franco arcillo limoso, con pH de 5.86, M.O 2.88 %, fosforo 6.45 ppm, K₂O de 162.96 kg/ha, Ca²⁺ e Mg²⁺ igual a 8.42 y 1.78 Cmol(+)/kg. RUCKS *et al.* (2005), manifiesta que los suelos francos son ideales para los cultivos. PIEDRAHÍTA (2009); SADEGHIAN (2016), manifiestan que pH de 5.5 a 6 son considerados ácidos, asimismo ANDRADE y MARTÍNEZ (2014), manifiestan que porcentajes de M.O., mayor de 2.5 % se le denomina altos; además PELLEGRINI (2017), refiere que el contenidos de fosforo menor a 10 ppm es bajo; GUERRERO (2012), refiere que valores mayores de 240 kg/ha se consideran altos; el Instituto Colombiano Agropecuario ICA (1992); citado por SADEGHIAN (2012), hacen referencia que el Ca²⁺ mayor de 6 es alto y Mg²⁺ mayores de 2.5 es alto.

3.1.5. Características del vivero

El experimento se instaló en el vivero productivo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, el cual se encuentra en un área de topografía plana. El germinador está ubicado cerca al vivero experimental, es de cemento y se utilizó un área de 1.5 m x 1.0 m y 20 cm de altura. Para el sombreadamiento se utilizó bambú y calamina, los contornos se protegió con malla Raschel.

3.2. Métodos

3.2.1. Componentes en estudio

Dentro de los componentes en estudio se tiene lo siguiente:

-. A₁: Cultivar de café

- B₁: Dosis de sustancias químicas

- Sulfato de cobre pentahidratado (1.00, 2.00 y 3.00 %)
- Proteinato de cobre (1.00, 2.00 y 3.00 %)

3.2.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio, fueron distribuidos en forma aleatoria en el área experimental y se detallan a continuación:

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Descripción	Dosis (%)	Frecuencia de aplicación
T ₁	Testigo	0.00	15 días
T ₂	Sulfato de cobre Pentahidratado	1.00	15 días
T ₃	Sulfato de cobre Pentahidratado	2.00	15 días
T ₄	Sulfato de cobre Pentahidratado	3.00	15 días
T ₅	Proteinato de cobre	1.00	15 días
T ₆	Proteinato de cobre	2.00	15 días
T ₇	Proteinato de cobre	3.00	15 días

3.2.3. Análisis de varianza

El esquema del análisis de varianza se expresa en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Esquema del análisis de variancia.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Bloques	r-1	SCB	SCB/gl _B = CMB	CMB/CM _{ee}	F _α (gl _B , gl _{ee})
Tratamientos	t-1	SC _{trat}	SC _{trat} /gl _{trat} =CM _{trat}	CM _{trat} /CM _{ee}	F _α (gl _{trat} , gl _{ee})
Error experimental	(t-1)(r-1)	SC _{ee}	SC _{ee} /gl _{ee} = CM _{ee}		
Total	tr-1	SC _{total}			

3.2.4. Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar (DBCA), compuesto de tres bloques y siete tratamientos, incluyendo el tratamiento testigo (T_1). Se halló diferencia de medias con la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para esto se utilizó el Software Microsoft Office Excel 2007 versión en español.

Modelo aditivo lineal

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

Donde:

- Y_{ij} Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al j-ésimo bloque, al cual se le aplicó la i-ésima tratamiento.
- μ Efecto de la media general.
- τ_i Efecto de la i-ésima tratamiento
- β_j Efecto del j-ésimo bloque
- ε_{ij} Efecto aleatorio del error experimental de la unidad experimental correspondiente al j-ésimo bloque al cual se le aplicó la i-ésima tratamiento.

3.2.5. Disposición experimental

a. Dimensiones del vivero experimental.

- | | |
|--------------|---------------------|
| - Largo | 7 m |
| - Ancho | 6.5 m |
| - Área total | 5.00 m ² |

b. Bloques

- Número de bloques	3
- Largo de bloque	7 m
- Ancho de bloque	1.5 m
- Área de bloque	10.5 m
- Distanciamiento entre bloques	1 m

c. Bolsas

- Número de bolsas por unidad experimental (u. e.)	1
- Número de bolsas por tratamiento	20
- Número de bolsa por bloque	140
- Número total de bolsas del experimento	420

d. De los tratamientos

- Número de variedades de café	1
- Número de efectos	2
- Número de dosis	3
- Número de testigos	1
- Número de tratamientos por bloque	7
- Largo de tratamiento	1.5 m
- Ancho de los tratamientos	1 m
- Área de los tratamientos	1.5 m ²

3.2.6. Ejecución del experimento

a. Adquisición de la semilla

Se utilizó semilla certificada de café de la variedad Catimor, adquirida en la Cooperativa Agraria Cafetalera “Divisoria”. La semilla contó con todos los tratamientos fitosanitarios.

b. Preparación del germinador

El germinador se construyó cerca del vivero experimental, en un área de 1.5 m x 1.0 m y 20 cm de altura. Para la germinación de la semilla se empleó como sustrato arena fina lavada y desinfectada previamente con lejía al 2 %. La semilla se coloca 24 horas después de desinfectado el sustrato (arena), luego se procede a cubrir la semilla con una capa de arena (2 cm de espesor). Al finalizar la siembra también se tapó con costales para mantener la humedad.

c. Manejo del germinador

Para la obtención de plántulas en un estado óptimo para el repique, se realizó riegos oportunos al germinador. También se realizó deshierbo manual con el fin de evitar la competencia de nutrientes y brindar mejores condiciones para el crecimiento de las plántulas.

d. Preparación del sustrato

El sustrato se obtuvo del fundo agrícola de la Facultad de Agronomía de la universidad. Se tamizó el suelo empleando una malla metálica de 2 mm de diámetro, el tamizado se realizó con la finalidad de obtener tierra

fina libre de grumos y piedras, posteriormente se procedió al llenado de las bolsas. Las bolsas utilizadas fueron de polietileno de 6x8 pulgadas, las mismas que fueron distribuidas en el vivero.

e. Siembra de las plántulas de café

Se realizó cuando las plántulas germinadas se encontraban en estado de “mariposa” (62 días), para lo cual se procedió a hacer un hoyo en la bolsa con ayuda de una estaca delgada (del ancho de un lápiz) de una profundidad aproximada de 8 cm, en donde se colocó la plántula evitando torcer la raíz y finalmente se procedió a regarlas. Las plántulas fueron colocadas tomando en cuenta el DBCA.

f. Manejo del vivero

El control de malezas se realizó en forma periódica utilizando el método manual, con la finalidad que las bolsas estén libres de malezas para evitar la competencia por luz, espacio y nutrientes. El riego se realizó en función a las necesidades de la planta y en forma periódica, evitando el exceso de humedad en el vivero.

g. Aplicación de los productos en estudio

La aplicación fue foliar, para lo cual se utilizó un aspersor manual (marca MEXPLAG), la aplicación se realizó a las 24 horas del trasplante cuando las plántulas se encontraban en el estado mariposa.

h. Dosis y frecuencia de aplicación de los productos

La dosis que se aplicó fue 1, 2 y 3% de sulfato de cobre pentahidratado y proteínato cobre, con un intervalo de 15 días.

i. El inóculo

Se colectaron hojas de café con síntomas de la mancha de hierro (25 hojas), las cuales fueron trasladadas dentro de una bolsa de polipropileno al Laboratorio de Entomopatógenos.

Seguidamente se realizó tres montajes rápidos (portaobjeto, lactofenol y cinta adhesiva), es decir un montaje por hoja y con la ayuda de un microscopio se verificó la presencia de *Cercospora coffeicola*. Seguidamente para la preparación del inóculo se utilizó un vaso precipitado de polipropileno con capacidad de tres litros, que contenía dos litros de agua destilada estéril. Las hojas fueron introducidas en el vaso precipitado y con la ayuda de una baqueta de vidrio se removió el contenido por un minuto, la suspensión se dejó reposar durante 24 horas tiempo necesario para que se obtenga mayor concentración de inóculo y puedan estar activa las conidias de *Cercospora*. Trascurrido el tiempo con la ayuda de una pipeta (1 ml de volumen) se depositó una alícuota de la suspensión en la Cámara de Neuwauer para determinar la concentración de conidias, después de tres repeticiones se determinó la concentración de 1×10^5 conidias/ml.

Para la aplicación se utilizó un aspersor manual (marca MEXPLAG), la suspensión fue vertida dentro del aspersor y fue trasladado al vivero, donde se realizó la aplicación a las plantas de café de dos días de

trasplante. Una vez inoculado el patógeno, al día siguiente rego las plantas suavemente y se humedeció el sustrato para mantener la humedad del ambiente y de esta manera mejorar las condiciones del medio para el desarrollo de la enfermedad.

3.2.7. Características evaluadas

Durante la conducción del experimento se registraron las siguientes evaluaciones:

a. Incidencia

Esta medida estuvo en base al porcentaje de plantas que presentaron síntomas o que fueron muertas por la enfermedad. La evaluación se efectuó antes de la aplicación de los tratamientos. Para determinar la incidencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas con presencia de la enfermedad}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \times 100$$

b. Severidad

La severidad de la enfermedad se evaluó teniendo en cuenta el área de la hoja colonizada por el patógeno después de la inoculación, la misma que se presentó como área necrótica foliar. Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días después de colocado en las bolsas.

Se evaluó de acuerdo a una escala de severidad proporcionada por el SENASA (2003), esta escala nos permitió estimar el porcentaje de tejido enfermo del plantón. La evaluación fue tomada quincenalmente.

Cuadro 7. Escala de severidad.

Grado o calificación	Descripción
0	Sano o sin síntomas visibles
1	Síntomas visibles llegando de 1 a 5 % del área total sana
2	Las manchas llegan a ocupar del 6 al 20 % del área sana
3	Las hojas se necrosan afectando el 21 al 50 % del área sana
4	Mayor al 50 % del área foliar se encuentra afectada

Fuente: SENASA (2003)

c. Altura y diámetro del tallo

La medición de la altura se tomó desde el cuello de la planta hasta la yema terminal visible, utilizando una regla graduada en centímetros, mientras que el diámetro se evaluó con vernier a la altura de la cicatriz cotiledonal. Estas medidas se tomaron cada 15 días a las seis plantas identificadas para la respectiva evaluación.

d. Número de hojas

El número de hojas se determinó de las seis plantas evaluadas por cada unidad experimental, este parámetro se realizó cada 15 días.

e. Área foliar

Se determinó de las seis plantas evaluadas por cada unidad experimental, se realizó al finalizar el experimento (125 días después de la siembra). Para evaluar esta característica se utilizó el método de las pesadas, el cual tiene el siguiente procedimiento: Se dibujó las siluetas de todas las hojas de una planta en un papel; luego se cortó cuidadosamente para posteriormente ser pesadas todas juntas. Se cortó 100cm² del mismo papel y se pesó. Utilizando este valor y el método de la regla de tres simple se determinó el área foliar de las plantas de cada tratamiento en estudio .

$$\text{Área foliar (cm}^2\text{)} = \frac{\text{PSH} \times 100}{\text{PMP}}$$

Dónde:

PSH	Peso de las siluetas de las hojas (g)
100	Área de las muestras de papel (100 cm x 10 cm).
PMP	Peso de la muestra de papel de 100 cm ² (g).

f. Volumen de raíces

Este parámetro se efectuó teniendo en cuenta el promedio del volumen de las seis plantas evaluadas por cada tratamiento. La metodología consistió en sumergir la plántula hasta el cuello de la raíz en una probeta graduada llena con agua destilada lo cual nos permitirá determinar el volumen por diferencia. Esta característica se determinó al finalizar el experimento (125 días después de la siembra).

g. Materia seca

La determinación de este parámetro se realizó al finalizar el experimento. Se tomó al azar tres plantas por cada tratamiento para realizar la evaluación correspondiente. Se empleó la siguiente fórmula: El procedimiento que se empleó fue el siguiente: se tomó muestras frescas de la parte foliar y radicular, las cuales fueron pesadas y puestas en bolsas de papel periódico, para así obtener el peso fresco de las muestras; para obtener el peso seco, se llevó las muestras a la estufa a 70 °C durante 48 horas, hasta que adquieran peso constante, posteriormente las muestras secas fueron pesadas, y por diferencia se calculó el porcentaje de humedad y materia seca .

$$\text{Materia seca} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

h. Análisis de rentabilidad

La evaluación de la rentabilidad de los diferentes tratamientos en estudio, se realizó por el método "análisis comparativo de ingresos y costos de producción". El índice de rentabilidad (B/C) en cada tratamiento, se determinó mediante la siguiente ecuación :

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

El ingreso bruto en todos los tratamientos, se determinó multiplicando el número de plántones producidos para 1.0 ha (5 000 plántones de café) el precio de cada plántón en el mercado es de S/. 0.75 .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plántones de café a nivel de vivero

De acuerdo a la prueba de F del ANVA (Cuadro 8), se encontró diferencias estadísticas significativas entre los bloques y tratamientos, esto quiere decir que al menos uno o unos resultados es estadísticamente diferente, es decir que el área de terreno utilizado para el experimento no fue homogéneo, esto coincide con lo mencionado por GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) que indican que al obtener significancia estadística en los bloques en el análisis de variancia su influencia en la calidad de la respuesta es significativa y existirá interacción entre el factor bloque y el factor de tratamientos, así mismo CALZADA (1986) menciona que al existir diferencias significativas entre los bloques en un análisis de variancia, estos influenciarán en los resultados obtenidos. Para la incidencia de la mancha de hierro en plántones de café en vivero se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, esto quiere decir que uno o algunos de los tratamientos aplicados en los plántones de café en vivero infectados con mancha de hierro están ejerciendo un efecto en la incidencia de mancha de hierro en el experimento.

El coeficiente de variabilidad fue de 19.41 %, esto quiere decir que existe una buena homogeneidad en la incidencia de mancha de hierro en las unidades experimentales de cada tratamiento. Es decir, los tratamientos aplicados en la presente investigación tuvieron valores similares en la incidencia de *Cercospora coffeicola* en plantas de café en vivero. CALZADA

(1986) señala que, para obtener resultados confiables en trabajos experimentales en campo, el coeficiente de variabilidad debe ser menor a 30 %, por lo tanto, los resultados obtenidos en la presente investigación están dentro de lo recomendado.

Cuadro 8. Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plántones de café a los 105 días de la siembra en la fase de vivero con aplicación de productos de resistencia.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Sig.
Bloque	2	571.03	285.51	S
Tratamientos	6	5129.00	854.83	S
Error experimental	12	831.23	69.27	
Total	20	6531.26		
CV (%)	19.41			

N.S. : No Significativo
A.S. : Altamente Significativo

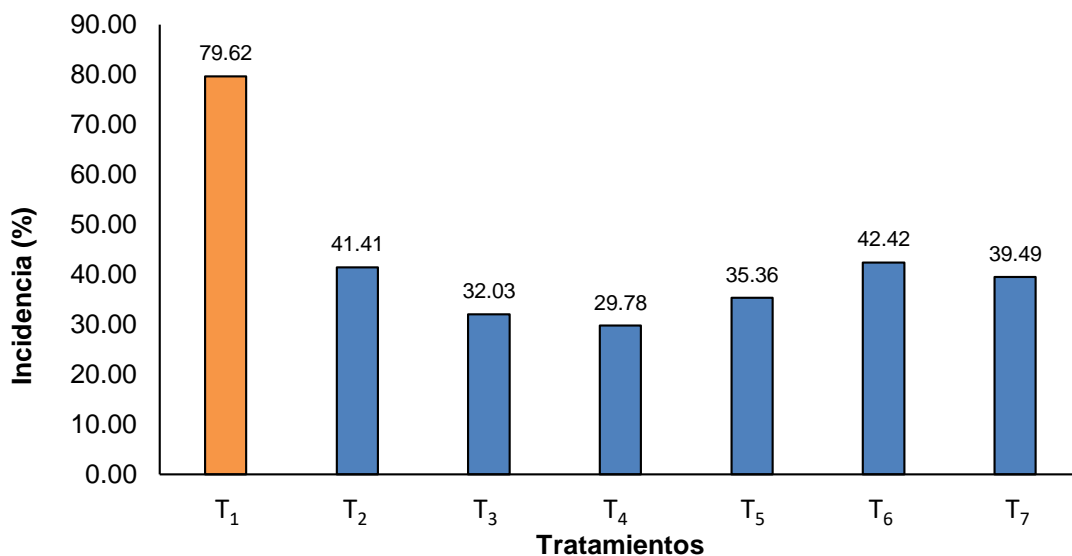
S. : Significativo
C.V. : Coeficiente de Variabilidad

En el Cuadro 9, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en fase de vivero, observándose que la incidencia por los tratamientos T₁ (Testigo) = 79.62 %, es decir los tratamientos T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %), T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₅ (Proteinato de cobre 1 %), T₆ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %) y T₇ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), fueron superiores estadísticamente al tratamiento testigo, debido a que la incidencia de mancha hierro de café en plantas de vivero fue mayor en el tratamiento testigo, que no tuvo ninguna aplicación de ningún producto de resistencia. Los tratamientos que recibieron la aplicación de los

productos de resistencia no tuvieron diferencias estadísticas significativas, pero sí tuvieron diferencias numéricas, es decir el tratamiento T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %) = 29.78 % fue superior numéricamente al tener menor porcentaje de incidencia en comparación con a los demás tratamientos, esto puede deberse a que este producto interviene en la formación de proteínas, vitaminas y enzimas, determinando el engrosamiento de la pared celular tal como lo indica TQC (2012), lo que se traduce como una mayor resistencia frente a la presencia de enfermedades como la mancha hierro y en este caso como una menor incidencia del agente patógeno. De igual modo los tratamientos con proteinato de cobre demostraron menor incidencia de la enfermedad en comparación con el testigo, esto debido a que el producto PROMET Cu induce a una mayor formación de fenolasas, las mismas que ejercen una acción de protección contra el ataque de hongos y bacterias, permitiendo una mayor estabilidad de la membrana y paredes celulares, evitando o reduciendo el avance de la enfermedad, tal como lo señala QUÍMICA SUIZA (2014). Todos los tratamientos que tuvieron dosis de productos abióticos tuvieron resultados bajos en incidencia en comparación con el tratamiento testigo, el T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %), T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), T₅ (Proteinato de cobre 1 %), T₆ (Proteinato de cobre 2 %) y T₇ (Proteinato de cobre 3 %) consiguieron 41.41, 32.03, 35.36, 42.42 y 39.49 % respectivamente en el periodo que duro la investigación (105 días), demostrando lo mencionado por BARBOSA *et al.* (2008), que indica que la aplicación de los productos abióticos contribuye al control de patógenos y plagas, debido a que evita el riesgo de emergencia de poblaciones de patógenos o plagas resistentes a productos químicos .

Cuadro 9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantones de café a los 105 días después de la siembra en fase de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.

Tratamientos		Incidencia	
Clave	Descripción	%	Sig.
T ₄	Sulfato de cobre pentahidratado 3 %	29.78	a
T ₃	Sulfato de cobre pentahidratado 2 %	32.03	a
T ₅	Proteinato de cobre 1 %	35.36	a
T ₇	Proteinato de cobre 3 %	39.49	a
T ₂	Sulfato de cobre pentahidratado 1 %	41.41	a
T ₆	Proteinato de cobre 2 %	42.42	a
T ₁	Testigo	79.62	b



Leyenda:

T₁ = Testigo

T₃ = Sulfato de cobre pentahidratado 2 %

T₅ = Proteinato de cobre 1 %

T₇ = Proteinato de cobre 3 %

T₂ = Sulfato de cobre pentahidratado 1 %

T₄ = Sulfato de cobre pentahidratado 3 %

T₆ = Proteinato de cobre 2 %

Figura 2. Incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantones de café en vivero.

La verdadera acción de los productos de resistencia (Figura 2) al obtener

valores del porcentaje de incidencia por debajo del T₁ (Testigo), afirmando lo mencionado por KESSMANN *et al.* (1994), que estas sustancias actúan sobre el vegetal impidiendo o retrasando la entrada del patógeno, y limitando consecuentemente su actividad en el tejido u órgano infectado, haciendo efectivo su acción contra hongos, adicionalmente SÁNCHEZ (2007) afirma que el cobre tiene una acción fungicida que incrementa la resistencia natural de la planta. Ambos productos, tanto sulfato de cobre pentahidratado (FERTIL COPPER) y proteinita de Cobre (PROMET Cu), también cumplieron el papel de fertilizante foliar, razón por la cual la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke fue menor para todos los tratamientos con dosis de productos en comparación con el tratamiento testigo, coincidiendo con lo afirmado por RENGIFO *et al.* (2006) y CAPERA *et al.* (1997) quienes mencionan que un adecuado suministro de nutrientes en el café disminuye el efecto de la mancha hierro.

4.2. Severidad de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantones de café a nivel de vivero

De los resultados obtenidos se procedió a realizar el ANOVA ($\alpha = 0.05$) del porcentaje de severidad de la mancha de hierro en plantones de café a nivel de vivero con la aplicación de dos productos de resistencia en diferentes tratamientos, de acuerdo a la prueba de F del ANOVA (Cuadro 10) no se encontró diferencias estadísticas entre los bloques en todas las evaluaciones realizadas, esto quiere decir que nuestros resultados obtenidos en campo no estuvieron influenciados por los bloques, es decir que el área de terreno utilizado para el experimento fue homogéneo.

Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha=0.05$) para el grado de severidad de plantones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.

Fuente de variabilidad	G.L	Cuadrados medios													
		15	Sig.	30	Sig.	45	Sig.	60	Sig.	75	Sig.	90	Sig.	105	Sig.
Bloques	2	0.0043	NS	0.0159	N.S.	0.0084	N.S.	0.0063	N.S.	0.0119	N.S.	0.0010	N.S.	0.0089	N.S.
Tratamientos	6	0.3107	AS	0.2400	AS	0.0259	S	0.0237	S	0.0196	AS	0.0381	S	0.0360	S
Error	12	0.0035		0.0105		0.0056		0.0067		0.0034		0.0122		0.0101	
Total	20														
CV (%)		7.30		12.28		9.07		8.99		4.91		7.08		5.34	

N.S. : No Significativo
 S. : Significativo
 A.S. : Altamente Significativo
 dds : Días después de la siembra
 C.V. : Coeficiente de Variabilidad

GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) indican que, al no obtener significancia estadística en los bloques en el análisis de variancia, su influencia en la calidad de la respuesta no es significativa y no existirá interacción entre el factor de bloque y el factor tratamientos, así mismo CALZADA (1986) menciona que, al no haber diferencias significativas entre los bloques en un análisis de variancia, estos no influenciarán en los resultados obtenidos. Por lo tanto, en futuros experimentos no es necesario evaluar el factor de bloques, de acuerdo a lo recomendado por GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) que señalan que cuando se acepta que los bloques son iguales en respuesta media, entonces se tiene argumento a favor de no controlar este factor en futuros experimentos sobre esta misma respuesta. Para el análisis de severidad en plántones de café a nivel de vivero se encontró diferencias altamente significativas a los 15, 30 y 75 días después de la siembra y diferencias significativas a los 45, 60, 90 y 105 días después de la siembra (Cuadro 11), esto quiere decir que uno o algunos de los tratamientos aplicados en plántones de café infestados con mancha hierro está ejerciendo un efecto negativo en la severidad.

Los coeficientes de variabilidad (CV), a los 15, 45, 60, 75, 90, y 105 días después de la siembra fueron de 7.30, 9.07, 8.99, 4.91, 7.08 y 5.34 %, respectivamente; esto quiere decir que existe muy buena homogeneidad. Asimismo, el coeficiente de variabilidad a los 30 días fue de 12.28 %, esto demuestra que hubo muy buena homogenización.

Cuadro 11. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la severidad de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantones de café a los 105 días después de la siembra en fase de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.

Clave	Severidad (%)													
	15	Sig.	30	Sig.	45	Sig.	60	Sig.	75	Sig.	90	Sig.	105	Sig.
T ₂	0.556	a b	0.667	a b	0.75	a	0.806	a	1.111	a	1.472	a	1.778	a
T ₃	0.500	a	0.611	a	0.667	a	0.861	a	1.139	a	1.500	a	1.806	a
T ₆	0.833	c	0.806	a b	0.861	b	0.917	a	1.167	a	1.528	a	1.833	a
T ₄	0.667	b	0.806	a b	0.856	b	0.861	a	1.194	a	1.500	a	1.861	a
T ₅	0.833	c	0.833	b	0.867	b	0.889	a	1.194	a	1.556	a	1.889	a
T ₇	0.833	c	0.667	a b	0.828	b	0.944	a b	1.167	a	1.556	a	1.889	a
T ₁	1.472	d	1.444	c	0.956	b	1.083	b	1.361	b	1.806	b	2.111	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha = 0.05$)

Leyenda:

- T₂ = Sulfato de cobre pentahidratado 1%
- T₃ = Sulfato de cobre pentahidratado 2%
- T₆ = Proteinato de cobre 2%
- T₄ = Sulfato de cobre pentahidratado 3%
- T₅ = Proteinato de cobre 1%
- T₇ = Proteinato de cobre 3%
- T₁ = Testigo

Los resultados demuestran que entre las unidades experimentales de cada tratamiento tuvieron un comportamiento similar, debido a que el porcentaje de severidad de la mancha hierro presentado en los plántones de café en vivero fue homogéneo, de tal manera que las evaluaciones realizadas fueron uniformes en cada una de las repeticiones de cada tratamiento. Además, para obtener resultados confiables en trabajos experimentales en campo el coeficiente de variabilidad debe ser menor que 30 %, por lo tanto, nuestros resultados están dentro de lo recomendado por CALZADA (1986).

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) (Cuadro 11) para la característica severidad de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plánton de café en fase de vivero, donde los resultados obtenidos en cada una de las evaluaciones, muestran comportamientos distintos entre las distintas dosis de productos de resistencia en los diferentes días de evaluación. Obtenemos dos rangos, donde se observa que el tratamiento T₁ (Testigo), es el que presentó los valores más altos de área necrótica foliar, por lo tanto, es el que mayor grado de severidad alcanzó, mientras que las plantas tratadas con sulfato de cobre pentahidratado y proteinato de cobre son los que menos daño sufrieron. No hubo ninguna diferencia entre el proteinato de cobre y el Sulfato de Cobre Pentahidratado, es decir que cualquiera de los tratamientos utilizados servirá para el control sobre el porcentaje de severidad de mancha hierro en plántones café en vivero. Asimismo, TITO (2014) refiere que el efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en todas las densidades de población presentaron una escala de tres (del 1 al 5 % de área afectada). Y en las dosis de sulfato de cobre, solamente el testigo absoluto fue el de mayor severidad con grado

cinco. Resultados que coinciden con nuestro trabajo ya que al aplicar sulfato de cobre pentahidratado y proteinato son los tratamientos que presentan menos severidad que el testigo. A pesar de no existir diferencias significativas, los tratamientos T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado al 1 %) y el T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado al 2 %), son los que mejor respondieron con respecto a los tratamientos T₆ (Proteinato de cobre 2 %), T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₅ (Proteinato de cobre 1 %) y T₇ (Proteinato de cobre 3 %).

Los resultados obtenidos confirman la efectividad de estos productos frente a la enfermedad mancha hierro especialmente la del sulfato de cobre pentahidratado tratamientos T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %) y T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), a juzgar por el bajo índice de severidad observado. Este producto ha sido reportado por GUEVARA *et al.* (2006) quienes manifiestan que el sulfato de cobre pentahidratado ha demostrado ser eficiente, en la supresión de la marchitez del algodónero causada por *Fusarium oxisporum* específicamente cuando fue aplicado a las semillas foliarmente, a juzgar, por el bajo índice de severidad y el consiguiente porcentaje de supresión de la marchitez. Asimismo, RODRÍGUEZ *et al.* (2005), demostraron que el Sulfato de Cobre Pentahidratado, es también eficaz en el control de la antracnosis del fruto de mango causada por *Colletotrichum gloesporioides*, aún sin que el producto tenga contacto con el fruto. También este producto ha sido reportado por RODRÍGUEZ-GÁLVEZ (2003), quienes mencionan que el sulfato de cobre pentahidratado ha demostrado ser eficiente en el control de la muerte regresiva del mango causada por *Lasodiopodia theobromae* en condiciones de laboratorio y campo. Por último, NAVARRO y NAVARRO (2013) mencionan que uno de los

principales correctores de cobre es el Sulfato de Cobre (CuSO_4), que es el compuesto de mayor concentración en la composición de sulfato de cobre pentahidratado (FERTIL COPPER F) y proteinato de cobre (PROMET Cu).

Si bien es cierto que en las primeras evaluaciones (día 15, 30 y 45) existieron diferencias estadísticas entre tratamientos que poseían dosis de sulfato de cobre pentahidratado y proteinato de cobre sobre el grado de severidad de la mancha de hierro en las plantas de café en vivero. Tal es así que el T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %) y T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %) son los tratamientos que menos presencia de tejido foliar necrosado presentaban en el experimento. Posterior a la evaluación del día 60, 75, 90 y 105 se apreció que los resultados sobre severidad en las plantas fueron tomando similitud estadística en el control de la mancha hierro, por lo que se deduce que las dosis de sulfato de cobre pentahidratado al 1, 2 y 3 % tuvieron efecto más rápido en el control de la mancha hierro en comparación con los tratamientos en las mismas proporciones de proteinato de cobre que tuvieron un efecto más tardío.

La severidad de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantas de café en fase de vivero como respuesta a la aplicación de dos productos de resistencia (Figura 3). Los valores de R cuadrado (R^2) variaron de 0.5624 a 0.9466, estos valores de R^2 indican, la variación que existe en la severidad de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke, frente a la aplicación de dos productos de resistencia, según GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) hacen referencia que el R cuadrado (R^2) cercano a 1 hay mayor dependencia entre variables en estudio.

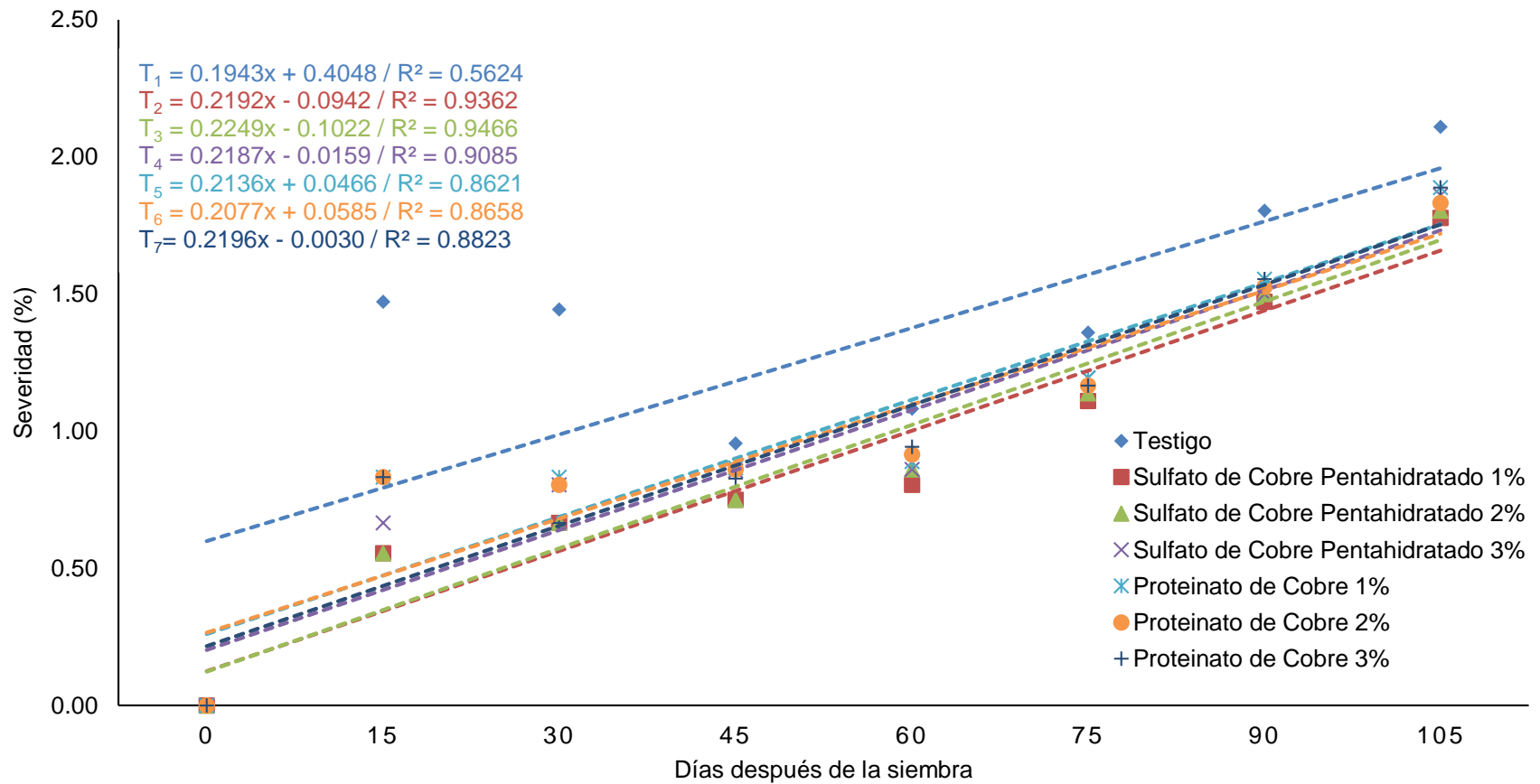


Figura 3. Relación de severidad de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantas de café en fase de vivero como respuesta a la aplicación de dos productos de resistencia, de julio a noviembre del 2013 en Tingo María.

Teniendo en cuenta la referencia, se observa mayor dependencia en la de severidad con los tratamientos donde se aplicó sulfato de cobre pentahidratado al 2 y 1 % con 95 y 94 % respectivamente, es decir, que el modelo de regresión polinómica nos sirve para hacer pronóstico del porcentaje de severidad de mancha de hierro en plántones de café.

Pero se observa que el efecto de la aplicación de los productos de resistencia favoreció en la activación del sistema de defensa natural de los plántones de café en la etapa de vivero impidiendo la penetración y colonización del patógeno en el tejido en comparación en el tratamiento donde no se aplicó estos productos de resistencia. EBRAHIM y SINGH (2011) mencionan que el sistema de defensa produce cambios físicos el cual incluye el refuerzo de la pared celular, así mismo DURRANT y DONG (2004) reportaron que existen cambios bioquímicos que incluyen la activación de enzimas y síntesis de proteínas, conceptos que coinciden con los efectos de la aplicación de PROMET Cu y FERTIL COPPER F, el porcentaje de severidad disminuye respecto al testigo Así mismo PLASTER (2000) indica que el cobre forma parte de varias enzimas importantes especialmente para formar la clorofila y que su deficiencia afecta a la resistencia de una planta frente a la enfermedad y a los controles de humedad.

Finalmente, tratándose del tratamiento T₁ (Testigo), la severidad de la enfermedad estuvo más marcada, esto debido a que el género *Cercospora* produce la toxina cercosporina, el cual induce a la producción de oxígeno atómico en la célula del hospedante, lo cual hace que las últimas pierdan electrolitos y se rompa la membrana celular favoreciendo a la multiplicación del agente patológico en la planta de acuerdo a lo reportado por AGRIOS (1999).

GALENO (2006) evaluó alternativas de manejo para la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cook) en el cultivo de café usando oxiclورو de cobre, determinando un control exitoso por debajo de la curva de incidencia de 1 %, trabajo que coincide con nuestros datos, es así que al usar sulfato de cobre todos los tratamientos resultaron menores en incidencia y severidad de la mancha de hierro en las plántulas de café. Toda vez que el ingrediente activo es el cobre. Ya que UNICAFE (1996), citado por GALENO (2006) hace referencia que el cobre ejerció un control sobre la incidencia de mancha de hierro.

4.3. Características biométricas del plantón de café

4.3.1. Altura del plantón de café

Al realizar el ANVA ($\alpha = 0.05$) para la altura de tallo de las plantas de café con aplicación de dos productos de resistencia, de acuerdo a la prueba de F del ANVA (Cuadro 12) no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los bloques en todas las evaluaciones realizadas, esto quiere decir que nuestros resultados obtenidos en campo no estuvieron influenciados por los bloques, es decir que el área de terreno utilizado para el experimento fue homogéneo, esto coincide con lo mencionado por GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) que indican que al no obtener significancia estadística en los bloques en el análisis de variancia, su influencia en la calidad de la respuesta no es significativa y no existirá interacción entre el factor de bloque y el factor de tratamientos así mismo CALZADA (1986) menciona que al no haber diferencias estadísticas entre bloques en un análisis de variancia, estos no influenciaron en los resultados obtenidos. Por lo tanto, en futuros experimentos no es necesario

evaluar el factor de bloques, de acuerdo a lo recomendado por GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) que señalan que cuando se acepta que los bloques son iguales en respuesta media, entonces se tiene el argumento a favor de no controlar este factor en futuros experimentos sobre esta misma respuesta. Existieron diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$), entre los tratamientos en altura de tallo a los 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra (Cuadro 12). Esto quiere decir que uno o algunos de los tratamientos aplicados a las plantas de café en vivero está ejerciendo un efecto en el desarrollo de altura del tallo a los 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra, como lo confirma la interpretación estadística de CALZADA (1986) en el análisis de variancia. Sin embargo a los 15 días después de la siembra no se encontró diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra fue de 5.35, 4.75, 5.33, 7.54, 7.52 y 8.90 % respectivamente, esto significa de acuerdo con CALZADA (1986) que existe excelente homogeneidad en la altura de tallo, es decir, las respuestas de las unidades experimentales de cada tratamiento tuvieron valores similares. Sin embargo, a los 105 días después de la siembra el coeficiente de variabilidad fue de 10.08 %, que se obtuvo muy buena homogeneidad. A todo esto, se interpreta que el desarrollo de altura de tallo en plantas de café en vivero con aplicación de dos productos de resistencia fueron variables en cada una de las repeticiones de cada tratamiento, al existir diferencias estadísticas significativas en el ANVA (Cuadro 12) en el factor altura de tallo, se procedió a realizar la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) (Cuadro 14), las principales diferencias se observaron a los 105 días.

Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de variancia ($\alpha=0.05$) para la altura de tallo de plantones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.

Fuente de variabilidad	G.L	Altura de plantones													
		15	Sig.	30	Sig.	45	Sig.	60	Sig.	75	Sig.	90	Sig.	105	Sig.
Bloques	2	0.0769	NS	0.0343	NS	0.0893	NS	1.3518	NS	0.4840	NS	6.3380	NS	4.6337	NS
Tratamientos	6	0.3140	NS	0.3765	S	0.6938	S	2.1584	S	3.2166	S	6.6420	S	9.0163	S
Error exp.	12	0.1090		0.1140		0.2254		0.6521		0.9352		1.9442		3.0079	
Total	20														
CV (%)		5.35		4.75		5.33		7.54		7.51		8.90		10.08	

N.S. : No Significativo
S. : Significativo
dds : días después de la siembra
C.V. : Coeficiente de Variabilidad

Cuadro 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la altura del plantón de café a los 105 días de siembra a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.

Tratamientos	Altura de tallo (cm)													
	15	Sig.	30	Sig.	45	Sig.	60	Sig.	75	Sig.	90	Sig.	105	Sig.
T₃ SCP 2 %	6.408	a	7.461	a	9.256	a	11.072	ab	14.106	a	17.317	a	19.317	a
T₂ SCP 1 %	6.367	a	7.428	a	9.322	a	11.617	a	13.517	a	16.700	a	18.883	a
T₄ SCP 3 %	6.142	a	7.333	a	9.506	a	11.817	a	13.806	a	16.372	a	18.194	a
T₆ PC 2 %	6.283	a	7.189	a	8.844	ab	10.511	b	12.661	ab	15.483	a	17.089	a
T₅ PC 1%	6.217	a	6.744	b	8.578	b	10.556	b	12.967	a	15.500	a	16.667	a
T₇ PC 3%	6.408	a	7.106	ab	8.683	b	9.911	b	11.722	b	15.633	a	15.878	a
T₁ Testigo	5.408	b	6.528	b	8.150	b	9.511	b	11.372	b	12.678	b	14.428	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha = 0.05$)

dds: Días después de aplicación

SCP: Sulfato de Cobre Pentahidratado

PC: proteinato de Cobre

Mediante la prueba de Duncan (Cuadro 13) se observa tres rangos donde los tratamientos T₃, T₂ y T₄, son los que mayor altura han presentado, los tratamientos T₆, T₅ y T₇ han obtenido valores intermedios, en comparación con el testigo T₁, que registró los valores más bajos en cuanto a altura se refiere durante las evaluaciones. Por lo tanto, nos indica que los tratamientos T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado al 2 %), T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado al 1 %) y el T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado al 3 %), con 19.317, 18.883 y 18.194 cm de altura respectivamente fueron los que tuvieron mejor significancia para el factor altura de tallo. Estos resultados pueden deberse a que en las plantas el cobre es activador esencial de algunas importantísimas enzimas implicadas en los procesos fotosintéticos y respiratorios, en la síntesis de las proteínas y en la síntesis de la hormona del crecimiento (ácido indolacético) tal como lo indica ALBAMILAGRO (2012); que en contraste con el T₁ (Testigo) que presenta una media relativamente baja de 14.428 cm; probablemente se deba a que las plantas de café, este tratamiento no activaron totalmente las enzimas de crecimiento y aquellas implicadas en procesos de la fotosíntesis y la respiración.

El crecimiento del plantón de café desde la siembra hasta los 105 días después de la siembra, como respuesta a las aplicaciones de dos productos de resistencia sobre la *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke (Figura 4). Los valores de R cuadrado (R²) variaron de 0.9327 a 0.9681 %; estos valores de R² indican, la variación que existe en el crecimiento de plantón de café frente a la aplicación de dos productos de resistencia, según GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) hacen referencia que el R cuadrado (R²) cercano a 1 hay mayor dependencia entre variables en estudio.

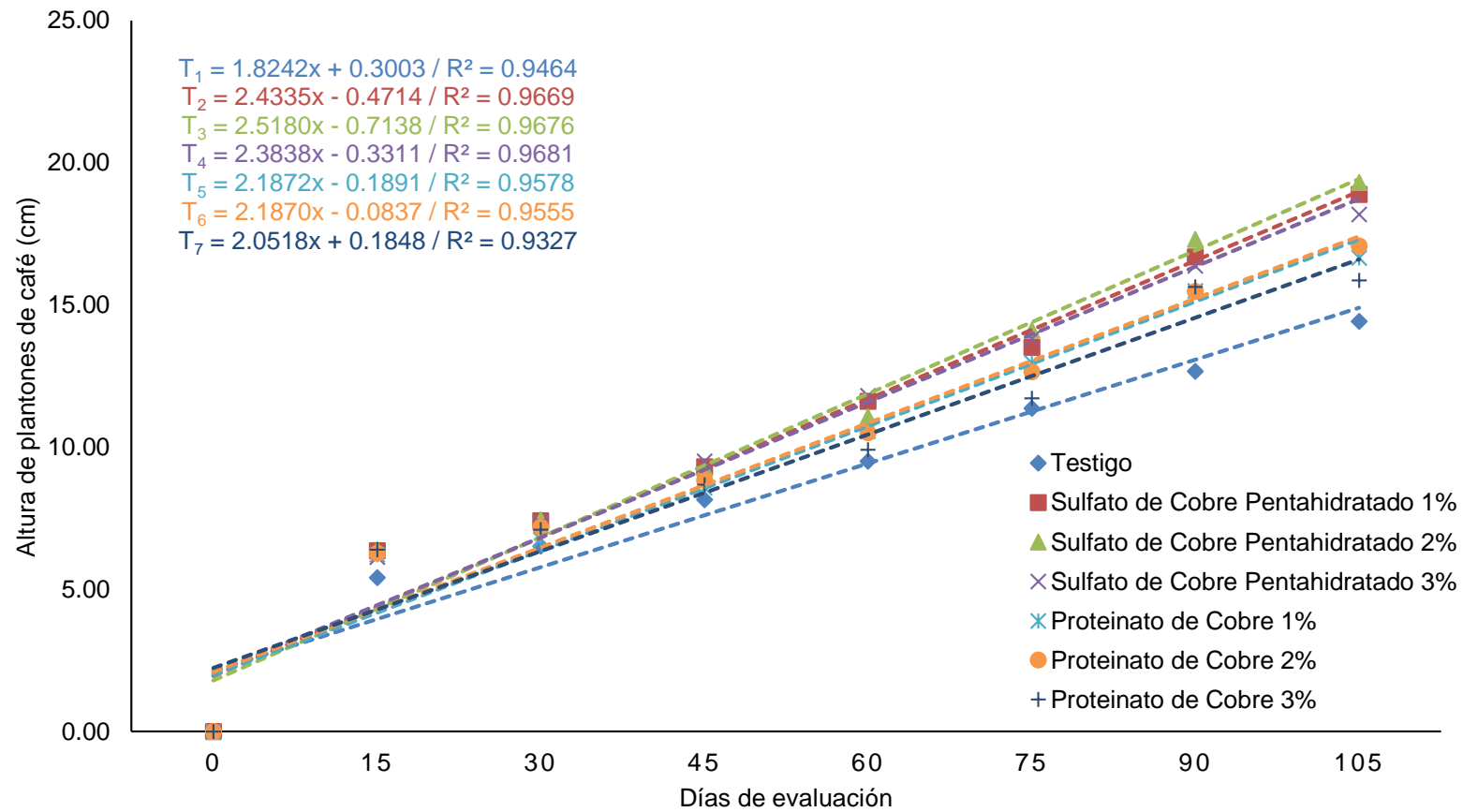


Figura 4. Crecimiento del plantón de café desde la siembra hasta los 105 días después de la siembra, como respuesta a las aplicaciones de dos productos de resistencia sobre la *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke de Julio a noviembre de 2013.

Se muestra que la mayor relación en crecimiento de plántones de café se da con el tratamiento donde se aplicó sulfato de cobre pentahidratado 3 % con una relación de 97.80 %. Al transcurrir los días de aplicación y evaluación, llegamos al día 105 después de la siembra en donde se aprecia diferencias marcadas entre los tratamientos con aplicación de los productos y el tratamiento testigo. El tratamiento T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %) y T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %) obtuvieron los mayores resultados, esto debido a que el producto que se le aplicó FERTIL COOPER F aparte de cumplir la función de efectos de resistencia, también funciona como fertilizante foliar corrector de cobre, favorece el metabolismo del nitrógeno en la planta y activa la función clorofílica tal como lo indica (TQC, 2012). A pesar que estos tratamientos, fueron los de mayor altura de tallo, no llegan al estándar de calidad para este parámetro (Cuadro 3), que de acuerdo con INIFAP (2013) un plánton de calidad tiene que adquirir de 20 a 25 cm de altura durante 5 meses en etapa de vivero. Para el presente estudio solo se realizó aplicaciones de dos productos de resistencia a base cobre por vía foliar, esta vía solo es utilizada como una forma de suministrar a la planta elementos complementarios como los oligoelementos, cuya esencialidad está relacionada a su papel de activadores de numerosos sistemas enzimáticos (DONAHUE *et al.*, s/a).

4.3.2. Diámetro del plánton de café

En el análisis de variancia (ANVA) (Cuadro 14) se presenta los cuadrados medios del análisis de varianza correspondiente al diámetro de tallo en todas las aplicaciones por cada fecha de evaluación.

Cuadro 14. Cuadrados medos del análisis de variancia ($\alpha=0.05$) para diámetro de tallo de plantones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.

Fuente de variabilidad	G.L	Diámetro de tallos (mm)													
		15	Sig.	30	Sig.	45	Sig.	60	Sig.	75	Sig.	90	Sig.	105	Sig.
Bloques	2	2.8x10 ⁶	NS	9.3x10 ⁷	NS	6.48x10 ⁶	NS	1.6x10 ⁷	NS	3.4x10 ⁵	NS	0.0003	NS	8.7x10 ⁵	NS
Tratamientos	6	5.8x10 ⁶	S	5.2x10 ⁶	S	7.05x10 ⁶	S	1.04x10 ⁵	S	0.0004	NS	0.0006	S	0.0004	S
Error exper.	12	1.5x10 ⁶		1.5x10 ⁶		1.7x10 ⁶		2.43x10 ⁶		0.0001		0.0002		0.0001	
Total	20														
CV (%)		0.79		0.76		0.76		0.89		6.04		6.10		4.56	

N.S.: No Significativo.
S.: Significativo.
dds.: Días después de la siembra.
C.V.: Coeficiente de Variabilidad.

Se observa que no existieron diferencias de medias entre bloques, esto quiere decir que el área del terreno utilizado para el experimento fue homogénea. Esto coincide con lo mencionado por GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) que indican que, al no obtener significancia estadística en los bloques en el análisis de variancia, su influencia en la calidad de la respuesta no es significativa y no existirá interacción entre el factor de bloque y el factor de tratamientos, por lo tanto, se tiene argumento a favor de no controlar este factor en futuros experimentos sobre esta misma respuesta. Así mismo CALZADA (1986) menciona que, al no haber diferencias estadísticas significativas entre los bloques en un análisis de variancia, estos no influenciarán en los resultados obtenidos. De acuerdo al ANVA ($\alpha = 0.05$) se encontró diferencias significativas en el diámetro de tallo en los tratamientos evaluados a los 15, 30, 45, 60, 90 y 105 días después de la siembra (Cuadro 14), esto quiere decir que uno o algunos de los tratamientos aplicados a los plántones de café en vivero está ejerciendo un efecto diferente en el crecimiento de diámetro de los plántones de café como lo confirma la interpretación de CALZADA (1986) en el análisis de variancia. Sin embargo a los 75 días después de la siembra no se encontró diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 y 105 días después de la siembra fue de 5.35, 4.75, 5.33, 7.54, 7.52 y 8.90 % respectivamente. Estos resultados son menores a 10% esto significa que entre las unidades experimentales de cada tratamiento tuvieron un comportamiento con excelente homogeneidad, que existe excelente homogeneidad en el diámetro de tallo, es decir, las respuestas de las unidades experimentales de cada tratamiento tuvieron valores similares.

Se pueden observar variaciones de diámetro entre las medias tomadas en la evaluación (Cuadro 15). El tratamiento T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1%) alcanzó la mayor media obtenida de 0.246 cm, asimismo el tratamiento con menor promedio fue el T₁ (Testigo) con 0.218 cm. Estos resultados son debido a que en las plantas el cobre es activador esencial de algunas importantísimas enzimas implicadas en los procesos fotosintéticos y respiratorios, en la síntesis de las proteínas (TQC, 2012). Asimismo existen dos grupos relativamente diferenciados, el primer grupo alcanzó los mayores promedios en diámetro de tallo, conformado por el tratamiento T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %), conjuntamente con los tratamientos T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₆ (Proteinato de cobre 2 %) y T₅ (Proteinato de cobre 1%) en donde no se encontraron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos mencionados, para los cual podemos decir que la influencia obtenida de los tratamientos en estudio fue del mismo nivel, tratándose de los tratamientos T₆ (Proteinato de cobre 2 %) y T₅ (Proteinato de cobre 1 %) la acción del producto de resistencia también tiene la función de síntesis de la hormona de crecimiento (ácido indolacético) como lo reporta ALBAMILAGRO (2012). A diferencia del segundo grupo que fue constituido por el T₇ (Proteinato de cobre 3 %) y T₁ (Testigo) obtuvieron menores promedios, lo cual hace diferenciarse de los demás tratamientos; ambos productos aplicados en la presente evaluación contienen nitrógeno en su composición, elemento que las plantas absorben en mayor cantidad, y que contribuye en el vigor de las hojas y tallos debido a la alta formación de clorofila (SÁNCHEZ, 2007).

Cuadro 15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el diámetro de tallo en plántones de café después de 105 días de siembra a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.

Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)													
	15	Sig.	30	Sig.	45	Sig.	60	Sig.	75	Sig.	90	Sig.	105	Sig.
T ₂ SCP 1%	0.158	ab	0.164	b	0.172	a	0.175	a	0.218	a	0.237	a	0.246	a
T ₃ SCP 2%	0.158	a	0.165	a	0.172	a	0.175	a	0.202	a	0.227	ab	0.245	a
T ₄ SCP 3%	0.160	a	0.164	ab	0.171	a	0.175	a	0.214	a	0.231	a	0.244	a
T ₆ PC 2%	0.158	ab	0.163	b	0.172	a	0.175	a	0.195	a	0.219	ab	0.228	ab
T ₅ PC1%	0.157	b	0.166	a	0.172	a	0.175	a	0.192	b	0.209	b	0.228	ab
T ₇ PC 3%	0.157	b	0.164	a	0.170	ab	0.174	a	0.191	b	0.205	b	0.223	b
T ₁ Testigo	0.156	b	0.162	b	0.168	b	0.170	b	0.188	b	0.202	b	0.218	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha = 0.05$)
 dds.: Días después de la siembra
 SCP: Sulfato de Cobre Pentahidratado
 PC: Proteinato de Cobre

El Diámetro de tallo en plántones de café en respuesta a la aplicación de dos productos de resistencia a *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke, evaluadas cada 15 días (Figura 5). Los valores de R cuadrado (R^2) variaron de 0.6358 a 0.7444 %; estos valores de R^2 indican, la variación que existe en el desarrollo del diámetro de plánton de café frente a la aplicación de dos productos de resistencia, según GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) hacen referencia que el R cuadrado (R^2) cercano a 1 hay mayor dependencia entre variables en estudio, por lo tanto el diámetro de plántones de café dependen de la aplicación de sulfato de cobre pentahidratado en más de 80 %. Asimismo, se observa que durante los primeros 30 días después de la siembra, las plantas de café experimentaron un aumento en diámetro lento y similar en todos los tratamientos a las cuales se les aplico los productos de resistencia, debido al estrés que sufre la planta al momento de la siembra. Al realizar la última evaluación a los 105 días después de la siembra, se apreció que las diferencias en el parámetro de diámetro de tallo se hicieron más marcadas, en especial los tratamientos T_2 , T_3 y T_4 ya que su desarrollo se encontró en función a las dosis de los productos de resistencia empleados, en comparación con el T_7 y T_1 (Testigo) que fueron los tratamientos que obtuvieron las menores medias. Puede deberse a un exceso en la aplicación de cobre cuyo exceso en las plantas pueden competir con la absorción de Hierro y en ocasiones de Molibdeno y Zinc, como lo mencionan PTHORTICULTURE (2016), además IPNI (2017) reporta que el Hierro cataliza la formación de la clorofila, el cual es un pigmento importante ubicado en las hojas y tallos y que es responsable de la función de fotosíntesis.

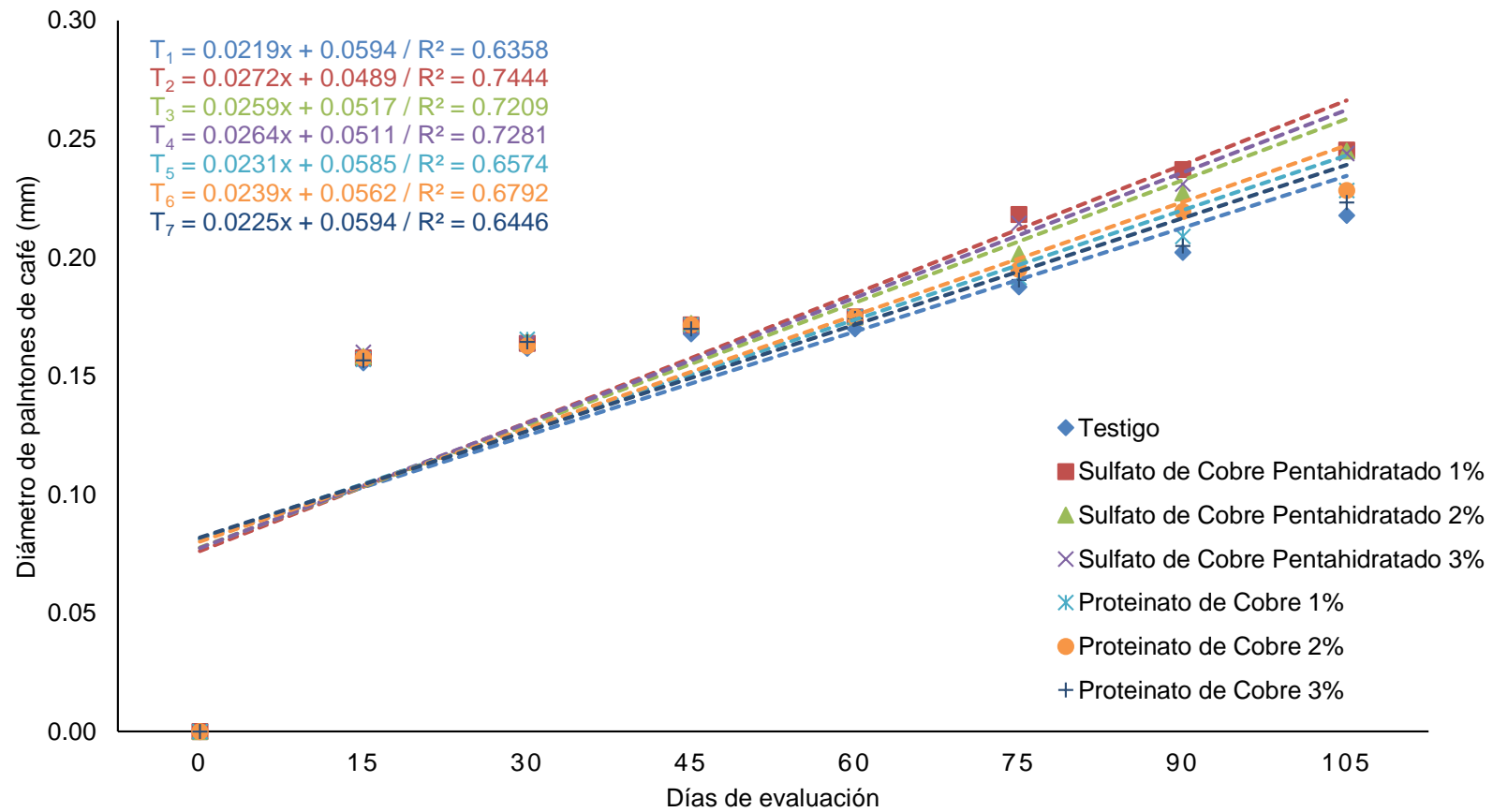


Figura 5. Diámetro de tallo en plántones de café en respuesta a la aplicación de dos productos de resistencia sobre la *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantas de café a nivel de vivero.

4.3.3. Número de hojas del plantón de café

De acuerdo al ANVA ($\alpha= 0.05$) de la evaluación de número de hojas en plantones de café en café en vivero con la aplicación de dos productos de resistencia, de acuerdo a la prueba de F del ANVA (Cuadro 16), no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los bloques en evaluaciones realizadas al número de hojas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 105 días después de la siembra, esto quiere decir que nuestros resultados obtenidos en campo no estuvieron influenciados por los bloques, es decir que el área del terreno utilizado para el experimento fue homogéneo, esto coincide con lo mencionado por GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012), indican que al no obtener significancia estadística en los bloques en el análisis de variancia, su influencia en la calidad de la respuesta no es significativa y no existirá interacción entre el factor de bloque y el factor de tratamientos.

A diferencia de la evaluación a los 90 días que resultó significativa. Con respecto a los tratamientos se encontró diferencias estadística significativas en las evaluaciones realizadas a los 15, 45, 60, 75 y 105 días después de la siembra y a diferencias estadísticas altamente significativas a los 90 días después de la siembra (Cuadro 16), esto quiere decir que uno o algunos de los tratamientos aplicados está ejerciendo un efecto en el desarrollo del número de hojas en plantones de café en vivero a los 15, 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra, como lo confirma la interpretación estadística de CALZADA (1986). Sin embargo el ANVA muestra que a los 30 días después de la siembra no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en estudio

Cuadro 16. Cuadrados medios del análisis de variancia del número de hojas de plantones de café con aplicación de los dos productos de resistencia sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.

Fuente de variabilidad	G.L	Cuadrado medio													
		15	Sig.	30	Sig.	45	Sig.	60	Sig.	75	Sig.	90	Sig.	105	Sig.
Bloques	2	0.0053	NS	0.0093	NS	0.0370	NS	0.0172	NS	0.2275	NS	0.8505	S	0.4537	NS
Tratamientos	6	0.0428	S	0.0084	NS	0.1481	S	0.8902	S	0.5732	S	1.1318	AS	0.9594	S
Error exp.	12	0.0130		0.0031		0.0370		0.2903		0.1287		0.1993		0.2623	
Total	20														
CV (%)		5.19		1.44		3.46		7.77		3.79		4.07		4.47	

N.S. : No Significativo
S. : Significativo
A.S. : Altamente Significativo
dds. : Días después de la siembra
CV. : Coeficiente de Variabilidad

El coeficiente de variabilidad a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 y 105 días después de la siembra fueron 5.19, 1.44, 3.46, 7.77, 3.79, 4.07, 4.47 % respectivamente. Estos resultados son menores a 10 % esto significa que entre las unidades experimentales de cada tratamiento tuvieron un comportamiento con excelente homogeneidad, esto significa de acuerdo con CALZADA (1986) que existe excelente homogeneidad en el número de hojas, es decir, las respuestas de las unidades experimentales de cada tratamiento tuvieron valores similares.

A través de la evaluación de Duncan ($\alpha = 0.05$) a los 105 días (Cuadro 17) se ha encontrado cinco rangos: en donde el T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %) es el que mayor media presenta con 12.22, en segundo lugar se encuentran los tratamientos T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %), T₅ (Proteinato de cobre 1 %) y T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), en tercer lugar el T₆ (Proteinato de cobre 2 %) en cuarto lugar el T₇ (Proteinato de cobre 3 %) mientras que el tratamiento T₁ (testigo) ocupa último lugar con un valor de 10.556, indicándonos que el ataque fue fuerte provocando la caída de las hojas (ICAFE, 1998).

Se puede observar que el tratamiento T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %) obtuvo el mayor número de hojas con una media de 12.22 de hojas que en conjunto forman seis pares de hojas, según CAVALCANTI *et al.* (2008) nos indican que una de las ventajas de reconocidas en el uso de los productos de resistencia, se debe al papel que juega en el incremento del rendimiento de la planta.

Cuadro 17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el número de hojas de plantón de café a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.

Tratamientos	Número de hojas													
	15	Sig.	30	Sig.	45	Sig.	60	Sig.	75	Sig.	90	Sig.	105	Sig.
T ₄ SCP 3%	2.222	a	3.833	bc	5.444	ab	7.611	a	9.889	a	11.778	a	12.222	a
T ₂ SCP 1%	2.333	a	3.944	a	5.778	a	7.333	a	9.889	a	11.111	a	11.889	ab
T ₅ PC 1%	2.222	a	3.889	ab	5.667	a	7.000	ab	9.778	a	11.222	a	11.722	ab
T ₃ SCP 2%	2.333	a	3.833	bc	5.667	a	7.278	a	9.667	ab	11.333	a	11.611	ab
T ₆ PC 2%	2.167	ab	3.833	bc	5.667	a	6.889	b	9.000	b	11.000	a	11.278	abc
T ₇ PC 3%	2.111	ab	3.833	bc	5.556	a	6.333	b	9.000	b	10.222	b	11.000	bc
T ₁ Testigo	2.000	b	3.778	c	5.111	b	6.111	b	9.000	b	10.056	b	10.556	bc

Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).
 dds.: Días después de la siembra
 SCP: Sulfato de Cobre Pentahidratado
 PC: Proteinato de Cobre

Así mismo TQC (2012), afirma que FERTIL COOPER suple funciones de cobre en la planta en el campo de las enzimas, formando parte de la plastocianina que participa en la cadena de transferencia de electrones de la fotosíntesis, razón por el cual se aprecia un mayor desarrollo de los órganos de la planta.

Por otro lado, el tratamiento T₁ (Testigo), alcanzo a obtener una media de 10.556, lo que forma 5 pares de hojas, convirtiéndose en el tratamiento con menor número de hojas en la investigación realizada. Esto demuestra que los tratamientos con mayor número de hojas, tuvieron una mayor influencia en dicha característica, puesto que ambos productos son fuentes de Cobre, QUITAFEX (2013) afirma que dentro de las funciones del cobre es la formación de clorofila y por lo tanto fundamental para la fotosíntesis, el cual favorece en el desarrollo del número de hojas en las plantas. La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) (Cuadro 17) se demostró que los tratamientos T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %), T₅ (Proteinato de cobre 1 %) y T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %) son aquellos en los que se pudo apreciar que no existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de dichos tratamientos, es decir que se tuvo casi el mismo nivel de influencia para la característica de incremento en el número de hojas. Por consiguiente, el T₆ (Proteinato de cobre 2 %), T₇ (Proteinato de cobre 3 %) y T₁ (Testigo) fueron los tratamientos que obtuvieron menores medias, encontrándose diferencias significativas de acuerdo a la prueba estadística realizada.

Adicionalmente tratándose del parámetro de número de hojas se recomienda realizar el trasplante a campo definitivo cuando la planta posee entre 5

y 6 pares de hojas verdaderas, para la presente investigación tomando en cuenta el daño ocasionado por la enfermedad, es el T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %) el que tuvo mejor respuesta en el parámetro número de hojas, coincidiendo con lo reportado por SOLANO (2017).

La emisión de hojas de café con aplicación de dos productos de resistencia para *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke, se confirma que el tratamiento donde se aplicó sulfato de cobre pentahidratado al 3 %, presentó mayor número de hojas (Figura 9). Los valores de R cuadrado (R^2) variaron de 0.9825 a 0.9901; estos valores de R^2 indican, la variación que existe en el número de hojas de plantón de café frente a la aplicación de dos productos de resistencia, según GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) hacen referencia que el R cuadrado (R^2) cercano a 1 hay mayor dependencia entre variables en estudio, por lo tanto el número de hojas de plantones de café dependen de la aplicación de los productos de resistencia para mancha de hierro más de 99 %. Asimismo, al realizar la última evaluación a los 105 días después de la siembra, se apreció que las diferencias en número de hojas se hicieron más marcadas, en especial los tratamientos T₂, T₃, T₄ y T₅ ya que su desarrollo se encontró en función a las dosis de los productos de resistencia empleados, en comparación con el T₆, T₇ y T₁ (Testigo) que fueron los tratamientos que obtuvieron las menores emisiones de hojas. Asimismo, el comportamiento del desarrollo de número de hojas el tratamiento T₄ muestras las mayores emisiones de número de hojas para los plantones de café.

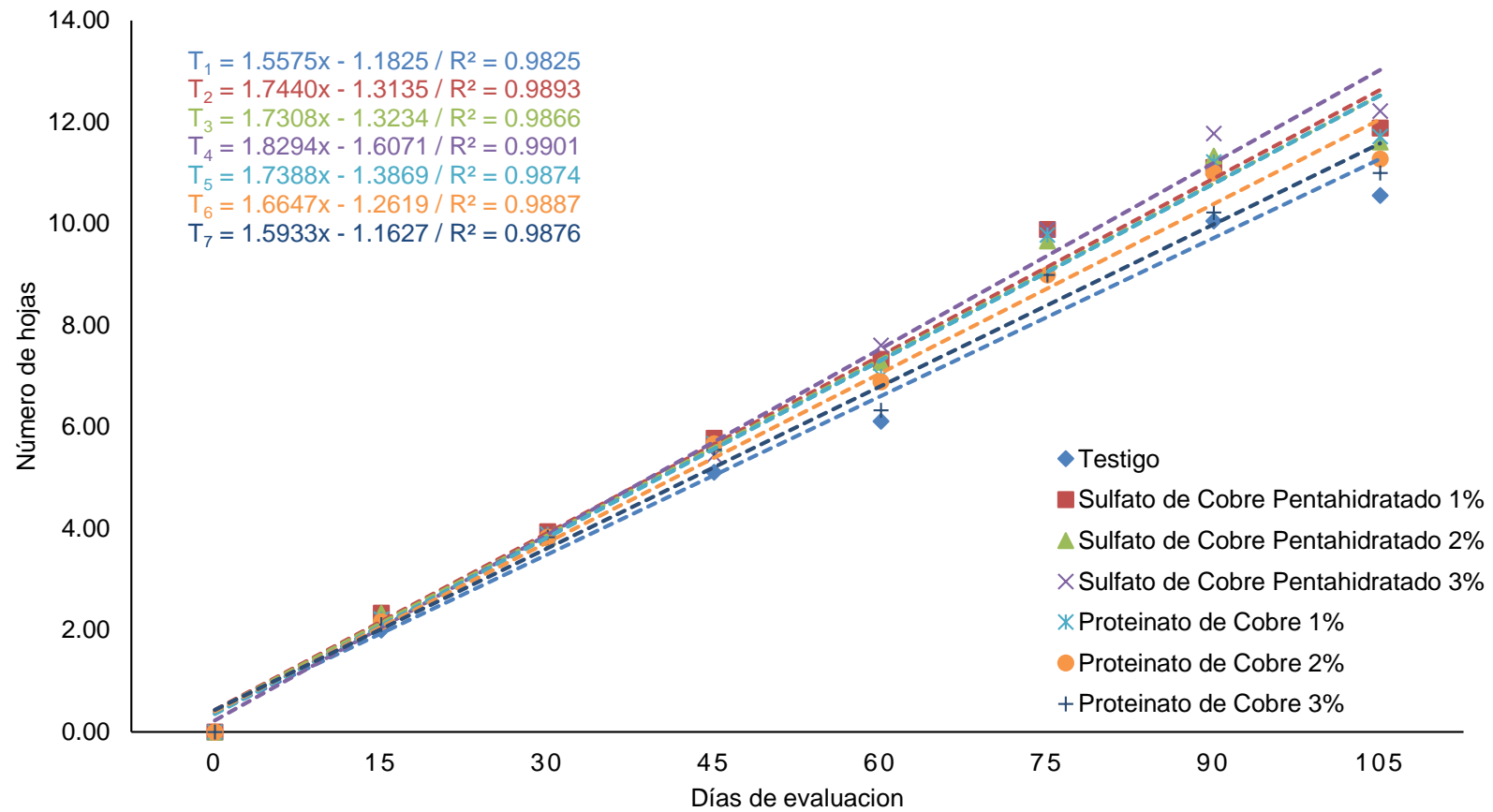


Figura 6. Emisión de hojas de café con aplicación de dos productos de resistencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantas de café a nivel de vivero.

4.4. Área foliar, materia seca de las hojas, materia seca de la raíz y volumen de raíz

Con los resultados obtenidos se procedió a realizar el ANVA ($\alpha = 0.05$) para los parámetros de área foliar, materia seca de las hojas, materia seca de raíz y volumen de raíz de las plantas de café en vivero con aplicación de los dos productos de resistencia, de acuerdo con la prueba de F del ANVA (Cuadro 18), para los parámetros de área foliar y materia seca de las hojas, se determinó diferencias estadísticas significativas entre bloques, lo que quiere decir que los resultados obtenidos durante los ensayos en campo estuvieron influenciados por los bloques, es decir que el área de terreno utilizado no fue homogéneo coincidiendo con lo reportado por GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012) que al obtener significancia estadística en los bloques en el análisis de variancia su influencia en la calidad de la respuesta es significativa y existirá interacción entre el factor bloque y tratamientos para efecto de ambos parámetros.

Para el parámetro de área foliar en plántones de café en vivero se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y para el parámetro de materia seca de hojas se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos lo que significa que para ambos parámetros hubo la presencia de algunos tratamientos aplicados a los plántones de café en vivero que estuvieron ejerciendo efectos en el área foliar y la materia seca de las hojas.

Cuadro 18. Cuadrados medios del análisis de variancia para el área foliar, materia seca de las hojas, materia seca de la raíz y volumen de raíz de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero en Tingo María

Fuente de variabilidad	Área Foliar			Materia seca de las hojas			Materia seca de la raíz			Volumen de raíz			F _{tab}
	GL	CM	F _{cal}	GL	CM	F _{cal}	GL	CM	F _{cal}	GL	CM	F _{cal}	
Bloques	2	1546.836	3.928 S	2	3.744	5.896 S	2	47.362	10.223 AS	2	0.383	19.861 AS	3.885
Tratamientos	6	1794.121	4.556 S	6	4.037	6.359 AS	6	9.119	1.968 NS	6	0.234	12.116 AS	2.996
Error	12	393.8		12	0.635		12	4.633		12	0.019		
Total	20			20			20			20			
CV (%)		14.12			3.73			16.72			5.33		

S : Significativo
A.S : Altamente Significativo
N.S : No significativo
CV : Coeficiente de Variabilidad

Por otro lado, para los parámetros de materia seca de raíz y volumen de raíz en ambos para el análisis de variancia (Cuadro 18) se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas entre los bloques, esto quiere decir que los resultados obtenidos en las evaluaciones de campo estuvieron influenciados por los bloques, coincidiendo con CALZADA (1986) que reporta que, al existir diferencias altamente significativas entre bloques en un análisis de variancia, estos influenciarán en los resultados obtenidos. Por lo tanto, en futuros experimentos es necesario evaluar el factor bloques para ambos parámetros, de acuerdo a lo recomendado por GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012), señalan que cuando no se acepta que los bloques son iguales en respuesta media, entonces se tiene el argumento a favor de no controlar este factor en futuros experimentos sobre esta misma respuesta. Así mismo para el parámetro de materia seca de raíz no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, para el parámetro volumen de raíz si se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, esto quiere decir que uno o algunos de los tratamientos aplicados en los plántones de café en vivero están ejerciendo un efecto en el volumen de raíz. El coeficiente de variabilidad (Cuadro 18), para el parámetro de área foliar y materia seca de raíz tuvieron valores 14.12 y 16.62 %, estos resultados indican que existe muy buena homogeneidad entre los tratamientos, por lo tanto, los datos obtenidos en dicha evaluación para estos dos parámetros tienen un grado de confiabilidad aceptable. Este resultado pueden interpretarse que el desarrollo del área foliar y la materia seca de raíz en plantas de café en vivero con aplicación de los dos productos de resistencia fue variable, de tal manera la respuesta de las evaluaciones realizadas fueron variables en cada

repetición de cada tratamiento en estudio, además CALZADA (1986) señala que para obtener resultados confiables en trabajos experimentales en campo el coeficiente de variabilidad debe ser menor a 30 %, por lo tanto nuestros resultados están dentro de lo recomendado.

De otra parte se tiene el coeficiente de variabilidad para el parámetro de materia seca de hojas y volumen de raíz (Cuadro 18), con un valor de 3.73 y 5.33 %, esto nos indica que existe excelente homogenización entre bloques y tratamientos, esto le da un alto grado de confiabilidad al trabajo de investigación, coincidiendo con CALZADA (1986) que señala que para obtener resultados confiables en campo el coeficiente de variabilidad debe ser menor a 30 %. Mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) (cuadro 19), se observa que los mayores índices de área foliar se obtuvieron con los tratamientos utilizando sulfato de cobre pentahidratado y proteínita de Cobre, en sus distintas dosis, aunque no hubo diferencias estadísticas significativas entre ambos productos de resistencia los mejores resultados se obtuvieron con el sulfato de cobre pentahidratado en sus tres dosis. El mayor índice de área foliar (Cuadro 19) lo obtuvo el tratamiento T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %) con una media de 165.254 cm², resultado se atribuye a la acción como fertilizante foliar que posee FERTIL COOPER, y que interviene en la formación de proteínas, vitaminas y enzimas (TQC, 2012) para mejorar el desarrollo de los plantones en condiciones de vivero. Cuando se aplica fuentes de cobre, este actúa directamente para la formación de clorofila, el cual acelera la función fotosintética e incrementa el desarrollo de los órganos de la planta. BINKLEY (1993) señala que las hojas aumentan su actividad fotosintética cuando aumentan los niveles

de clorofila, las plantas pueden ampliar su dosel, o cambiar la distribución de los productos fotosintéticos. La fertilización tiene el objetivo de promover el rápido crecimiento y aumentar la vigorosidad de las plantas para garantizar su establecimiento en campo (ACP, 2006).

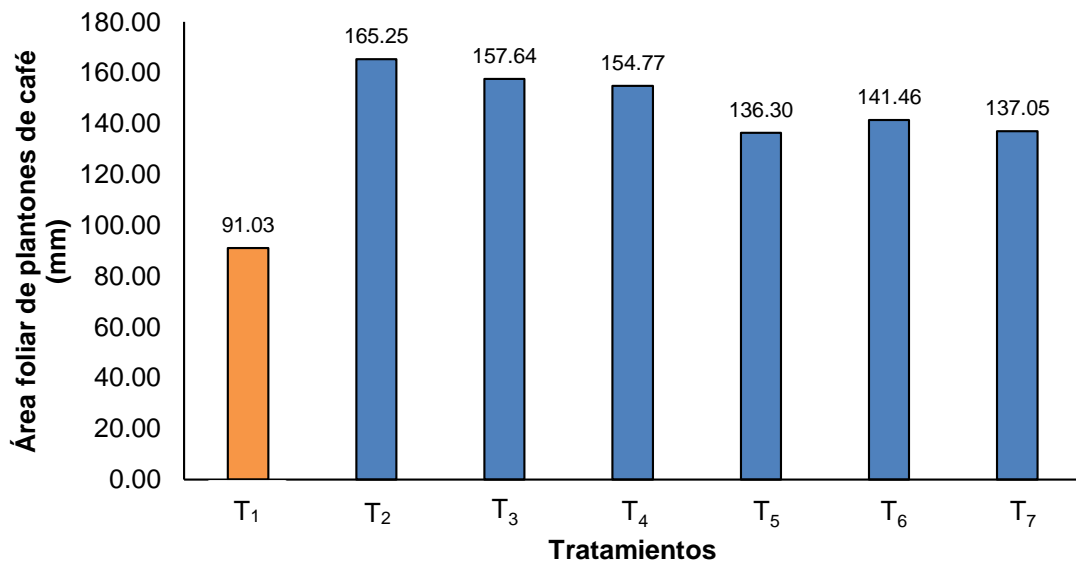
De forma contraria el tratamiento T₁ (Testigo), es el que obtuvo el menor promedio con respecto a la evaluación del área foliar con 91.028 cm², el cual se le atribuye al efecto de la incidencia y severidad que tuvo el hongo *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en las hojas de las plantas. Las áreas necróticas presentes en las hojas redujeron el área foliar, por lo tanto, su actividad fotosintética fue menor, y que dio como resultado el menor índice de área foliar. SCAN (s/a) indica que las deficiencias de nutrientes en el cafeto, provocan desequilibrios nutricionales con el consiguiente deterioro de la planta, lo cual, la predispone al ataque de plagas y enfermedades como roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br), Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum* Noack) y Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke), principalmente, repercutiendo finalmente en la producción de café.

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) (Cuadro 19 y Figura 7), hace comparaciones entre las medias de los tratamientos, obtenida en la evaluación de área foliar, resultando que los tratamientos T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %), T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₆ (Proteinato de cobre 2 %), T₇ (Proteinato de cobre 3 %) y T₅ (Proteinato de cobre 1 %) no existen diferencias estadísticas significativas con relación a la cantidad de área foliar obtenida.

Cuadro 19. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para área foliar en plántones de café a nivel de vivero con aplicación de los dos productos de resistencia.

Tratamientos		Área foliar	
Clave	Descripción	cm ²	Sig.
T ₂	Sulfato de cobre pentahidratado 1.0 %	165.254	a
T ₃	Sulfato de cobre pentahidratado 2.0 %	157.642	a
T ₄	Sulfato de cobre pentahidratado 3.0 %	154.769	a
T ₆	Proteinato de cobre 2.0 %	141.459	a
T ₇	Proteinato de cobre 3.0 %	137.046	a
T ₅	Proteinato de cobre 1.0 %	136.299	a
T ₁	Testigo	91.028	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$)



Leyenda:

- | | |
|--|--|
| T ₁ = Testigo | T ₂ = Sulfato de cobre pentahidratado 1 % |
| T ₃ = Sulfato de cobre pentahidratado 2 % | T ₄ = Sulfato de cobre pentahidratado 3 % |
| T ₅ = Proteinato de cobre 1 % | T ₆ = Proteinato de cobre 2 % |
| T ₇ = Proteinato de cobre 3 % | |

Figura 7. Efecto en el área foliar de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia para *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plántones de café a nivel de vivero.

Mediante la prueba de Duncan, se observa que existen dos rangos bien definidos (Cuadro 20), podemos indicar que los tratamientos T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %), T₅ (Proteinato de cobre 1 %) y T₆ (Proteinato de cobre 2 %) fueron los que alcanzaron los mejores promedios con 22.436, 22.162, 21.981, 21.875 y 21.533 respectivamente, pero son los tratamientos con Sulfato de Cobre Pentahidratado, los que se imponen con medias de mayor porcentaje en comparación a los demás. Asimismo, hay que considerar que estos tratamientos si muestran diferencias significativas con respecto al tratamiento T₇ (Proteinato de cobre 3 %) y T₁ (testigo), que son los que menor promedio han mostrado con 20.06 y 19.367 %, lo que indica que ocupan los últimos lugares en la tabla de valores porcentuales.

Cuadro 20. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para materia seca de hojas en plantones de café a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.

Tratamientos		Materia seca hoja	
Clave	Descripción	%	Sig.
T ₃	Sulfato de cobre pentahidratado 2.0 %	22.436	a
T ₄	Sulfato de cobre pentahidratado 3.0 %	22.162	a
T ₂	Sulfato de cobre pentahidratado 1.0 %	21.981	a
T ₅	Proteinato de cobre 1.0 %	21.875	a
T ₆	Proteinato de cobre 2.0 %	21.533	a
T ₇	Proteinato de cobre 3.0 %	20.086	b
T ₁	Testigo	19.367	b

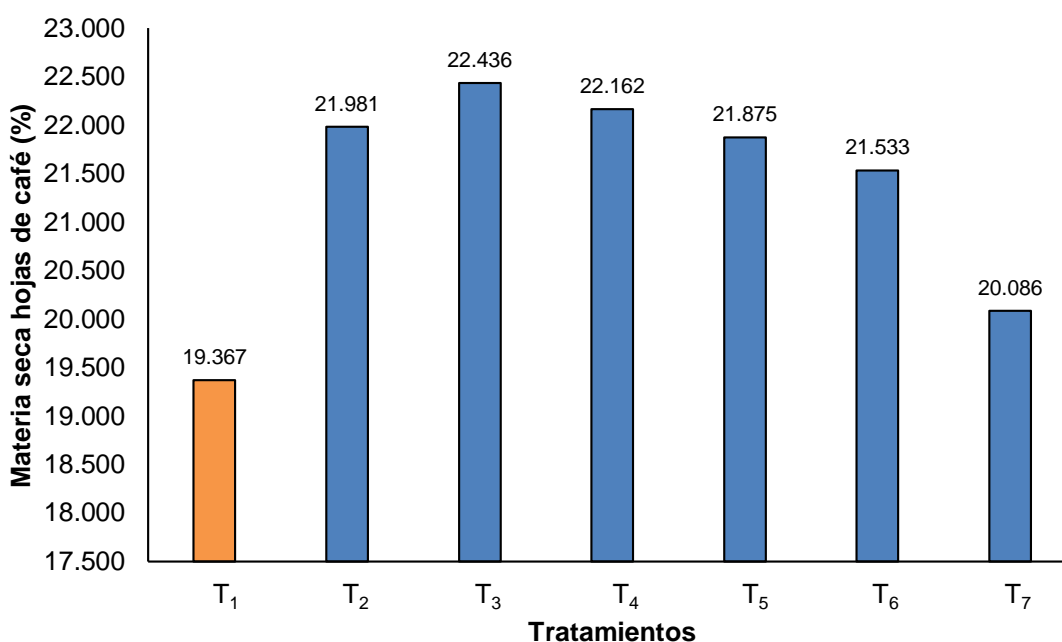
Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Estos resultados están en función al área foliar que obtuvieron cada tratamiento, es comprensible que aquellos plantones de café que lograron aprovechar las dosis aplicadas por los productos que adicionalmente cumplieron el rol de fertilizante foliar tengan mayor materia seca de hojas, se sabe que ambos productos tienen nitrógeno en su composición, pero fueron los proteínatos los que fueron perdieron mayor materia seca al mismo tiempo que se hizo incremento de las dosis. Uno de los elementos que haya influenciado en la obtención de materia seca de hojas pudo haber sido el nitrógeno y que puede variar de acuerdo a la cantidad que se haya aplicado, ya que cuanto mayor fue la dosis en el caso del proteínato de cobre las hojas disminuyeron la materia seca, cuando esta es insuficiente, la absorción del nitrógeno y los rendimientos disminuyen marcadamente y si es excesiva provoca lavado, pérdida e intoxicación (KARAM *et al.*, 2002).

Los mayores porcentajes de materia seca (Figura 8) son los obtenidos por el sulfato de cobre pentahidratado y el proteínato de cobre en su mayoría, a diferencia del tratamiento T₇ (Proteínato de cobre 3 %) y el testigo T₁ (Testigo), son los que menor materia seca presentaron.

A pesar que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Se realizó la prueba de medias de Duncan, para tratar de observar algunas diferencias estadísticas entre los tratamientos. Según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) (Cuadro 21) en las comparaciones entre las medias se observa que los tratamientos T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1%) y T₅ (Proteínato de cobre 1 %) con 14.438, 13.941, 13.744 y 13.713

respectivamente, son los que tuvieron mejor significancia en cuanto al factor materia seca de raíz. Los tratamientos T₆ (Proteinato de cobre 2 %), T₇ (Proteinato de cobre 3 %) obtuvieron valores intermedios con 12.786 y 12.770, mientras que el tratamiento testigo T₁ (Testigo), es el que menor promedio mostró con 9.239%.



Leyenda:

T₁ = Testigo

T₃ = Sulfato de cobre pentahidratado 2 %

T₅ = Proteinato de cobre 1 %

T₇ = Proteinato de cobre 3 %

T₂ = Sulfato de cobre pentahidratado 1 %

T₄ = Sulfato de cobre pentahidratado 3 %

T₆ = Proteinato de cobre 2 %

Figura 8. Efecto de la materia seca de hojas de plantones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero .

Como parte de la composición de los productos se encuentra el Nitrógeno, debido a ello es que los tratamientos con sulfato de cobre pentahidratado tuvieron mayor materia seca de raíz, TISDALE y NELSON (1991)

reportan que un adecuado suministro de Nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos. ISHIZUKA (1978) cita que el nitrógeno juega un papel muy importante como constituyente de clorofila, a su vez este conjuntamente con los aminoácidos y los ácidos nucleicos son constituyentes mayores del protoplasma de la célula, así que la falta de nitrógeno inhibe la división celular con una consecuente reducción en crecimiento.

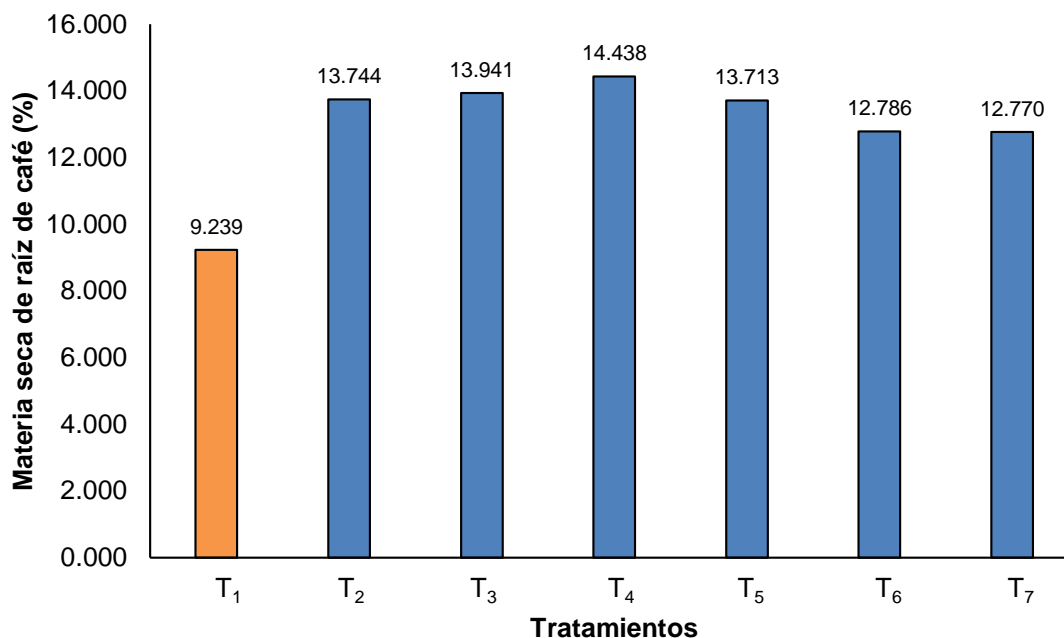
Cuadro 21. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para materia seca de la raíz en plantones de café a nivel de vivero con aplicación de dos productos de resistencia.

Tratamientos		Materia Seca Raíz	
Clave	Descripción	%	Sig.
T ₄	Sulfato de cobre pentahidratado 3.0 %	14.438	a
T ₃	Sulfato de cobre pentahidratado 2.0 %	13.941	a
T ₂	Sulfato de cobre pentahidratado 1.0 %	13.744	a
T ₅	Proteinato de cobre 1.0 %	13.713	a
T ₆	Proteinato de cobre 2.0 %	12.786	a b
T ₇	Proteinato de cobre 3.0 %	12.770	a b
T ₁	Testigo	9.239	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

La Figura 9, señala que los tratamientos T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %) y T₅ (Proteinato de cobre 1 %) son los que mejores rendimientos han presentados en cuanto materia seca de la raíz. Los tratamientos T₆ (Proteinato de cobre 2 %) y T₇ (Proteinato de cobre 3 %) han

mostrado valores intermedios mientras que el T₁ (Testigo) muestra 9.239 % de materia seca, el valor más bajo.



Leyenda:

- | | |
|--|--|
| T ₁ = Testigo | T ₂ = Sulfato de cobre pentahidratado 1 % |
| T ₃ = Sulfato de cobre pentahidratado 2 % | T ₄ = Sulfato de cobre pentahidratado 3 % |
| T ₅ = Proteinato de cobre 1 % | T ₆ = Proteinato de cobre 2 % |
| T ₇ = Proteinato de cobre 3 % | |

Figura 9. Materia seca de la raíz de plántones de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.

La prueba de Duncan (Cuadro 22), detecta que existen cinco rangos, dentro los cuales los tratamientos T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %) y T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %) con sulfato de cobre pentahidratado, son los que obtuvieron los mejores valores porcentuales para este parámetro, él proteinita de cobre

presentó valores intermedios, mientras que el testigo fue el que presentó menor volumen.

Los tratamientos con sulfato de cobre pentahidratado tuvieron mejores respuestas en el desarrollo de volumen de raíz en plántones de café, debido a que en la composición del producto se tiene Nitrógeno, lo que contrasta con positivamente con los resultados hallados en materia seca de raíz en plántones de café.

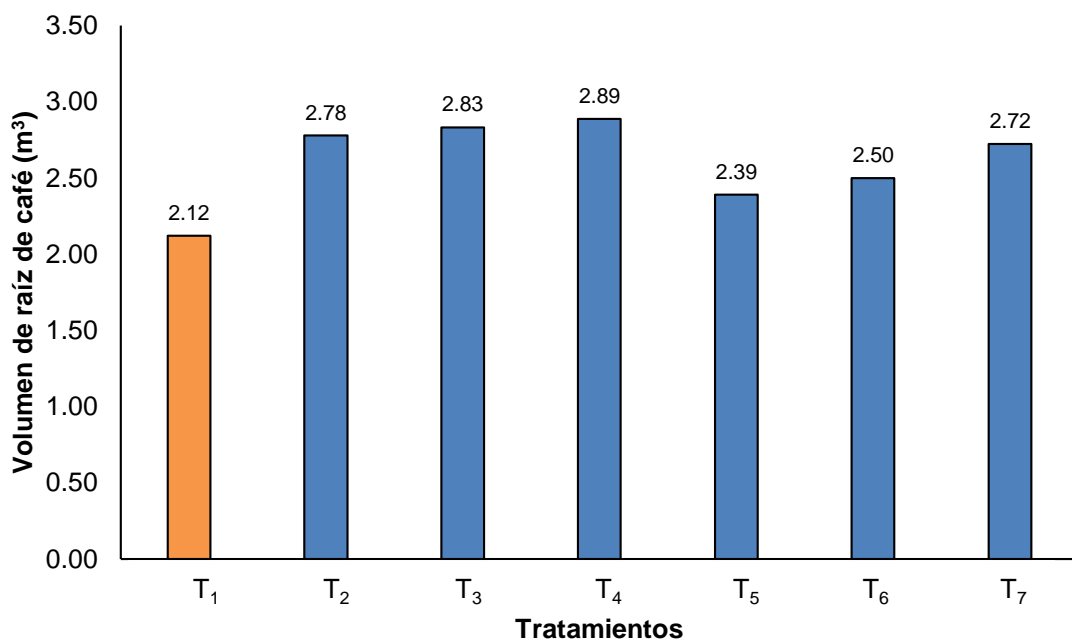
Cuadro 22. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para volumen de raíz en plántones de café en vivero con aplicación de dos productos de resistencia.

Tratamientos		Volumen de Raíz	
Clave	Descripción	m ³	Sig.
T ₄	Sulfato de cobre pentahidratado 3.0 %	2.889	a
T ₃	Sulfato de cobre pentahidratado 2.0 %	2.833	a
T ₂	Sulfato de cobre pentahidratado 1.0 %	2.778	a
T ₇	Proteinato de cobre 3.0 %	2.722	a b
T ₆	Proteinato de cobre 2.0 %	2.500	b c
T ₅	Proteinato de cobre 1.0 %	2.389	c
T ₁	Testigo	2.122	d

Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

La Figura 10 señala que el tratamiento T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %), T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %), T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %), utilizando el sulfato de cobre pentahidratado son los que han presentado mejor rendimiento en cuanto volumen de la raíz se refiere. El T₁ (Testigo) presenta el valor más bajo con 2.122.

GALENO (2006), evaluó alternativas de manejo para la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk y Cook) en el cultivo de café, lo cual manifiesta que en su trabajo donde aplicó cobre + fertilización presentó la mayor cantidad de hojas y menor presencia de enfermedades, además manifiesta que el cobre es el elemento que tuvo más influencia en el control de enfermedades. Probablemente lo mismo está pasando en nuestro trabajo al usar cobre las plantas presentan la mayor emisión de hojas y la enfermedad es baja en cada tratamiento donde se aplicó los compuestos con respecto al testigo donde no se aplicó nada.



Leyenda:

- | | |
|--|--|
| T ₁ = Testigo | T ₂ = Sulfato de cobre pentahidratado 1 % |
| T ₃ = Sulfato de cobre pentahidratado 2 % | T ₄ = Sulfato de cobre pentahidratado 3 % |
| T ₅ = Proteinato de cobre 1 % | T ₆ = Proteinato de cobre 2 % |
| T ₇ = Proteinato de cobre 3 % | |

Figura 10. Volumen de la raíz de plántulas de café con aplicación de dos productos de resistencia sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plantas de café a nivel de vivero.

4.5. Análisis de la rentabilidad

El análisis económico (Cuadro 24) resumido que corresponden a los costos en la producción de plántones de café para una hectárea para los tratamientos en estudio, con una tendencia a incrementarse conforme aumenta la dosis de uso de los productos de resistencia. El análisis de rentabilidad se realizó relacionando los índices de incidencia de la *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha hierro en plántones de café a nivel de vivero y los costos totales de producción.

En el análisis económico, podemos observar que los índices B/C en todos los tratamientos con dosis de productos son mayor a uno ($B/C > 1$), es decir que las inversiones en los tratamientos muestran rendimientos positivos, lo que estaría indicando que se podría trabajar con cualquiera de los productos de resistencia.

El T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %) obtuvo el índice B/C más alto ($B/C=1.60$), lo que demuestra que se estaría obteniendo S/. 0.60 de utilidad por cada S/. 1.00 de inversión. Así mismo este fue el tratamiento que mejores resultados demostró contra la incidencia de la mancha hierro. También se observa que el T₁ (Testigo) ($B/C=0.48$) es el que ha presentado un B/C con pérdida. Basándonos en el porcentaje de incidencia que tuvo el T₁ (Testigo) (Incidencia=79.62) y los costos totales requeridos para obtener 5000 plántones sanos dispuestos para campo definitivo, se obtuvo un déficit de S/. 4060.11, demostrando que si es necesario la aplicación de productos de resistencia en plántones de café a nivel de vivero para el control de la mancha hierro.

Cuadro 23. Análisis rentabilidad (C/B) para cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	Con incidencia (%)	sin incidencia (%)	Plantones en vivero	Costos unitarios	Costos totales	Ventas	Utilidad	Relación B/C
T ₁ Testigo	79.62	20.38	24533.86	0.32	7810.11	3750	-4060.11	0.48
T ₂ Sulfato de cobre pentahidratado 1%	41.41	58.59	8533.88	0.32	2744.84	3750	1005.16	1.37
T ₃ Sulfato de cobre pentahidratado 2%	32.03	67.97	7356.19	0.32	2390.32	3750	1359.68	1.57
T ₄ Sulfato de cobre pentahidratado 3%	29.78	70.22	7120.48	0.33	2337.23	3750	1412.77	1.60
T ₅ Proteinato de cobre 1%	35.36	64.64	7735.15	0.32	2496.44	3750	1253.56	1.50
T ₆ Proteinato de cobre 2%	42.42	57.58	8683.57	0.33	2840.74	3750	909.26	1.32
T ₇ Proteinato de cobre 3%	39.49	60.51	8263.10	0.33	2739.55	3750	1010.45	1.37

Precio venta: S/.0.75
Plantones en campo definitivo: 5000

CARBONEL (2011), menciona que el coeficiente beneficio – costo es la relación de los valores actualizados de los beneficios sobre los valores actualizados de los costos y que todo proyecto cuya relación Beneficio – Costo sea igual o mayor a la unidad, es factible económicamente y no factible en caso de que dicha relación sea menor que uno. Así mismo ARROYO y PRAT (2004), menciona que se deben aceptar proyectos cuyo índice sea superior a la unidad y que la relación beneficio costo proporciona una medida relativa de la conveniencia de un proyecto de inversión lo que permite, en algunos casos, compararlos, de tal manera que para la presente investigación nos permite comparar los beneficios económicos de las distintas dosis utilizadas. Trabajos relacionados como de RENGIFO *et al.* (2006) evaluaron la incidencia y severidad de la mancha de hierro en plántulas de café en diferentes condiciones de nutrición. Determinaron que las plantas mal nutridas son más tolerantes a la mancha de hierro, lo que significa que es una enfermedad que se puede controlar a nivel de nutrientes y no solo con uso de fungicidas como es el caso de Sulfato de Cobre Pentahidratado, lo que se muestra en nuestro trabajo menor incidencia y severidad (Cuadro 10 y 12).

V. CONCLUSIONES

1. El tratamiento T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %) obtuvo la menor incidencia (29.78 %) de *Cercospora coffeicola* causante de la mancha hierro en plántones de café de la variedad Catimor en vivero, mostrando superioridad, seguido de los tratamientos T₃ (Sulfato de cobre pentahidratado 2 %) (32.03 %), T₅ (Proteinato de cobre 1 %) (35.36 %), T₇ (Proteinato de cobre 3 %) (39.49 %), T₂ (Sulfato de cobre pentahidratado 1 %) (41.41 %) y T₆ (Proteinato de cobre 2 %) (42.42 %), respectivamente (evaluado a los 105 días después de la siembra), de tal modo que no existen diferencias significativas entre las dosis de productos de resistencia.
2. Los resultados de campo nos indican que los productos químicos de resistencia son efectivos en el control de la *Cercospora coffeicola* causante de la mancha hierro en plántones de café variedad Catimor a nivel de vivero, lo que constituye una alternativa de control de la enfermedad.
3. La mayor relación beneficio costo (B/C = 1.60), se obtuvo con el tratamiento T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado 3 %) con una utilidad de S/. 1412.77.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos utilizando los mismos productos a nivel de campo definitivo, en campos que tengan probabilidad al ataque de otros hongos como la roya amarilla.
2. Incentivar el empleo de productos de resistencia de sulfato de cobre pentahidratado 3 % en la producción de plántones de café para el control de *Cercospora coffeicola* causante de la mancha hierro en plántones de café a nivel de vivero .
3. Realizar otros experimentos utilizando los mismos productos con otros niveles o dosis de aplicación, para optimizar su rentabilidad, además de contrastar la aplicación foliar con los nutrientes disponibles en el sustrato utilizado.
4. Realizar otros trabajos de investigación utilizando los mismos productos en otros cultivos tanto en etapas de vivero como en campo definitivo y adicionar evaluaciones de Límites Máximos Permitidos de Residuos en la planta y frutos.
5. Dar a conocer las bondades de los productos de resistencia como alternativa para la obtención de plántones de café de calidad a nivel de vivero .

VII. RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el efecto del sulfato de cobre pentahidratado y proteinato de cobre sobre la incidencia de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke causante de la mancha de hierro en plántones de café, variedad Catimor a nivel de vivero y su respectivo análisis económico. Las plantas de café de la variedad Catimor, se inocularon en vivero, dos días después del trasplante con una solución preparada e infectada con *Cercospora coffeicola* BERK & COOKE. Las plantas inoculadas fueron asperjadas cada 15 días con sulfato de cobre pentahidratado y Proteinato de cobre, con dosis de aplicación al 1, 2 y 3 % respectivamente. Los parámetros evaluados de importancia fueron la incidencia de la enfermedad en la planta y el índice de rentabilidad. Los otros parámetros se consideraron secundarios, pero nos da a conocer cómo influye la enfermedad en el desarrollo de la planta. Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres bloques y 7 tratamientos, incluyendo un testigo. Los resultados encontrados en el experimento indican que el tratamiento T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado al 3 %), obtuvo el mejor vigor frente a la incidencia de la mancha hierro, mostrando superioridad. El mejor Beneficio/costo (B/C), se obtiene utilizando los tratamientos T₂, T₃ y T₄ (Sulfato de cobre pentahidratado al 1.0, 2.0 y 3.0 %) respectivamente.

ABSTRACT

The The research work was done with the purpose of evaluating the effect of copper sulfate pentahydrate and copper proteinate on the incidence of *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke, the cause of the iron spots on Catimor variety coffee seedlings, at a nursery level and their respective economic analysis. The Catimor variety coffee plants were inoculated in the nursery two days after the transplant with a solution prepared and infected with *Cercospora coffeicola* BERK & COOKE. The inoculated plants were sprinkled every fifteen days with copper sulfate pentahydrate and copper proteinate, with a 1, 2 and 3 % dose application, respectively. The parameters of importance evaluated were the disease incidence on the plants and the profitability index. The other parameters were considered to be secondary but allow us to understand how the disease influences the plant development. The completely randomized block design (CRBD; DBCA in Spanish) was applied with three blocks and seven treatments, including a control. The results found in the experiment indicate that treatments T₄ (copper sulfate pentahydrate at 3 %), obtained the best vigor in the face of the iron spot incidence, showing superiority. The greatest benefit/cost (B/C), is obtained using the treatments T₂, T₃ and T₄ (copper sulfate pentahydrate at 1.0, 2.0 and 3.0 %), respectively.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMA (ACP). 2006. Manual de reforestación. Cuenca hidrográfica del canal de Panamá. División de administración ambiental. Sección de manejo de cuenca. Volumen 1. Panamá. 32 p.
2. AGRIOS, G. N. 1999. Fitopatología. 2da Edición. Ed. Noriega Editores. México. 838 p.
3. AGROBANCO. 2007. Cultivo de café. Disponible en: http://www.agrobanco.com.pe/cultivo_del_cafe.pdf. (Revisado el 20 de enero 2017).
4. AINSWORTH AND BISBY'S. 1995. Dictionary of the Fungi. International Mycoligical Institute. CAB International. 547 p.
5. ALBAMILAGRO. 2012. Promet Cu (Proteinato de Cobre). Disponible en: <http://www.info@albamilagro.com>. (Revisado el 15 de agosto del 2017)
6. ARROYO, M; PRAT, M. 2004. Dirección Financiera. 3ra edición. Editorial Deusto. Barcelona. 429 p.
7. BARBOSA, M; LARANJEIRA, D; COELHO R. 2008. Custo fisiológico da resistência em algodoeiro sob diferentes níveis de nitrogênio. Revista Summa Phytopathologica, 34 (4): 338-342.
8. BAYER CROP SIENCE. 2012. Cercospora coffeicola. Disponible en: <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=575>. (Revisado el 30 de noviembre del 2017).
9. BEDRI. 2012. Plagas del Café. Disponible en: http://www.bedri.es/Comer_y_beber/cafe/Cultivo_del_cafeto.htm. (Revisado el 30 de

noviembre del 2017).

10. BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal, prácticas de manejo. Trad. Por Manuel Guzmán. 1 ed. Editorial Balderas. México. 518 p.
11. CALZADA, B. J. 1982. Métodos Estadísticos. 3ra Ed. Lima – Perú. 640 p.
12. CAPERA, B. D; LEGUIZAMON C, J. E. 1997. Efecto de la nutrición mineral en soluciones nutritivas sobre la mancha hierro. CENICAFE. Chinchiná. 10 p.
13. CARBONEL, J. 2011. Proyectos Agroindustriales y Agronegocios. 1ra edición. Editora Macro. Lima - Perú. 213 p.
14. CASTAÑEDA, E. 1997. Manual Técnico Cafetalero. Boletín Técnico. Convenio ADEX – UASID, Lima, Perú. 162 p.
15. CAVALCANTI, L; DI PIERO, R; CIA, P; PASCHOLATI, S; DE RESENDE, M; ROMEIRO, R. 2008. Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. FEALQ. Piracicaba. Pp 11-153.
16. DONAHUE, R; MILLER, R; SHICKLUNA, J. S/A. Introducción a los Suelos y al Crecimiento de las Plantas. Editorial Prentice/Hall Internacional. 616 p.
17. DURRANT, W. E; DONG, X. 2004 Systemic acquired resistance. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto. Pp 185 – 209.
18. EBRAHIM, S; SINGH, K. U. 2011. Pathogenesis related proteins in plant defense mechanism. Science against microbial pathogens.
19. ECURED. 2012. Mancha hierro. Disponible en: [http://www.ecured.cu/index.php/Mancha de hierro](http://www.ecured.cu/index.php/Mancha%20de%20hierro). (Revisado el del 30 de noviembre del 2017).
20. FUENTES, Y. J. 2002. Manual práctico sobre la utilización de suelos y

fertilizantes. Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación. Edición Mundi –Prensa. España. Pp. 123 - 130.

21. GALEANO, J. J. 2006. Evaluación de alternativas de manejo para la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk y Cook) en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en fincas de los departamentos de Granada, Masaya y Carazo. Trabajo de diploma Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4188/1/Tesis%20%20en%20arroz%20Luis%20Edwin%20Tito%20Zea.pdf>. (Revisado el 25 de setiembre del 2018).
22. GUEVARA, H. M. 2014. Plan de negocio para mejorar la producción y comercialización de café orgánico de la asociación de productores agropecuarios del distrito de Pisuquia, Provincia de Luya, Región Amazonas. Tesis. Disponible en: http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/546/FIA_143.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Revisado el 18 de enero 2018).
23. GUEVARA, I; RODRIGUEZ, E. 2006. Productos químicos de resistencia en la supresión de la marchitez de algodónero causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* en sistema hidropónico. Universidad Nacional de Piura. Facultad de Agronomía. Perú. 12 p.
24. GUTIERREZ, H y DE LA VARA SALAZAR, R. 2012. Análisis y Diseño de Experimentos. 3era Edición. Editorial MC Graw Hill. 489 p.
25. HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 206 p.
26. ICAFE. 1998. Manual de recomendaciones para el cultivo de café. San

José - Costa Rica. 193 p.

27. INIFAP. 2013. Paquete Tecnológico para la Producción de plantas de café. Sierra Huasteca Potosina. 10 p.
28. IÑIGUEZ, M. 2007. Fertilidad, fertilizantes y fertilización del suelo. Universidad Nacional Loja. Editorial Universitaria. Loja-Ecuador. Pp. 259 - 302.
29. IPNI. 2017. Hierro en la planta. Disponible en: [www.ipni.net/ppiweb/ianex.nsf/\\$webindex/98CCDBEF1E4D614806256ABF005887E5/\\$file/conozca+la+deficiencia+de+hierro.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ianex.nsf/$webindex/98CCDBEF1E4D614806256ABF005887E5/$file/conozca+la+deficiencia+de+hierro.pdf). (Revisado el 30 de noviembre del 2017).
30. ISHIZUKA, V. 1978. Nutrient deficiencies of crops. República de China.
31. KARAM, F; MOUNZER, O; SARKIS, F; LAHOUD, R. 2002. Yield and Nitrogen recovery of lettuce under different irrigations regimes. J. Appl. Hort. 4: 70: 76.
32. KESSMANN, H; STAUB, T; HOFMANN, C; MAESTZKE, T; HERZOG, J; WARD, E; UKNES, S. J y RYALS, J. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. Ann Rev. Phytopathol. 32: 429 – 459.
33. KIRKBY, E. A; ROMHELD, V. 2007. Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. Disponible en: [https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/FEB8DB4F5AFB8FF50525748300700842/\\$file/Micronutrientes+en+la+Fisiolog%C3%ADa+de+las+Plantas+II+Parte.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/FEB8DB4F5AFB8FF50525748300700842/$file/Micronutrientes+en+la+Fisiolog%C3%ADa+de+las+Plantas+II+Parte.pdf). (Revisado 10 de agosto del 2017).
34. KUĆ, J. 2001. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants its application. European Journal of Plant Pathology. 107 p.

35. MORENO, A; LÓPEZ, S; CORCHO, A. 2000. Principales medidas en epidemiología. salud pública de méxico / vol.42, no.4 337 – 348 Pp. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/spm/v42n4/2882.pdf>. (Revisado en junio del 2018).
36. NAVARRO, G; NAVARRO, S. 2013. Química Agrícola; Química del suelo y de los nutrientes esenciales para la planta. Ed. Mundi. España 438 p.
37. OOSTENDORP, M; KUNZ, W; DIETRICH, B; STAUB, T. 2001. Induced disease resistance in plants by chemicals. European Journal of Plant Pathology. 107 p.
38. PASCHOLATI, S; LEITE, B; STANGARLIN, JR; CIA P. 2008. Interação Planta – Patógeno: fisiología, bioquímica y biología molecular. FEALQ, Piracicaba. 429 p.
39. PLASTER, E. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Ed. Paraninfo. España. 405 p.
40. POZO, M. 2006. La ciencia y la tecnología de la nutrición de las plantas. Charla técnica. Quito, Ecuador. 48 p.
41. PTHORTICULTURE. 2017. La función del cobre en el cultivo de planta. Disponible en: www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-cobre-en-el-cultivo-de-plantas/. (Revisado el 8 de noviembre de 2016).
42. QUIFATEX. 2013. Folleto de información técnica. Quito- Ecuador. Pp.1 - 24.
43. QUÍMICA SUIZA. 2014. proteinato de cobre efecto de Fenolasas. Departamento Técnico de Agroveterinaria. Disponible en: http://www.qsindustrial.biz/media_qsi/uploads/fichas_tecnicas/pro

metcu.pdf. (Revisado el 18 de agosto del 2017).

44. RENGIFO, H. G; LEGUIZAMÓN, J. E; RIAÑO, N. M. 2006. Incidencia y severidad de la mancha de hierro en plántulas de *Coffea arabica* en diferentes condiciones de nutrición. *Cenicafé* 57(3): 232- 242. 2006 p. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc057%2803%29232-242.pdf>. (Revisado el 12 de enero del 2018)
45. RIVEROS, A; ROSALES, F; POCASANGRE, L. 2004. Manejo alternativo de *Mycosphaerella fijiensis* a través de la inducción de resistencia y uso de bioproductos. XVI Reunión Internacional Acorbat 2004; Pp 47-52.
46. RODRIGUEZ y GALVEZ, E. 2003. Muerte regresiva del mango causada por *Lasioidiploidia theobromae*. Editorial Fimar. Editores e Impresores S.A. Lima-Perú. 28 p.
47. RODRÍGUEZ, E; JUÁREZ, A; MALDONADO, E. 2005. Supresión de la antracnosis del mango causada por *Colletotrichum gloeosporoides* mediante productos químicos de resistencia. Universidad nacional de Piura. Facultad de agronomía. Perú. *Universalía*. 10(2):2-10.
48. RYALS, J; UKNES, S; WARD, E. 1994. Systemic acquired resistance. *Plant Physiology* 104: 1109 – 1112.
49. SANCHEZ, J. 2007. Fertilizantes; el alimento de nuestros alimentos. Ed. Trillas. México. 80 p.
50. SARANTES. 1998. Antracnosis o muerte descendente del café. Nicaragua. Hoja volante 40. 2 p.
51. SOLANO, W. I. 2017. Efecto de la fertilización mineral, orgánica y foliar en la fenología del cultivo de café (*Coffea arabica* L), en vivero y con

diferentes variedades. Ecuador. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/20775/1/Solano%20Ajila%2C%20Willan%20Ivan.pdf>. (Revisado el 18 de noviembre del 2018).

52. STICHER, L; MAUCH, B; METRAUX, J. 1997. Systemic acquired resistance. *Ann. Rev. Phytopathol.* 35: 235-270.
53. SUSTAINABLE COMMODITY ASSISTANCE NETWORK (SCAN). S/A. Nutrición del café. Guatemala. 36 p.
54. TISDALE, S; NELSON, W. 1991. Fertilidad de suelos y fertilizantes. 1ra edición. Editorial Limusa. México. 632 p
55. TITO, L. E. 2014. Efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). tesis. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4188/1/Tesis%20%20en%20arroz%20Luis%20Edwin%20Tito%20Zea.pdf>. (Revisado el 12 de enero del 2018).
56. TQC. 2012. Fertil Cooper (Sulfato de cobre Pentahidratado). Disponible en: <http://www.tqc.com.pe/product/fertil-copper>. (Revisado el 15 de agosto del 2017).

IX. ANEXOS

Cuadro 24. Datos promedio de incidencia por *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantones de café a los 125 días después de la siembra.

Bloques	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	75.877	25.370	22.407	29.773	38.510	44.848	35.286
Bloque 2	84.177	43.813	30.808	15.816	22.566	40.278	39.144
Bloque 3	78.810	55.060	42.879	43.746	45.000	42.130	44.048
Prom. Trat.	79.621	41.414	32.031	29.778	35.359	42.419	39.493

Cuadro 25. Datos de incidencia por *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke en plantones de café a los 125 días después de la siembra.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	53.846	40.000	20.000	26.667	30.000	41.667	27.273
	P ₂	63.636	22.222	44.444	30.000	36.364	25.000	25.000
	P ₃	88.889	30.000	0.000	27.273	36.364	54.545	41.667
	P ₄	88.889	20.000	10.000	25.000	25.000	54.545	40.000
	P ₅	90.000	10.000	30.000	36.364	33.333	60.000	44.444
	P ₆	70.000	30.000	30.000	33.333	70.000	33.333	33.333
Bloque 2	P ₁	100.000	40.000	18.182	9.091	9.091	37.500	75.000
	P ₂	71.429	54.545	50.000	11.111	11.111	37.500	20.500
	P ₃	81.818	33.333	25.000	10.000	20.500	37.500	30.000
	P ₄	81.818	25.000	33.333	20.000	33.333	33.333	30.000
	P ₅	70.000	50.000	33.333	36.364	36.364	33.333	22.222
	P ₆	100.000	60.000	25.000	8.333	25.000	62.500	57.143
Bloque 3	P ₁	66.667	50.000	40.000	36.364	40.000	50.000	50.000
	P ₂	85.714	50.000	12.500	58.333	37.500	33.333	57.143
	P ₃	85.714	37.500	40.000	40.000	37.500	37.500	57.143
	P ₄	83.333	66.667	27.273	50.000	37.500	37.500	50.000
	P ₅	71.429	83.333	50.000	44.444	37.500	44.444	30.000
	P ₆	80.000	42.857	87.500	33.333	80.000	50.000	20.000

Cuadro 26. Datos promedios de severidad causada por *Cercospora coffeicola*, Berk & Cooke en plántones de café en vivero.

Dds	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
15 días	1.472	0.556	0.5	0.667	0.833	0.833	0.833
30 días	1.444	0.667	0.611	0.667	0.833	0.806	0.806
45 días	0.956	0.75	0.667	0.856	0.867	0.861	0.828
60 días	1.083	0.806	0.861	0.861	0.889	0.917	0.944
75 días	1.361	1.111	1.139	1.194	1.194	1.167	1.167
90 días	1.806	1.472	1.5	1.5	1.556	1.528	1.556
105 días	2.111	1.778	1.806	1.861	1.889	1.833	1.889

Dds: Días Después de la Siembra

Cuadro 27. Datos de severidad causada por *Cercospora coffeicola* a los 15 días, en plántones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	P ₂	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₃	1.500	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₄	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₅	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₆	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
Bloque 2	P ₁	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	P ₂	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₃	2.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₄	2.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₅	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₆	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
Bloque 3	P ₁	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	P ₂	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₃	2.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₄	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₅	1.500	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₆	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000

Cuadro 28. Datos de severidad causada por *Cercospora coffeicola* a los 30 días, en plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₂	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	P ₃	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000
	P ₄	2.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
	P ₅	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₆	2.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
Bloque 2	P ₁	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₂	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₃	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500
	P ₄	2.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.500	1.000
	P ₅	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000
	P ₆	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
Bloque 3	P ₁	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	P ₂	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₃	1.500	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	P ₄	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₅	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	P ₆	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000

Cuadro 32. Datos de severidad causada por *Cercospora coffeicola* a los 90 días, en plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	1.500	1.000	1.500	1.500	2.000	2.000	1.500
	P ₂	2.000	2.000	1.500	1.500	1.000	2.000	1.500
	P ₃	1.500	1.500	1.000	1.500	1.500	2.000	2.000
	P ₄	2.000	1.000	2.000	1.000	1.500	1.000	1.500
	P ₅	2.000	1.000	2.000	1.500	2.000	1.000	1.500
	P ₆	1.500	1.500	2.000	2.000	2.000	1.000	1.500
Bloque 2	P ₁	1.500	1.500	1.000	2.000	1.000	1.500	1.500
	P ₂	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
	P ₃	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
	P ₄	2.000	1.500	1.500	1.000	1.500	1.500	2.000
	P ₅	2.500	1.500	1.000	1.500	1.500	1.500	1.500
	P ₆	2.000	1.500	1.500	1.500	2.000	2.000	2.000
Bloque 3	P ₁	2.000	1.500	2.000	1.500	2.000	2.000	1.500
	P ₂	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.000
	P ₃	1.500	1.500	1.500	1.000	1.000	1.500	1.500
	P ₄	2.500	1.500	1.500	1.500	1.000	1.500	1.500
	P ₅	2.500	1.500	1.500	1.500	2.000	1.500	1.000
	P ₆	1.000	2.000	1.000	2.000	1.500	1.000	2.000

Cuadro 33. Datos de severidad causada por *Cercospora coffeicola* a los 105 días, en plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	1.500	1.000	2.000	2.000	2.500	2.500	2.000
	P ₂	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	2.000
	P ₃	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	2.000
	P ₄	2.000	1.500	1.500	1.500	2.000	1.500	1.500
	P ₅	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.500	2.000
	P ₆	3.000	2.000	2.000	2.000	2.500	2.500	1.500
Bloque 2	P ₁	1.500	2.000	2.000	2.000	2.500	2.000	2.500
	P ₂	2.000	2.000	1.500	2.000	2.000	2.500	2.000
	P ₃	1.500	1.500	1.000	1.000	2.000	1.500	1.500
	P ₄	2.000	1.500	1.500	2.000	1.500	1.500	1.500
	P ₅	2.000	1.500	1.500	2.000	1.500	2.000	1.500
	P ₆	3.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.500
Bloque 3	P ₁	2.000	2.500	2.500	2.000	2.000	2.000	2.500
	P ₂	1.500	2.000	1.500	2.000	2.000	1.500	2.500
	P ₃	2.000	1.500	1.500	1.500	2.000	1.000	1.500
	P ₄	3.000	1.500	2.000	1.500	2.000	2.000	1.500
	P ₅	2.000	1.500	2.000	1.500	1.500	2.000	1.500
	P ₆	3.000	2.000	2.000	2.500	2.000	2.000	2.000

Cuadro 34. Datos promedios de las evaluaciones de altura de tallo de plantones de café en vivero.

Dds	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
15 días	5.408	6.367	6.408	6.142	6.217	6.283	6.408
30 días	6.528	7.428	7.461	7.333	6.744	7.189	7.106
45 días	8.15	9.322	9.256	9.506	8.578	8.844	8.683
60 días	9.511	11.617	11.072	11.817	10.556	10.511	9.911
75 días	11.372	13.517	14.106	13.806	12.967	12.661	11.722
90 días	12.678	16.7	17.317	16.372	15.5	15.483	15.633
105 días	14.428	18.883	19.317	18.194	16.667	17.089	15.878

Cuadro 35. Datos de altura de tallo a los 15 de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	5.500	6.000	6.000	5.900	6.500	6.500	5.500
	P ₂	5.500	6.500	6.000	5.800	6.500	6.400	5.500
	P ₃	5.500	6.500	6.500	5.800	6.500	6.200	5.500
	P ₄	6.000	6.000	6.500	6.000	6.500	6.200	5.500
	P ₅	6.000	6.500	6.500	6.000	6.000	6.200	6.000
	P ₆	5.000	6.500	6.500	6.500	5.500	6.500	6.000
Bloque 2	P ₁	5.500	6.000	6.600	6.500	6.100	4.500	6.000
	P ₂	5.500	6.000	6.000	6.500	5.900	6.000	6.000
	P ₃	5.500	6.500	6.500	6.500	5.700	6.900	6.000
	P ₄	5.500	6.000	6.600	6.500	6.800	6.800	6.000
	P ₅	5.500	6.000	6.600	6.500	6.000	6.700	6.000
	P ₆	5.800	6.500	6.500	6.500	6.900	6.800	6.000
Bloque 3	P ₁	5.400	6.000	6.500	6.000	6.500	5.300	6.500
	P ₂	5.000	6.600	6.600	6.500	6.400	6.500	6.000
	P ₃	5.000	6.600	6.600	6.500	6.200	6.000	6.600
	P ₄	5.000	6.600	6.600	6.500	6.200	6.000	8.900
	P ₅	5.500	6.600	6.600	6.000	5.800	6.700	8.900
	P ₆	5.500	6.000	6.000	6.200	6.000	6.900	6.000

Cuadro 36. Datos de altura de tallo a los 30 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	6.500	6.800	7.600	8.100	6.000	7.500	5.500
	P ₂	6.800	8.100	6.000	8.600	6.700	8.200	7.800
	P ₃	6.800	7.300	7.300	8.400	6.700	6.300	7.800
	P ₄	6.000	6.400	6.900	6.400	6.500	8.500	8.400
	P ₅	6.800	6.700	6.700	6.700	6.900	7.200	8.400
	P ₆	6.500	6.900	7.200	6.800	6.700	8.100	4.800
Bloque 2	P ₁	6.500	9.200	7.300	6.800	6.300	7.600	8.200
	P ₂	6.700	8.200	7.200	6.900	5.300	7.200	7.800
	P ₃	6.500	7.300	8.500	8.500	8.200	6.400	8.200
	P ₄	6.500	8.100	8.200	6.100	7.900	6.200	8.200
	P ₅	6.500	7.200	7.900	7.300	7.600	6.300	6.100
	P ₆	6.700	7.100	7.200	7.400	6.800	6.500	5.400
Bloque 3	P ₁	6.500	6.900	9.100	6.500	6.400	6.700	8.200
	P ₂	6.400	8.300	7.200	6.200	7.900	8.200	6.500
	P ₃	6.400	6.400	7.600	8.200	6.800	7.500	6.700
	P ₄	6.500	8.600	6.400	7.400	7.600	7.300	7.900
	P ₅	6.500	7.400	7.800	8.300	6.800	6.500	7.400
	P ₆	6.400	6.800	8.200	7.400	4.300	7.200	4.600

Cuadro 37. Datos de altura de tallo a los 45 días de plantones de café en vivero.

Bloque s	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	8.200	9.300	7.400	11.100	7.800	9.700	7.600
	P ₂	8.200	8.200	10.30 0	10.600	10.40 0	9.200	7.600
	P ₃	8.200	8.400	8.700	10.200	6.200	7.600	9.300
	P ₄	8.200	8.400	10.30 0	9.700	8.200	7.600	9.300
	P ₅	8.200	10.00 0	8.300	10.200	6.800	10.30 0	8.200
	P ₆	7.600	9.200	9.200	10.500	9.800	9.200	8.200
Bloque 2	P ₁	8.300	10.30 0	9.700	9.800	10.00 0	8.000	7.200
	P ₂	7.900	10.40 0	8.800	8.200	7.300	8.500	8.700
	P ₃	7.900	9.700	10.40 0	8.400	9.200	8.200	8.800
	P ₄	7.900	9.400	10.40 0	9.800	8.400	10.50 0	8.200
	P ₅	7.900	9.600	9.200	8.600	8.600	8.200	8.400
	P ₆	7.900	9.200	9.100	9.200	8.200	8.000	8.600
Bloque 3	P ₁	8.000	9.600	8.800	8.600	9.100	10.30 0	9.400
	P ₂	8.500	8.200	9.200	9.100	8.200	9.200	9.300
	P ₃	8.500	9.300	9.200	9.100	9.100	8.800	10.70 0
	P ₄	8.500	10.20 0	9.200	9.600	8.300	9.200	10.20 0
	P ₅	8.800	9.900	8.300	9.400	9.500	8.300	8.300
	P ₆	8.000	8.500	10.10 0	9.000	9.300	8.400	8.300

Cuadro 38. Datos de altura de tallo a los 60 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	10.20 0	13.30 0	10.80 0	13.60 0	8.200	11.40 0	9.500
	P ₂	9.400	12.80 0	9.800	12.20 0	10.80 0	11.30 0	10.00 0
	P ₃	9.400	12.10 0	10.20 0	12.20 0	12.20 0	10.20 0	10.00 0
	P ₄	9.400	11.80 0	12.30 0	14.20 0	9.800	12.30 0	10.00 0
	P ₅	9.400	11.80 0	9.400	14.20 0	10.80 0	12.80 0	9.700
	P ₆	10.00 0	11.20 0	11.30 0	12.40 0	10.20 0	10.40 0	8.800
Bloque 2	P ₁	9.000	13.20 0	12.70 0	10.40 0	10.80 0	9.000	11.30 0
	P ₂	9.500	12.80 0	12.70 0	10.20 0	11.20 0	9.000	10.60 0
	P ₃	9.500	13.80 0	11.40 0	12.30 0	11.20 0	11.80 0	9.600
	P ₄	9.500	12.20 0	12.70 0	12.20 0	11.20 0	11.80 0	9.100
	P ₅	9.300	12.20 0	11.60 0	11.80 0	11.20 0	9.000	9.700
	P ₆	10.20 0	12.20 0	11.60 0	11.80 0	10.40 0	8.000	9.700
Bloque 3	P ₁	8.900	11.90 0	11.40 0	11.30 0	10.20 0	11.30 0	10.20 0
	P ₂	9.000	9.800	10.20 0	9.800	11.20 0	8.700	9.700
	P ₃	9.300	9.200	11.60 0	8.600	11.20 0	11.40 0	8.200
	P ₄	9.300	10.00 0	9.200	12.40 0	9.300	10.30 0	10.20 0
	P ₅	9.300	10.40 0	8.600	11.70 0	10.30 0	9.400	9.800
	P ₆	10.60 0	8.400	11.80 0	11.40 0	9.800	11.10 0	12.30 0

Cuadro 39. Datos de altura de tallo a los 75 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	10.40 0	13.40 0	13.80 0	14.30 0	11.30 0	13.60 0	11.40 0
	P ₂	10.40 0	14.40 0	13.60 0	13.40 0	11.10 0	12.90 0	12.20 0
	P ₃	10.40 0	15.20 0	11.60 0	14.20 0	10.60 0	11.70 0	12.70 0
	P ₄	10.40 0	14.50 0	14.70 0	15.30 0	14.60 0	12.40 0	12.70 0
	P ₅	13.90 0	12.80 0	12.40 0	14.20 0	14.60 0	13.50 0	10.30 0
	P ₆	13.50 0	12.30 0	13.40 0	13.40 0	13.30 0	11.30 0	10.20 0
Bloque 2	P ₁	10.40 0	12.20 0	17.20 0	12.20 0	8.200	14.30 0	12.60 0
	P ₂	10.40 0	14.50 0	16.20 0	19.40 0	12.50 0	13.20 0	11.60 0
	P ₃	10.40 0	14.70 0	14.60 0	14.30 0	14.40 0	10.60 0	10.40 0
	P ₄	12.60 0	15.20 0	15.20 0	14.80 0	14.20 0	10.60 0	12.40 0
	P ₅	12.20 0	14.50 0	16.60 0	14.80 0	14.20 0	10.60 0	12.40 0
	P ₆	12.20 0	14.70 0	15.40 0	12.40 0	11.20 0	10.60 0	12.40 0
Bloque 3	P ₁	11.50 0	14.00 0	12.20 0	12.60 0	12.40 0	12.40 0	10.40 0
	P ₂	11.50 0	13.50 0	12.40 0	13.80 0	13.50 0	13.20 0	11.40 0
	P ₃	11.50 0	12.00 0	11.20 0	12.40 0	15.20 0	15.20 0	12.60 0
	P ₄	11.00 0	11.90 0	19.40 0	12.50 0	14.20 0	15.20 0	12.50 0
	P ₅	11.00 0	11.20 0	11.60 0	12.20 0	13.30 0	15.20 0	11.40 0
	P ₆	11.00 0	12.30 0	12.40 0	12.30 0	14.60 0	11.40 0	11.40 0

Cuadro 40. Datos de altura de tallo a los 90 días de plántones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	12.000	18.200	18.400	17.600	12.300	15.400	19.600
	P ₂	12.500	19.300	18.400	17.300	16.400	16.200	15.200
	P ₃	12.500	17.800	19.300	16.800	16.600	16.200	15.200
	P ₄	12.500	16.500	17.200	15.400	16.600	18.000	15.200
	P ₅	15.000	16.500	17.200	20.400	16.600	16.200	14.200
	P ₆	14.700	17.800	18.600	20.200	16.600	16.400	11.500
Bloque 2	P ₁	12.000	19.200	20.300	14.200	17.800	19.600	13.600
	P ₂	12.000	18.000	19.600	15.300	14.500	12.400	19.600
	P ₃	12.500	17.600	19.600	19.600	19.600	13.800	17.200
	P ₄	12.500	18.600	18.300	17.800	17.800	13.800	17.200
	P ₅	12.500	19.700	18.300	17.900	12.600	12.500	13.300
	P ₆	12.500	19.700	18.300	14.800	13.200	12.500	13.600
Bloque 3	P ₁	12.500	10.400	14.200	14.600	14.200	15.200	14.800
	P ₂	12.500	16.400	13.100	17.400	14.200	14.700	14.800
	P ₃	12.000	14.200	14.700	14.600	19.600	16.600	19.600
	P ₄	12.000	12.800	15.400	11.500	11.500	16.400	13.400
	P ₅	12.000	14.200	15.400	14.600	14.700	16.400	16.200
	P ₆	14.000	13.700	15.400	14.700	14.200	16.400	17.200

Cuadro 41. Datos de altura de tallo a los 105 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	14.00 0	20.20 0	20.40 0	19.60 0	14.30 0	17.40 0	12.40 0
	P ₂	14.50 0	21.30 0	20.40 0	19.30 0	18.40 0	18.20 0	17.20 0
	P ₃	14.50 0	19.80 0	21.30 0	18.80 0	18.60 0	18.20 0	15.20 0
	P ₄	14.50 0	18.50 0	19.20 0	17.40 0	18.60 0	18.20 0	15.20 0
	P ₅	14.50 0	18.50 0	19.20 0	22.40 0	18.60 0	18.20 0	14.20 0
	P ₆	16.70 0	19.80 0	20.60 0	22.20 0	18.60 0	18.40 0	11.50 0
Bloque 2	P ₁	14.00 0	21.20 0	22.30 0	16.20 0	10.40 0	15.30 0	15.60 0
	P ₂	14.00 0	23.30 0	21.60 0	17.30 0	16.50 0	15.40 0	15.30 0
	P ₃	14.50 0	19.60 0	21.60 0	18.40 0	16.20 0	15.80 0	19.20 0
	P ₄	14.50 0	20.60 0	20.30 0	19.80 0	21.80 0	15.80 0	19.20 0
	P ₅	14.50 0	21.70 0	20.30 0	19.90 0	14.60 0	14.50 0	15.30 0
	P ₆	14.50 0	21.70 0	20.30 0	16.80 0	15.20 0	14.50 0	15.60 0
Bloque 3	P ₁	14.50 0	12.40 0	16.20 0	16.60 0	16.20 0	17.20 0	16.80 0
	P ₂	14.50 0	18.40 0	15.10 0	19.40 0	16.20 0	16.70 0	16.80 0
	P ₃	14.00 0	16.20 0	16.70 0	16.60 0	16.20 0	18.60 0	13.50 0
	P ₄	14.00 0	14.80 0	17.40 0	13.50 0	16.70 0	18.40 0	15.40 0
	P ₅	14.00 0	16.20 0	17.40 0	16.60 0	16.70 0	18.40 0	18.20 0
	P ₆	14.00 0	15.70 0	17.40 0	16.70 0	16.20 0	18.40 0	19.20 0

Cuadro 42. Datos promedios de las evaluaciones de diámetro de tallo de plantones de café en vivero.

Dds	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
15 días	0.156	0.158	0.158	0.16	0.157	0.158	0.157
30 días	0.162	0.164	0.165	0.164	0.166	0.163	0.164
45 días	0.168	0.172	0.172	0.171	0.172	0.172	0.17
60 días	0.17	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175	0.174
75 días	0.188	0.218	0.202	0.214	0.192	0.195	0.191
90 días	0.202	0.237	0.227	0.231	0.209	0.219	0.205
105 días	0.218	0.246	0.245	0.244	0.228	0.228	0.223

Cuadro 43. Datos de diámetro de tallo a los 15 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	0.160	0.160	0.160	0.150	0.150	0.150	0.170
	P ₂	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
	P ₃	0.150	0.150	0.150	0.190	0.150	0.160	0.160
	P ₄	0.170	0.160	0.160	0.160	0.150	0.180	0.160
	P ₅	0.150	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.150
	P ₆	0.150	0.160	0.160	0.150	0.170	0.140	0.150
Bloque 2	P ₁	0.150	0.160	0.160	0.150	0.150	0.150	0.160
	P ₂	0.160	0.160	0.170	0.150	0.150	0.160	0.150
	P ₃	0.160	0.160	0.160	0.160	0.150	0.160	0.160
	P ₄	0.150	0.160	0.150	0.180	0.170	0.150	0.160
	P ₅	0.160	0.150	0.150	0.160	0.170	0.150	0.160
	P ₆	0.150	0.160	0.150	0.160	0.160	0.170	0.150
Bloque 3	P ₁	0.150	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
	P ₂	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.140
	P ₃	0.160	0.150	0.170	0.150	0.160	0.160	0.140
	P ₄	0.150	0.150	0.160	0.170	0.150	0.150	0.180
	P ₅	0.150	0.160	0.150	0.160	0.150	0.160	0.160
	P ₆	0.160	0.160	0.160	0.150	0.160	0.160	0.150

Cuadro 45. Datos de diámetro de tallo a los 45 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	0.180	0.170	0.170	0.170	0.160	0.170	0.180
	P ₂	0.170	0.190	0.180	0.190	0.180	0.170	0.160
	P ₃	0.150	0.160	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180
	P ₄	0.170	0.180	0.180	0.170	0.170	0.180	0.150
	P ₅	0.170	0.170	0.170	0.150	0.170	0.160	0.170
	P ₆	0.170	0.160	0.170	0.170	0.180	0.180	0.180
Bloque 2	P ₁	0.160	0.160	0.150	0.170	0.170	0.160	0.160
	P ₂	0.160	0.160	0.170	0.170	0.180	0.170	0.170
	P ₃	0.170	0.170	0.180	0.160	0.180	0.180	0.170
	P ₄	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.170	0.170
	P ₅	0.160	0.180	0.170	0.180	0.160	0.170	0.180
	P ₆	0.170	0.170	0.170	0.170	0.160	0.170	0.170
Bloque 3	P ₁	0.160	0.180	0.180	0.160	0.190	0.190	0.170
	P ₂	0.170	0.170	0.160	0.170	0.160	0.170	0.170
	P ₃	0.160	0.170	0.180	0.190	0.160	0.160	0.160
	P ₄	0.180	0.190	0.160	0.160	0.180	0.180	0.170
	P ₅	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170
	P ₆	0.170	0.160	0.180	0.170	0.160	0.160	0.180

Cuadro 46. Datos de diámetro de tallo a los 60 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	0.170	0.180	0.180	0.170	0.170	0.190	0.160
	P ₂	0.170	0.170	0.180	0.190	0.180	0.170	0.170
	P ₃	0.180	0.180	0.170	0.170	0.180	0.160	0.180
	P ₄	0.160	0.170	0.170	0.160	0.180	0.190	0.199
	P ₅	0.170	0.180	0.190	0.170	0.160	0.170	0.170
	P ₆	0.160	0.170	0.170	0.180	0.170	0.180	0.170
Bloque 2	P ₁	0.190	0.170	0.160	0.180	0.170	0.180	0.170
	P ₂	0.170	0.160	0.170	0.190	0.180	0.160	0.180
	P ₃	0.170	0.190	0.180	0.170	0.170	0.180	0.170
	P ₄	0.160	0.180	0.180	0.170	0.180	0.170	0.180
	P ₅	0.170	0.180	0.180	0.170	0.190	0.180	0.180
	P ₆	0.170	0.170	0.170	0.180	0.170	0.170	0.160
Bloque 3	P ₁	0.180	0.160	0.180	0.180	0.170	0.180	0.170
	P ₂	0.180	0.180	0.180	0.170	0.180	0.160	0.170
	P ₃	0.160	0.190	0.190	0.170	0.170	0.170	0.170
	P ₄	0.170	0.170	0.160	0.180	0.190	0.180	0.180
	P ₅	0.160	0.170	0.170	0.180	0.180	0.190	0.180
	P ₆	0.170	0.180	0.170	0.170	0.160	0.170	0.180

Cuadro 47. Datos de diámetro de tallo a los 75 días de plántones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	0.190	0.200	0.200	0.190	0.160	0.220	0.200
	P ₂	0.190	0.200	0.220	0.200	0.170	0.210	0.220
	P ₃	0.180	0.200	0.220	0.200	0.180	0.200	0.180
	P ₄	0.180	0.220	0.190	0.200	0.200	0.200	0.200
	P ₅	0.160	0.220	0.240	0.220	0.220	0.200	0.190
	P ₆	0.200	0.160	0.200	0.200	0.180	0.200	0.180
Bloque 2	P ₁	0.200	0.220	0.200	0.240	0.170	0.190	0.180
	P ₂	0.180	0.220	0.220	0.240	0.200	0.180	0.180
	P ₃	0.180	0.250	0.170	0.220	0.240	0.190	0.180
	P ₄	0.180	0.250	0.220	0.200	0.240	0.170	0.170
	P ₅	0.180	0.220	0.180	0.220	0.240	0.200	0.170
	P ₆	0.180	0.230	0.200	0.220	0.150	0.170	0.200
Bloque 3	P ₁	0.200	0.180	0.220	0.220	0.200	0.200	0.190
	P ₂	0.200	0.250	0.200	0.220	0.220	0.220	0.190
	P ₃	0.220	0.250	0.200	0.240	0.170	0.180	0.180
	P ₄	0.180	0.240	0.190	0.240	0.170	0.180	0.200
	P ₅	0.180	0.240	0.190	0.170	0.170	0.200	0.200
	P ₆	0.200	0.180	0.170	0.220	0.170	0.200	0.220

Cuadro 48. Datos de altura de tallo a los 90 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	0.190	0.250	0.200	0.200	0.220	0.220	0.240
	P ₂	0.200	0.230	0.200	0.200	0.200	0.220	0.200
	P ₃	0.200	0.220	0.200	0.200	0.210	0.260	0.200
	P ₄	0.200	0.230	0.180	0.180	0.200	0.240	0.200
	P ₅	0.200	0.240	0.220	0.220	0.220	0.220	0.200
	P ₆	0.190	0.260	0.230	0.230	0.200	0.190	0.200
Bloque 2	P ₁	0.200	0.270	0.260	0.260	0.220	0.200	0.220
	P ₂	0.200	0.250	0.270	0.260	0.200	0.220	0.220
	P ₃	0.220	0.260	0.220	0.220	0.200	0.200	0.190
	P ₄	0.190	0.250	0.240	0.240	0.220	0.210	0.190
	P ₅	0.220	0.220	0.260	0.260	0.240	0.200	0.190
	P ₆	0.190	0.230	0.260	0.260	0.220	0.220	0.200
Bloque 3	P ₁	0.220	0.220	0.220	0.250	0.220	0.250	0.200
	P ₂	0.200	0.240	0.220	0.280	0.190	0.250	0.190
	P ₃	0.240	0.220	0.230	0.250	0.220	0.240	0.200
	P ₄	0.190	0.220	0.230	0.240	0.190	0.190	0.200
	P ₅	0.200	0.220	0.220	0.220	0.190	0.190	0.220
	P ₆	0.190	0.240	0.230	0.190	0.200	0.230	0.230

Cuadro 49. Datos de diámetro de tallo a los 105 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	0.220	0.250	0.220	0.240	0.200	0.220	0.250
	P ₂	0.220	0.250	0.220	0.240	0.200	0.230	0.220
	P ₃	0.230	0.220	0.240	0.240	0.220	0.230	0.220
	P ₄	0.190	0.240	0.240	0.240	0.220	0.230	0.240
	P ₅	0.200	0.240	0.220	0.240	0.240	0.240	0.220
	P ₆	0.230	0.260	0.240	0.240	0.220	0.240	0.220
Bloque 2	P ₁	0.220	0.280	0.260	0.250	0.250	0.220	0.220
	P ₂	0.220	0.260	0.250	0.240	0.230	0.240	0.200
	P ₃	0.200	0.270	0.270	0.250	0.220	0.240	0.220
	P ₄	0.240	0.260	0.270	0.250	0.240	0.200	0.240
	P ₅	0.220	0.260	0.240	0.250	0.240	0.200	0.200
	P ₆	0.190	0.230	0.270	0.250	0.260	0.200	0.200
Bloque 3	P ₁	0.230	0.230	0.260	0.240	0.220	0.230	0.230
	P ₂	0.230	0.230	0.260	0.240	0.220	0.230	0.220
	P ₃	0.230	0.230	0.260	0.250	0.230	0.240	0.220
	P ₄	0.220	0.260	0.230	0.240	0.230	0.240	0.230
	P ₅	0.200	0.220	0.230	0.240	0.230	0.240	0.230
	P ₆	0.230	0.230	0.230	0.250	0.240	0.240	0.240

Cuadro 53. Datos de número de hojas a los 60 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	6.000	8.000	8.000	8.000	6.000	8.000	8.000
	P ₂	6.000	8.000	8.000	8.000	8.000	6.000	8.000
	P ₃	4.000	5.000	8.000	8.000	8.000	8.000	4.000
	P ₄	5.000	5.000	6.000	5.000	5.000	5.000	6.000
	P ₅	6.000	8.000	8.000	8.000	6.000	5.000	8.000
	P ₆	6.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Bloque 2	P ₁	6.000	8.000	8.000	8.000	8.000	6.000	6.000
	P ₂	5.000	8.000	8.000	8.000	8.000	6.000	6.000
	P ₃	4.000	8.000	8.000	8.000	5.000	8.000	6.000
	P ₄	6.000	8.000	5.000	6.000	6.000	6.000	6.000
	P ₅	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	6.000
	P ₆	6.000	8.000	8.000	8.000	8.000	6.000	6.000
Bloque 3	P ₁	8.000	8.000	6.000	8.000	8.000	8.000	8.000
	P ₂	8.000	8.000	6.000	6.000	8.000	6.000	6.000
	P ₃	8.000	6.000	8.000	8.000	8.000	8.000	4.000
	P ₄	6.000	6.000	6.000	8.000	6.000	8.000	6.000
	P ₅	4.000	6.000	8.000	8.000	6.000	8.000	6.000
	P ₆	8.000	8.000	6.000	8.000	6.000	6.000	6.000

Cuadro 54. Datos de número de hojas a los 75 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	8.000
	P ₂	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	P ₃	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	P ₄	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	8.000	8.000
	P ₅	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	8.000	10.000
	P ₆	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Bloque 2	P ₁	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	8.000
	P ₂	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	P ₃	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	8.000	8.000
	P ₄	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	P ₅	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	6.000	8.000
	P ₆	10.000	10.000	10.000	10.000	6.000	6.000	8.000
Bloque 3	P ₁	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	P ₂	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	P ₃	8.000	10.000	8.000	10.000	10.000	8.000	8.000
	P ₄	8.000	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	P ₅	10.000	10.000	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	P ₆	10.000	10.000	8.000	8.000	10.000	8.000	6.000

Cuadro 55. Datos de número de hojas a los 90 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
	P ₂	10.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	10.000
	P ₃	8.000	12.000	12.000	12.000	12.000	10.000	10.000
	P ₄	10.000	12.000	10.000	12.000	12.000	10.000	10.000
	P ₅	10.000	12.000	12.000	12.000	10.000	12.000	12.000
	P ₆	8.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Bloque 2	P ₁	12.000	12.000	12.000	12.000	10.000	12.000	10.000
	P ₂	12.000	10.000	12.000	12.000	10.000	10.000	10.000
	P ₃	8.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	10.000
	P ₄	9.000	10.000	10.000	12.000	12.000	10.000	10.000
	P ₅	9.000	10.000	12.000	12.000	12.000	10.000	10.000
	P ₆	12.000	12.000	12.000	12.000	10.000	10.000	8.000
Bloque 3	P ₁	10.000	10.000	10.000	10.000	11.000	10.000	10.000
	P ₂	10.000	12.000	12.000	10.000	11.000	10.000	12.000
	P ₃	12.000	10.000	12.000	12.000	11.000	12.000	8.000
	P ₄	9.000	10.000	10.000	12.000	11.000	10.000	10.000
	P ₅	10.000	10.000	10.000	12.000	11.000	12.000	10.000
	P ₆	10.000	10.000	10.000	12.000	11.000	12.000	10.000

Cuadro 56. Datos de número de hojas a los 105 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Plantas	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	P ₁	12.00 0	12.00 0	12.00 0	13.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0
	P ₂	10.00 0	12.00 0	12.00 0	13.00 0	12.00 0	12.00 0	10.00 0
	P ₃	12.00 0	12.00 0	12.00 0	13.00 0	13.00 0	12.00 0	12.00 0
	P ₄	10.00 0	12.00 0	13.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	10.00 0
	P ₅	8.000 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0
	P ₆	8.000 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	10.00 0
Bloque 2	P ₁	12.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	10.00 0	12.00 0	10.00 0
	P ₂	10.00 0	12.00 0	10.00 0	12.00 0	13.00 0	10.00 0	10.00 0
	P ₃	10.00 0	13.00 0	12.00 0	13.00 0	12.00 0	10.00 0	12.00 0
	P ₄	12.00 0	13.00 0	12.00 0	13.00 0	13.00 0	10.00 0	12.00 0
	P ₅	12.00 0	12.00 0	12.00 0	12.00 0	10.00 0	10.00 0	11.00 0
	P ₆	10.00 0	12.00 0	12.00 0	13.00 0	12.00 0	10.00 0	12.00 0
Bloque 3	P ₁	10.00 0	10.00 0	10.00 0	10.00 0	12.00 0	11.00 0	10.00 0
	P ₂	10.00 0	12.00 0	12.00 0	10.00 0	10.00 0	11.00 0	12.00 0
	P ₃	10.00 0	12.00 0	12.00 0	13.00 0	12.00 0	12.00 0	11.00 0
	P ₄	12.00 0	12.00 0	12.00 0	13.00 0	12.00 0	12.00 0	10.00 0
	P ₅	12.00 0	12.00 0	10.00 0	12.00 0	10.00 0	12.00 0	12.00 0
	P ₆	10.00 0	10.00 0	10.00 0	12.00 0	12.00 0	11.00 0	10.00 0

Cuadro 57. Datos de las evaluaciones área foliar de hojas a los 125 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	82.613	167.440	145.833	182.700	125.570	128.920	143.093
Bloque 2	97.733	167.920	196.737	165.797	133.720	171.230	157.887
Bloque 3	92.737	160.403	130.357	115.810	149.607	124.227	110.157

Cuadro 58. Datos de las evaluaciones de materia seca de hojas a los 125 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	19.350	21.340	20.500	21.560	20.070	20.540	20.250
Bloque 2	18.920	23.050	23.550	22.780	22.930	22.100	19.850
Bloque 3	19.830	21.550	23.260	22.150	22.630	21.960	20.160

Cuadro 59. Datos de las evaluaciones de materia seca de raíz a los 125 días de plantones de café en vivero.

Bloques	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	8.950	12.240	9.260	13.010	8.830	9.500	7.890
Bloque 2	9.270	14.260	16.730	13.090	17.490	12.420	16.320
Bloque 3	9.490	14.730	15.830	17.220	14.810	16.440	14.100

Cuadro 60. Datos de las evaluaciones de volumen de raíz a los 125 días de plántones de café en vivero.

Bloques	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Bloque 1	1.833	2.500	2.667	2.833	2.000	2.333	2.667
Bloque 2	2.367	3.167	3.167	3.167	2.667	2.667	2.833
Bloque 3	2.167	2.667	2.667	2.667	2.500	2.500	2.667

Cuadro 61. Costos de producción de plántones de café para una ha. (4 meses).

RUBRO	Unidad	Cantidad	Precio unid.S/	Total S/.						
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
I. COSTO DIRECTO										
1 Preparación de terreno				705.00	705.00	705.00	705.00	705.00	705.00	705.00
Acondicionamiento de vivero	jornal	4	30.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Deshierbo y limpieza	jornal	3	30.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
Llenado de bolsas	jornal	4	30.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Acomodar bolsas	jornal	2	30.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Siembra de semillas	jornal	0.5	30.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Manejo de vivero	jornal	10	30.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
2 Insumos				140.00	155.00	170.00	185.00	160.00	180.00	200.00
Sulfato de cobre pentahidratado.	lt	1	60.00		15.00	30.00	45.00			
Promet Cu	lt	1	80.00					20.00	40.00	60.00
Semillas de cafévar. Catimor	kg	2	20.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Bolsa plástica de 6" X 8"	Millar	5	20.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3 Herramientas				442.00	442.00	442.00	442.00	442.00	442.00	442.00
Machete	Unidad	1	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Alambre	kg	2	3.50	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Azadón	Unidad	1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Saranda	Unidad	1	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Regadora	Unidad	2	15.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Bomba de mochila	Unidad	1	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Listones de madera	Unidad	30	3.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
Hojas de shapaja	Unidad	100	0.30	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
4 Transporte				160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
Transporte	qq	160	1.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
II. Costo subtotal				1447.00	1462.00	1477.00	1492.00	1467.00	1487.00	1507.00
III. Costo indirecto										
Imprevistos 10%				144.7	146.20	147.70	149.20	146.70	148.70	150.70
IV. Costo total				1591.7	1608.20	1624.70	1641.20	1613.70	1635.70	1657.70

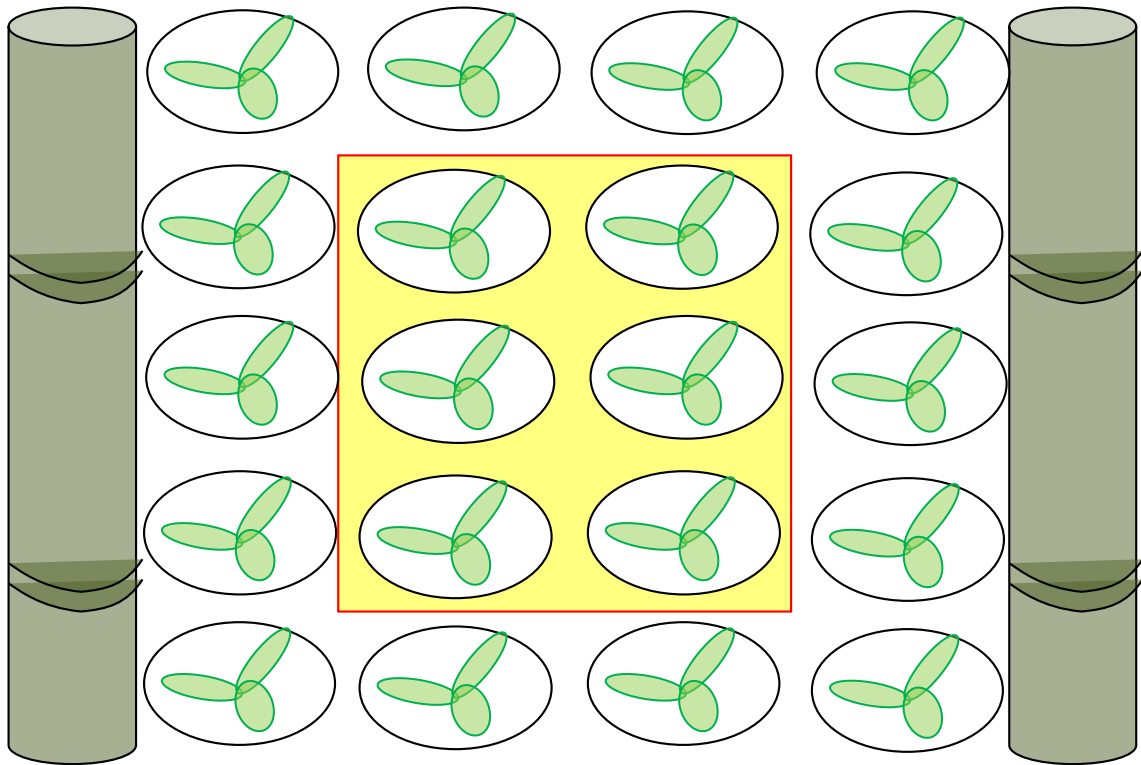


Figura 11. Croquis de plantas evaluadas



Figura 12. Tratamiento testigo (T1)



Figura 13. Evaluación de campo



Figura 14. Visita del presidente del jurado calificador