

**Diseñar un plan de manejo integrado para la roya (*Hemileiavastatrix*) y la broca (*Hypothenemushampeii*), en el cultivo de café (*coffea*), en el municipio de Popayán, vereda
Cajamarca**

José Alirio Rosero Pisso

Director del proyecto

Rocío Yépez Dávalos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y del Medio Ambiente - ECAPMA

Popayán - Cauca

2022

Agradecimientos

Doy gracias al señor de los cielos de permitirme navegar en su mundo y por darme la fuerza y sabiduría, para concluir este nuevo logro.

A mi madre Mariana Pizo, por darme la vida, la crianza, y por enseñarme a ser responsable en todos los caminos que emprenda.

A la Universidad, a sus instructores, por enseñarme y darme las pautas necesarias de afrontar nuevos saberes para avanzar en esta carrera y demás retos que en el transcurrir de la vida profesional se presenten.

A la Ingeniera Rocío Yépez, por apoyarme en todo momento para realizar este trabajo práctico; que gracias a su conocimiento y recomendaciones pude lograr este objetivo.

También de manera especial a todos mis compañeros (as) de clase presencial y colaborativa, con los cuales conformamos equipos de trabajo para lograr el objetivo de graduarme.

Dedicatoria

Al creador por darme la oportunidad, fuerza y sabiduría para enfrentar este camino de llegar a ser lo que soy, hoy un profesional.

Con amor y cariño a mi padre Cesar Ernesto Rosero; Que hace 25 años ya no está con nosotros y sé qué desde el cielo está feliz por verme triunfar con sus buenos consejos que me dejo.

A mi madre querida Mariana Pizo, por enseñarme a leer y sumar con su palo de madera, que cuando no podía me calentaba las manos y por guiarme por el camino del bien y que con sacrificio me pudo criar.

Resumen

Este trabajo se realizó en la finca La Colina, Municipio de Popayán, Departamento del Cauca, y consistió en evaluar la severidad e incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) con diferentes métodos de control. Así mismo en evaluar el daño ocasionado por la broca (*Hypothenemus hampei*) en el cultivo de café (*Coffea arábica*). Las variables para esta evaluación son: severidad e incidencia, pérdidas y ganancias, métodos de control y alternativas para la roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus hampei*) en el café (*Coffea arábica*).

Se desarrollaron diferentes actividades según usa.edu.gt “en el control de la roya” (*Hemileia vastatrix*) que fueron: Realizar podas al cafetal para eliminar ramas viejas, realizar un manejo de sombrío, fertilizar los cafetales, realizar control de malezas, sembrar variedades resistentes a la roya (*Hemileia vastatrix*) como variedad Colombia, variedad castillo y cenicafe 1,..además se fumigo con productos sistémicos y de contacto...Para el manejo de la broca (*Hypothenemus hampei*); se realizaron actividades agronómicas como: Según usac.edu.gt “regular la sombra, podar los cafetos, incrementar la distancia entre cafetos, fertilizar los cafetos para que tengan floraciones más uniformes, utilizar variedades con el mismo patrón de fructificación, utilizar variedades o especies de café” (*coffea arábica*) como “cultivos trampa” con el control necesario y cosechar a tiempo.

La metodología cualitativa realizada en el trabajo nos llevó a obtener los siguientes resultados, mediante la observación en campo; evidenciando que la roya y la broca del cultivo de café (*Coffea arábica*), se encuentran distribuidas en diferentes lotes del cultivo de café (*coffea arábica*) en la finca La Colina; en rangos que van desde el 2% en el estudio de la broca y en el caso de la roya (*Hemileia vastatrix*) se evidenció un porcentaje del 4.15% de incidencia, datos que todavía no representan peligro de infestación en la finca. Se recomienda fortalecer

nutricionalmente y fumigar a tiempo la planta de café (*Coffea arábica*) y realizar las distintas actividades agronómicas en la finca La Colina, para evitar la incubación del hongo y posteriormente la defoliación parte de la roya (*Hemileia vastatrix*) e invasión por la Broca (*Hypothenemus hampei*).

Palabras clave.

Café *coffea*, roya *Hemileia vastatrix*, broca *Hypothenemus hampei*, control, resultados

Abstract

This work was carried out at La Colina farm, Municipality of Popayán, Department of Cauca, and consisted of evaluating the severity and incidence of rust (*Hemileia vastatrix*) with different control methods. Also in evaluating the damage caused by the drill (*Hypothenemus hampei*) in the cultivation of coffee (*Coffea arabica*). The variables for this evaluation are: severity and incidence, losses and gains, control methods and alternatives for rust (*Hemileia vastatrix*) and coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in coffee (*Coffea arabica*).

Different activities were developed according to usa.edu.gt "in the control of rust" (*Hemileia vastatrix*) which were: Pruning the coffee plantation to eliminate old branches, carrying out shade management, fertilizing the coffee plantations, carrying out weed control, planting varieties resistant to rust (*Hemileia vastatrix*) such as the Colombia variety, Castillo variety and Cenicafe 1,...in addition, systemic and contact products are fumigated...For the management of the drill bit (*Hypothenemus hampei*); Agronomic activities were carried out such as: According to usac.edu.gt "regulate the shade, prune the coffee trees, increase the distance between coffee trees, fertilize the coffee trees so that they have more uniform blooms, use varieties with the same fruiting pattern, use varieties or species of coffee" (*coffea arabica*) as "trap crops" with the necessary control and harvest on time.

The qualitative methodology carried out in the work led us to obtain the following results, through field observation; evidencing that the coffee rust and coffee berry borer (*Coffea arabica*) are distributed in different lots of the coffee crop (*coffea arabica* in the La Colina farm; in ranges that go from 2% in the study of the coffee berry borer and in In the case of rust (*Hemileia vastatrix*), an incidence rate of 4.15% was evidenced, data that still do not represent a danger of infestation on the farm. It is recommended to nutritionally strengthen and timely

fumigate the coffee plant (*Coffea arabica*) and carry out the different agronomic activities in the La Colina farm, to avoid the incubation of the fungus and later the defoliation of part of the rust (*Hemileia vastatrix*) and invasion by the Borer (*Hypothenemus hampei*).

Keywords.

Coffea coffee, *Hemileia vastatrix* rust, *Hypothenemus hampei* borer, control, results

Contenido

Lista de Figuras.....	11
Lista de Tablas.....	13
Introducción	14
Planteamiento del problema	16
Justificación.....	18
Objetivos	20
Objetivo general	20
Específicos	20
Marco referencial.....	21
Marco contextual.....	21
Marco teórico	24
El Café (Coffea Arabica).....	24
Ecología del cultivo de café.....	24
Morfología general del café.....	25
Roya (Hemileiavastatrix) del Café	27
Clasificación taxonómica del agente causal de la roya	28
Síntomas de la Roya (HemileiaVastatrix)	29
Diseminación de la roya (hemileiavastatrix) del café	29
Interrelación de factores para que se presente una epidemia de roya en café	30

Comportamiento de la roya (<i>hemileia vastatrix</i>) tres fases identificables.....	31
Manejo de la Roya (<i>Hemileia Vastatrix</i>) del Café (<i>Coffea Arabica</i>)	31
Aparición de la broca (<i>Hypothenemushampeii</i> Ferrari)del café(<i>Coffea arabica</i>).	33
Descripción del Ciclo de la Broca <i>Hypothenenus Hampei</i> del Café (<i>Coffea Arabica</i>).....	33
Forma de ataque de la broca (<i>Hypothenemushampeii</i>) del café (<i>coffea</i>).	35
Efectos del ataque de la broca (<i>Hypothenemushampeii</i>) sobre el café (<i>coffea arabica</i>)	35
Metodología	38
Descripción de la Actividad	38
Actividades en el Control de la roya (<i>hemileia vastatrix</i>).....	39
Control genético de la roya <i>hemileia vastatrix</i>	43
Control químico de la roya (<i>Hemileia vastatrix</i>).....	44
Actividades Realizadas en el Control de la Broca (<i>Hypothenemus Hampei</i>).....	46
Métodos de Control de la Broca (<i>Hypothenemushampeii</i>) del Café (<i>Coffea</i>).....	47
Método de control con el Registro de Floración para la broca (<i>hypothenemus hampei</i>).....	51
Control manual de la broca (<i>hypothenemushampeii</i>).....	51
Control Cultural de broca (<i>Hypothenemushampeii</i>)	53
Control en el Beneficiado de Café (<i>Coffea arabica</i>)	53
Control Químico de la broca (<i>hypothenemushampeii</i>)	53
Control biológico de la broca (<i>hypothenemushampeii</i>)	54
Materiales para atrapar los adultos de la broca	55

	10
Procedimiento para construir trampas	56
Resultados.....	58
<i>Resultados en el control de la Roya (Hemileia Vastatrix)</i>	58
Conclusiones	63
Recomendaciones	64
Referencias bibliográficas	65

Lista de figuras

Figura 1. Corregimiento Cajete.....	22
Figura 2. Cultivo de café caturra finca La Colina.....	23
Figura 3. Localización finca La Colina.....	24
Figura 4. Roya del café en la finca La Colina.....	27
Figura 5. Defoliación del cafeto por roya (hemileia vastatrix)	31
Figura 6. Grano de café infectado por la Broca.	32
Figura 7. Ciclo de la broca del café(coffea).....	34
Figura 8. Hembra de broca del fruto del café (A); Macho de broca del fruto del café (B).....	34
Figura 9.(A) Broca atacada por un entomopatógenos; (B) Broca atacada por un entomopatógeno.....	36
Figura 10. Recolección de datos	39
Figura 11. Rama de la parte productiva	40
Figura 12. Control de malezas con machete	42
Figura 13. Aplicación de fertilizantes 25- 4 -24 en la finca La Colina.....	42
Figura 14. Aplicación de Amistar Zta en la plantación de café finca La Colina	46
Figura 15. Rama seleccionada productiva.....	48
Figura 16. Granos brocados	50
Figura 17. Posición en el grano la broca del café	50
Figura 18. Floración del café coffea	51
Figura 19. recolección granos sobremaduros.....	52
Figura 20. Recolección sanitaria.....	52
Figura 21. Posiciones de penetración de la broca en frutos de café.....	54

Figura 22. Trampa usada para capturar la broca.	56
Figura 23. Disminución de la broca (<i>Hypothenemus hampei</i>)	59

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la roya del café	28
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la broca del café (Hypothenemushampei).....	33
Tabla 3. Enemigos de la broca del fruto del café.....	37
Tabla 4. Actividades realizadas en campo	43
Tabla 5. Aplicaciones realizadas en la finca La Colina	45
Tabla 6. Actividades realizadas en la finca La Colina para control de la broca	47
Tabla 7. Formato Cálculo de Infestación de Broca.....	49
Tabla 8. Materiales para las trampas de broca	56
Tabla 9. Cálculo de Infestación de la roya (Hemileia vastatrix).....	58

Introducción

El café (*Coffea arábica*), principal fuente de ingreso económico de municipio de Popayán, especialmente en la vereda Cajamarca, finca la Colina; en el cultivo se observan diferentes plagas y enfermedades; por este motivo se buscaron nuevas alternativas para el control de las principales plagas y enfermedades del cultivo de café, como la broca y la roya.

Desde la perspectiva histórica, los referentes de la Federación Nacional de Cafeteros establecen que en el año 1730, los Jesuitas trajeron el café a Colombia; que la primera exportación de café se realizó en 1835 con 2.565 sacos; que debido a su importancia macroeconómica, se dio la creación de la Federación Nacional de Cafeteros un 27 de junio de 1927, la creación de Cenicafe en 1938 y de otro sin número de organizaciones cafeteras, generando de esta manera la construcción de una sólida Institucionalidad, con impactos positivos sobre el desarrollo y bienestar del tejido social.

La Organización Internacional del Café (OIC) describe al café como un cultivo perenne, que se cultiva y produce a los dos (2) años, con una vida útil hasta de 40 años, con producción anual, dentro del denominado ciclo cafetero, en función de la altitud y el clima. Se requiere de un cultivo responsable y un manejo cuidadoso porque es una planta susceptible a plagas y enfermedades, lo que motivó el desarrollo de nuevas variedades mejoradas, pero a cambio de menor vida útil, con el incremento de abonos químicos, con impactos negativos a largo plazo sobre el suelo y la naturaleza, problema que ha redundado en el desarrollo de la agricultura biológica y los café orgánicos o cultivos verdes. (Organización Internacional del café, 2020).

La roya (*Hemileia vastatrix*), se considera la séptima enfermedad más dañina que ataca las plantas tropicales y la más peligrosa para el café enfermedad más dañina del café porque causa un daño gradual a las hojas, deviniendo a largo plazo en una reducción importante de la

producción (García-Rosales, 2013). Sus efectos sobre la pérdida de empleo y reducción en la calidad de vida de los que derivan su sustento de esta actividad económica son muy importantes, implicando controlar las malas prácticas y deficiencias en el cultivo como alta carga fructífera, falta de fertilización, inadecuado empleo de fungicidas, no acompañamiento de los ciclos de producción, ausencia de inspecciones frecuentes, deficiencias nutricionales de las plantas, etc.(Vásquez, 2013).

Por esta razón se realiza este trabajo de campo para dar a conocer la experiencia obtenida en la práctica profesional en la finca La Colina; para identificar los principales manejos integrados de plagas y enfermedades en el cultivo de café y para determinar la eficacia de los diferentes métodos de control realizados en el manejo integrado de plagas y enfermedades, así como evaluar la adaptación de las plantas de café a enfermedades como la roya y la broca en la mencionada finca.

Partiendo desde un enfoque cualitativo por medio de herramientas y técnicas que contribuirán a conocer las percepciones de esta situación frente al tema central del presente trabajo, el cual se plantea con el fin de desarrollar nuevas alternativas para el control de la principal plaga y enfermedad del cultivo de café.

Planteamiento del problema

El cultivo del café (*Coffea arabica*) es una práctica social que fortalece diversos aspectos de la vida de los agricultores de la región, con resultados benéficos a nivel económico y social; tomando este precepto, la pretensión por parte del investigador respecto a este estudio, es conocer el manejo integrado de la broca (*Hypothenemus hampei Ferrari*) y de la roya (*Hemileia vastatrix*), a través del seguimiento de los principios del manejo integrado de plagas (MIPE) planteados (A. Bustillo et al., 1998).

La broca del café, desde su aparición en el país en 1988, es la plaga más importante que afecta el café en Colombia, porque hace el daño al atacar la cereza y reproducirse internamente en el endospermo, ocasionando la pérdida total del grano y frecuentemente, la caída prematura de los frutos, además de reducir la calidad del producto final; afecta a más de medio millón de personas que cultivan café y para su control se recomienda el uso de insecticidas solo cuando la plaga está penetrando nuevos frutos (Bustillo, 2007).

La broca es uno de los problemas fitosanitarios de mayor atención en el mundo porque ataca los frutos del café, perforándolos por el ápice, a unas ocho semanas después de la floración, de tal forma que pudre los frutos porque la perforación abre camino para que penetran hongos y bacterias que causan la putrefacción del endospermo por cuya razón, el grano se torna negro (A. Salazar, 2017).

Por tanto, al existir en la finca La Colina presencia de la broca del café, plaga que causa hasta un 23% de la caída de los granos jóvenes, o una pérdida en casos severos de hasta 60 a 80% de la producción, es pertinente toda acción para la prevención de esta plaga, de forma que se establezcan manejos integrados a fin de mitigar su efecto, al igual que el de la roya, que también está presente en esta finca, causando la caída de las hojas del cafeto, de modo que se

afectan procesos vegetales clave como la fotosíntesis, o procesos celulares como la respiración, desfoliándose el árbol, de manera que los frutos no alcanzan el desarrollo normal de maduración, hay muerte de ramas y en consecuencia, el fruto se seca, pierde peso y se pierde, disminuyendo la producción y longevidad de la planta. Así, se hace prioritaria la integración de diferentes manejos integrados de la roya como el control cultural, genético, químico y biológico para evitar pérdidas en la cosecha.

Justificación

En el mundo Colombia es el tercer productor de café y primero en el café arábigo lavado, remontándose la actividad cafetera a 1870, que con el tiempo se convirtió en una de las más importantes en el sector agrícola, donde representa el 35% del total, aportando al PIB nacional alrededor del 2%. Con alrededor de 560000 fincas productoras del grano, entre minifundistas, medianos campesinos y grandes productores (Perdomo & Mendieta, 2007).

Luego, el café es el cultivo que siempre ha representado una gran fuente de divisas para el país, jalonado el sector agropecuario, con 1.15 millones de hectáreas sembradas y alrededor de 560000 familias beneficiadas, significando el 23.4% del PIB agropecuario y cerca del 10% del PIB nacional, en su mayor registro histórico del año 1993, gracias a que en un 70% se tienen cultivos tecnificados y un apoyo integral desde la Federación Nacional de Cafeteros, a través de Alma café y el Fondo Nacional del Café (Cardenas, 1993).

En los 11 municipios que ocupan la denominada meseta de Popayán, las comunidades campesinas, afrodescendientes y de etnias indígenas Nasa y Misal, cultivan aproximadamente 44500 Ha de café, en fincas situadas a una altura promedio de 1700 m.s.n.m., con altos niveles de tecnificación y productividad, en suelos derivados de cenizas volcánicas, con sistemas de sol y semi sombra (Café de Cauca, s.f.).

Entonces, dada la importancia del manejo integrado de la bórica y de la roya, por sus efectos devastadores sobre el fruto y la hoja del café, que afectan la calidad y nivel de producción de café, este proyecto es una oportunidad para aportar a la problemática presentada en la finca La Colina, Vereda Cajamarca, corregimiento de Cajete, municipio de Popayán, donde existe la necesidad de estimar los daños causados por la broca y la roya sobre la producción en esta finca y los factores que deben corregirse para minimizar sus impactos.

Así las cosas, en la finca se realizan los respectivos manejos integrados de plagas y enfermedades para combatir estos dos problemas comparando los resultados con antecedentes avalados por la federación nacional de cafeteros y Cenicafé, enfocándose en evitar que los árboles se defolien, que no lleguen los frutos a la madurez y se disminuya la producción o la calidad de la cosecha.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el Manejo Integrado de la Broca (*Hypothenemus hampei*) y de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arábica*) de la finca La Colina, vereda Cajamarca, Cajete, municipio de Popayán.

Objetivos Específicos

Analizar la incidencia en la producción cafetera debida a la enfermedad de la roya del café.

Mostrar el impacto económico causado por la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus hampei*) en el cultivo de café (*Coffea arábica*).

Indicar los principales métodos de control de broca en el cultivo de café, en la finca La Colina.

Proponer alternativas para el manejo integrado de la roya (*Hemileia vastatrix*) en la finca La Colina.

Marco referencial

En esta sección se exponen en el marco contextual del estudio, así como el marco teórico que lo sustenta, enfatizando en los aspectos más importantes de la roya y la broca del café y en las pautas de manejo integral de estas enfermedades para minimizar los impactos sobre el cafetal y la producción.

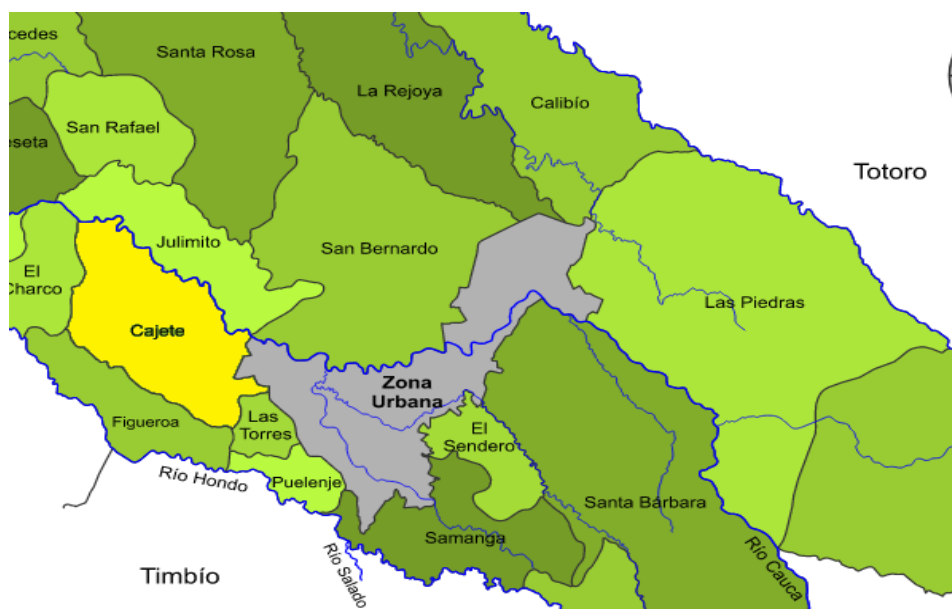
Marco contextual

El municipio de Popayán está conformado por 23 corregimientos, 79 veredas, 9 comunas, 295 barrios, y su área metropolitana la conforman 5 municipios; Popayán es la capital del departamento del Cauca y del municipio, situada entre las cordilleras occidental y central del sistema andino, en un hermoso valle surcado por los ríos Cauca, Molino, Ejido, con una superficie de 512 km², con una altitud media de 1760 m sobre el nivel del mar y una temperatura promedio entre 14/19 °C; su pluviosidad promedio anual es de 1941 mm; su distancia a la capital del país, Bogotá, puede estimarse en 600 km. (Alcaldía Municipal de Popayán, 29 de junio 2022).

Entre los corregimientos, se tiene a Cajete, que está situado en la parte suroccidental del municipio de Popayán, limitando por el norte con el corregimiento de Julumito; por el oriente, con el perímetro urbano de Popayán y la vereda de Torres; por el occidente, con el corregimiento de El Charco y por el sur, con el corregimiento de Figueroa. La altitud promedio de Cajete es de 1737 m sobre el nivel del mar, con un clima templado y bañada por las aguas del río Cauca y quebradas como La Mulatas y La Laja. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 29 de junio de 2022).

Entre las actividades económicas destacadas están el cultivo de café y las actividades relacionadas con la denominada ruta del maíz, promoviendo la labor de las tortilleras, y planteando la necesidad de estrategias de protección medioambiental a los maderables, así como a los bosques aledaños; de igual manera, las actividades ganaderas se hacen con pastos en la forma tradicional; por tanto, la base de la economía del corregimiento de Cajete son las actividades agropecuarias. Cajete está situado cerca de la capital caucana, a una distancia aproximada de 8 km. Ver figura 1.

• *Figura 1. Corregimiento Cajete*



Fuente. (Popayán rural, s.f.)

La práctica se llevó a cabo en la finca La Colina, ubicada en la vereda Cajamarca, situada a 10 km de la cabecera municipal Popayán, en una zona que goza de clima cálido, con una altura aproximada de 1745 m sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio anual de 20° C, y una humedad relativa entre 60 y el 70 %.

La finca La Colina fue fundada en el año 1950, con un área de 27 hectáreas, pero por motivo de la explosión demográfica, la parcelaron y en el momento hay dos (2) hectáreas dedicadas al cultivo de café (*coffea arábica*) también hay otros cultivos como son: limón (*Citrus*), aguacate Hass (*Persea americana*) en pequeñas áreas; también cuenta con 0.4 hectáreas de bosque; por la finca pasa un río, llamado La Colina, de ahí se deriva su nombre. Ver figura 2.

Figura 2. Cultivo de café caturra finca La Colina



Fuente. Rosero, 2018,p.25

En la finca hay suelos franco arcillosos, el pH está entre 5 – 5.5; la topografía es en un 70 % plana y un 30% pendiente; Las variedades de café que existen en la finca son: Caturra, que cubre el 70% del total y 30% en variedad Castillo; la plantación tiene cinco (5) años de edad y la sombra que actualmente hay en el cultivo de café proviene de los guamos macheta (*inga desinflora*).

La finca La Colina se encuentra en las coordenadas: 2° 28' 39.06" y 76° 41' 15.86". Ver figura 3.

Figura 3. Localización finca La Colina



Fuente. Google Earth

Marco teórico

El Café (Coffea Arábica)

El cultivo de café es muy importante por su producción en la finca. Según (Henao-Betancur (2008) citando a Peysson (2001) afirma que:

El café es una bebida de carácter universal que se consume en todos los países del mundo. Sin embargo, el café como grano, es una semilla que procede del árbol o arbusto del cafeto, perteneciente al género *Coffea* de la familia Rubiácea. El café es originario de Etiopía, en el África Oriental, exactamente en el territorio denominado «Kaffa», (p. 4). “de cuyo nombre se deriva el café. En la edad media el arbusto producía unas semillas aromáticas que los marineros africanos llevaron a la península de Arabia, país donde se originó el cultivo del café; Desde Arabia los peregrinos que se dirigían a la Meca lo llevaron a Europa, donde su consumo tardó bastante en ser aceptado y en extenderse, tal vez a causa de su color negro”.

Ecología del cultivo de café

En los siguientes apartados se consigan las ideas y conceptos que aparecen en el manual sobre el cultivo del café de la unión de cafetaleros nicaragüenses (Unión Nicaraguense de cafetaleros, 1996). “La producción exitosa del café (*Coffea arábica*) está fuertemente

condicionada por factores ambientales, entre los que cuales se destacan la temperatura, precipitaciones, radiación solar, viento y suelos. Considerando lo anterior, tanto los excesos como los faltantes de un factor o elementos del ambiente pueden tornarse limitantes para el cultivo”.

En el cultivo de café “*temperatura promedio* anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23 °C. Temperaturas inferiores a 10 °C. provocan clorosis y paralización de los crecimientos de las hojas jóvenes”.Según el Centro de Investigaciones en Café CICAPE (2011):

La humedad tiene que ser menor al 85%, porque si es más alta se propicia el ataque de enfermedades en los cafetales. Es importante realizar los respectivos controles de sombrero en loscafetales, porque la humedad es muy alta en los árboles de café en la sombra, que, en los expuestos al sol, ya que la sombra reduce temperatura y esto ocasiona la evaporación, transpiración y velocidad del viento.

Con referencia a la *radiación solar*, Solórzano & Querales (2013) plantean que:

El cultivo de café absorbe uno (1) por ciento de la luz solar incidente para la fotosíntesis; y con temperatura en la hoja de 34°C, el nivel de asimilación es cero, esto nos dará el coeficiente de fotosíntesis de las árboles en la sombra es alto cuando están a plena luz solar.

Morfología general del café

Con referencia a la descripción morfológica del café. Mongoig, (2000) afirma:

La planta del café se forma normalmente de un solo eje o tallo central en cuyo extremo presenta una parte meristemática en continuo crecimiento, lo que origina la formación de nudos y entrenudos. En los primeros ocho a diez nudos de una planta joven sólo se forman hojas, a partir de ahí se forman ramas laterales. El alargamiento del tallo y ramas de forma continua, sumado al crecimiento vertical, da a la planta un aspecto cónico. (p. 7) La raíz principal es pivotante, de 50-60 cm de longitud, hay se originan las raíces axiales y las laterales que se extienden horizontalmente, de donde brotan las raicillas que son las que absorben el agua y nutrientes del suelo. El 80 % de ellas se concentran en los primeros 30 cm de suelo y cubren un diámetro de 1.5 m a partir del tronco (Monografías, s.f.). se dice que “El tallo es leñoso, erecto y de longitud variable de acuerdo con el clima

y tipo de suelo”(Alvarado & Rojas, 2007, p.12). En las variedades comerciales varía entre dos y cinco metros de altura; el tallo ortrónico solo produce yemas vegetativas, nunca flores. Las ramas laterales o plagiotrópicas son las que producen flores y frutos (Monografías,s.f.).

En cuanto a las hojas, se puede decir que Alvarado & Rojas, (2007) plantean que:

La lámina mide de 12 a 24 a cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada El tamaño de la hoja no solo varía entre especies y cultivares, sino también de acuerdo con las condiciones de sombra o plena exposición de sol a que este sometida. (p. 13).

Con respecto a las hojas, Arcila et al., 2007). Plantea:

Las hojas individualmente tienen un período de vida de varios meses a más de un año (7–10 meses) y su producción es mayor durante el período de crecimiento activo (febrero-junio). El café pierde sus hojas especialmente en períodos de sequía o por otras causas (Unión Nicaraguense de cafetaleros, 1996).

Con respecto a las flores

Las axilas de las ramas plagiotrópicas presentan generalmente de uno a tres ejes florales, los cuales se dividen en dos a tres ramificaciones (2-4 mm) que terminan en una flor. El total de flores por axila varía de 2 a 12. En la flor individual hay en la base un receptáculo poco desarrollado que se prolonga en el cáliz. (Monografías, s.f.).

Según.(Arcila et al., 2007). Plantea que:

El proceso de floración en el cultivo de café es muy corto, menos de 15 días, cuando hay humedad suficiente, ya sea proveniente de lluvia,la floración cambia según el patrón de precipitación de las regiones determinadas; En cuanto a la semilla del café se dice que “está constituida en su mayor parte por el endospermo de color verdoso cuyas células contienen almidón, aceites, azúcares, alcaloides como cafeína y otras sustancias que son responsables del aroma del café cuando se tuesta y muele”.(Unión Nicaraguense de cafetaleros, 1996).

El embrión “Mide de 1 a 2 mm, consta de un hipocótilo y de dos cotiledones y mide de 5 mm de largo. Al germinar el embrión, lo primero que brota es la radícula que penetra la tierra produciendo raicillas”. (Arcila et al., 2007, p. 49).

Roya (Hemileia vastatrix) del Café

La Roya del Cafeto, de origen africano, se detectó en el continente sudamericano en Puerto Rico hacia 1903, lo que motivó acciones como la creación de Cenicafe en 1938 y restricciones al movimiento de plantas de café del decreto 868 de 1923 en Colombia; en 1955 se crea el centro de Investigación de la roya del cafeto, en Portugal, patrocinado por la FAO, respondiendo a las preocupaciones de los países productores por considerar esta enfermedad una gran amenaza a la producción de café; la llegada de la roya a Brasil en 1970 puso en alerta a los cafeteros en el país, de manera que al detectarse por primera vez en Caldas en 1983, se toman medidas para determinar variedades resistentes, que en Cenicafe, hacia 2003 dan frutos al desarrollarse la variedad Castilla (Buriticá-Céspedes, 2010).

En la finca La Colina la roya del café ha sido, igualmente detectada, como se puede observar en la figura 4.

Figura 4. Roya del café en la finca La Colina



Fuente. Propia del estudio

Clasificación taxonómica del agente causal de la roya

La roya del cafeto es producida por el hongo (*Hemileia vastatrix*) que posee sus hifas completamente dentro del micelio penetrándolo con ramificaciones finas, cortas, irregulares y filiformes que devienen en esporas Las uredosporas. Según García-Rosales, (2013) afirman que:

Requieren agua para su germinación y ésta puede comenzar en solamente una hora, en las primeras investigaciones sobre la germinación de las uredosporas, se encontró que ésta ocurre entre 12 y 24 horas y en 48 horas ya se forman los apresorios. La germinación es inhibida por la alta insolación y en las noches húmedas proporciona la mayor infección, la infestación se inicia a través de las estomas; Los síntomas aparecen a los 14 días después de la inoculación y la esporulación comienza después de 2 a 4 días de haber aparecido los síntomas. (p,7).

En la tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica de la roya del café.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la roya del café

Subdivisión	Basidiomycotina
División	Eumycota
Clase	Teliomycetes
Orden	Uredinales
Familia	Pucciniaceae
Genero	Hemileia
Especie	H. vastatrix

Fuente. Elaborada con base en García-Rosales, 2013, p. 6.

Síntomas de la Roya (Hemileia Vastatrix)

Con referencia a la roya del cafeto García-Rosales, (2013) plantean que:

Por debajo de las hojas se presentan de manera de manchas replegadas por el polvillo amarillo y anaranjado igual al color del ladrillo. Luego el área perjudicada del sintoma presenta una medida de 3mm y poco a poco va aumentando 2cm o más (p,7).

De igual forma, por aumento de la lluvia, la enfermedad, presenta unas etapas de incubación del hongo y dura de 19 a 23 días, dependiendo de la altura y de las condiciones climáticas como la temperatura, la precipitación, la humedad relativa, con lo cual posteriormente se presenta alta defoliación, pérdida de cosecha y por último la merma en producción y se afecta el ingreso. Por eso la vigilancia de esta enfermedad debe ser permanente(García-Rosales, 2013).

Se han diseñado recomendaciones que postulan calendarios específicos de aplicación de fungicidas para aquellas zonas que tienen muy buenas cosechas, cuyas zonas tienen como evento fisiológico en la planta la floración principal (Arcila et al., 2007).

Diseminación de la roya (Hemileia vastatrix) del café (Coffea arábica)

Este hongo que afecta al cafeto.según García-Rosales, (2013) plantea que:

El polvillo se propaga fácilmente entre las hojas del árbol con ayuda de medios naturales como el viento y físicos como el hombre, animales cualquier objeto en contacto con el hongo, la roya también se propaga en la lluvia, las esporas se adhieren de una planta a otra, favoreciendo la infección de la enfermedad (p.8).

En consecuencia, al ser las variedades de café arábigo poco resistentes a la roya, se estableció como tarea primordial, a través del mejoramiento genético de plantas autógamas como el café, obtener generaciones puras, y utilizar técnicas de cruzamiento, para lograr variedades resistentes a la roya, lo que llevó a desarrollar entre 1983 y 2006, variedades resistentes como la variedad Colombia, la Castilla o la Tibi, apostándole a la diversidad y el

equilibrio armónico, evitando que las plantaciones fueran atacadas de forma significativa por la enfermedad (Cortina- Guerrero et al., 2013).

Interrelación de factores para que se presente una epidemia de roya en café

Ante la necesidad de manejar de forma integral la roya del café, en cafetales con susceptibilidad, por diferentes factores que la promueven, es necesario definir estos aspectos que deben controlarse; se señalan cuatro principales factores prioritarios:

El hospedero. “En Colombia se cultiva la especie *Coffea*, que produce los llamados cafés suaves; dentro de la especie existe una gran cantidad de variedades, entre ellas se encuentran las tradicionales como Típica, Borbón y Caturra, todas carentes de resistencia genética”.

El patógeno. El hongo *Hemileia vastatrix*.

Condiciones climáticas. El hongo “requiere de la salpicadura de la lluvia para iniciar su proceso de dispersión entre hojas y entre plantas, así como de la presencia de una capa de agua en el envés de las hojas para germinar, todo esto acompañado de temperaturas entre 16 y 28°C y en condiciones de bajo brillo solar”.

Manejo agronómico. “El hombre juega también un papel importante en la aparición y desarrollo de la enfermedad, cuando ejecuta de manera inapropiada actividades propias del manejo del cultivo, entre las que resaltan”.

Según. Rivillas, (2011) plantea que:

Dejar el crecimiento en los arvenses, no es conveniente por que se presenta competencia “con el café por nutrientes en el suelo, estos generan condiciones de sombrío y alta humedad en el cultivo de café menores de 2 años”.

Falta de fertilización, que afecta a cafetales bajo plena exposición a la luz solar; el alto sombrío, mantiene la temperatura mínima y favorece la humedad, estimula el incremento del área foliar y la vida media de las hojas (p.8-12).

Comportamiento de la roya (Hemileia vastatrix) tres fases identificables

fase lenta o inicial. “Es la infección de hojas, se observa en las primeras lluvias. Solo en esta fase es efectivo el control biológico y químico de contacto además de podas sanitarias y renovación, Así como fertilización y se deben aplicar caldos minerales, se deben realizar las evaluaciones oportunas y preventivas”.

Fase rápida o explosiva. Hay presencia de muchas postulas por hoja que están esporulando y contaminando nuevas hojas y plantas, esta fase afecta los cafetos que están en producción incrementando explosivamente la enfermedad afectando a todas las hojas que sostienen la producción.

Fase terminal o máxima. Es la fase que la roya (*Hemileia vastatrix*) amarilla a defoliado los cafetos y dependiendo la zona de producción reportándose alta incidencia. (Manejo Integrado de la roya, s.f.).

Figura 5. Defoliación del cafeto por roya (Hemileia vastatrix)



Fuente. Propia del estudio

Manejo de la Roya (*Hemileia Vastatrix*) del Café (*Coffea Arábica*)

Con referencia al manejo de la roya, deben seguirse pautas específicas que contribuyen al manejo integrado; entre estas se tienen según. García-Rosales, (2013) plantea que:

Combatir la roya con fungicidas solamente, no es práctico ni económico; los cafetales tienen que estar manejados adecuadamente para garantizar el vigor y el balance nutricional de los arbustos. Por tanto, parte sustancial en el manejo de la roya del café es

realizar el conjunto de prácticas que se recomiendan para el desarrollo adecuado del café.(p.11); La distancia de siembra, la poda y el manejo de la sombra son factores que no solo afectan el desarrollo y la producción del café (*Coffea arábica*), sino que pueden afectar también el nivel de infección de la roya (*Hemileia vastatrix*).La infección de las hojas por este hongo se favorece por la alta humedad, luz difusa y temperatura fresca, condiciones que se mantienen en plantaciones muy densas y con excesiva sombra.(García-Rosales, 2013, p.11)

El balance nutricional de los arbustos es vital para el vigor de los mismos. La aplicación programada de abono y cal, tomando en consideración la edad de las plantaciones del café (*coffea arábica*) el volumen de la cosecha, y el tipo de suelo, evitarán la debilidad de la planta. Plantaciones débiles sufrirán más el impacto de las infecciones de la roya (*Hemileiavastatrix*) propiciando una defoliación más severa. (García-Rosales, 2013, p.11).

Aspectos Básicos de la Broca del Café (*Hypothenemus Hampei* del *Coffea Arábica*)

Se dice que la broca “Es originaria de África ecuatorial, fue introducida al continente americano a principios del siglo pasado convirtiéndose en un problema por su rápida propagación y por la intensidad del daño que ocasiona en los granos de café, el ataque minimiza el rendimiento y disminuye la calidad del grano”. (Broca del café, s.f.).

Figura 6.Grano de café infectado por la Broca.



Fuente. Broca del café, croplifela

Aparición de la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) del café (*Coffea arábica*).

Según Bustillo-Pardey, (2006) afirman que: La broca del café, es la plaga más importante del café” (Bustillo-Pardey, 2006, p.101). Desde su aparición en 1988 en el país, en el sur del departamento de Nariño, ha ratificado ser este insecto el más importante que afecta el café, reproduciéndose en el endospermo, causando pérdida parcial del grano y graves perjuicios económicos a los productores.

Tabla 2. Clasificación taxonómica

Reino	Animal
Clase	Insecta
Orden	Coleóptera
Familia	Scolytinae
Genero	Hypothenemus
Especie	Hypothenemus hampei

Fuente. Propia del estudio con base en Alejo, 2019, p.12

Descripción del Ciclo de la Broca *Hypothenemus Hampeid* del Café (*Coffea Arábica*)

Con referencia al ciclo de la broca, (Bustillo et al., (1998). Afirma que:

La hembra hace un pequeño agujero en el grano del café, por el ombligo del fruto, hay la broca se queda, cuando la humedad sea la apropiada; La hembra pone hasta 70 huevos en varios frutos; estos eclosionan en 7,6 días y de hay nacen nuevas larvas de color crema y miden 0,8 cm de largo; estas larvas se alimentan de los tejidos de la almendra y su duración es de 15 días. (p.103).

Figura 7. Ciclo de la broca del café(coffea)



Fuente.Fotos (Cenicafé) y Fundación Salvadoreña para investigaciones del café (coffea).

Según Henao-Betancur,(2008) plantea que:

Las hembras pueden llegar a medir de 1,6 mm de largo y 0,7 mm de ancho. De cuerpo cilíndrico, encorvado en la región ventral de color negro . La hembra vuela cortas distancias y puede durar hasta cinco meses de vida, principalmente pone huevos y permanece en el grano hay nace y daña a otros granos, como se presenta en la parte A de la figura 8. El macho, es más pequeño que la hembra, mide 1,1 mm de largo y 0,5 mm.

Figura 8.Hembra de broca del fruto del café (A); Macho de broca del fruto del café (B)



Fuente. Decazy, 1990

Forma de ataque de la broca (Hypothenemus hampei) del café (coffea).

La hembra inicia el ataque al perforar los frutos en la región del disco de la corona del fruto (Ombligo o disco). La hembra adulta vuela y pasa de un cafeto a otro, perforando y penetrando los frutos verdes y maduros del café (coffea arábica) en el ombligo o en sus bordes; llegando de esta forma al endospermo y formando una cámara o galería donde depositan los huevos, de los cuales emergen las larvas que destruyen gran parte de la semilla; causando (La broca del fruto del café, s.f.).

Dentro de las cámaras se alimentan tanto las larvas como los adultos, se comen el grano y se reproducen. Los frutos pueden ser atacados, en estado muy joven (40 - 60 días después de la floración); sazón o semiduro (50 - 120 días) y en los frutos secos. El ataque a los frutos con menos de tres meses de edad provoca su caída mientras que al fruto seco lo perforan por todo lado. causando (La broca del fruto del café, s.f.).

Efectos del ataque de la broca (*Hypothenemus hampei*) sobre el café (*coffea arábica*)

Cenicafé. Afirma que:

El fruto joven perforado puede caer al suelo en cantidades apreciables.

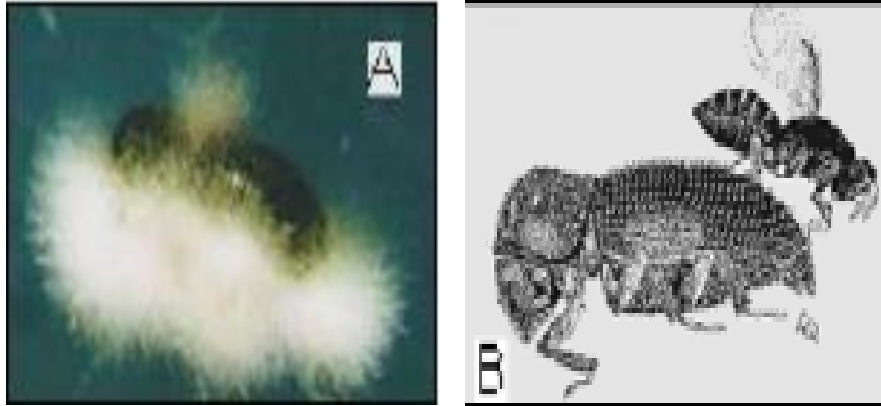
El fruto verde y maduro atacado, que no cae, pierde peso en proporción al grado de infestación.

Los granos perforados por la broca (*Hypothenemus hampei*) producen una alta proporción de café (coffeaarábica) vano, de poco peso y muy baja calidad.

La pérdida de peso de los frutos brocados significa una disminución apreciable en los rendimientos de la cosecha.

La mala apariencia de los frutos brocados, por otra parte, dificulta su venta y son castigados en el precio. (Manejo Integrado de la broca, Cenicafé, s.f.).

Figura 9.(A) Broca atacada por un entomopat6genos;(B) Broca atacada por un entomopat6geno



Fuente. biblioteca. cenicafe.

Dentro del grupo de parasitoides, se cuenta con avispas como: *Heterospilus coffeicola*, *Prorops nasuta*, *Cephalonomiastephanoderis* y dentro de los entomopat6genos con *Beauveria bassiana* y *Metarrhiziumanisoplae*.

Tabla 3. Enemigos de la broca del fruto del café

<i>Plaga</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Estado biológico</i>	<i>Hábito</i>
		<i>que ataca</i>	
	<i>Heterospilus coffeicola</i>	<i>Adultos</i>	<i>Parasitoide</i>
	<i>Prorops nasuta</i>	<i>Huevos, larvas y pupas</i>	<i>Parasitoide</i>
<i>Broca del café</i>	<i>Cephalonomiastephanoderis</i>	<i>Huevos, larvas y pupas</i>	<i>Parasitoide</i>
<i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)	<i>Metarrizhiumanisoplae</i>	<i>Huevos, pupas y adultos</i>	<i>Hongo entomopatógeno</i>
	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Huevos, pupas y adultos</i>	<i>Hongo entomopatógeno</i>

Fuente Bustillo, A., R. Cárdenas, D. Villalba, P. Benavides, 1998

Metodología

De acuerdo a los objetivos de este estudio, la investigación tiene un enfoque de investigación Cualitativa, esto significa explorar todo tipo de procedimientos de recopilación mediante la observación en la finca La Colina, del Municipio de Popayán, vereda Cajamarca, así se comprende lo que explican los diferentes estudios de la Federación nacional de cafeteros, sobre la roya y la broca que afecta tanto el cultivo de café (*Coffea arábica*) tanto en producción como en calidad.

Descripción de la Actividad

El siguiente trabajo de campo se realizó en el municipio de Popayán en la vereda Cajamarca, ubicada al suroccidente por la vía al Tambo-Cauca; en una pequeña finca de 3 has, objeto de la investigación, la finca está dedicada al cultivo de café, con árboles de la variedad castillo, variedad Colombia y caturra; en total hay 10.000 árboles en producción.

Esta investigación de tipo *descriptivo* busca identificar características y condiciones de las plagas y enfermedades que están afectando el cultivo de café en la finca La Colina, en el municipio de Popayán – Cauca.

Mediante distintas visitas se pretende observar el cultivo de café (*Coffea arabica*) en cuánto a la plaga y enfermedad presente; el estado de los árboles, para poder identificar los signos y síntomas del cultivo; ya que de estos depende el desarrollo y productividad de los mismos y así se aplicará el correcto manejo integrado de la plaga la broca (*Hypothenemus hampei*) y en la enfermedad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en la finca, para mejorar la producción.

Las actividades que fueron desarrolladas, tuvieron el siguiente orden:

Identificación de la principal plaga del cultivo de café.

Identificación de la principal enfermedad del cultivo de café.

Conteo de los árboles afectados.

Repara calcular el área de afectación de la roya y la broca.

Actividades en el Control de la roya (*Hemileia vastatrix*)

Al realizar el desarrollo de las actividades propuestas según objetivos podemos evaluar en la finca La Colina los siguientes manejos integrados de la enfermedad:

Determinación de la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) del café (*Coffea arábica*) en la finca La Colina para conocer las distintas áreas en donde se presenta con mayor o menor daño, con fines de erradicar y controlar la enfermedad.

En campo se realizó recopilación de datos para mirar la incidencia de la roya.

Figura 10. Recolección de datos



Fuente. Propia del estudio

Lo primero que se realizó en el monitoreo de la roya fue escoger 60 árboles por hectárea, la selección y la entrada del lote fue por la mitad y se seleccionó árboles aleatorios y del árbol se seleccionó una rama productiva, se procedió a contar las hojas totales, las hojas con roya y se procedió a hacer la operación matemática para obtener el resultado.

Figura 11. Rama de la parte productiva



Fuente. Propia del estudio

Al inicio de realizar la evaluación, en el porcentaje de incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) en la finca se obtuvo el 4.15%, y al tercer monitoreo se obtuvo el 1.3 %, esto quiere decir que se pudo controlar y no presenta peligro de incubación y estamos a tiempo de poderla tratar.

Se debe seguir con el monitoreo permanente mediante muestreos y fumigar 4 veces al año, de acuerdo al proceso de análisis y lo evidenciado en la finca se infiere que la roya (*Hemileia vastatrix*) trae como consecuencia otros costos que no se ven aparentemente al defoliarse la plantación y se entiende que los rayos solares tienen una alta penetración que aumentarán el crecimiento de los arvenses y la emisión de algunos chupones por parte del café, aumentando los costos de producción para su control..

En este sentido, en cafetales de uno a dos años no se presentan problemas de roya (*Hemileia vastatrix*) porque está en proceso de crecimiento de esta manera no hay una buena población y no hay una buena producción; A medida que la plantación entra a una etapa productiva del grano hacia las hojas conocido como la relación fuente vertedero, es decir, la

necesidad que tiene el grano y la planta a través del proceso de fotosíntesis de entregarle al grano y llenar el fruto y obtener una buena cosecha.

En este orden de ideas, en las etapas posteriores serán árboles mayores de cuatro (4) años, y hasta cinco (5) años, incrementando el ataque de roya (*Hemileia vastatrix*) debido a que hay una mayor área foliar, posteriormente habrá una mayor cosecha, obteniendo cafetales cerrados con una humedad relativa y unas condiciones para que la roya (*Hemileia vastatrix*) ataque de manera mucho más agresiva.

En cuanto a controles que puede hacer el cafetero para controlar esta enfermedad, es necesario tener en cuenta las siguientes labores agronómicas:

Realizar podas al cafetal para eliminar ramas viejas improductivas que compiten por nutrientes, y así reducir un dos “para evitar sobrecarga de frutos y reducir el estrés

Realizar un manejo de sombrío durante los meses de lluvia, ya que el exceso de sombra mantiene la humedad dentro de la plantación y alarga el secado del suelo y el follaje lo que favorece el desarrollo del patógeno”.

Fertilizar los cafetales renovados con variedades resistentes a la roya (*Hemileia vastatrix*).

Control de malezas, no es solo un control químico, debe ser un manejo integrado que permita una cafetera sana al final del año con una buena cosecha y entrar al próximo año con unas hojas sanas preparadas para una nueva cosecha.

Figura 12. Control de malezas con machete



Fuente. Propia del estudio

Con el análisis de suelos identificamos que fertilizantes podemos aplicar vía foliar la cual se inicia con una aplicación antes de la floración suministrando a la planta boro y zinc una segunda aplicación después de la floración principal a base de boro, zinc, calcio y magnesio.

Figura 13. Aplicación de fertilizantes 25- 4 -24 en la finca La Colina



Fuente. Propia delestudio

El control de la roya (*Hemileia vastatrix*), se realizó en la finca La Colina con las siguientes actividades en los meses de mayo, julio y septiembre, se muestran en la tabla 4.:

Tabla 4. Actividades realizadas en campo

Actividades realizadas durante la práctica profesional sobre la Roya (<i>Hemileia vastatrix</i>) del café (<i>coffea arabica</i>)	Mes		
	Mayo	Julio	Septiembre
Inducción	X		
Muestreo sobre severidad de la roya (<i>hemileia vastatrix</i>) antes de la primera aplicación	X	X	
Primera aplicación de oxiclورو de cobre	X		X
Muestreo sobre severidad de la roya (<i>hemileia vastatrix</i>) después de la primera aplicación	X	X	
Control de malezas (arvenses agresivas)	X	X	
Manejo de tejidos (ramas secas y viejas del cafeto)		X	
Aplicación de fertilizante al cultivo de café (<i>coffea</i>)	X		
Determinación de la severidad e incidencia de la roya (<i>hemileia vastatrix</i>) en la finca			X
Resultados de la roya (<i>hemileia vastatrix</i>) en la finca			X

Fuente. Propia del estudio

Control genético de la roya *Hemileia vastatrix*

Dentro de las diferentes maneras de afrontar el problema de la roya (*Hemileia vastatrix*) del cafeto, se recomienda sembrar variedades de buen rendimiento y resistencia a la roya, como variedad Colombia, castillo regional y Cenicafé. (Montenegro, 2018).

Figura 12. Variedad castillo regional



Fuente. Propia del estudio

Control químico de la roya (*Hemileia vastatrix*)

De acuerdo a información establecida en las guías de Cenicafé, según las floraciones principales entre 60 y 90 días después de la floración principal se deben de iniciar los controles, a los 60 días aplicar la primera fumigación, posteriormente 45 – 60 días se hace la segunda aplicación y 45 – 60 días, la tercera aplicación se hará a los otros 45 días.

Es uno de los componentes más importantes en un programa del manejo integrado de la roya del café; en la finca La Colina se aplicó la siguiente fumigación para controlar la roya.

Tabla 5. Aplicaciones realizadas en la finca La Colina

Fungicidas	Época de aplicación		
	Primera	Segunda	Tercera
Cúpricos	Mayo 15-21	Junio 1 - 7	Julio 15- 21
Sistémicos	Mayo 15 – 21	Junio 1 – 7	Julio 1 – 7
Cyproconazol 100sl	(Alto 100 cc de Hidróxido de cobre por 18 L de agua	100 cc de Hidróxido de cobre por 18 L de agua	100 cc de Hidróxido de cobre por 18 L de agua
Con estrobirulinas	Mayo 15 – 21	Junio 1 – 7	Julio 15 - 21
AmistarZtra 28SC	25 cc de Triadimenol por 16 L de agua	25 cc de Triadimenol por 16 L de agua	25 cc de Triadimenol por 16 L de agua
Mezcla sistémico y cobre (Bayleton 25%SC) + Oxidloruro de cobre	Pre cosecha Mayo 1 – 7 25 cc de Triadimenol por 16 L de agua	<u>Pos</u> cosecha Junio 1 – 7 100 cc de Hidróxido de cobre por 18 L de agua	Resultados

Fuente. Propia del estudio

Su control se basa en dos aplicaciones al año, el éxito de las aspersiones depende de varios factores como son: Un adecuado manejo agronómico del cultivo, en el momento oportuno para realizar las fumigaciones, de la selección de los fungicidas de la correcta forma de aplicación y de la adecuada dosis; en nuestro medio los ingredientes activos con mejor resultado para el combate de esta enfermedad son los triazoles y los cobre.

Figura 14. Aplicación de Amistar Zta en la plantación de café finca La Colina



Fuente. Propia del estudio

Actividades Realizadas en el Control de la Broca (*Hypothenemus Hampei*)

Para empezar a realizar un control efectivo en el manejo integrado de la broca se debe tener en cuenta el registro de la floración y esta es la radiografía de la finca; ya que la floración le da los indicios del comportamiento del cafetal en el tiempo. Las actividades realizadas en la finca La Colina para el control de la broca se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Actividades realizadas en la finca La Colina para control de la broca

<i>Cronograma de actividades de la broca (hypothenemus hampei) del café</i>			
<i>Actividades realizadas durante la práctica profesional sobre la broca (hypothenemus hampei) del café (coffea arabica).</i>	<i>Mayo</i>	<i>Julio</i>	<i>Septiembre</i>
<i>Inducción</i>	X		
<i>Muestreo sobre ataque de la broca (hypothenemus hampei) antes de la primera aplicación</i>	X		
<i>Primera aplicación de beauveria bassiana</i>	X		
<i>Muestreo sobre severidad de la broca (hypothenemus hampei) después de la primera aplicación</i>		X	X
<i>Recolección de granos brocados en el cafetal</i>		X	X
<i>Determinación de la severidad e incidencia de la broca (hypothenemus hampei) en la finca</i>		X	
<i>Resultados de la broca (hypothenemus hampei) en la finca</i>			X

Fuente. Propia del estudio

Métodos de Control de la Broca (Hypothenemus hampei) del Café (Coffea)

Según Bustillo, A.E.(2011) afirma que: “El manejo integrado de la plaga comprende varios métodos de control que utilizados y aplicados adecuadamente durante todo el año reducen el impacto del daño económico que pueda causar”. En la Evaluación de infestación de broca (Hypothenemus hampei) en la finca La Colina, se procedió de la siguiente manera.

Paso 1: Se seleccionaron 30 árboles de café (coffea arabica) “distribuidas de forma equitativa, por cada hectárea de café, se contaron las ramas de cada cafeto, Se selecciona una rama por planta y se cuentan los frutos de dicha rama, contando la totalidad de frutos sanos y frutos brocados en la totalidad de las ramas revisadas. Se utilizó la regla de tres, se calculael porcentaje de los frutos que presentan broca”. (Mundo cafeto, mayo 23, 2018).

Figura 15. Rama seleccionada productiva



Fuente. Propia del estudio

Paso 2: “Se recolectan 100 frutos que presenten la broca (*Hypothenemus hampei*) los cuales se les hace una disección, abriéndolos o rajándolos; de esta manera se observa la cantidad de brocas que se encuentren vivas y cuál es su posición. Es decir, si están en la parte externa del fruto, si recién han perforado el fruto; o si por el contrario ya han penetrado al interior del endospermo”. (Mundo cafeto, mayo 23, 2018).

Tabla 7. Formato Cálculo de Infestación de Broca

Formato Cálculo de Infestación de Broca			
Control	Total de frutos	frutos brocados	Porcentaje de Infestación
Mayo	1900	80	4.2 %
Julio	1300	50	3.8 %
Septiem bre	800	25	3.1 %

Fuente. Propia del estudio

Como el porcentaje está por encima del 2% se debe hacer el control con el hongo *Beauveria Bassiana*. “Esta información es de vital importancia para saber qué tipo de control aplicar; debido a que, si la mayoría de las brocas han penetrado en el interior del fruto, el control químico o biológico no les afectará en absoluto”. (Mundo cafeto, 23 de mayo del 2018).

Figura 16. Granos brocados



Fuente. Propia del estudio

Según el mundo del cafeto; “Es importante llevar a cabo la evaluación de la infestación de la broca con la mayor responsabilidad; tomando las muestras de manera adecuada y cuidadosa. Hay que observar bien la posición en la que se encuentren la mayoría de las brocas. Recordar que si más de 50% de las brocas están en la parte interna del fruto ya es tarde para aplicar insecticidas u hongos; pues estos no pueden penetrar el fruto en su interior”. (Mundo cafeto, mayo 23 ,2018).

Figura 17. Posición en el grano la broca del café



Fuente. Propia del estudio

Método de control con el Registro de Floración para la broca (*Hypothenemus hampei*)

Según el (Centro de Investigaciones en Café CICAPE, 2011). “Esta información es extremadamente valiosa e importante para tener un control efectivo de la plaga. Nos ayuda a identificar cuando es el momento adecuado para llevar a cabo determinado método de control; Conociendo el comportamiento de la plaga y la fenología del arbusto de café seremos más eficaces controlando la broca”. También afirma (Romero, 2011):

Figura 18. Floración del café coffea



Fuente. Propia del estudio

Según (Academia, s.f.) la floración cambia con respecto a la altitud sobre el nivel del mar, donde este ubicada la finca cafetera y se presenta con mayor frecuencia en zonas altas. En ese momento las brocas perciben su aroma y salen de los lugares donde están para atacar los frutos. En este tiempo es frecuente mirar brocas en vuelo y con la información decidimos que control utilizar. (Academia uprm, s.f.).

Control manual de la broca (*Hypothenemus hampei*)

Según Bustillo-Pardey, (2006) puede afirmar que:

En Colombia se realiza esta actividad conocida como Re-Re; así nos queda más fácil prevenir ataques de la broca;. “Es una de las prácticas de mayor importancia y la más utilizada en el manejo integrado de la broca del fruto del cafeto; es la práctica más crítica en el manejo

recomendado y en nuestro esfuerzo por controlar el insecto a niveles bajo el umbral económico. Este se realiza de dos formas: Recolectando todos los frutos que quedaron en los arbustos una vez terminada la cosecha (recolección sanitaria)”.

Figura 19. recolección granos sobre maduros



Fuente. Propia del estudio

Recolección sanitaria. Consiste en “Recoger todos los frutos que cayeron al suelo durante la cosecha del grano ante la escasez de mano de obra se dificulta la realización de esta práctica, se debe evaluar el uso de mallas plásticas u otros medios de recolección que permitan minimizar la caída de café al suelo”.

Figura 20. Recolección sanitaria



Fuente. Propia del estudio

Recolección usando mallas. Es “dependiendo de cuál sea el grado de daño que tengan los frutos podemos hervirlos en agua por 5 a 10 minutos para matar el insecto y luego procesados o si están muy dañados enterrados aplicándole cal en el hoyo”.

Control Cultural de broca (*Hypothenemus hampei*)

Cuando se renueva un cafetal, no hay presencia de frutos, se rompe el ciclo de la broca ese lote no es problema de infestación.

Del mismo modo, cuando se va a recolectar el grano y se empieza a llenar las estopas, como hay fuertes temperaturas la broca (*Hypothenemus hampei*), busca aire y empieza a salir, para que no salga es recomendable tener amarradas las estopas para que no se salga el insecto y no vuelva al cafetal; Aunque es un poco complejo manejar la broca (*Hypothenemus hampei*) solo se deben tener limpios los cafetales y recolección a tiempo recoger del suelo granos secos y sobre maduros, porque un solo grano brocado que se deje puede infectar a 900 frutos...Así mismo, la recolección debe ser cada 13 días.

Control en el Beneficiado de Café (*Coffea arabica*)

Se deben realizar buenas prácticas en el proceso de beneficio del café (*coffea arabica*), como, por ejemplo: se debe cubrir la tolva con un plástico que tenga pegante, para que se peguen en un alto porcentaje las brocas que vuelan mientras que la cereza está en la tolva.

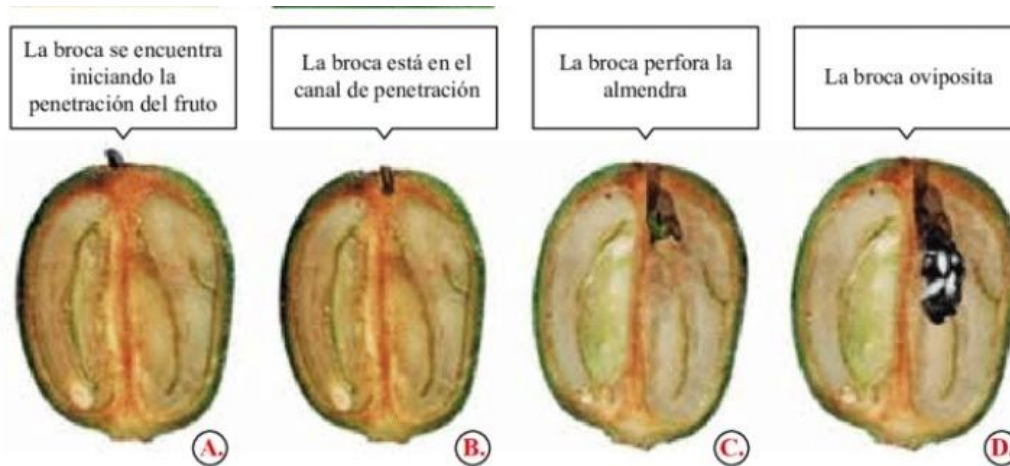
Control Químico de la broca (*Hypothenemus hampei*)

“El momento más oportuno de la aplicación es cuando la broca (*Hypothenemus hampei*) adulta inicia la perforación del fruto en el estado de desarrollo denominado de semi-consistencia (aprox. 20% de peso seco del grano), periodo que varía según la temperatura y altura sobre el nivel del mar de 90 a 140 días después de la floración principal”.(Academia uprm, s.f.).

Control biológico de la broca (*Hypothenemushampei*)

Una aplicación efectiva debe hacerse si en la disección de 100 frutos brocados por lo menos el 50%. Solo se puede aplicar si el porcentaje de infestación es mayor al 2% y se debe realizar una aplicación hay que mirar que por lo menos el 50% de las brocas del muestreo estén en posición A y B

Figura 21. Posiciones de penetración de la broca en frutos de café



Fuente. Posiciones de penetración de la broca en frutos de café

Para poder aplicar este control debo conocer el período crítico, en el Cauca es en enero ya que la floración abre entre los 90 y 120 días, cuando está en posición A y B se puede aplicar *Beauveria bassiana*, este es un insecticida biológico, se debe aplicar de la forma y concentración adecuada, con las siguientes recomendaciones:

Conocer el producto de venta, que tenga registro ICA.

Que el producto es efectivo para el hongo *Beauveria* y den una prueba de calidad de ese producto.

Que la concentración “cantidad de esporas por gramo de producto 1×10^9 a la 9×10^9 esporas por gramo para que el hongo funcione o sea para que germine un 90% y tenga pureza del 95%.

La gran mayoría de esporas sean de *Beauveria bassiana* para que el hongo funcione, por ejemplo, aplicar en campo 2×10^{10} de esporas por 1 litro de agua ($20'000.000.000$) esporas.

Si la concentración del hongo está a 1×10^{10} debo pesar 2 gramos, hay ahorro. Por ello se debe comprar el hongo lo más concentrado posible así mata la broca (*Hypothenemus hampei*).

Aplicar 50 cm³ por árbol, ramas con frutos y en el suelo los frutos caídos.

El producto se debe guardar en T° ambiente que no le caiga agua porque si no germina y se daña.

Cuando hago la aplicación del hongo debo aplicarlo el mismo día

Al aplicarlo no hay problema de la recolección, no hay período de cadencia (es el tiempo que pasa entre la última aplicación y la cosecha).

Aplicar temprano o tarde para que no afecte la radiación solar el organismo vivo.

Las esporas deben germinar en 24 horas, si no hay agua no germina para que crezca el hongo.

Cuando termine la cosecha se debe recoger todos los granos sean verdes, secos o maduros, si se deja alguno de estos granos es hay por donde la plaga va a entrar y ahí se va a mantener hasta que llegue el otro ciclo del cultivo, recogiendo frutos del suelo.

Materiales para atrapar los adultos de la broca.

Para realizar un manejo integrado con trampas debemos realizar un muestreo, y escoger puntos al azar para determinar si tenemos incidencia de plagas o no; en el caso de la finca La Colina se hicieron puntos en zig. zag, puntos aleatorios para eso se selecciona granos y si está

afectado por plagas en este caso por broca (*Hypothenemus hampei*) se seleccionan granos maduros.

“Trampeos al menos 20 trampas durante tres meses, esto al inicio de las lluvias (mayo, junio y julio aproximadamente); la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* dosis 1 kg/ha, cuando la broca (*Hypothenemus hampei*) está empezando a penetrar el fruto”. (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, junio, 2022).

Figura 22. Trampa usada para capturar la broca.



Fuente. Propia del estudio

Procedimiento para construir trampas

Se corta la botella en la parte de arriba, estilo de embudo, se coloca el embudo dentro de la otra parte de la botella, le quitamos el tapón que no lo necesitamos, luego se perforan dos agujeros a cada lado para pasar de lado a lado para poder colgar la trampa en el árbol y colocarla en la rama de café.

Algo que se debe de tener en cuenta, es que esta trampa se debe colocar a un metro de altura de suelo, porque en este caso la hembra del insecto de broca (*Hypothenemus hampei*) es la que vuela y la que deposita huevos y esta vuela aproximadamente a un metro de altura, se aplica el jabón con agua, el que funcionará para atrapar los insectos de broca (*Hypothenemus hampei*) y cuando los insectos caigan en el agua morirán, luego se coloca la jeringa con el atrayente (mucilago de café) al interior de la botella cuando caigan los insectos, entonces los

insectos de broca (*Hypothenemus hampei*) se ven atraídos por el olor a fermento y luego caen en el fondo de la trampa olorosa y allí mueren.

Tabla 8..Materiales para las trampas de broca

N.	Materiales para trampas de broca <i>Hypothenemushampe</i>
	Materiales
1	Dos botellas de 3 litros.
2	Sustancia atrayente (Metanol y etanol) finca grande si es pequeña se usa desinfectante de piso, también granos maduros, los fermentamos por un día en sombra.
3	Agua con jabón
4	Jeringas descartables de 10 cc 0 20 cc.
5	Cuchilla o tijera.
6	Alambre o cabuya

Fuente. Propia del estudio

Resultados

Resultados en el control de la Roya (Hemileia Vastatrix)

Después de realizados los respectivos monitoreos del control de roya se puede observar en la gráfica que la infección disminuyó gracias a los manejos de control y distintas actividades agronómicas en la finca mejorando el estado fitosanitario del café.

Tabla 9. Cálculo de Infestación de la roya (Hemileia vastatrix)

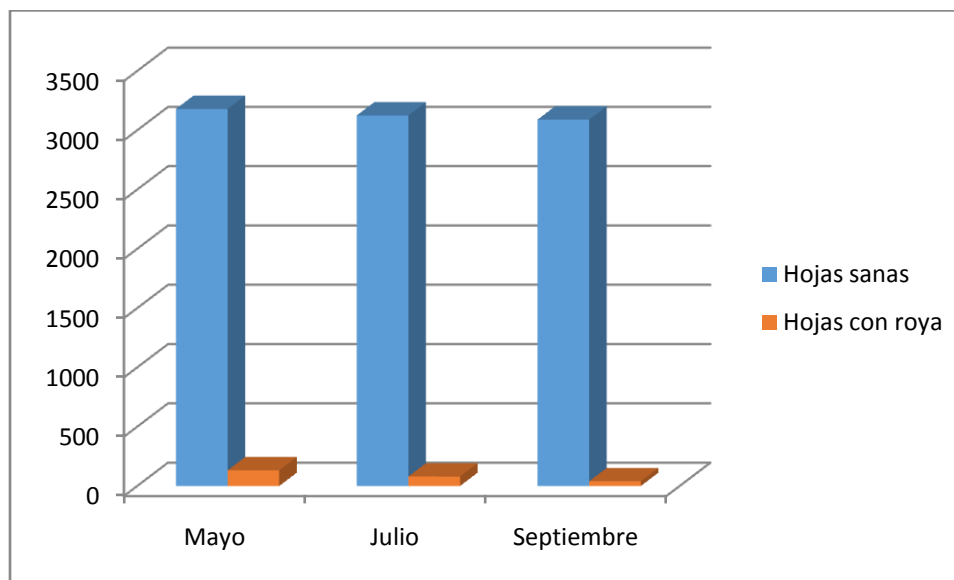
Calculo infestación de roya			
	Total, de	Total, de hojas	
60 árboles	hojas por rama	con Roya	Porcentaje
Mayo	3180	132	4.15 %
Julio	3125	80	2.6 %
			1.3 %
Septiembre	3090	40	
		<i>Disminución</i>	<i>2.85 %</i>

Fuente. Propia del estudio

En el mes de mayo de los 60 árboles seleccionados se recolectaron 3180 hojas, de las cuales 132 hojas tenían roya (*Hemileia vastatrix*) se procedió a realizar la operación matemática para calcularla infestación de la roya en la finca, *dando como resultado* un 4.15% de infección en la finca; en el mes de julio arrojó una infestación del 2.6 % y en el mes de septiembre una infestación del 1.3 % . En total con los controles implementados se logró bajar el porcentaje de infestación en un 2.85%

En la figura 22 se muestra mediante un histograma la disminución obtenida en el porcentaje de roya del café con la implementación de las pautas de manejo integrado planteadas en la finca La Colina.

Figura 22. Disminución de la roya (Hemileia vastatrix)

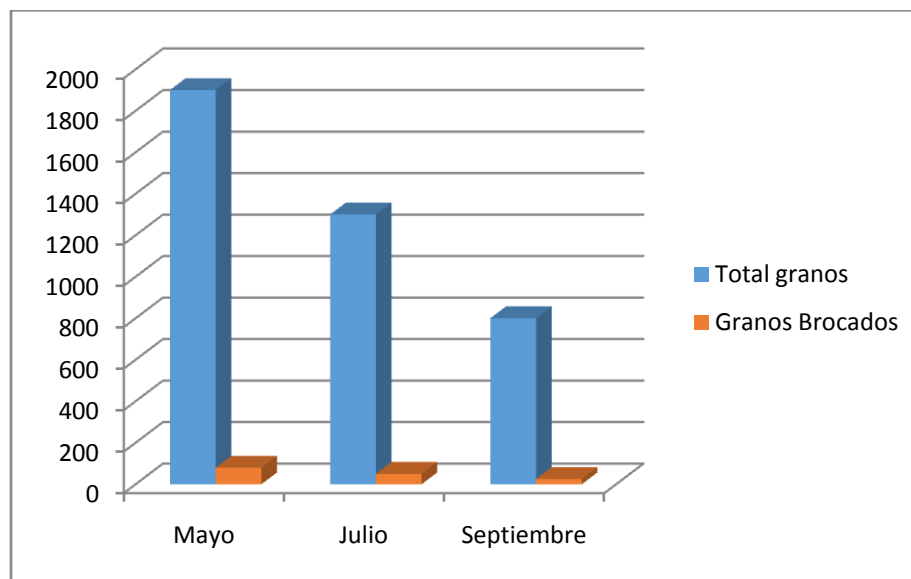


Fuente. Propia del autor

Resultados en el control de la broca (Hypothenemus hampei)

Para obtener el cálculo de porcentaje de infestación de broca, el cálculo se hizo en base a los registros de floración, Con respecto de la broca (Hypothenemus hampei) en los lotes que comprenden la finca La Colina, se encontró una infestación del 2 % lo cual indica que no hay peligro de infestación en la finca y con los diferentes controles que se realizaron en la finca se pudo bajar este porcentaje de infestación.

Figura 23. Disminución de la broca (*Hypothenemus hampei*)



Fuente. Propia del estudio.

Discusión de los resultados

Se puede inferir que los resultados en el manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de café (*coffea*) son similares a los reportados por Cenicafé.

Los análisis sobre los resultados se desarrollaron, teniendo en cuenta la información obtenida a través de las diversas estrategias realizadas, identificando y asociando las diferencias significativas entre cada objetivo o acción planteada desde el inicio de este proyecto.

Se describirán además las apreciaciones obtenidas en el proceso desarrollado.

En el análisis del primer objetivo se evaluó la severidad del ataque en las hojas, y ramas, por el hongo de la roya (*Hemileia vastatrix*); en la investigación realizada se obtuvo un resultado de una infestación del 4.15 %, en la finca La Colina ,dato que ni representa peligro de incubación y con los manejos integrados que se realizaron en la finca, la podemos controlar; cómo está en el rango del 3 al 5 % se debe iniciar con la primera aplicación, para evitar que el cafetal se defolie

y tengan pérdidas consecuentes al final de la cosecha, los cafetales terminen defoliados y se pueda iniciar con cafetales sanos, un buen año con una muy buena producción de café (*coffea arabica*).

Es benéfico y recomendable este control ya que en la evaluación se pudo comprobar el estado de infestación del cafetal y con los manejos agronómicos: como fertilizar los cafetales renovados con variedades resistentes a la roya *Hemileia vastatrix*... controlar las malezas, realizar podas, se tendrá una cafetera sana al final del año con una buena cosecha y entrar al próximo año con unas hojas sanas preparadas para una nueva cosecha, así podemos controlar el hongo de la finca.

En el segundo objetivo de mostrar las pérdidas y ganancias en la finca la Colina, por la incidencia de la roya y la broca en el cultivo, con los resultados obtenidos en la enfermedad de la roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus hampei*); la finca presenta unas pérdidas mínimas en su producción; ya que en la evaluación de los 30 árboles seleccionados, solo se recolectan sesenta y cinco (65) frutos con broca *Hypothenemus hampei* representando el 2 % de infestación.

Este método de selección es benéfico y se puede recomendar para mirar en qué estado se encuentra la finca y con los distintos manejos integrados a tiempo se pueden controlar estos dos problemas presentes en la finca.

En el tercer objetivo de indicar los principales métodos de control de broca; Para disminuir el 2 % de infestación en la finca se aplicó el control cultural monitoreando el cultivo; realizando “recolección de los frutos caídos al suelo y de los que permanecen en la planta después de la cosecha (repasso); también se realizó regulación del sombrío, lo que contribuye a la aireación del cafetal, lo cual modifica las condiciones ambientales favorables para la broca

(*Hypothenemus hampei*), tales como humedad y temperatura constante; se realizó control de malezas facilita las labores de pepena y repela, además provoca una mejor exposición solar de los frutos residuales no cosechados, y por lo tanto el secado de estos, desfavorece la sobrevivencia de la broca (*Hypothenemus hampei*). Se realizó el registro de floraciones: el cual permitió establecer la época en la que aparecerán los primeros frutos y por tanto los primeros ataques, esto nos ayuda para establecer actividades de muestreo y otras formas de control”. Además, se aplicó el hongo *Beauveria* (CropLifeorg).

En el cuarto objetivo de Proponer alternativas para el manejo de la roya en la finca la Colina para proponer el correcto manejo integrado de la enfermedad;

Lo más recomendable y benéfico en el control de la roya(*Hemileia vastatrix*) es monitorear a tiempo el cafetal y realizar las diferentes actividades agronómicas antes mencionadas y lo más importante cambiar de variedades resistentes a la roya (*Hemileia vastatrix*), por variedad castillo regional, variedad Colombia, cenicafe 1, para no presentar problemas de infestación.

Conclusiones

Con el manejo integrado de plagas y enfermedades se permite disminuir la infección y controlar los daños causados por la plaga y la enfermedad, lo cual permitirá obtener un café de muy buena calidad.

Con el desarrollo de las distintas actividades agronómicas en la finca La Colina como: Realizar podas, realizar manejo de sombrero, fertilizar los cafetales, realizar control de malezas, sembrar variedades resistentes para la roya (*Hemileia vastatrix*) e incrementar la distancia entre cafetos, se puede controlar la broca y la roya.

Se logró evidenciar en donde hay mayor sombra con guamos, la roya (*Hemileia vastatrix*) presentó mayor incidencia; y si no hacemos el respectivo control nos genera una alta defoliación en los cafetales y si el árbol de café (*coffea arabica*) está en producción la pérdida es mucho mayor.

En el control de la roya (*Hemileia Vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus Hampei*) del café monitoreando a tiempo estos dos problemas podremos identificar el correcto manejo integrado, y a la vez bajar los rangos presentes en la finca La Colina que van desde el 2% hasta el 4.15% de incubación e infestación en el cafetal.

Recomendaciones

Para evitar el ataque del hongo de la roya a la planta del café (*coffea arabica*), se debe mantener un plan de nutrición adecuado para la planta según requerimientos nutricionales del respectivo análisis de suelos.

Ir al ataque directo a la roya – sistema – planta – suelo, esto quiere decir: que la raíz es la parte principal de absorción de la planta por donde ingresan nutrientes y agua al sistema vascular y seguir manteniendo el control y ahí es donde muere la roya (*Hemileia vastatrix*).

Realizar las distintas actividades agronómicas en el cultivo de café (*coffea arabica*) en la finca La Colina, para evitar defoliación e invasión por la Broca (*Hypothenemus hampei*) como: Realizar podas, realizar manejo de sombrío, fertilizar los cafetales, realizar control de malezas, sembrar variedades resistentes para la roya (*Hemileiavastatrix*) e incrementar la distancia entre cafetos.

Se debe estar pendiente en la floración principal que va desde agosto hasta septiembre por qué son las que van a determinar posteriormente todas las aplicaciones de control, tanto en la roya (*Hemileia vastatrix*) como en la broca del café (*coffea arabica*).

Alternar el uso de diferentes insecticidas para evitar la resistencia de la enfermedad de la roya si lo rotamos disminuimos la posibilidad que la enfermedad desarrolle memoria de este ingrediente activo.

Según las buenas prácticas del ICA. Se recomienda que las personas que van a fumigar deben contar con el equipo completo de protección que consiste en utilizar botas de hule, guantes, mascarillas filtrantes y lentes de protección; ya que la absorción de cualquiera de estos productos puede ser dañino para la salud de quien realiza esta actividad.

Referencias bibliográficas

- Alejo, G. (2019). *Comportamiento poblacional de la broca del café (Hypothenemus hampei) ante efectos del biocida neem e higuierilla en condiciones edafoclimáticas del distrito de Monzón, 2018. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.*
- Alvarado, M., & Rojas, G. (2007). *Cultivo y beneficio del café* (2nd ed.). Editorial Universidad estatal a distancia. <https://www.redalyc.org/pdf/757/75726134008.pdf>
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L. F., & Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. In *Cenicafé*. Cenicafé.
- Buriticá-Céspedes, P. (2010). La Roya del Cafeto en Colombia : Realizaciones de Impacto Nacional e Internacional en el Siglo XX. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 63(1), 5285–5292.
- Bustillo-Pardey, A. E. (2006). Una revisión sobre la broca del café, *hypothenemus hampei* (coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 101–116.
- Bustillo, A., R. Cárdenas, D. Villalba, P. Benavides, J. O. y F. P. (1998). Implantación del manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. In *Cenicafé* (p. 123).
- Bustillo, A., Cárdenas, R., Villalba, D., Benavides, P., Orozco, J., & Posada, F. (1998). Compatibilidad componentes del manejo integrado de la broca del café (MIB). In *Manejo integrado de la broca del café : Hypothenemus hampei Ferrari en Colombia* (p. 5).
- Bustillo, A. E. (2007). *El manejo de cafetales y su relación con control de la broca del café en Colombia*. Federación Nacional de Cafeteros. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/579/1/024.pdf>
- Cardenas, J. (1993). *Industria del café en Colombia* (p. 12). Federación Nacional de Cafeteros.

- Centro de Investigaciones en Café CICAPE. (2011). *Guía Técnica para el Cultivo del Café*.//doi.org/978-9977-55-041-4
- Cortina- Guerrero, H. A., Acuña- Zornosa, J. R., Moncada -Botero, M. del P., Herrera, J. C., & Molina, D. M. (2013). Variedades de café. Desarrollo de variedades. *Manual Del Cafetero Colombiano. Investigación y Tecnología Para La Sostenibilidad de La Caficultura, Tomo 1, 1*, 169–204.
- Decazy, B. (1990). *Niveles y umbrales daños económicos poblaciones broca* (p. 20). Promecafe.
- García-Rosales, D. A. (2013). *Incidencia y severidad de la roya del café y evaluación de alternativas químicas para su control, finca el Platanar, Chimal Tenango* [Rafael Landivar].
<https://doi.org/10.1190/segam2013-0137.1>
- Henao-Betancur, L. M. (2008). *Controlo de la broca del café hypothenemus hampei(Ferrari) con extractos vegetales de plantas de la flora regional* [Universidad Tecnológica de Pereira].
<http://siete.risaralda.gov.co/biodiversidad/phocadownloadpap/Investigaciones-academicas/CONTROL DE LA BROCA DEL CAF Hypothenemus hampei Ferrari.pdf>
- (Mongoi, 2000; citado por Unión Nicaraguense de cafetaleros, 1996, p. 7)
- Montenegro, D. (2018). *Utilización de la biotecnología convencional para atenuar el efecto de la roya del café (hemileia Vastatrix) en Colombia* [Unad].
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00539>
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.06.029>
[http://www.cpsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/Sunda Pangolin National Conservation Strategy and Action Plan%28LoRes%29.pdf](http://www.cpsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/Sunda_Pangolin_National_Conservation_Strategy_and_Action_Plan%28LoRes%29.pdf)
<https://doi.org/10.1016/j.forec>
- Perdomo, J., & Mendieta, J. (2007). Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos. *Desarrollo y*

Sociedad, 2, 47. <https://ssrn.com/abstract=1586420>

Peysson, R. (2001). *El mundo del Café*. Ultramar Eds.

Rivillas, C. A., Serna, C. A., Cristancho, M. A., & Gaitán, A. L. (2011). La roya del cafeto en Colombia. Impacto, manejo y costos del control. Resultados de investigación. *Boletín Técnico Cenicafé*, 36, 53. <https://www.cenicafe.org/es/publications/bot036.pdf>

Rosero, J. A. (2018). *Baneficios de la producción de café orgánico en Colombia* [Unad]. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00539><https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.06.029>[http://www.cpsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/Sunda Pangolin National Conservation Strategy and Action Plan %28LoRes%29.pdf](http://www.cpsg.org/sites/cbsg.org/files/documents/Sunda%20Pangolin%20National%20Conservation%20Strategy%20and%20Action%20Plan%20LoRes.pdf)<https://doi.org/10.1016/j.forec>

Salazar, A. (2017). *Efectividad de trampas de colores en la captura de l broca del café hypothenemus hampei Ferrari en la isla de la Juventud*. Universidad Jesus Montané Oropesa.

Salazar, H. M., & Baker, P. S. (2002). Impacto de liberaciones de *Cephalonomia stephanoderis* sobre poblaciones de *hypothenemus hampei*. *Cenicafé*, 53(4), 306–316.

Solórzano, N., & Querales, D. (2013). *Crecimiento y desarrollo del café (Coffea arabica) bajo la sombra de cinco especies arbóreas*. January 2010, 26.

<https://www.researchgate.net/publication/266316856>ACRECIMIENTO

Union Nicaraguense de cafetaleros. (1996). *Crecimiento y desarrollo del café (Coffea arabica) bajo la sombra de cinco especies arbóreas*. Union Nicaraguense de cafetaleros.

<https://www.researchgate.net/publication/266316856>ACRECIMIENTO

Vásquez, A. (2013). *La roya del café: sus efectos directos en la pérdida de empleo y migración* (Pastoral de Movilidad Humana, Issue 2).

Mongoig, 2000; citado por Unión Nicaraguense de cafetaleros, 1996, (p. 7).

Organización Internacional del café. https://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp

Café de Cauca, s.f. Recuperado de <https://cauca.federaciondecafeteros.org/cafe-de-cauca/>

Alcaldía Municipal de Popayán, (29 de junio 2022). <http://popayan.gov.co/ciudadanos/popayan/nuestra-geografia>

Instituto Geografico Agustín Codazzi, (29 de junio de 2022).

<https://www.igac.gov.co/es/contenido/instituto-geografico-agustin-codazzi-igac>

Popayán rural, s.f. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Popayan-Mapa_Rural.svg

Monografias,s.f. <https://www.monografias.com/docs110/manejo-roya-hemileia-vastatrix-fincas-cafetaderas/manejo-roya-hemileia-vastatrix-fincas-cafetaderas>.

Integrado de la roya, s.f.). <https://docplayer.es/56361061-Manejo-integrado-de-la-roya-amarilla-del-cafeto.html>

Broca del café, s.f. (<https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/broca-del-cafe>

La broca del fruto del café, s.f. (http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/broca_cafe

Manejo Integrado de la broca, Cenicafé, s.f.).

(<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/848/4/Manejo%20integrado%20broca%20parte%201.pdf>

Mundo cafeto,(mayo 23, 2018). <https://mundocafeto.com/la-broca-del-cafeto/evaluacion-de-infestacion-de-broca/>

Academia, s.f. www.academic.uprm.edu.co

Ministerio de Agricultura y , Ganaderia de Costa Rica, junio, 2022). www.mag.go.cr

Posiciones de penetración de la broca, s.f. https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Posiciones-de-penetracion-de-la-broca-en-frutos-de-cafe_fig8_328518210

Croplife, s.f. <https://www.croplifela.org/es/>