

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA TROPICAL



TESIS

**EFFECTO DE CINCO PRODUCTOS EN EL CONTROL DE PIE NEGRO
(*Rosellinia bunodes*) EN CAFETO (*Coffea arabica L.*) EN EL SECTOR DE
ESPÍRITU PAMPA, VILCABAMBA - LA CONVENCIÓN**

PRESENTADO POR:

Bach. YOHAN DELGADO REYNAGA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL**

ASESOR:

Mgt. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

CUSCO-PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: EFFECTO DE CINCO PRODUCTOS EN EL CONTROL DE PIE NEGRO (Rosellinia buxodes) EN CAFETO (Coffea arabica L.) EN EL SECTOR DE ESPIRITU PAMPA, VILCABAMBA - LA CONVENCION presentado por: Yohan Delgado Reynaga con DNI Nro.: 72448203 presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Agrónomo Tropical

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 3 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 23 de Octubre de 2023

DR. JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA
INGENIERO AGRÓNOMO
Registro del Colegio de Ingenieros N° 23779

Firma

Post firma LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

Nro. de DNI 23902170

ORCID del Asesor 0000-0001-5600-7998

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259: 120636208

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS YOHAN.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

17314 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

71 Pages

FECHA DE ENTREGA

Dec 10, 2021 4:29 PM EST

RECUENTO DE CARACTERES

92233 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.6MB

FECHA DEL INFORME

Dec 10, 2021 4:32 PM EST**● 3% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados
- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

DEDICATORIA

Se la dedico al forjador de mi camino, al padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo; a todos mis amigos y familiares que me apoyaron desde un inicio para poder realizar mi tesis.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco y en forma específico a la Facultad de Ciencias Agrarias Tropicales, por acogerme en sus aulas hasta acabar mi carrera profesional y ser beneficioso en la sociedad.
- Al Mgt. **Luis Justino Lizárraga Valencia**, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, asesor del presente trabajo de tesis por su apoyo invaluable y dedicación.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco por los conocimientos y sus experiencias brindadas durante el tiempo de mi formación profesional.
- A todos mis familiares, en especial a mi abuela que es como una madre para mí y aquellas personas que de una u otra manera permitieron la culminación de mi formación profesional.

Contenido	
INTRODUCCIÓN	1
I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Identificación del problema de investigación	2
1.2. Formulación del Problema	2
1.2.1. Problema General	2
1.2.2. Problemas Específicos	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1. Objetivos	3
2.1.1. Objetivo General	3
2.1.2. Objetivos Específicos	3
2.2. Justificación	4
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis General	5
3.2. Hipótesis Específica	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes de investigación	6
4.2. Bases teóricas	7
4.2.1. <i>Rosellinia bunodes</i> en el café	7
4.2.2. Control del pie negro del café causado por <i>Rosellinia bunodes</i>	10
4.2.3. Productos utilizados para el control de <i>Rosellinia bunodes</i>	12
4.2.4. Cultivo de café	14
4.2.4.1. Producción nacional de cafeto	14
4.2.4.2. Zonas productoras	14
4.2.4.3. Origen	15
4.2.4.4. Taxonomía	15
4.2.4.5. Variedades	16
4.2.4.6. Aspectos fisiológicos	17
4.2.4.7. Condiciones climáticas	20
4.2.4.8. Condiciones edáficas	21
4.2.4.9. Suelos y nutrientes del café	22
4.2.4.10. Riegos	23
4.2.4.11. Cosecha	24

4.2.5 costos de producción-----	25
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN-----	26
5.1. Tipo de Investigación -----	26
5.2. Ubicación Espacial-----	26
5.2.1. Ubicación Política -----	26
5.2.2. Ubicación Geográfica-----	26
5.2.3. Ubicación Hidrográfica -----	26
5.2.4. Ubicación Ecológica -----	26
5.3. Ubicación Temporal -----	27
5.3.1. Duración del experimento -----	27
5.3.2. Historial de campo -----	27
5.3.3. Características del suelo-----	27
5.4. Materiales y Métodos -----	28
5.4.1. Materiales -----	28
5.4.2. Metodología -----	29
5.4.2.1. Enfoque de investigación-----	29
5.4.2.2. Instrumento de investigación -----	29
5.4.2.3. Población y muestra -----	29
5.4.2.4. Variables dependientes evaluadas -----	29
5.4.2.5. Diseño experimental-----	30
5.4.2.6. Croquis y disposición del experimento-----	30
5.5. Actividades realizadas en la ejecución de la investigación-----	32
5.6. Evaluación de las variables -----	35
5.7. Procesamiento de la Información -----	36
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES -----	37
6.1. Porcentaje de mortandad de las plantas de café por el ataque de Rosellinia bunodes -	37
6.2. Efecto de los productos utilizados en las características de las plantas de café -----	38
6.3. Determinación del producto económicamente más rentable en el control de Rosellinia bunodes en el café -----	45
VII. CONCLUSIONES -----	47
VIII. RECOMENDACIONES -----	58
VIII. BIBLIOGRAFÍA-----	49

GALERIAS DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01 Planta de café en producción	24
Figura N° 02 Mortandad de plantas en el bloque III T3	37
Figura N° 03 Mortandad de plantas en los tratamientos	38
Figura N° 04 Efecto de los productos sobre las características agronómicas de la planta	39
Figura N° 05 Costos de los productos por tratamiento	46
Figura N° 06 Elección de una parcela (café) infestado con la enfermedad de Pie negro	60
Figura N° 07 Demarcación de cada unidad experimental	60
Figura N° 08 Evaluación del patógeno (<i>Rosellinia bunodes</i>) con el asesor	61
Figura N° 09 Hoyado en las unidades experimentales	61
Figura N° 10 Aplicación del producto Pentacloro en los focos de infección por Pie negro	62
Figura N° 11 Aplicación del producto dolomita en los focos de infección por Pie negro	62
Figura N° 12 Mortandad de planta por causa de Pie negro	63
Figura N° 13 Recalce de plantas de café en los focos de infección	63
Figura N° 14 Evaluación en campo sobre la altura de la planta.	64
Figura N° 15 Evaluación en campo en número de hojas por planta	64
Figura N° 16 Evaluación en campo en circunferencia del tallo	65
Figura N° 17 Evaluación en gabinete en el peso fresco de la planta	65

RESUMEN

El actual trabajo de investigación como título “Efecto de cinco productos en el control de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en cafeto (*Coffea arabica L.*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención” se realizó en la parcela del Sr. Nilton Luque Saavedra, fundo LUSA, en el sector de Espíritu Pampa, el problema propuesto fue el siguiente: ¿Cuál es el control óptimo y económico de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) del cafeto en Espíritu Pampa? Los objetivos: a) Evaluar el porcentaje de mortandad de las plantas de cafeto por el ataque de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en el sector de Espíritu Pampa, b) Determinar el efecto de cinco productos fitosanitarios sobre las características agronómicas del cafeto en el sector de Espíritu Pampa, c) Determinar el tratamiento que represente la opción económica más viable en el control de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) del cafeto en el sector de Espíritu Pampa. La metodología de investigación fue un diseño experimental, empleando seis tratamientos: Pentacloro, Phyton 27, Trichoderma ssp., dolomita, orines fermentados y un testigo. Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones. Se selecciono un cafetal infestado con la enfermedad de pie negro, para realizar el demarcado del área infestado y su limpieza respectiva, en donde se aplicó los cinco productos fitosanitarios, al final se recalzaron diez plantas en cada unidad experimental, para su evaluación final y los resultados nos indican lo siguiente: 1.- la aplicación de orines fermentados (humano) 4 l / m² no hubo mortandad de plantas en los tres bloques, con la aplicación de Trichoderma ssp. hubo una mortandad de 1 planta de café que representa el 3.33% siendo los dos tratamientos los más bajos a comparación con el tratamiento de dolomita que hubo una mortandad de 4 plantas que representa el 13.33% siendo el más alto de mortandad por causa de Pie negro. 2.- la aplicación de los cinco productos como: Pentacloro (2 l / m²), Phyton 27 (2 l / m²), Trichoderma ssp. (2 l / m²), Dolomita (2 kg / m²) y orines fermentados (4 l / m²) no muestran diferencias significativas sobre las características agronómicas de las plantas como en, altura de la planta, circunferencia del tallo, numero de hojas por planta, longitud de raíces y peso fresco de la planta. 3.- Se desecha la hipótesis planteada que con la aplicación de dolomita (2 kg / m²) representaría la opción económicamente más viable, por lo que su costo por tratamiento es S/ 13.20 siendo el más elevado comparando con los demás tratamientos, mientras con la aplicación de Pentacloro el costo es de S/ 3.30 en cada tratamiento.

Palabras claves: Pie negro, Pentacloro, Aspersión, Focos de infección.

ABSTRACT

The current research work titled “Effect of five products on the control of Blackfoot (Rosellinia bunodes) in coffee (Coffea arabica L.) in the Espíritu Pampa sector, Vilcabamba – La Convencion” was carried out on Mr. Nilton Luque Saavedra, founded LUSA, in the Espíritu Pampa sector, the problem proposed was the following: What is the optimal and economic control of Blackfoot (Rosellinia bunodes) of the coffee tree in Espíritu Pampa? The objectives: a) Evaluate the percentage of mortality of coffee plants due to the attack of Blackfoot (Rosellinia bunodes) in the Espíritu Pampa sector, b) Determine the effect of five phytosanitary products on the agronomic characteristics of the coffee tree in the sector. of Espíritu Pampa, c) Determine the treatment that represents the most viable economic option in the control of Blackfoot (Rosellinia bunodes) of the coffee tree in the Espíritu Pampa sector. The research methodology was an experimental design, using six treatments: Pentachlor, Phyton 27, Trichoderma ssp., dolomite, fermented urine and a control. The Completely Randomized Block Design was applied with three repetitions. A coffee plantation infested with blackleg disease was selected to demarcate the infested area and its respective cleaning, where the five phytosanitary products were applied. In the end, ten plants were highlighted in each experimental unit for final evaluation and evaluation. results indicate the following: 1.- the application of fermented urine (human) 4 l / m² there was no plant mortality in the three blocks, with the application of Trichoderma ssp. There was a mortality of 1 coffee plant that represents 3.33%, the two treatments being the lowest compared to the dolomite treatment, which had a mortality of 4 plants that represents 13.33%, being the highest mortality due to Blackfoot.. 2.- the application of the five products such as: Pentachloro (2 l / m²), Phyton 27 (2 l / m²), Trichoderma ssp. (2 l / m²), Dolomite (2 kg / m²) and fermented urine (4 l / m²) do not show significant differences on the agronomic characteristics of the plants such as plant height, stem circumference, number of leaves per plant, root length and fresh weight of the plant. 3.- The hypothesis proposed that the application of dolomite (2 kg/m²) would represent the most economically viable option is discarded, so its cost per treatment is S/ 13.20, being the highest compared to the other treatments, while with The application of Pentachloro costs S/ 3.30 for each treatment.

Keywords: Blackfoot, Pentachlor, Spraying, Infection sources.

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, el cultivo de café es el primer producto agrícola peruano de exportación y es el séptimo país exportador de café a nivel mundial. El Perú posee 425,416 hectáreas dedicadas al cultivo de café las cuales representan 6% del área agrícola nacional. El potencial de crecimiento del café en el país es alrededor de 2 millones de hectáreas; en la actualidad, 223,482 familias de pequeños productores están involucradas con la producción de café a nivel nacional y el 95% de ellos son agricultores con 5 hectáreas o menos del producto. (MINAGRI, 2019).

En la región del Cusco, el café es producido en 5 provincias (La Convención, Urubamba, Calca, Paucartambo y Quispicanchis), siendo la provincia de la Convención la que más extensión representa, con una superficie de 49,208 Ha y el distrito de Echarate el más representativo con una extensión de 28,671 Ha. En la actualidad son 24430 productores de café, los cuales generalmente en su mayoría cuentan con una extensión de café inferior a las 3.0 Ha. (Agencia Agraria La Convención, 2020).

Actualmente, el cultivo de café ha tomado bastante importancia en la provincia de La Convención, y particularmente en el distrito de Vilcabamba, cuenca San Miguel, donde se ha incentivado mediante las instituciones del estado y del sector agrario como son el Municipio distrital mediante sus proyectos agropecuarios, MINAGRI mediante SENASA y Plan de Renovación de Cafetales. Sin embargo, en la actualidad estos proyectos con las plantaciones que vienen produciendo no han incorporado dentro de sus paquetes tecnológicos el manejo integrado de los suelos, los mismos que al haber sido explotados por los agricultores durante muchos años sin efectuar las actividades respectivas de desinfección de suelos originan problemas fitosanitarios a las plantaciones ya establecidas ocasionando serios problemas económicos a los agricultores. La enfermedad conocida como Pie negro originada por el agente causal *Rosellinia bunodes* actualmente en el valle de San Miguel sector de Espíritu pampa viene causando serios estragos, por lo cual el referido trabajo de estudio pretende evaluar el efecto de cinco productos en el control de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en café (*Coffea arabica L.*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba - La Convención.

EL AUTOR

I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema de investigación

La cuenca de San Miguel es una de las importantes zonas cafetaleras del distrito de Vilcabamba caracterizada por su importante producción y calidad de café; en esta cuenca uno de los sectores productivos es el sector de Espíritu pampa, donde los caficultores vienen trabajando con el soporte técnico de las instituciones públicas, sin embargo, aún encuentran una seria limitante en el manejo y control de las enfermedades que afectan a este cultivo como es la roya amarilla y el pie negro; en este último caso si bien es cierto los caficultores del sector de Espíritu pampa han estado controlando la enfermedad mediante métodos tradicionales como es la aplicación con ceniza, orines fermentados, zanjas de infiltración, plantación de caña de azúcar alrededor, que solo causa un efecto de forma temporal llevando a la planta a morir, de esa manera reduciendo la producción del café y generando pérdidas económicas al caficultor del Valle de San miguel, por lo cual se hace necesario la aplicación de fungicidas más específicos y en momentos oportunos que puedan controlar y dar mejores resultados a los caficultores del valle.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es el control óptimo y económico de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en cafeto (*Coffea arabica L.*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba - La Convención?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el porcentaje de mortandad de las plantas de cafeto por el ataque de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención?
- ¿Cuál es el efecto de cinco productos fitosanitarios sobre las características agronómicas (hojas, tallo y raíz) de las plantas de cafeto, en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención?
- ¿Cuál es el tratamiento que representa la opción económica más viable en el control de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo General

- Determinar el control óptimo y económico de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en cafeto (*Coffea arabica L.*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba - La Convención.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el porcentaje de mortandad de las plantas de cafeto por el ataque de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención.
- Determinar el efecto de cinco productos fitosanitarios sobre las características agronómicas de las plantas de cafeto, en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención.
- Determinar el tratamiento que representa la opción económica más viable en el control de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención.

2.2. Justificación

El proyecto de investigación planteado, es importante por lo siguiente:

- Al evaluar el porcentaje de mortandad de las plantas de cafeto por el ataque de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) se contará con información científica y actualizada sobre el nivel del daño (mortandad de planta) con la que esta enfermedad viene causando a las plantaciones de cafeto en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención, de tal forma se puedan proponer alternativas de solución a este problema.
- Al determinar el efecto de cinco productos fitosanitarios sobre las características agronómicas de las plantas de cafeto, se podrá obtener la información científica de cuál de los productos empleados en el control de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) influye más sobre las características agronómicas (altura de planta, circunferencia de tallo, número de hojas por planta, peso fresco de la planta y altura de planta), en los cafetos del sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención, y con ello tener una opción más viable para el control de esta enfermedad.
- Al determinar el tratamiento que representa la opción económica más viable en el control de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención, se podrá contar con la información en materia económica de cuál de estos tratamientos empleados para el control de esta enfermedad representa la mejor relación costo/beneficio, de tal forma pueda ser accesible para que los caficultores de este sector puedan emplearlo dentro del manejo y control de esta enfermedad, así tener rentabilidad en el cultivo de café.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

- Existe un control óptimo de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en cafeto (*Coffea arabica* L.) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba - La Convención.

3.2. Hipótesis Específicos

- El porcentaje de mortandad de las plantas de cafeto por el ataque de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención, influye de forma directa y significativa en la producción.
- Existe un efecto positivo de cinco productos fitosanitarios sobre las características agronómicas (hojas, tallo y raíz) de las plantas de cafeto, en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención de forma significativa.
- El tratamiento empleado con dolomita representa la opción económica más viable en el control de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) en el sector de Espíritu Pampa, Vilcabamba – La Convención.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de investigación

Acuña (2014) realiza una investigación titulada “Estudio comparativo de la aplicación de cuatro fungicidas para complementar las medidas culturales en el manejo integrado de *Rosellinia bunodes* del café en Satipo”. En este trabajo de investigación al efectuar el estudio comparativo, se llega a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de los cuatro fungicidas: Pentacloro Farmex (2 l solución al 0.25% / m² foco de infección), Carbonato de calcio (2 kg/m² foco de infección), orina fermentada (4 l solución / m² foco de infección), *Trichoderma virens* (2 l / m² foco de infección), sobre el desarrollo vegetativo, no muestran diferencias significativas en el control de la enfermedad. La utilización de Pentacloro Farmex, Carbonato de calcio, orina fermentada, *Trichoderma virens* como fungicida orgánico no influyen en la longitud de raíces, altura de plantas, diámetro de tallos, peso húmedo de raíces y peso seco de raíces. La utilización de orina fermentado como fungicida orgánico presenta mayor número de hojas por planta.
2. Al evaluar los costos de plantas tratadas con fungicida en el manejo integrado de *Rosellinia bunodes* del café, se ha demostrado que no existe diferencia, esto debido a las prácticas de manejo (drenaje en acequias al contorno de la planta enferma, retiro de restos de la planta enferma y materia orgánica del foco de infección realizado a las unidades experimentales)
3. Se rechaza la hipótesis planteada que con la aplicación de pentacloro Farmex se controla a la enfermedad del pie negro del café causada por el hongo *Rosellinia bunodes* de los suelos infestados y permite el normal desarrollo de plantas recalzadas de café (*Coffea arabica*) en Satipo, debido a que todos los tratamientos tienen efectos semejantes.

Ortega (2009), realiza una investigación titulada “Identificación y patogenicidad de especies de *Rosellinia* asociadas a café y otras especies forestales en la zona central cafetera de Colombia” en la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Esta investigación se realizó en fincas de los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, y tuvo como objetivo identificar las especies de *Rosellinia* asociadas a café, y otras especies forestales, además de evaluar su patogenicidad en chapolas de café. En cuanto a los resultados que se arribaron en esta investigación, en café se identificaron 36 focos, con ataque desde 3 hasta 200 plantas,

encontrándose además en raíces de cacao (*Theobroma cacao*), macadamia (*Macadamia integrifolia*), guamo (*Inga edulis*), caucho (*Ficus soatensis*), nim (*Azadirachta indica*), plátano (*Musa paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*), aguacate (*Persea americana*), guayaba (*Psidium guajava*), guanábana (*Annona muricata*), gmelina (*Gmelina arborea*), árbol de la cruz (*Brownea ariza*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Se obtuvieron un total de 115 aislamientos que molecularmente se clasificaron en dos grupos, *Rosellinia bunodes* (*R. bunodes*) y *Rosellinia pepo* (*R. pepo*), coincidiendo con la identificación macroscópica de signos sobre las raíces. Con 23 de dichos aislamientos se realizaron pruebas de patogenicidad evaluando la mortalidad hasta el día estipulado. Tres de los aislamientos no causaron mortalidad, nueve causaron más del 50% de mortalidad y con 11 de éstos se obtuvo una mortalidad menor al 50%. Independientemente de cualquier especie fueron determinados los aislamientos de mayor patogenicidad, por lo que se concluyó, que existe un amplio rango de agresividad entre los aislamientos patogénicos de *Rosellinia* evaluados en las chapolas, independientemente de la dosis utilizada y su procedencia, además que la llaga estrellada (*R. pepo*) en las zonas muestreadas tiene un amplio rango de hospedantes en comparación con la llaga negra (*R. bunodes*).

4.2. Bases teóricas

4.2.1. *Rosellinia bunodes* en el café

4.2.1.1 Taxonomía

Kannan (1986), menciona la siguiente clasificación

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Clase: Ascomicetes

Orden: Sphaeriales

Familia: Xylariaceae

Género: *Rosellinia*

Especie: *R. bunodes*

Saccas (1956) menciona que el micelio de *R. bunodes* posee una forma cilíndrica tabicada, muy ramificado y de color pardo oscuro; y que posee una capa compacta parecida a una corteza. El estroma inicialmente es pardo rojizo y luego negro, formado por hifas densamente aglomeradas de varios milímetros de espesor que comienzan a emerger en el tejido cortical.

4.2.1.2 Pie negro (*Rosellinia bunodes*)

Fonaiap (2009), menciona que, esta enfermedad aparece causando daño en la raíz, lugar donde aparecen manchas en forma de puntos negros. La enfermedad es ocasionada por el hongo *Rosellinia bunodes*.

Tirado (2010), menciona que, esta enfermedad que es llamada “pudrición del pie”, “pata negra”, “llaga negra”, “podredumbre negra” “llaga estrellada” y “Rosellinia”, se encuentra distribuida en todas las zonas cafetaleras del Perú. La enfermedad mata a las plantas afectadas y su control se hace difícil y casi imposible. El conocimiento de la enfermedad y las prácticas que previenen el ataque permiten reducir las pérdidas, caso contrario, por su fácil diseminación se puede llegar a tener una excesiva mortandad de plantas, en cualquier estado de desarrollo. La enfermedad es causada por un hongo ascomiceto xilariaceo, que ataca el tejido del cambium del cuello de la raíz, llamado *Rosellinia bunodes*.

Uno de los principales síntomas de la enfermedad es que afecta al cuello de las raíces de plantas jóvenes y adultas. Una característica de la enfermedad es que se presentan en focos en el campo, es decir el hongo afecta a los cafetos en áreas localizadas (de una a más plantas). Origina la pudrición de raíces, con la corteza desorganizada y de color negro. En la parte aérea se observa amarillamiento, marchitez, defoliación y muerte, posteriormente el inoculó se disemina mediante agua de escorrentía o de drenaje, a cafetos situados en la vecindad de la planta inicialmente atacada. No se descarta que la enfermedad pueda llegar a generalizarse en todo el cafetal, si no se toman las medidas de control.

La diseminación de esta enfermedad se da partir de la madera que queda de los árboles tumbados al incorporar nuevas áreas agrícolas a partir del bosque y que están en procesos de descomposición.

4.2.1.3 Epidemiología

4.2.1.3.1 Condiciones que favorecen a *Rosellinia bunodes*

Tronconi (1990), menciona que, dada la característica del hongo para establecerse en terrenos con abundante material en descomposición, suelos ricos en humus, se le considera como parte de la flora natural.

López de Oliveira (1992), menciona que existen tres factores que favorecen el desarrollo del patógeno: 1) la presencia de árboles viejos de sombrero con sus raíces en proceso de descomposición; 2) los contenidos de materia orgánica en la superficie del suelo y 3) la frecuencia de las lluvias, detectándose una incidencia casi insignificante en donde la frecuencia de las lluvias es menor y poca la acumulación de humus y restos vegetales. La enfermedad es favorecida además por la alta precipitación y la reducida luminosidad.

López y Fernández (1966), mencionan que *R. bunodes* se desarrolla mejor en suelos con humedad alrededor del 70% y alto contenido de materia orgánica.

Aranzazu (1992), menciona la penumbra, el exceso de hojarasca, suelos de textura franco arenosa con buen drenaje interno, sueltos y ricos en materia orgánica como factores que favorecen a *Rosellinia*.

Merchan (1989), menciona que el ámbito de temperatura, se ubica entre 7 y 33 °C con un óptimo de 25 a 27 °C.

4.2.1.4. Signos del pie negro del café causado por *Rosellinia bunodes*

Tirado (2010), menciona que, para observar el signo del hongo es necesario extraer la planta enferma, el micelio de color grisáceo del hongo está adherido a la raíz principal y secundaria del cafeto. Al hacer un raspado de la parte superficial del tejido afectado, en la corteza se localizan y gran cantidad de rizomorfos de color blanco, las cuales forman áreas de tamaño irregular que permiten identificar con claridad la infección de este hongo. La enfermedad se presenta generalmente en zonas cafetaleras que han sido plantadas en suelo con alto contenido de humedad, debido al mal drenaje, alto contenido de materia orgánica y residuos vegetales en descomposición. El pH ácido del suelo, puede jugar un rol importante para el desarrollo del hongo.

4.2.1.5. Daños al cultivo de café

Tirado (2010), menciona que, la enfermedad empieza, usualmente, en plantas con daños a la altura del cuello producidos por herramientas como el machete durante la labor de deshierbo. Los daños aparecen desde el cuello de la planta, se extiende al eje central de la raíz y sus principales ramificaciones. Al extraer una planta enferma, los tejidos afectados, se

muestran podridos y agrietados longitudinalmente. Esta descomposición está acompañada de un tizne a manera de hollín de color negro. Al cortar transversalmente el tallo, los tejidos del cambium se hallan necróticos; en un corte longitudinal, se observa estrías de color negro a lo largo del tejido infectado.

4.2.1.6. Efecto sobre la producción del café en las parcelas

Roskamp (2009), menciona que, esta enfermedad puede causar pérdidas de un 50% en los rendimientos ya que ataca raíces, en la raíz se notan pequeños puntos rojizos alargados, que con el tiempo crecen y pueden llegar a formar canchales rojizos, hundidos, oscuros. La raíz principal se deforma y se ven los tejidos internos, en casos muy severos, cerca de las plantas muertas se forman pequeñas estructuras redondas, negras, parecidas a granos de arena. Las plantas afectadas son más pequeñas y están marchitadas, los frutos se secan y las ramas se van marchitando poco a poco.

4.2.2. Control del pie negro del café causado por *Rosellinia bunodes*

4.2.2.1 Control cultural

Café de Colombia (2009) menciona que se debe drenar el suelo y no plantar en suelos con antecedentes de la presencia de la enfermedad, realizar encalados o aplicar ceniza en el pozo donde se plantará el cafeto, impregnar con cal o cenizas los zapatos antes de ingresar a la chacra, aislar a las plantas afectadas, extraer a las planta enferma y quemarlo lejos del cafetal, evitar asociar el cultivo con yuca o cacao, limpieza del cafetal (deshierbo) tratando de no causar heridas en las raicillas y el cuello de la planta, desinfectar las herramienta de trabajo (machete) con lejía al 1 o 5% cada 15 o 20 minutos cuando se esté desyerbando.

Farmex (2010) menciona que una de las actividades culturales es que al momento de podar se debe de usar pasta bordelesa (una parte de sulfato de cobre y seis partes de cal). La pasta se puede aplicar con brocha. Otra manera de controlar puede ser arrancando las plantas enfermas y quemarlas en el sitio, aplicando cal en el hoyo (2 kg/m²) y posteriormente desinfectar las herramientas.

Tirado (2010) menciona que, de acuerdo a experiencias del agricultor, al aplicar cal, cenizas fungidas e incluso orines fermentados contrarrestan la enfermedad. Sin embargo, se debe aclarar que este efecto sólo es temporal, pudiendo decirse que, si una planta está afectada con la enfermedad la planta llega a morir. El costo especialmente de la orina es muy

económica solo basta darse el trabajo de juntarlos el líquido en recipientes todos los días y guardarlos hasta lograr su fermentación.

Santibáñez (2010) menciona que, el control del pie negro del café del foco de infección se realiza 1 a 2 meses antes de recalzar una nueva planta sana, se recomienda aplicar orines fermentados en promedio 2 a 4 litros en cada foco de infección. Indica que, de acuerdo a experiencias de algunos agricultores al aplicarse al foco de infección y cuello de raíz de la planta infectada han logrado hasta a mantenerla con vida a la planta infectada con pie negro del café.

Santibáñez (2010), menciona que, la orina humana por ser un producto de excreción natural de los seres vivos tiene costo bajo, siendo muy económica su obtención y eficacia durante su utilización en el control de la enfermedad del pie negro del café causada por el hongo *Rosellinia bunodes*.

4.2.2.2 Control biológico

Esquivel et al. (1992), menciona que el control biológico de *R. bunodes* con la utilización del antagonista *Trichoderma spp.* mostró buenas posibilidades de aplicación en los sistemas de producción cafeteros.

Science direct (2010), menciona que, el *Trichoderma spp* es bien conocida por su capacidad mico parasítica, su potencial de biocontrol contra *Rosellinia necatrix* y *Rosellinia bunodes*. Los resultados in vitro o de los experimentos de invernadero son muy prometedores, *Trichoderma spp*, ha reducido la incidencia de la enfermedad hasta en un 85% Sin embargo, en ninguno de los ensayos de invernadero, Aislados de *Trichoderma* son capaces de controlar *Rosellinia necatrix*. Mezclas de *Trichoderma* y *Clonostachys* puede ser eficaz frente a *Rosellinia bunodes spp* en el invernadero, sin embargo, la eficacia depende de que el pH del suelo y la cantidad de la materia orgánica del suelo.

4.2.2.3. Control químico

Tirado (2010), menciona que, el control químico se realiza de manera preventiva, es decir al momento de la siembra en campo definitivo, aplicando al sustrato (tierra más abono) fungicidas como pentacloro Farmex, benomil o cualquier fungidas para control de hongos del suelo. Cuando la planta ya está afectada no es posible controlarlo con productos químicos.

Farmex (2010), menciona que, para controlar la enfermedad del Pie negro causado por (*Rosellinia bunodes*) se debe aplicar pentacloro Farmex a una dosis de 3 kg/100 kg de semilla en la desinfección de semillas de café y 0,5 kg/cil en pulverización al suelo cuando se presentan focos infecciosos alrededor del plantón empleando 2 l de solución/planta.

4.2.3. Productos utilizados para el control de *Rosellinia bunodes*

4.2.3.1. Pentacloro Farmex.

Es un fungicida polvo mojable que actúa por contacto sobre los hongos patógenos, como principio activo es el (Quintozene).

Farmex (2010), menciona que controla la Chupadera fungosa, *Rhizoctonia solani*, *Rosellinia bunodes*, se debe aplicar en una dosis de 1,5 kg / 50 kg de Semilla, Desinfectar la semilla luego de impregnarla con Orthene y antes de la siembra. También se puede disolver el producto a una dosis de 500g/cil. (50 g/20 L de agua).

4.2.3.2 Phyton 27

SERFI (2020), menciona que, Python 27 es un fungicida – Bactericida como principio activo el sulfato de cobre pentahidratado, único de acción sistémica. Python 27 actúa por dentro de la planta y directo sobre la pared celular de hongos y bacterias que afectan raíces, follaje, flores y frutos en cultivos. Su particular mecanismo de acción no causa resistencia a hongos ni bacterias; se emplea en muchas enfermedades fungosas en el cafeto a una dosis 400ml / cil. (40 ml/20 litros.)

4.2.3.3 Trichoderma spp.

Lorenzo (2001), menciona que la acción biocontroladora de *Trichoderma* se han descrito diferentes mecanismos de acción que regulan el desarrollo de los hongos fitopatógenos dianas. Entre estos, los principales son la competencia por espacio y nutrientes, el mico parasitismo y la antibiosis, los que tienen una acción directa frente al hongo fitopatógeno. Estos mecanismos se ven favorecidos por la habilidad de los aislamientos de *Trichoderma* para colonizar la rizosfera de las plantas.

Haram (1996), menciona que hay distintos mecanismos responsables de su actividad biocontroladora, que incluyen, además de los mencionados, la secreción de enzimas y la producción de compuestos inhibidores

Rodríguez (1990), menciona que las especies pertenecientes al género *Trichoderma* se caracterizan por ser hongos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica.

4.2.3.4. Cal dolomita

Lucas, y Romero (2015), menciona la dolomita es un carbonato doble de calcio y magnesio, su fórmula química es $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, fue descubierto en 1788/1789 por el geólogo y Mineralogista francés Déodat de Dolomieu, y en cuyo honor se le da el nombre de Dolomita al mineral. La dolomita es más que una simple variante de caliza, contiene el 30.41% de CaO, 21.86% de MgO y el 47.73% de CO₂, en su forma más pura. Normalmente se presenta en cristales romboédricos y por lo general estos cristales son de hábito deformado, muy aplastados, curvos en forma de silla de montar o en formas masivas, compactas o bien en forma de pequeñas geodas (en dolomías). Tiene una dureza de 3,5 a 4, un peso específico de 2,9g/cm³ y forma la roca denominada dolomita. En la agricultura, la dolomita al igual que la calcita, es una fuente de magnesio y calcio que constituye un fertilizante indispensable al modificar el pH del suelo, logrando regular su acidez, mejorándolo e incrementando el rendimiento de los cultivos; en la industria química, para la preparación de sales de magnesio y como mena de magnesio (Mg) metálico; como material de construcción, para cementos especiales y como piedra ornamental; de interés científico y coleccionista; es un excelente aislante térmico y es utilizada también para desacidificar el agua.

4.2.3.5 orina

Es un líquido acuoso transparente y amarillento, de olor característico secretado por los riñones y eliminado al exterior por el aparato urinario.

Composición de la orina, en los seres humanos, la orina normal suele ser un líquido transparente o amarillento. Se eliminan aproximadamente 1,4 litros de orina al día. La orina normal contiene un 95% de agua, un 2% de sales minerales y 3% de urea y ácido úrico, y aproximadamente 20 g de urea por litro. Cerca de la mitad de los sólidos son urea, el principal producto de degradación del metabolismo de las proteínas. El resto incluye nitrógeno, cloruros, cetosteroides, fósforo, amonio, creatinina y ácido úrico. Composición de la orina en mg/100 ml de fluido: Urea: 2.0, Ácido úrico: 0.05, Sales inorgánicas: 1.50 La orina, al ser un desecho orgánico, puede ser utilizada como fertilizante orgánico, ya que

contiene nutrientes útiles para las plantas, como grandes cantidades de nitrógeno en forma de urea y una pequeña cantidad en forma de ácido úrico. También contiene potasio además de otros nutrientes necesarios en menor cantidad como el magnesio y el calcio todos ellos de asimilación rápida. La orina por sí sola no es una solución nutriente completa que pueda utilizarse, por ejemplo, en hidroponía, pues carece de fósforo; en caso de ser usada, debe complementarse, por ejemplo, con guano.

4.2.4 Cultivo de café

4.2.4.1. Producción nacional de cafeto

Figuroa (1990), menciona que el café se desarrolla con relativa facilidad desde los 600 hasta los 2000 metros sobre el nivel del mar en casi todas las regiones geográficas del Perú. Sin embargo, el 75% de los cafetales está sobre los 1000 msnm.

Los cafés del Perú son de la especie arábica, que se comercializa bajo la categoría “Otros Suaves”. Las variedades que se cultivan son principalmente Típica, Caturra, Catimores y Borbón. En concordancia con las tendencias actuales, algunos grupos de agricultores peruanos se han especializado y trabajan en café orgánico y otros cafés especiales, reconocidos por su perfil y características peculiares como su calidad de taza, acidez y sabor balanceado que se ajusta muy bien a los microclimas.

4.2.4.2. Zonas Productoras

MINAG (2013), menciona que la producción nacional del 2011, fue de 331,547 TN, los mayores productores a nivel nacional son los departamentos de Junín, Cajamarca, San Martín, Amazonas y Cusco quienes poseen el 28, 20, 19, 11,8 y 11% de la producción nacional respectivamente, acumulando el 90%. Valores que varían de año en año debido a las oscilaciones climáticas y al "estrés" de las plantaciones.

De 1997 al 2011 la producción nacional, superficie de producción y rendimiento de café presentaron una tasa de crecimiento de 6.73, 3.91 y 2.7 respectivamente. Observándose que la superficie de producción tiene incrementos sostenidos.

Según la **OIC (2013)**, el consumo anual en el Perú es de aproximadamente 250 mil sacos (cerca del 5% de la producción total), con una cifra per cápita de 0.50 kilogramos por persona en el 2010.

PROMPERÚ (2013) menciona que el resto se exporta a 35 países del mundo como Alemania (27%), Estados Unidos (21%), Bélgica (14%), Colombia (14%) y otros.

4.2.4.3. Origen

Takhjtajan (1980), indica que el cafeto es una planta perenne, originaria de los altiplanos de Etiopía (África), de donde se dispersó a varios países, existiendo en la actualidad una amplia variedad de tipos o especies en el mundo.

4.2.4.3.4 Taxonomía

Cronquist (1981) Indican la siguiente clasificación:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Sub división: Angiosperma

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

Especie: Arábica, Canephora, Liberica L

4.2.4.5. Variedades

4.2.4.5.1. Caturra

Esta variedad es una mutación del Bourbon en el estado Minas Gerais en Brasil. Es una planta de porte bajo (8 a 10'), tronco grueso y poco ramificado e inflexible. Posee entrenudos muy cortos en las ramas y en el tallo lo que lo hacen un alto productor. Sus hojas son grandes, de borde ondulado, anchas, redondeadas, gruesas y de color verde oscuro. Las

hojas nuevas son de color verde claro. Es un arbusto de un aspecto general compacto y de mucho vigor. Las ramas laterales forman un ángulo bien cerrado con el tronco. Su sistema radical está bien desarrollado lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones. Es una variedad muy precoz y de alta producción por lo que requiere un manejo adecuado.

4.2.4.5.2. Typica

Gómez (2004), menciona que es una variedad originaria de Etiopia, esta variedad es de porte alto, que puede alcanzar cerca de los cuatro metros a libre crecimiento. Los brotes tiernos son de color bronceado. Las ramas se insertan en el tallo principal formando un ángulo aproximado de 60°. Los entrenudos son largos, normalmente de alrededor de cinco centímetros. Los frutos son alargados y de buen tamaño y es susceptible a la roya del café.

4.2.4.5.3. Bourbon

Moreno (2000), menciona que la variedad conocida Bourbon comprende dos cultivares conocidos como Bourbon rojo y Bourbon amarillo. El porte de las plantas es similar a la variedad Típica. Las ramas forman un ángulo de 40 a 50° con respecto al eje ortotrópico. Los brotes terminales u hojas tiernas son de color verde tierno. Se estima que el rendimiento tiende a ser superior a la variedad Typica. La variedad Bourbon es susceptible a la roya del café.

Por sus condiciones de vigor, mejor conformación y mayor número de yemas florales presenta una capacidad productiva 20 a 30 % superior a la variedad Typica, es muy precoz en su maduración con riegos de caída de los frutos por lluvias y es susceptible a los vientos fuertes.

4.2.4.5.4 Geisha

Moreno (2000), menciona que es una variedad de forma de paraguas con ángulo de ramas superiores de 45 y 50° que son fáciles de reconocer, tiene una estatura alta con una gran distancia entre ramas y nudos. El tronco y las ramas son delgados, un poco como el caso de la típica. Las hojas son suaves y alargadas de color verde intenso y las cerezas también son alargadas de forma similar a la de típica. Son tolerantes a la roya amarilla, se adaptan mejor en zonas de frío arriba de los 1400 msnm y es de una excelente taza de calidad (bebida) la cual tiene alta demanda en mercado especiales.

4.2.4.5.5. Catimor

UNICAFE (2007), menciona que la variedad Catimor se originan con el cruzamiento de la variedad caturra roja y el híbrido timor, es de porte pequeño con brotes bronceados y de bandolas cortas, fruto y grano de tamaño grande; hojas nuevas de color café o bronce, además, tiene muy buenas características de grano y buena respuesta a la poda.

Aguilar (1999), menciona que esta variedad, se siembra a la misma densidad de siembra de la variedad caturra, produce rendimientos similares que la Caturra y el Catuaí, según las zonas. Para los altos rendimientos se requiere de una buena fertilización, sino se agota a partir del tercer año de producción. El grano es de considerable tamaño, significativamente al tamaño de la caturra (respectivamente: 67.90% contra 65.17%, 63.30% y 53.99% sobre un tamiz 17/64 pulgadas). Presenta un poco más de caracoles que la caturra, pero igual que el catuaí (alrededor de 6 al 10% en promedio de varias zonas). Su alta resistencia a la roya lo hace recomendable principalmente para las zonas donde exista la mayor incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*).

4.2.4.6. Aspectos fisiológicos

4.2.4.6.1. Crecimiento de yemas y ramas

Ramírez (1996), indica que a partir de 1939 se propuso una nueva terminología y una nueva clasificación conociéndose dos tipos de yemas vegetativas, yemas florales y las yemas extra-axilares o verdaderas. Sobre los ejes ortotrópicos, las yemas extra-axilares evolucionan en brotes ortotrópicos de reemplazo, raramente cimas florales. Las yemas extra-axilares dan ramas plagiotrópicas y cimas. Sobre los ejes plagiotrópicos, las yemas axilares evolucionan generalmente a cimas florales o en ramas de reproducción o reemplazo.

Moens (1968), indica que debajo de las hojas cotiledonales de las plántulas de café no existen primordios de yemas; del nudo cotiledonal hacia arriba, el segundo y tercer nudo tienen dos yemas; el cuarto nudo posee tres yemas: el quinto y sexto nudo tiene dos yemas, y las siguientes cuatro yemas, manteniéndose constante. Este es el origen de las yemas laterales del tallo, también denominadas yemas seriadas del tallo. En la axila del octavo al décimo primer par de hojas surge por primera vez una yema denominada yema cabeza de serie, que da origen a la primera rama primaria.

Palma (2001), menciona que entre el séptimo y octavo par de hojas verdaderas se observa en los viveros de café el apareamiento de la primera rama plagiotrópica conocida como cruz, que se origina de la primera yema cabeza de serie. Con el crecimiento del tallo principal, se van formando nuevas cruces o ramas primarias que crecen lateralmente. Las yemas que son cabeza de serie, solo originan ramas plagiotrópicas y tienen conexión vascular con el tallo desde el principio. Las yemas seriadas originan brotes ortotrópicos que solamente constituyen el potencial de brotación de la poda. Su número puede aumentar con la edad de la planta, permaneciendo latentes hasta que se suprime la dominancia apical.

Ramírez (1996), indica que también pueden originar ramas plagiotrópicas, pero no darán origen en forma natural a ramas ortotrópicas, razón por la cual no se pueden utilizar ramas plagiotrópicas para la propagación por estaca. Las yemas seriadas evolucionan en los ejes ortotrópicos de reemplazo y muy eventualmente en cimas florales.

Moens (1968), indica que las yemas seriadas lentamente son poco desarrolladas, su punta vegetativa se encuentra envuelta desde las primeras hojas y estipulas. Estas yemas se encuentran dispuestas linealmente sobre el tallo y están protegidas por vainas de estipulas.

4.2.4.6.2. Floración

Maestri (1975), indica que la floración es el proceso fisiológico más importante de la planta de café, es de interés porque es un fenómeno complejo poco entendido, ya que la floración sigue un patrón diferente, conocido en otros cultivos. En la planta de café después de la iniciación floral, las yemas crecen a un cierto tamaño y se vuelven inactivas por semanas, o llegar hasta cuatro meses.

Andrade (1988), menciona que en los dos a tres años de su trasplante se presenta las primeras floraciones de los cafetos. La mayor cantidad de flores se encuentran en las ramas primarias que habían crecido el año anterior. El extremo de la rama se queda sin florecer

para hacerlo el año siguiente. El crecimiento de la rama primaria o bandola se reduce de un tercio a la mitad todos los años, pero esta disminución de longitud se compensa con las ramificaciones secundarias, terciarias y cuaternarias.

Siles (2001), indica que en la floración del cafeto se presentan dos procesos importantes: la iniciación de las yemas florales (seguido de una etapa de latencia) y la apertura de las flores o antesis. El largo del día y la distribución de las lluvias son los factores externos que más influyen la floración de café. Sin embargo, cuando las plantas de café son expuestas continuamente a días cortos, la diferenciación ocurre a través de todo el año y la apertura de la floración es regulada por la distribución de las lluvias.

Camayo, y Arcila (1996), mencionan que los diferentes autores que han estudiado el proceso de la floración del cafeto han sugerido que está constituido por las etapas de inducción, diferenciación, desarrollo, latencia y antesis. La inducción es favorecida por fotoperiodos cortos pero debido en las regiones tropicales donde se cultiva el café esta condición es permanente, se ha sugerido que factores diferentes al fotoperiodo como la temperatura intervienen en la inducción floral. La diferenciación y desarrollo está controlada por la disponibilidad hídrica y energética, las hormonas y nutrimento.

Gopal, et al. (1975) indica en una investigación realizada que, en adición al tamaño y estado de las yemas florales, el déficit hídrico afecta otros procesos fisiológicos como la liberación de energía y el balance de las sustancias reguladoras de crecimiento. También el llenado uniforme de las yemas florales y su desarrollo posteriormente en flores normales está correlacionada con el número de hojas en las ramas y el índice de almidón (carbohidratos de reserva) en la madera.

Después de la iniciación floral, las yemas se desarrollan durante muchos meses hasta llegar a un tamaño de 4 a 6 mm, logrando la fase final del desarrollo de la flor. En este estado las yemas florales se encuentran inactivas, en el que dura dos a tres meses en periodos secos. Cuando vienen las lluvias hay una estimulación por una hormona de inhibición que es el Ácido Abscísico (ABA) y después de cinco a doce días la flor es abierta. Pero este proceso no se da en todas las yemas al mismo tiempo, quedándose algunas yemas que tendrán su apertura posteriormente.

Wintgens (2004), menciona que el cafeto es una planta autógama por lo que, cuando la flor se abre, parte del polen ya se ha liberado internamente, habiendo ocurrido entre el 90 a 95% de autofecundación, y un 5% por el viento e insectos. La cantidad de polen producido en una

planta adulta es de 2.5 millones de granos de polen. Esta cantidad es suficiente para fertilizar 20 a 30,000 flores presentes en una planta. El polen es transportado por el viento hasta 100m.

Crisosto, et al. (1992), mencionan que una planta de cafeto florece en diferentes épocas, en una misma rama se pueden encontrar frutos con distintos estados de desarrollo, principalmente en los climas trópicos que no están bien marcada las estaciones del año. En una planta se pueden encontrar, frutos maduros, verdes, medianos, pequeños y flores, ocurriendo todas estas etapas en el mismo nudo productivo.

Rendón Sáenz, et al. (2008), mencionan que la floración del cafeto es un proceso que se relaciona directamente con el rendimiento del cultivo y que puede ser útil para estimar la cantidad de café a producir en una cosecha determinada, no se conocen estudios que involucren la evaluación de las floraciones para estimar la producción de café, y tampoco formas de muestreo.

4.2.4.6.3. Formación de frutos

Grupo Latino (2011), indica que una vez que los óvulos han sido fertilizados se empieza a desarrollar el fruto después de la fertilización. Durante los 2 primeros meses, el ovario crece muy lento, después se hace visible en una etapa inactiva. El segundo hasta el tercer mes el desarrollo del ovario crece más rápido y el tegumento ocupa casi todo el espacio del ovulo. El saco embrionario crece y rellena con el endospermo. Desde el tercero hasta el quinto mes después de la fertilización el fruto crece en peso y volumen. El endospermo sustituye el tegumento. Después de 6 a 8 meses el fruto está maduro. Los frutos llamados cerezas cuando están maduros, son de forma ovoide, con una cicatriz en forma de disco, hacia el ápice, que es una señal de inserción en el ovario del tubo de la corola y el estilo. Los frutos maduros son de color rojo o amarillo, a veces con tonalidades anaranjadas dependiendo de la variedad. El fruto está formado por: piel, pulpa (exocarpio y mesocarpio), pergamino (endocarpio), mucílago, película plateada (testa), grano o semilla (endospermo) y embrión.

4.2.4.7. Condiciones climáticas

Alvarado (1994), indica que, para el cultivo del cafeto, al igual que para cualquier otro, existen características climáticas y edáficas bien definidas, las cuales en cuanto más se aproximen a las condiciones ideales requeridas por el cultivo, en sus diferentes fases fenológicas, mayores posibilidades tendrán de expresar todo su potencial genético, lo que se traducirá en mayor producción, que es lo que en última instancia le interesa al caficultor.

4.2.4.7.1. Temperatura

CATIE (2004), menciona que los rangos de temperatura media anual señalados como óptimos para esta especie, están entre 17°C y 23°C, o aún en rangos más estrechos, ubicándose entre 18.3°C y 21,1°C. Se cita, además, otro margen de oscilación de temperatura más amplio que va desde los 13°C hasta los 27°C.

4.2.4.7.2. Precipitación

Alvarado (1994) indica que es un factor climático muy importante que tiene un efecto significativo en la floración y, por lo tanto, en la producción y en su época de maduración.

Fournier, y Carvajal (1980), indica que una precipitación anual entre 1600 y 1800 mm es ideal para *C. arábica* y que el mínimo absoluto para esta especie se ubica cerca de 1000 mm. Precipitaciones superiores a los 3000 mm deben considerarse como inapropiadas para el cultivo económico del café. Una buena distribución de la lluvia y la existencia de un período seco bien definido. Favorecen el cultivo del cafeto, puesto que con ello se logra un buen desarrollo radical y el crecimiento de las ramas que han brotado durante el período lluvioso. Lo deseable es un período seco de tres a cuatro meses, que coincida con el reposo vegetativo y que preceda a la floración principal. En zonas donde no ocurre una estación seca definida, las yemas florales crecen continuamente, dando como resultado floraciones sucesivas con las consecuentes desventajas para la cosecha.

4.2.4.7.3. Humedad Relativa

Alvarado (1994), indica que Se ha determinado que la humedad del aire no es un factor determinante en el cultivo del café. No obstante, se señala que un promedio de humedad relativa, de 70 a 95 %, es recomendable para *Coffea arábica*.

4.2.4.7.4. Luz Solar

La luz solar influye en los vegetales por el efecto de dos variables:

- Duración (fotoperiodo)
- Intensidad (irradiación)

En Costa Rica, experimentos efectuados en 1984 por técnicos del Convenio ICAFEMAG, han demostrado que el cafeto produce más materia seca y fotosíntesis por unidad de área foliar, cuando el manejo se hace en condiciones de solana. El cultivo al sol, en comparación

con el manejo del mismo, utilizando sombra balanceada, produce un 10 % más, sin embargo, se presenta el inconveniente de que bajo esta modalidad de cultivo se intensifica el ataque de la enfermedad conocida como chasparria (*Cercospora coffeicola*) y se da mayor incidencia de malezas, aumentando los costos de producción, Por otro lado, el abuso de sombra, disminuye la fotosíntesis y, por tanto, la actividad de la planta. Además, aumenta la humedad relativa, lo cual favorece la aparición de enfermedades fungosas.

4.2.4.8. Condiciones edáficas

CATIE (2004), indica que el café se cultiva a nivel mundial, en suelos de características físicas y químicas muy dispares. La producción de cosechas altas sólo puede tener lugar en suelos fértiles. En su defecto, la fertilidad debe ser mantenida artificialmente mediante la adición de abonos minerales, orgánicos o ambos, pues contribuyen al logro de un equilibrio nutricional óptimo.

4.2.4.8.1. Relieve

El café, por ser una planta rústica, se adapta con facilidad a condiciones topográficas que son desfavorables para otros cultivos. Los suelos planos o ligeramente ondulados son los más aptos para el cultivo del café, por su mayor profundidad, capacidad de retención de agua y nutrientes y, por ser aptos para la mecanización.

4.2.4.8.2. Profundidad

La profundidad efectiva del suelo es la capa que permite la penetración de las raíces de las plantas. En el caso del cultivo de café se ha determinado que son recomendables los suelos con profundidades no menores a un metro.

4.2.4.9. Suelo y nutrientes del café

4.2.4.9.1 Aspectos edáficos

Santoyo, et al. (1996), indica que la textura, profundidad, pH, contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo son aspectos que están directamente relacionados con el rendimiento del café producido; sin embargo, restricciones en estos aspectos también pueden afectar la calidad del café. Deficiencias de algunos elementos como el boro, hierro y fósforo influyen negativamente en la calidad de la taza (incrementan considerablemente el porcentaje de

granos vanos, producción de granos de coloración defectuosa), un exceso de nitrógeno también provoca disminuciones pequeñas pero significativas en la calidad de la bebida.

Regalado (2006), indica que los niveles de calcio y potasio en la semilla afectan la calidad del café, produciendo una bebida amarga.

4.2.4.9.2 Nutrientes del café

Arista (2011), menciona para que toda planta pueda desarrollarse normalmente requiere de un suministro constante y balanceado de nutrientes, tan pronto sea la carencia de uno o varios elementos nutritivos, o está en pocas cantidades o bajas concentraciones en el medio donde éstas crecen, se empiezan a manifestarse los síntomas de deficiencias como la clorosis, la deformación y defoliación de las hojas, pobre crecimiento, necrosis y muerte regresiva, cuando esto ocurre el crecimiento y desarrollo de las plantas es anormal.

Arcila et al. (2007) menciona que actualmente se consideran dieciséis elementos minerales como esenciales o benéficos para el crecimiento óptimo de las plantas. Tres de ellos, el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O) son suministrados por el aire y el agua y son los más abundantes en la planta. Los demás elementos la toma del suelo o son suministrados en fertilizantes o enmiendas y suelen agruparse en seis macronutrientes esenciales, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) los requiere la planta en grandes cantidades y siete micronutrientes esenciales, hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mg), boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl) y molibdeno (Mo) los requiere la planta en cantidades muy pequeñas.

4.2.4.10. Riegos

Tomaziello, Oliveira y Toledo (1999), mencionan que utilizar el riego cuando las precipitaciones medias anuales son inferiores a 1000 mm es una práctica común en las plantaciones de África. Para el caso de café, los momentos críticos son la floración, el periodo de crecimiento de bayas y el desarrollo de materia seca, cabe mencionar que el riego por goteo tiene una alta eficiencia y pocas pérdidas por evaporación, pero sus costos de inversión inicial por la instalación son elevados.

4.2.4.11. Cosecha

Wintgens (1992), indica que la cosecha es un factor clave que determina la calidad del café ya que durante la maduración del grano ocurren transformaciones muy importantes entre las que se pueden mencionar:

- a. Degradación de la clorofila y síntesis de pigmentos (carotenoides, antocianinas).
- b. Disminución de la astringencia por reducción de compuestos fenólicos.
- c. Aumento de los compuestos responsables del aroma.

Santoyo, et al. (1996) indica que solo los frutos que alcanzan la plena madurez llegan a su punto óptimo de calidad y que todos los procesos subsecuentes solo contribuyen conservarla. La cereza muy madura de color rojo vino (sobre maduras) producen una bebida afrutada e incluso con sabor a levadura o vinoso. Las cerezas negras secadas en el cafeto producen una bebida con sabor a madera.

Figura N° 01 Planta de café en producción



4.2.5. Método de costos de producción

4.2.5.1. Costo estándar

Talavera (2020), indica que también se le conoce como costo unitario, estos costos son para medir el desempeño obteniendo así cotizaciones bursátiles y determinando el precio del producto en el mercado, que consta de los componentes: material directo, trabajo directo y costo.

4.2.5.2. Costo variable o directo

Polo (2017), Indica que consiste en registrar el costo de los bienes o servicios producidos junto con los costos variables incurridos en la producción, así como incluir los costos fijos de producción como elementos recurrentes para brindar información que permita a la gerencia realizar una planeación estratégica.

4.2.5.3. Rentabilidad

Kotter (1995), indica que es la capacidad que se tiene para producir la máxima utilidad o ganancia, ya que un departamento o área de una empresa es rentable cuando genera mayores ingresos que costos.

Gasco (2019), menciona que es un factor esencial que nos permite analizar la inversión de forma positiva. La parte rentable se puede medir en los porcentajes, nos ayuda a ver el cómo se compara la gestión de la entidad, con la utilidad neta con los aportes de los propietarios.

$$\text{Rentabilidad} = (P-C) / P \times 100\%$$

P= Precio del producto que vendes

C= Costo del producto que compras

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de Investigación: Experimental

La investigación tiene un enfoque científico, donde nuestra variable independiente se mantiene constante, mientras que nuestras variables dependientes serán evaluadas como sujeto del experimento.

5.2. Ubicación Espacial

La parcela, donde se realizó la investigación se encuentra ubicada en el sector de Espíritu Pampa, el mismo que pertenece a la cuenca de San Miguel, en el distrito de Vilcabamba, provincia La Convención.

5.2.1. Ubicación Política

- **Región** : Cusco
- **Provincia** : La Convención
- **Distrito** : Vilcabamba
- **Cuenca** : San Miguel
- **Sector** : Espíritu Pampa

5.2.2. Ubicación Geográfica

- **Latitud** : 12°54'19.8"S
- **Longitud** : 73°12'0.4"W
- **Altitud** : 1470 m

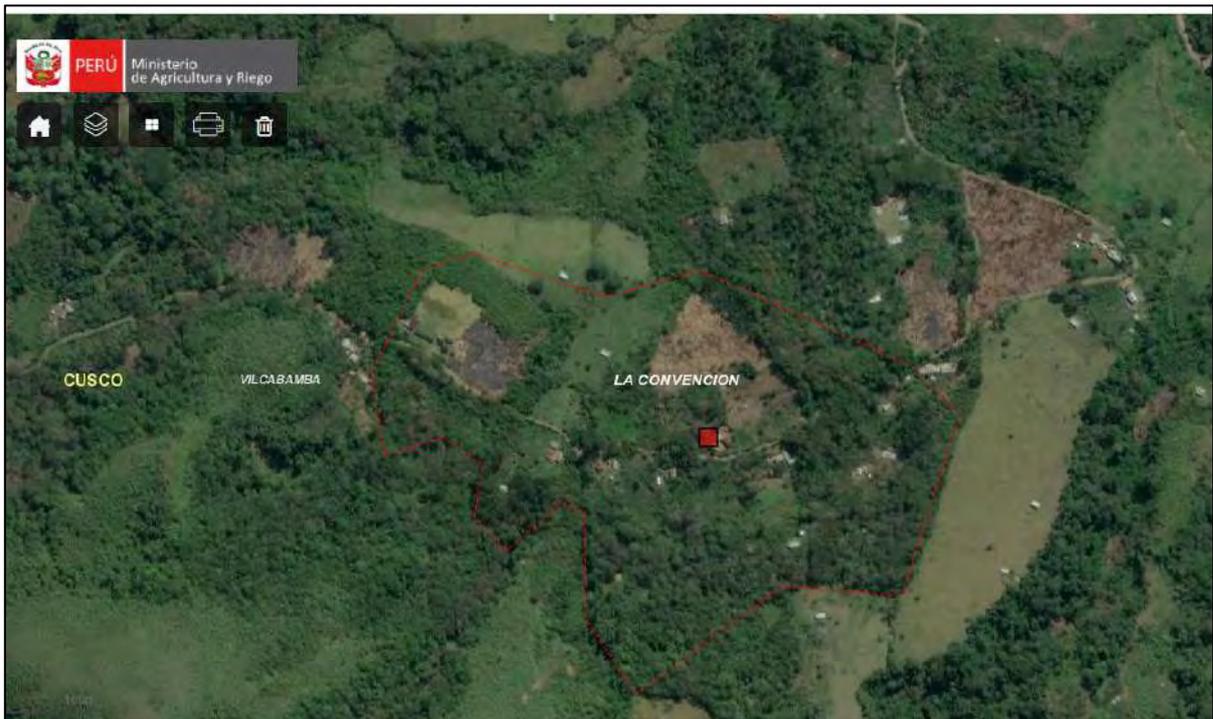
5.2.3. Ubicación Hidrográfica

- **Vertiente** : Atlántico
- **Cuenca principal** : Vilcanota
- **Micro cuenca** : San Miguel

5.2.4. Ubicación Ecológica

- **Clima** : Templado cálido
- **Temperatura** : 25° C
- **Humedad** : 80%
- **Precipitación** : 1100 mm/año

Mapa 01: Lugar donde se realizará la investigación



Fuente: Maps Google

5.3. Ubicación Temporal

5.3.1. Duración del experimento

La investigación se desarrolló durante los meses de febrero a setiembre de 2021 (8 meses).

5.3.2. Historial de campo

El terreno donde se instaló el experimento era un monte con árboles frondosos de matapalos, carrizos, luego se instaló un cafetal de variedad típica, por problemas de roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) se abandonó la parcela de café. Después de un tiempo (2015) se hizo un área de cultivo de caña de azúcar, maíz, yuca y en el año 2019 se instaló una parcela de café de variedad catimor hasta la actualidad, en donde hubo problemas de pie negro, por causa de troncos viejos que estaban descomponiéndose, pH de 4.36 y alta humedad.

5.3.3. Características del suelo

El suelo donde se instaló el experimento presenta una textura franca, con una materia orgánica alta, nitrógeno bajo, fósforo medio, potasio bajo y con un pH de 4.36 que es extremadamente ácido.

5.4. Materiales y Métodos

5.4.1. Materiales

5.4.1.1. Material vegetal

- Plantas de café (Catimor)

5.4.1.2. Insumos

- Pentacloro
- Phytton 27
- Trichoderma spp.
- Dolomita
- Orín fermentado (humano)
- Regulador de pH
- Cal y Sulfato de cobre

5.4.1.3. Materiales de Gabinete

- Materiales de escritorio
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Computadora
- Plumones

5.4.1.4. Materiales de Campo

- Letreros
- Balanza gramera
- GPS
- Serrucho
- Machete
- Pico
- Cordel
- Wincha
- Cinta métrica

- Azadón
- Costal
- Kituchi

5.4.2. Metodología

5.4.2.1. Enfoque de investigación

El proyecto de investigación propuesto tiene una orientación cuantitativa, puesto que se empleó métodos estadísticos para la evaluación como análisis de varianza y prueba de Tukey.

5.4.2.2. Instrumento de investigación

Para el trabajo de investigación y recolección de los resultados, se empleó fichas de recolección de datos en función a cada una de las variables estudiadas.

5.4.2.3. Población y muestra

5.4.2.3.1 Población

La población de cada unidad experimental fue 10 plantas de café, que fueron recalzados en los focos de infección de Pie negro.

5.4.2.3.2 Muestra

La muestra está evaluada en todos los recalces realizados, sacando un promedio de cada uno de ellos y trabajando al final con 18 unidades.

5.4.2.4. Variables dependientes evaluadas

- Mortandad de plantas (%)
- Altura de la planta (cm)
- Circunferencia del tallo (cm)
- Número de hojas por planta (unidades)
- Peso fresco de la planta (g)
- Longitud de raíces (cm)
- Costos unitarios (S/)
- Rentabilidad (%)

5.4.2.5. Diseño experimental

El diseño empleado en este trabajo experimental fue de Bloques Completamente al Azar (BCA). Los datos están examinados mediante el análisis de varianza y sometidos a la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para establecer las comparaciones y diferencias estadísticas entre los diversos tratamientos. La investigación planteada es efectuada en una parcela de café con plantaciones que fueron establecidas en campo anteriormente y por causa de pie negro se hizo un recalce en los focos de infección, esta investigación es de naturaleza unifactorial, solo considerando un factor de evaluación como es el tipo de productos empleados (Pentacloro, Phytón 27, Trichoderma ssp., Dolomita y Orín fermentado) más un tratamiento testigo, tal como muestra el siguiente cuadro.

Cuadro 01: Tratamientos en estudio

N°	Tratamiento	Dosis	Código
01	Pentacloro	50 gr/20 L y aplicado 2 l de solución /m2 foco de infección	T1
02	Phytón 27	40 ml/20 L y aplicado 2 l de solución/m2 foco de infección	T2
03	Trichoderma ssp.	0.5 tabletas /20 L y aplicado 2 l de solución / m2 foco de infección	T3
04	Dolomita	2 kg/m2 foco de infección	T4
05	Orín fermentado	4 l solución / m2 foco de infección	T5
06	Testigo	Sin dosis	T6

5.4.2.6. Croquis y disposición del experimento

El diseño de la investigación es de Bloques Completamente al Azar con 3 repeticiones, estando compuestos por 5 tratamientos más un tratamiento testigo, haciendo un total de 18 unidades experimentales distribuidas de la siguiente forma:

Cuadro 02: Disposición de unidades experimentales

ORIENTACION  NO

BLOQUE I	T1	T2	T3	T6	T5	T4
BLOQUE II	T5	T3	T6	T1	T4	T2
BLOQUE III	T2	T4	T1	T3	T6	T5

Diseño experimental:

N° de tratamientos: 06

N° de repeticiones: 03

Unidad experimental:

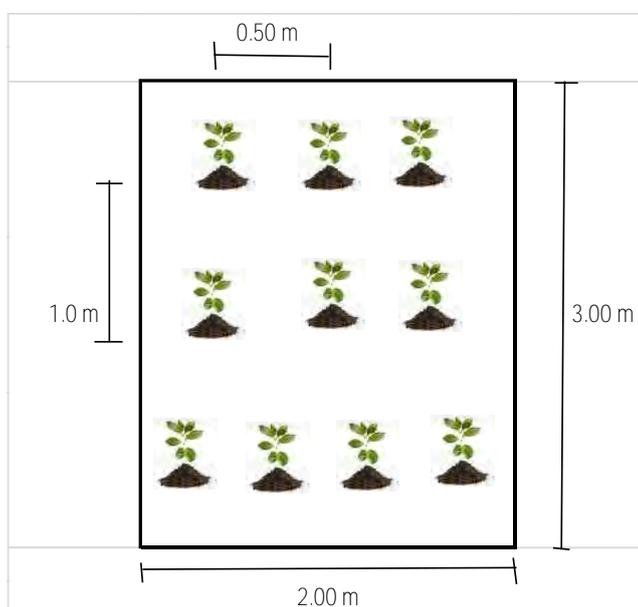
Número de unidades experimentales: 18

Distanciamiento entre plantas: 0.50 m

Distanciamiento entre surcos: 1.0 m

N° de plantas por /UE: 10

N° total de plantas a evaluar: 180

Cuadro 03: Detalle de la Unidad Experimental**Bloque:**

N° de bloques : 3

Largo : 12.0 m

Ancho : 3.0 m

Área de cada bloque : 36.0 m²

Área de experimento:

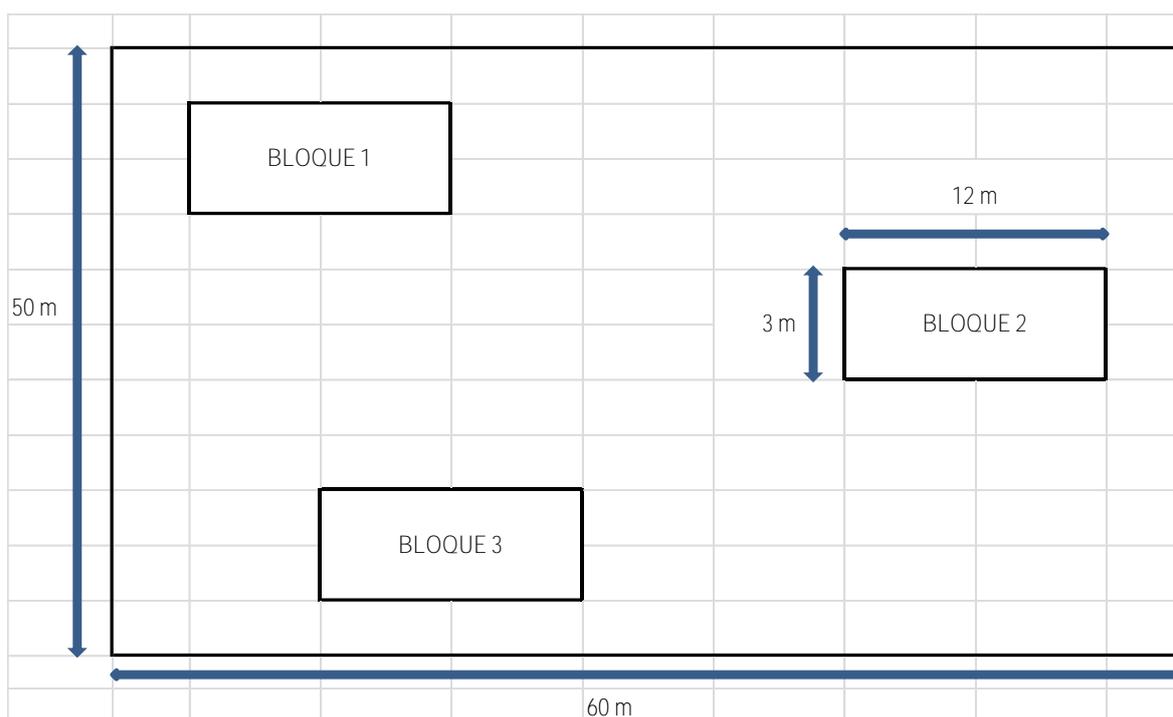
Número de parcela experimental : 01 parcela

Largo de parcela experimental : 60.0 m

Ancho de parcela experimental : 50.00 m

Área neta experimental : 108.00 m²

Cuadro 04: Detalle del área de experimento



5.5. Actividades en la ejecución de la investigación

A continuación, se muestra las diferentes actividades que fueron efectuadas durante la conducción del trabajo de investigación:

5.5.1. Elección de un cafetal infestado con la enfermedad del pie negro del café (*Rosellinia bunodes*)

Esta actividad se realizó durante el periodo de tres días, en el cual se identificó una parcela de café de un año de producción donde se encontró plantas enfermas y muertas infestadas con pie negro del café, las cuales presentaban síntomas y signos de la enfermedad.

5.5.2. Demarcación

La demarcación consistió en ubicar la parcela de investigación, en la cual la parcela experimental se dividió en bloques y unidades experimentales en dimensiones de acuerdo al diseño establecido anteriormente, los bloques se ubicaron en diferentes lugares de la parcela de café en donde hubo mayor foco de infección de pie negro (*Rosellinia bunodes*), en los bloques también se ubicó los 6 tratamientos al azar que fueron evaluados.

5.5.3. Limpieza de campo (deshierbo) y esterilización de herramientas de trabajo durante esta actividad.

Posterior a la demarcación se ejecutó la limpieza del terreno, es decir el deshierbo de todas las unidades experimentales para así regular la humedad del suelo, a la vez se ejecutó la esterilización de las herramientas de trabajo (machete y kituchi) con la preparación de un caldo bórdales. Toda esta actividad se ejecutó como parte del manejo integrado de la enfermedad.

5.5.4. Aplicación de los productos en los focos de infestación del pie negro del café

Esta actividad se ejecutó después de haber efectuado las labores culturales en la parcela ya demarcadas anteriormente y se ejecutó la aplicación de acuerdo a lo siguiente.

T1: Pentacloro: 50 gr/20 L se aplicó una solución de 2 L / m² de foco de infección

Esta actividad consistió en la aplicación por aspersión con una mochila pulverizadora en donde al inicio se preparó una solución de fungicida Pentacloro una dosis de 50 g en 20 litros de agua y por cada tratamiento se aplicó una solución de 12 litros.

T2: Phyton 27: 40 ml/20 l se aplicó una solución de 2 l/m² de foco de infección

Esta actividad consistió en la aplicación por aspersión con una mochila pulverizadora en donde al inicio se preparó una solución de fungicida Phyton 27 una dosis de 40 ml en 20 litros de agua y por cada tratamiento se aplicó una solución de 12 litros.

T3: Trichoderma ssp. : 0.5 tabletas /20 L se aplicó 2 L de solución / m² de foco de infección

Esta actividad consistió en la aplicación por aspersión con una mochila pulverizadora en donde al inicio se preparó una solución de Trichoderma ssp. una dosis de 0.5 tabletas en 20 litros de agua (se utilizó otra mochila nueva), por cada tratamiento se aplicó una solución de 12 litros y en los 3 bloques 36 litros de solución.

T4: Dolomita: 2 kg/m² de foco de infección

Esta actividad consistió en la aplicación de la dolomita por voleo una cantidad de 2 kg por m² en los focos de infección y por cada tratamiento se aplicó 12 kg dolomita.

T5: Orín fermentado: 4 l de solución / m² de foco de infección

Esta actividad consistió en la aplicación de orín fermentado humano (2 meses de fermentación) por inmersión una cantidad de 4 litros por m² en los focos de infección y por tratamiento 24 litros de orines fermentados (orina humana).

T6: Testigo

Solo se ejecutó las labores culturales y controles fitosanitarios, repitiéndose en cada tratamiento de los tres bloques.

5.5.5. Recalce de plantas de café en los focos de infestación

Esta actividad se ejecutó un mes posterior a las actividades culturales y de haber ejecutado la aplicación de los diferentes productos (Pentacloro, Phyton 27, Trichoderma ssp., Dolomita y orines fermentados (humano) en los focos de infestación de Pie negro (plantas de café muertas o con síntomas de la enfermedad) esta actividad consistió en hacer el recalce en un hoyado de 20cm x 20 cm a un distanciamiento de 1.0m x 0.5 m entre plantas. Cada tratamiento tiene un área de 6.0 m² en donde se hizo un recalce de un total de 10 plantas de café las cuales contaban con tres pares de hojas.

5.5.6. Manejo agronómico

Esta actividad tuvo un periodo de duración de ocho meses, la misma que consistió en realizar las labores culturales en los diferentes tratamientos por igual y dentro de estas actividades tenemos: el control de malezas, control fitosanitario y la aplicación de un abono foliar. Durante este periodo se observó el comportamiento de las plantas y se realizó las diversas evaluaciones según nuestro cronograma de plan de investigación.

5.5.7. Evaluación de las características agronómicas de las plantas de café

Esta actividad consistió después de haber realizado el recalce de plantas en cada una de las unidades experimentales, dentro de estas características agronómicas se consideró; altura de plantas, circunferencia del tallo, número de hojas por planta, peso seco de las plantas, longitud de raíces y la mortandad de plantas de cafés recalzadas.

5.5.8. Evaluación del fungicida económicamente más rentable en el manejo integrado de *Rosellinia bunodes* del café

Esta actividad se efectuó considerando el costo de la aplicación de cada uno de los productos utilizados y la dosificación de la aplicación que se utilizan por hectárea, por cada tratamiento,

la misma que permitió conocer la relación de costo / beneficio y la utilidad en el manejo integrado de Pie negro (*Rosellinia bunodes*) del café.

5.6. Evaluación de las variables dependientes

5.6.1. Mortandad de la planta

Se determinó el porcentaje de mortandad de las plantas de café, evaluando las muertes de plantas por cada tratamiento, para lo cual se usó el procedimiento del conteo mediante la inspección, luego los datos fueron expresados en porcentajes.

5.6.2. Altura de la planta

Se estableció la altura de las plantas en lo cual consistió en medir desde el ras del suelo hasta el brote, para esta actividad se utilizó una cinta métrica y estos datos están expresados en centímetros.

5.6.3. Circunferencia del tallo

Se estableció la evaluación de la circunferencia del tallo de las plantas recalzadas en cada unidad experimental, para la toma de las medidas fueron efectuados empleando una cinta métrica y los resultados fueron expresados en centímetros.

5.6.4. Número de hojas por planta

Se efectuó la evaluación del número de hojas de las plantas de cada unidad experimental, y consistió en el conteo a partir de las inspecciones y los datos están expresados en unidades.

5.6.5. Peso fresco de la planta

Esta actividad se realizó removiendo el suelo y accediendo a sacar la planta de café con todas sus raíces y después se lavó con agua limpia hasta que no quede restos de la tierra, se secó el agua del lavado y al final se efectuó los datos de las medidas del peso seco de las plantas de cada unidad experimental; el pesado fue efectuado con el apoyo de una balanza gramera y los resultados están expresados en gramos.

5.6.6. Longitud de raíces

Para esta actividad se consideró plantas tomadas anteriormente, para la toma de datos de peso fresco de raíces, que consistió en la medición de la longitud de la raíz principal, para lo cual se empleó una cinta métrica y esta expresado en centímetros.

5.6.7. Costo unitario.

Para esta actividad se consideró el precio unitario de cada producto fitosanitario (Pentacloro, Phyton 27, Trichoderma spp. y Dolomita) en donde se cotizó y se compró en el mercado y en caso de orines fermentados se tuvo que juntar desde el mes de diciembre del 2020 un total de 72 litros para todos los bloques.

5.6.8. Rentabilidad

Para esta actividad se consideró el menor costo del producto fitosanitario utilizado por tratamiento, para poder recomendar al agricultor y de esa manera controlar al Pie negro con menos costos.

5.7. Procesamiento de la Información

En gabinete se procedió a procesar la información obtenida en las diferentes evaluaciones de campo, para lo cual se utilizó el programa Microsoft Excel 2016. Posterior a ello, se efectuó el análisis de varianza con la finalidad de determinar cuál de los tratamientos evaluados es el más representativo para cada característica morfológica; para este último, se utilizó el software estadístico infostat. Para efectuar las pruebas de comparaciones tukey entre tratamientos, se consideró con un nivel de significancia de 5% $p < 0.05$.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 PORCENTAJE DE MORTANDAD DE LAS PLANTAS DE CAFETO POR EL ATAQUE DE PIE NEGRO (*Rosellinia bunodes*)

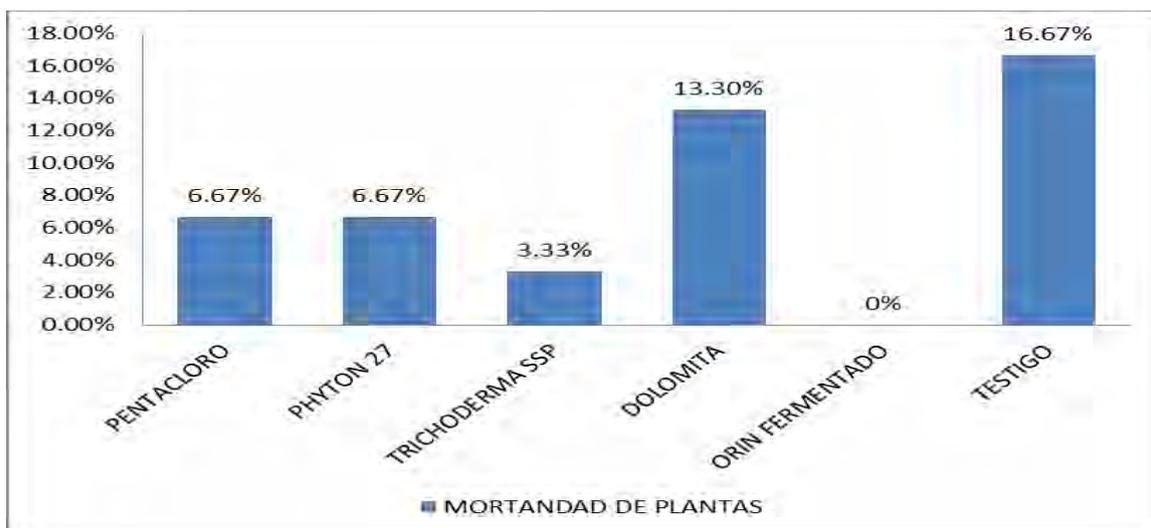
Cuadro 05 Mortandad de plantas

MORTANDAD DE PLANTAS (%)						
TRATAMIENTOS / BLOQUES	PENTACLORO	PHYTON 27	TRICHODERMA SSP	DOLOMITA	ORIN FERMENTADO	TESTIGO
I	1	2	0	0	0	1
II	1	0	0	3	0	1
III	0	0	1	1	0	3
TOTAL	2	2	1	4	0	5
PORCENTAJE (%)	6.66666667	6.66666667	3.33333333	13.33333333	0	16.666667

Figura 02 Mortandad de plantas en el bloque III tratamiento 3



Figura 03 Mortandad de plantas



Esta figura nos indica la mortandad de las plantas, para calcular se sabe que en cada unidad experimental se instaló un recalde de 10 plantas de café (30 plantas en los 3 bloques); por lo tanto, con la aplicación de Pentacloro en los tres bloques hubo 2 mortandades de plantas de café por causa de la *Rosellenia bunodes* y eso indica que un 6.67 % de plantas murieron, de igual manera con la aplicación de Phyton 27. Hubo mayor mortandad de plantas en el Testigo con un 16.67 %, sin embargo, con la aplicación de orines fermentados no hubo ninguna planta muerta indicándonos un 0.0 % de mortandad.

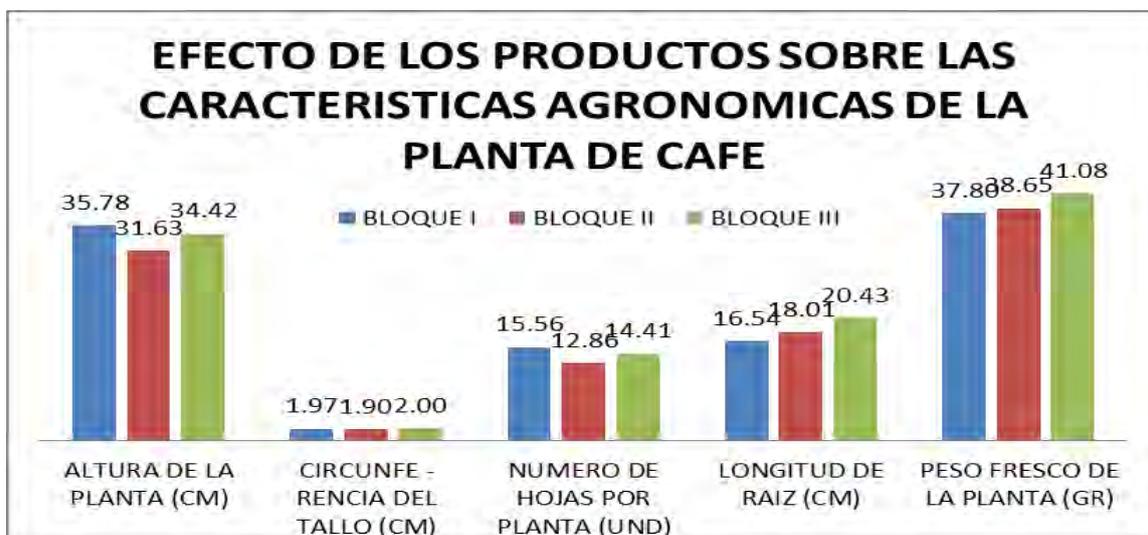
6.2 EFECTO DE LOS PRODUCTOS UTILIZADOS EN LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LAS PLANTAS DE CAFETO.

Efecto de la aplicación de los cinco productos utilizados (Pentacloro Farmex, Phyton 27, Trichoderma ssp., Dolomita y Orines fermentado) sobre las características agronómicas de las plantas recalzadas en los suelos infestados por Pie negro.

Cuadro 06 Efecto de los productos sobre las características agronómicas de la planta de café

BLOQUE	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
I	35.78	1.97	15.56	16.54	37.80
II	31.63	1.90	12.86	18.01	38.65
III	34.42	2.00	14.41	20.43	41.08
PROMEDIO	33.95	1.96	14.28	18.33	39.18

Figura 04 Efecto de los productos utilizados sobre las características agronómicas de la planta del café



Esta figura nos indica el efecto que tiene los productos fitosanitarios utilizados sobre las características agronómicas en las plantas de café en cada bloque, vale resaltar que cuando utilizamos los productos de Pentacloro y Phytion 27 no influyen en las características agronómicas de la planta de café (altura de planta, circunferencia del tallo, número de hojas por planta, longitud de raíz y peso fresco de la planta) ya que estos son exclusivamente productos de sanidad de plagas.

Cuadro 07 Datos promedios de la evaluación, para hallar ANOVA y TUKEY

BLOQUES	BLOQUE	TRATAMIENTO	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
I	I	1	37.56	1.91	16.44	16.67	40.67
	I	2	33.75	2.13	14.25	16.13	36.38
	I	3	38.90	1.90	21.10	16.10	29.80
	I	4	37.80	2.22	16.40	18.30	64.20
	I	5	33.80	1.82	13.50	14.40	24.10
	I	6	32.89	1.86	11.67	17.67	31.67
II	II	1	31.38	1.94	12.38	20.38	37.75
	II	2	36.70	1.98	14.60	21.80	42.10
	II	3	31.70	1.96	12.70	17.80	37.70
	II	4	32.71	1.87	14.71	18.86	46.00
	II	5	27.20	1.89	11.80	14.00	37.90
	II	6	30.11	1.79	11.00	15.22	30.44
III	III	1	35.60	2.05	11.90	23.10	39.60
	III	2	32.00	2.06	11.40	20.30	38.60
	III	3	34.56	2.00	14.56	18.56	40.33
	III	4	34.56	1.92	15.33	23.11	43.22
	III	5	34.40	2.12	17.40	21.20	46.00
	III	6	35.43	1.87	15.86	16.29	38.71

6.2.1 Altura de planta (cm)

Cuadro 08 Análisis de varianza en altura de la planta expresados en cm.

FUENTE DE VARIACION	SUMATORIA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRATICA	F	P - VALOR
TRATAMIENTO	27.41	5	5.480	0.56	0.727
ERROR	118.87	12	9.740		
TOTAL	144.28	17			
Coeficiente de variacion: 9.19%					

En el análisis de varianza para la altura de planta señala que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 9.19 %, considerado que es tolerable para las condiciones de campo. Usando los productos fitosanitarios de Pentacloro y Phytón 27 no influyen sobre la altura de planta, ya que estos son exclusivamente para control de plagas y enfermedades.

Cuadro 09 Prueba de tukey de la altura de la planta (cm) en los tratamientos

TUKEY	Alfa = 0.05		DMS= 7.12679		
Error : 6.3152		g.l. : 10			
TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
Trichoderma ssp.	35.05	3	1.45	A	
Dolomita	35.02	3	1.45	A	
Pentacloro	34.85	3	1.45	A	
Phytón 27	34.15	3	1.45	A	
Testigo	32.81	3	1.45	A	
Orin fermentado	31.8	3	1.45	A	
medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

La prueba de significancia de Tukey con el 95 % de confianza señala que el tratamiento 3 presento el mayor valor respecto al promedio con 35.05 cm en altura de planta, seguido de los tratamientos 4, 1 y 2 con valores de 35.02 cm, 34.85 cm y 34.15cm respectivamente, el tratamiento 6 con 32.81 cm y el tratamiento 5 con el menor valor de promedio obtenido en esta variable con 31.80 cm en la altura de planta. No hay diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, si se obtuvieron diferencias numéricas, por lo que se deduce que con la aplicación de Trichoderma ssp. Y dolomita las plantas de café alcanzaron una mayor altura en comparación con la aplicación de otros productos.

6.2.2. circunferencia del tallo

Cuadro 10 Análisis de varianza de circunferencia del tallo de la planta expresados en cm.

FUENTE DE VARIACION	SUMATORIA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRATICA	F	P - VALOR
TRATAMIENTO	0.08	5	0.020	1.230	0.3532
ERROR	0.15	12	0.010		
TOTAL	0.23	17			
Coeficiente de variacion: 5.74%					

El cuadro de análisis de la varianza de la circunferencia del tallo indica que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, y esto no concuerda con Farmex (2010) y Tirado (2010) quienes manifiestan que cuando hay focos de infección por causa de *Rosellinia bunodes* alrededor del plantón se debe de controlar con orín fermentado, para que así puedan tener un desarrollo normal de la planta. El coeficiente de variación es de 5.74 % lo que nos señala a su vez que su variación es baja y homogénea, muy aceptable para las condiciones de campo.

Cuadro 11 Prueba de tukey de la circunferencia del tallo de la planta (cm) en los tratamientos

TUKEY		Alfa = 0.05		DMS= 0.31254	
Error : 0.0121			g.l. : 10		
TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
Phyton 27	2.06	3	0.06	A	
Dolomita	2.00	3	0.06	A	
Pentacloro	1.97	3	0.06	A	
Trichoderma ssp.	1.95	3	0.06	A	
Orin fermentado	1.94	3	0.06	A	
Testigo	1.84	3	0.06	A	
medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

La prueba de significancia de Tukey al 95 % nos indica que no presentan diferencias significativas entre los tratamientos, ya que se puede observar en el cuadro las medias con la letra A.

6.2.3. Numero de hojas por planta

Cuadro 12 Análisis de varianza de números de hojas por planta expresados en unidades.

FUENTE DE VARIACION	SUMATORIA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRATICA	F	P - VALOR
TRATAMIENTO	24.41	5	4.88	0.66	0.6634
ERROR	89.36	12	7.45		
TOTAL	113.77	17			
Coeficiente de variacion: 19.11%					

El cuadro de análisis de varianza en número de hojas por planta nos indica que no existen diferencias significativas en los tratamientos. El coeficiente de variación es de 19.11 %, lo que es aceptable para las condiciones de campo.

Cuadro 13 Prueba de tukey de números de hojas por planta (und) en los tratamientos

TUKEY	Alfa = 0.05	DMS= 7.36337			
Error : 6.7415		g.l. : 10			
TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
Trichoderma ssp.	16.12	3	1.50	A	
Dolomita	15.48	3	1.50	A	
Orin fermentado	14.23	3	1.50	A	
Pentacoloro	13.57	3	1.50	A	
Phyton 27	13.42	3	1.50	A	
Testigo	12.84	3	1.50	A	
medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

La prueba de significancia de Tukey al 95 % de confianza de numero de hojas por planta señala que el tratamiento 3 supero a los demás tratamientos con un valor medio de 16.12 unidades de hojas por planta, seguido de los tratamientos 4, 5, 1 y 2 con los valores medios de 15.48 unidades, 14.23 unidades, 13.57 unidades y 13.42 unidades respectivamente; los tratamientos 1 y 2 que es con la aplicación de Pentacoloro y Phyton 27 son los últimos, estos no influyen en el número de hojas por planta ya que son exclusivamente para control de sanidad y el tratamiento 6 con el menor valor de 12.86 unidades de hojas por planta. Se pudo observar que los tratamientos son homogéneos estadísticamente y que por lo tanto no son significativamente diferentes, pero numéricamente con la aplicación de Trichoderma ssp., dolomita y orines fermentado obtuvieron una mayor cantidad de hojas por planta.

6.2.4. Longitud de raíz expresados en cm

Cuadro 14 Análisis de varianza de longitud de raíz expresados en cm.

FUENTE DE VARIACION	SUMATORIA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRATICA	F	P - VALOR
TRATAMIENTO	44.74	5	8.95	1.18	0.3737
ERROR	90.87	12	7.57		
TOTAL	135.61	17			
Coeficiente de variacion: 15.02%					

En el cuadro de análisis de varianza de la longitud de raíz, señala que no presentan diferencias significativas con respecto a los tratamientos, el coeficiente de variación es del 15.02 % lo que significa que es aceptable para las condiciones de campo de este cultivo.

Cuadro 15 Prueba de tukey de longitud de raíz (cm) en tratamientos

TUKEY		Alfa = 0.05		DMS= 6.00025	
Error : 4.4765		g.l. : 10			
TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
Dolomita	20.09	3	1.22	A	
Pentacoloro	20.05	3	1.22	A	
Phyton	19.41	3	1.22	A	
Trichoderma ssp.	17.49	3	1.22	A	
Orin fermentado	16.53	3	1.22	A	
Testigo	16.39	3	1.22	A	
medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

La prueba de significancia de Tukey al 95 % de confianza de la longitud de la raíz señala que el tratamiento 4, que es con la aplicación de dolomita alcanzo el mayor promedio con 20.09 cm de longitud, seguido del tratamiento 1, 2, 3 con los promedios de 20.05cm, 19.41 cm y 17.49 cm respectivamente. Los tratamientos 5 y 6 fueron aquellos con los menores promedios con una longitud de 16.53 y 16.39 cm respectivamente. Los tratamientos son un grupo homogéneo estadísticamente por lo que las medias no son significativamente diferentes.

Hubo mejor desarrollo radicular en las plantas de café con la aplicación de dolomita, ya que esta es una enmienda que incorpora al suelo Ca (30%) y Mg (21%).

6.2.5 Peso fresco de la planta

Cuadro 16 Análisis de varianza de peso fresco de la planta expresados en (g)

FUENTE DE VARIACION	SUMATORIA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRATICA	F	P - VALOR
TRATAMIENTO	584.22	5	116.844	2.24	0.1171
ERROR	625.82	12	52.152		
TOTAL	1210.04	17			
Coeficiente de variacion: 18.43%					

El cuadro de análisis de varianza del peso fresco de la planta, señala que no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es del 18.43 % lo que es aceptable en condiciones del campo del cultivo.

Cuadro N° 17 Prueba de tukey de peso fresco de la planta (g) en tratamientos

TUKEY	Alfa = 0.05	DMS= 0.31254			
Error : 59.1167		g.l. : 10			
TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
Dolomita	51.14	3	4.44	A	
Pentacloro	39.34	3	4.44	A	
Phyton 27	39.03	3	4.44	A	
Orin fermentado	36.00	3	4.44	A	
Trichoderma ssp.	35.94	3	4.44	A	
Testigo	33.61	3	4.44	A	
medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

La prueba de significancia de Tukey al 95 % de confianza de peso fresco de la planta (g) señala que el tratamiento 4 presenta el mayor promedio con 51.14 g seguido del tratamiento 1, 2, 5 y 3 con los promedios de 39.34 g, 39.03 g, 36.00 g y 35.94 g respectivamente. El tratamiento 6 es el que obtuvo en menor promedio con 33.61 gr de peso fresco de la planta. Estadísticamente son homogéneos por lo que se indica que no son significativamente diferentes, pero existe una diferencia numérica ya que con la aplicación de dolomita se obtuvo un mayor peso fresco de la planta llegando a 51.14 g cabe resaltar que la dolomita es una enmienda que incorpora al suelo Ca y Mg, de esa manera mejora las características del suelo.

6.3 DETERMINAR EL PRODUCTO ECONOMICAMENTE MAS RENTABLE EN EL CONTROL DE PIE NEGRO (*Rosellinia bunodes*) DEL CAFÉ

6.3.1 Costo unitario

La adquisición del producto fitosanitario en el mercado fue con los siguientes precios:

Pentacloro 1 Kg (S/ 110.00)

Phyton 27 1 Litro (S/ 250.00)

Trichoderma 1 tableta (S/ 35.00)

Dolomita 1 saco (S/ 55.00)

Orines fermentados de humano 1 Litro (S/ 0.20) para ello se juntó con la ayuda de la familia donde se instaló el trabajo de investigación.

Cuadro N° 18 Cantidad de producto por hectárea

TRATAMIENTOS	PRODUCTOS	DOSIS	APLICACIÓN POR m2	AREA OCUPADO POR PRODUCTO	CANTIDA DE PRODUCTOS A UTILIZAR POR (Ha)
T1	1 KG PENTACLORO FARMEX	50 g/ 20 litros de agua	2 litros / m2	200 m2	50
T2	1 LITRO PHYTON 27	40 ml/ 20 litros de agua	2 litros / m2	250 m2	40
T3	1 TRICHODERMA SSP	0.5 tabletas / 20 litros de agua	2 litros / m2	20 m2	500
T4	1 SACO DOLOMITA		2 Kg/ m2	25 m2	400
T5	1 LITRO ORIN FERMENTADO		4 litros / m2	0.25 m2	40000
T6	TESTIGO		0	0	0

Cuadro N 19 Cantidad de producto por hectárea en soles

TRATAMIENTOS	PRODUCTOS	CANTIDAD DEL PRODUCTO (HA)	COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO (S/)	COSTO TOTAL (S/)
T1	PENTACLORO FARMEX	50 Unidades	110	5500
T2	PHYTON 27	40 Unidades	250	10000
T3	TRICHODERMA SSP	500 Tabletass	35	17500
T4	DOLOMITA	400 Sacos	55	22000
T5	ORINES FERMENTADOS	40000 Litros	0.2	8000
T6	TESTIGO	0	0	0

Cuadro N° 18 Producto económicamente más rentable

TRATAMIENTO S/BLOQUES	PENTACLORO	PHYTON	TRICHODERMA SSP.	DOLOMITA	ORIN FERMENTADO	TESTIGO	TOTAL
BI	3.30	6.00	10.50	13.20	4.80	0.00	37.80
BII	3.30	6.00	10.50	13.20	4.80	0.00	37.80
BII	3.30	6.00	10.50	13.20	4.80	0.00	37.80
TOTAL	9.90	18.00	31.50	39.60	14.40	0.00	113.40

6.3.2 Rentabilidad

El tratamiento más económico para poder controlar el Pie negro es con la aplicación de Pentacloro con un valor de S/ 3.30 en un área de 6 m² (6.66% de mortandad) y también con la aplicación de orines fermentados con un valor de S/ 4.80 en un área de 6 m² (0% de mortandad) siendo el ultimo el más eficiente y rentable.

Figura N° 05 Costos del producto por tratamiento



Este grafico nos indica que con la aplicación de dolomita el costo de producción es el más elevado con S/ 13.20 por tratamiento.

VII. CONCLUSIONES

1.- Con la aplicación de orines fermentados (humano) 4 l / m² no hubo mortandad de plantas en los tres bloques, con la aplicación de Trichoderma ssp. hubo una mortandad de 1 planta de café que representa el 3.33% siendo los dos tratamientos los más bajos a comparación con el tratamiento de dolomita que hubo una mortandad de 4 plantas que representa el 13.33% siendo el más alto al igual que el testigo con un 16.66% de mortandad por causa de Pie negro.

2.- La aplicación de los cinco productos como: Pentacloro (2 l / m²), Phytol 27 (2 l / m²), Trichoderma ssp. (2 l / m²), Dolomita (2 kg / m²) y orines fermentados (4 l / m²) no muestran diferencias significativas sobre las características agronómicas de las plantas como; en la altura de la planta, circunferencia del tallo, número de hojas por planta, longitud de raíces y peso fresco de la planta.

3.- Se desecha la hipótesis planteada que con la aplicación de dolomita (2 kg / m²) representaría la opción económicamente más viable, por lo que su costo por tratamiento es S/ 13.20 siendo el más elevado comparando con los demás tratamientos, mientras que con la aplicación de orines fermentados (4 l/m²) el costo es de S/ 4.80 en cada tratamiento y aplicación de Pentacloro (2 l / m²) el costo es de S/ 3.30 en cada tratamiento siendo los más económicos a comparación de los demás.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de orines fermentados 4 l por m² de foco de infección a causa del hongo *Rosellinia bunodes* un mes antes del recalce, ya que no hubo ninguna planta muerta con dicho tratamiento.

Se recomienda la aplicación con dolomita 2 kg por m² de foco de infección, para obtener plantas más vigorosas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, A. (2014). *Estudio comparativo de la aplicación de cuatro fungicidas para complementar las medidas culturales en el manejo integrado de Rosellinia bunodes del café en Satipo*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Escuela académica profesional de Agronomía Tropical, Facultad de Ciencias Agrarias. Satipo, Perú.
- Aguilar, A. (1999). Variedad Catimor. Café. 1ra Edición. San José, Costa Rica. 30 p.
- Agencia Agraria La Convención. (2020). Estadística del cultivo de cafeto. Dirección Regional de Agricultura y Riego. Dirección de Estadística e Información Agraria, Cusco, Quillabamba, Perú.
- Alvarado, M. (1994). Cultivo y Beneficiado del Café. Primera edición. (San José, Costa Rica). EUNED. 184p.
- Andrade, G. (1988). Cafetales y café. El cafeto y su ciclo. Germinación, crecimiento y floración y fructificación, Caracas, Venezuela.
- Aranzazu, L. F. (1992). Seguimiento epidemiológico de la Llagu estrellada del cacao producida por *Rosellinia pepo*. Bogotá. p. 25.
- Arcila, P., J.; Farfán, V., F.; Moreno, B., A. M.; Salazar, G., L. F.; & Hincapié, G., E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Cenicafé, Chinchiná, Colombia: Blanecolor Ltda.
- Arista, D. (2011). Efecto de las labores de abonamiento y post-cosecha en el rendimiento del cultivo de café variedad catimor (*Coffea arabica L.*). Tesis de Pregrado: Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Ródriguez de Amazonas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias. Chachapoyas, Perú.
- Camayo, V., Arcila, J. (1996). Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del cafeto *coffea arabica L.* variedad Colombia. Cenicafé 47(39):121139.

- Cárdenas, J. (1997). *Aspectos epidemiológicos de Rosellinia bunodes (Berk. Y Br.) agente causante de la llaga negra radical en Café Coffea arábica L.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba – Costa Rica.
- Chamba Quiñones, E. (2018). Efecto de cuatro niveles de sombra en el desarrollo vegetativo del café (*Coffea arabica L.*) en sistemas agroforestales de la Hacienda Cristal del cantón Loja. Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja. Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Loja.
- CATIE (2004). Antología para el Taller Caficultora sostenible en pequeñas fincas. Compilación y Edición CEDECO. (San José Costa Rica.)
- Crisosto, CH., Grantz, D., Meinzer, F. (1992). Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica L.*). *Tree Physiology* 10(2):127.
- Duque, J. P., (1933). La podredumbre radical de las raíces del café. México, Comisión nacional del Café. p. 25-52.
- Espinosa, J. (2010). Efecto de las enmiendas calcáreas en el suelo. Acides y encalado de los suelos. 1ra Edición. Quito; Publigráf S.R.L.
- Farmex S.A. (2010). Control del pie negro del café. Disponible en: <http://www.farmex.com.pe>
- Figuroa, R. (1990). La Caficultura en el Perú. Lima, Perú. 201 pp.
- Fonaiap, (2004). Control fitosanitario en el cultivo de café. Venezuela. Disponible en: www.fonaiap.gov.ve/.
- Gopal, N., Venkatamaranan, D., Raju, K. (1975). Physiological studies on flowering in coffee Under South Indian Conditions. II. Change water content, growth rate, respiration and carbohydrate metabolism of flower bud during bud enlargement and anthesis. *Turrialba* 25: 29-36.
- Grupo Latino, (2011). Cultivo de café. Impreso en Colombia.
- Haram, S., (1996). Differential expression of *Trichoderma harzianum* chitinases during mycoparasitism. *Phytopathol.* 980-985.

- Junta Nacional del Café, (2011). Rehabilitación de Cafetales. Bases para la transición hacia una caficultura empresarial y sostenible.102p.
- Kannan, N., (1986). Root disease of coffee. *Indian Coffee* 50 (12) 21-24.
- Lopez De Oliveira, M., (1992). Pudricao negra da raíz do cacaueiro causada por *Rosellinia* sp. no Brasil. *Agrotropica* (Brasil) 4(2) : 21-26.
- López, S., Fernández, O., (1966). Las llagas radiculares negra (*Rosellinia bunodes*) y estrellada (*Rosellinia pepo*) del cafeto. (Colombia) 61-69p.
- Lucas, R., Romero, D. (2015). Determinacion del Ph y tamaño de particula optimos para la remosion de asemico con dolomita del agua potable de Jauja Metropolitana. Huancayo Perú. 165 P.
- Maestri, M, Barros, R. (1977). Coffee. In: Alvim, PT and Kozlowski, TT eds. *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press. pp 249-277.
- Merchán, V.M., (1989). Manejo de enfermedades del Cacao. (Colombia). 15(2) : 10-14.
- MINAGRI. (2019). Situación actual del café peruano. Recuperado el 2020 de Julio de 15, de <http://minagri.gob.pe/portal/485-feria-scaa/10775-el-cafe-peruano>
- MINAG. (2013). Ministerio de Agricultura-Perú. OEEE. Estadísticas de Producción de café.
- MINCETUR. (2012). Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. PROMPERU. Disponible en: <<http://www.promperu.gob.pe>>.
- Moens, P. (1968). Investigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. *Turrialba* 18(3):209-233.
- OIC (Organización Internacional del Café). (2002). La crisis mundial del café: una amenaza al desarrollo sostenible. In *Comunicación a la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible*, Johannesburgo, Sudáfrica. 5pp.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. OCDE. (2012). *Cadenas Productivas*.

- Ortega, D. (2009) Identificación y patogenicidad de especies de *Rosellinia* asociadas a café y otras especies forestales en la zona central cafetera de Colombia. Artículo de Discusión. Universidad de Nariño - SIREDA, Pasto, Colombia.
- Palma, M. (2001). Manual de Caficultura tercera edición. Instituto Hondureño del Café. Tegucigalpa. M.D.C. Honduras, P p 91-101
- Puerta, G. (2000). Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *Coffea arábica* L. CENICAFE 51(1): 5-19.
- Polo, B.E. (2017) Costeo directo o variable. Colombia.
- Ramírez, J. (1996). Estudios de Sistemas de Podas de Café Por Hileras y Por Lotes. *Agronomía Costarricense* 20(2):167-172.
- Regalado, A. (2006). ¿Qué es la calidad en el café? Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Mexico.309p.
- Rendón Sáenz, J. (2008). Estimación de la producción de café con base en los registros de floración. *Cenicafé*, 59(3):238-259.2008.
- Rodas, H., y Cisneros, P. (2000). Principios de riego por micro aspersion. San Salvador.
- Rodriguez, I., (1990). Efecto antagónico de ocho aislamientos de *Trichoderma* contra *Fusarium moniliforme* (Booth) y *Fusarium subglutinans* (Booth). La Habana.
- Saccas, A. M., (1956). Les *Rosellinia* de caféiers en Oubangui-Chari. *Agronomie Tropicale* (Francia) 11(5): 551-595; 11(6): 687-706.
- Santoyo, V., Díaz, S., Escamilla, E., Robledo, J. (1996). Factores agronómicos y calidad del café. Chapingo. México. Universidad Autónoma Chapingo/Confederación Mexicana de Productores de Café. 21 p.
- Sarasola, A., (1975). Fitopatología. V.2 Micosis. Buenos Aires (Argentina), Hemisferio Sur. p. 229 - 242.
- SERFI, (2020). Catálogo de productos agroquímicos. Disponible en <http://serfi.biz/product/python-27/>

- Siles, P. (2001). Comportamiento fisiológico del café asociado con Eucalyptus deglupta, Terminalia iverensis y sin sombra. Thesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 102pp.
- Sotomayor, I., & Duicela, L. (1993). Manual del Cultivo del Cafe. Quevedo: INIAP - Estación Experimental Pichilingue. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20del%20cultivo%20de%20cafe%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20del%20cultivo%20de%20cafe%20(4).pdf)
- Suárez, F., Montenegro, L., Aviles, C., Moreno, M., Bolaños, M. (1961). Efecto del sombrero en los primeros años de vida de un cafetal, Santa Tecla, El Salvador. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. 36 pp.
- Talavera, H. (2020). Costo estandar.
- Takhjtajan, A. (1980). Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). The Bot. Rev. 46(3): 856.
- Tirado, J. (2010). Enfermedades fungosas del cultivo de café. 1ra edición Perú. Imprenta Sonia.
- Tomaziello, A., Oliveira, G. y Toledo, F. (1999) A cultura do café. Campinas: Edicaco Boletin Tecnico.
- Tronconi, M.N., (1990). Manual de plagas y Enfermedades del café. Instituto Hondureño del café IHCAFE. Honduras. p 54-55
- UNICAFE (2007). Revista El Caficultor. Año I Segunda Época. No. p 1. 46
- Vaast, P; Bertrand, B. (2005). Date of harvest and altitude influence bean characteristics and beverage quality of Coffea arabica in intensive management conditions. HortScience In press.
- Wintgens, J. (2004). The Coffee Plant. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. Pp 324.

ANEXOS

ANEXO 01 CUADRO DE DATOS EVALUADOS

DATOS PROMEDIOS PARA LA EVALUACION

BLOQUE I - TRATAMIENTO 1						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		42	2.0	21	22	57
P2	1	*	*	*	*	*
P3		40	2.0	24	18	53
P4		30	1.8	9	17	30
P5		35	1.8	13	9	32
P6		38	2.1	15	12	28
P7		38	1.8	17	16	32
P8		37	1.8	11	12	29
P9		42	2.0	20	28	68
P10		36	1.9	18	16	37
BLOQUE I - TRATAMIENTO 2						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		35	2.0	14	21	33
P2		30	2.2	9	12	30
P3	1	*	*	*	*	*
P4		35	1.9	13	13	28
P5		33	2.2	16	12	31
P6	1	*	*	*	*	*
P7		42	2.4	12	18	61
P8		31	1.8	12	16	41
P9		34	2.4	17	18	31
P10		30	2.1	21	19	36
BLOQUE I - TRATAMIENTO 3						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		29	1.8	20	23	22
P2		46	2.2	28	16	24
P3		30	1.8	13	12	18
P4		41	1.6	14	12	19
P5		42	1.9	25	13	21
P6		43	2.0	24	21	48
P7		47	2.0	24	18	42
P8		43	2.0	23	18	40
P9		36	1.8	22	16	38
P10		32	1.9	18	12	26
BLOQUE I - TRATAMIENTO 4						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		25	1.8	12	17	60
P2		41	2.5	18	20	95
P3		35	2.2	14	18	48
P4		46	2.5	18	22	69
P5		40	2.0	17	16	72
P6		38	2.0	18	15	54
P7		41	2.2	16	18	64
P8		35	2.0	12	20	49
P9		40	2.5	19	21	68
P10		37	2.5	20	16	63
BLOQUE I - TRATAMIENTO 5						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		24	1.8	21	20	28
P2		37	1.6	15	14	24
P3		37	1.8	23	13	21
P4		40	1.6	12	8	18
P5		30	1.8	10	12	19
P6		26	1.6	4	12	16
P7		33	2.1	7	16	26
P8		32	1.9	14	18	28
P9		41	2.2	13	18	44
P10		38	1.8	16	13	17
BLOQUE I - TRATAMIENTO 6						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		43	1.9	16	27	54
P2		30	1.8	16	21	42
P3		27	1.9	14	20	33
P4		33	1.6	9	18	32
P5	1	*	*	*	*	*
P6		30	2.0	8	17	23
P7		38	1.8	5	14	24
P8		36	2.0	12	16	28
P9		32	1.9	12	18	28
P10		27	1.8	13	8	21

BLOQUE II - TRATAMIENTO 1						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1	1	*	*	*	*	*
P2		29	1.8	10	18	39
P3		36	2.0	16	30	44
P4		32	2.1	6	16	32
P5		27	1.9	5	19	28
P6		36	1.9	15	19	36
P7		25	1.8	13	19	38
P8		37	2.0	16	21	44
P9		29	2.0	18	21	41
P10	1	*	*	*	*	*
BLOQUE II - TRATAMIENTO 2						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		38	2.0	16	23	42
P2		34	1.8	19	18	41
P3		35	1.7	20	19	38
P4		24	2.0	11	24	36
P5		40	2.1	17	21	29
P6		37	2	13	26	48
P7		41	2.2	13	28	49
P8		42	2.2	14	20	54
P9		40	2.2	11	21	52
P10		36	1.6	12	18	32
BLOQUE II - TRATAMIENTO 3						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		30	2.0	12	21	38
P2		31	1.8	11	18	34
P3		29	1.8	7	16	35
P4		30	2.0	10	17	34
P5		29	2.0	8	12	40
P6		36	2.1	21	23	37
P7		39	2.2	15	18	41
P8		35	2.1	13	19	42
P9		30	1.9	8	10	40
P10		28	1.7	22	24	36
BLOQUE II - TRATAMIENTO 4						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		36	2.0	17	21	48
P2		29	1.8	10	20	45
P3		38	2.0	14	22	51
P4		34	1.9	5	16	31
P5	1	*	*	*	*	*
P6		36	1.8	21	17	46
P7	1	*	*	*	*	*
P8		28	1.8	18	18	49
P9	1	*	*	*	*	*
P10		28	1.8	18	18	52
BLOQUE II - TRATAMIENTO 5						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		33	1.8	10	13	37
P2		24	1.6	9	12	28
P3		37	2.1	10	14	44
P4		28	2.0	9	10	36
P5		26	2.0	10	10	33
P6		34	1.8	16	21	48
P7		27	1.8	10	9	28
P8		24	1.9	11	10	27
P9		21	2.0	19	23	53
P10		18	1.9	14	18	45
BLOQUE II - TRATAMIENTO 6						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		30	1.8	13	20	36
P2		31	1.8	10	18	38
P3		27	1.9	11	12	32
P4		47	1.9	15	16	33
P5		25	1.8	11	12	29
P6		22	1.8	9	17	28
P7		34	2.0	10	16	26
P8		29	1.6	12	16	28
P9	1	*	*	*	*	*
P10		26	1.5	8	10	24

BLOQUE III - TRATAMIENTO 1						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		41	2.5	6	28	41
P2		25	2.0	8	27	47
P3		40	2.5	21	30	50
P4		39	2.4	14	38	51
P5		35	2.2	12	26	46
P6		37	1.8	14	21	32
P7		37	1.8	10	20	35
P8		38	1.8	13	12	36
P9		35	1.7	9	8	30
P10		29	1.8	12	21	28
BLOQUE III - TRATAMIENTO 2						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		26	2.0	7	21	29
P2		28	2.3	9	18	32
P3		41	2.5	8	35	37
P4		37	2.0	13	23	46
P5		28	2.0	9	18	32
P6		33	1.9	12	15	36
P7		36	2.0	14	14	38
P8		41	2.0	14	31	56
P9		29	2.0	16	18	49
P10		21	1.9	12	10	31
BLOQUE III - TRATAMIENTO 3						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		37	2.0	14	25	46
P2		31	2.0	10	21	48
P3		31	2.1	14	21	37
P4	1	*	*	*	*	*
P5		36	1.8	12	12	32
P6		38	2.0	16	18	38
P7		33	1.8	21	18	37
P8		44	2.5	16	24	62
P9		32	1.9	17	18	38
P10		29	1.9	11	10	25
BLOQUE III - TRATAMIENTO 4						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		40	2.0	16	21	59
P2	1	*	*	*	*	*
P3		32	2.0	25	27	46
P4		31	2.0	11	18	42
P5		33	1.8	12	19	48
P6		37	1.9	17	28	46
P7		34	1.7	13	26	38
P8		37	2.0	14	24	39
P9		39	2.0	14	24	34
P10		28	1.9	16	21	37
BLOQUE III - TRATAMIENTO 5						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1		27	1.8	14	24	47
P2		31	1.9	15	25	48
P3		36	2.1	19	20	36
P4		34	2.4	26	18	40
P5		32	1.9	14	18	41
P6		32	2.3	12	24	48
P7		35	2.2	13	21	41
P8		32	2.0	11	20	44
P9		57	2.6	26	24	64
P10		28	2.0	24	18	51
BLOQUE III - TRATAMIENTO 6						
VARIABLES / PLANTAS	MORTANDAD DE LA PLANTA (UND)	ALTURA DE LA PLANTA (CM)	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO (CM)	NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (UND)	LONGITUD DE RAIZ (CM)	PESO FRESCO DE LA PLANTA (GR)
P1	1	*	*	*	*	*
P2	1	*	*	*	*	*
P3		32	2.0	18	24	33
P4		41	1.9	20	21	37
P5		36	2.0	13	12	38
P6		35	1.7	16	17	42
P7		40	2.0	16	17	44
P8		38	1.8	20	9	39
P9	1	*	*	*	*	*
P10		26	1.7	8	14	38

MORTANDAD DE PLANTAS (CONTADAS)

TRATAMIENTOS / BLOQUES	PENTACLORO	PHYTON 27	TRICHODERMA SSP	DOLOMITA	ORIN FERMENTADO	TESTIGO	TOTAL
I	1	2	0	0	0	1	4
II	1	0	0	3	0	1	5
III	0	0	1	1	0	3	5
TOTAL	2	2	1	4	0	5	14

CANTIDAD DE PRODUCTO POR HECTAREA

TRATAMIENTOS	PRODUCTOS	DOSIS	APLICACIÓN POR m ²	AREA OCUPADO POR PRODUCTO	CANTIDA DE PRODUCTOS A UTILIZAR POR (Ha)
T1	1 KG PENTACLORO FARMEX	50 g/ 20 litros de agua	2 litros / m ²	200 m ²	50
T2	1 LITRO PHYTON 27	40 ml/ 20 litros de agua	2 litros / m ²	250 m ²	40
T3	1 TRICHODERMA SSP	0.5 tabletas / 20 litros de agua	2 litros / m ²	20 m ²	500
T4	1 SACO DOLOMITA		2 Kg/ m ²	25 m ²	400
T5	1 LITRO ORIN FERMENTADO		4 litros / m ²	0.25 m ²	40000
T6	TESTIGO		0	0	0

COSTO DE PRODUCTO POR HECTAREA (EN SOLES)

TRATAMIENTOS	PRODUCTOS	CANTIDAD DEL PRODUCTO (HA)	COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO (S/)	COSTO TOTAL (S/)
T1	PENTACLORO FARMEX	50 Unidades	110	5500
T2	PHYTON 27	40 Unidades	250	10000
T3	TRICHODERMA SSP	500 Tabletetas	35	17500
T4	DOLOMITA	400 Sacos	55	22000
T5	ORINES FERMENTADOS	40000 Litros	0.2	8000
T6	TESTIGO	0	0	0

COSTO DE PRODUCTO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTOS	PRODUCTOS	COSTO DEL PRODUCTO POR BLOQUE (S/)	COSTO DEL PRODUCTO POR TRATAMIENTO (S/)
T1	1 PENTACLORO FARMEX	9.90	3.30
T2	1 PHYTON 27	18.00	6.00
T3	1 TRICHODERMA SSP	31.50	10.50
T4	1 DOLOMITA	39.60	13.20
T5	1 ORINES FERMENTADOS	14.40	4.80
T6	TESTIGO	0.00	0.00

GALERIA DE FIGURAS

Figura N° 06 Elección de una parcela (café) infestado con la enfermedad de pie negro



Figura N° 07 Demarcación de cada unidad experimental



Figura N° 08 Evaluación del patógeno (*Rosellinia bunodes*) con el asesor



Figura N° 09 Hoyado en las unidades experimentales



Figura N° 10 Aplicación del producto pentacloro en los focos de infección por Pie negro



Figura N° 11 Aplicación del producto dolomita en los focos de infección por Pie negro



Figura N° 12 Recalce de plantas de café en los focos de infección



Figura N° 13 Mortandad de planta por causa de *Rosellinia bunodes*



Figura N° 14 Evaluación en campo sobre la altura de la planta.



Figura N° 15 Evaluación en campo en número de hojas por planta



Figura N° 16 Evaluación en campo en circunferencia del tallo



Figura N° 17 Evaluación en gabinete en el peso fresco de la planta

