

**Implementación de un plan de manejo integrado de cochinilla del café (*Puto barberi*:  
*Cockerell*) (Hemiptera: Putoidae) en el cultivo de *Coffea arabica* L. Var. Colombia tipo  
Supremo durante los primeros 18 meses de la etapa de establecimiento en la vereda san  
Lorenzo, finca el Mirador Isnos (Huila)**

Daniela Murcia Álvarez

Asesor:

Oscar Eduardo Valbuena Calderón

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Agronomía

2025

### **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón primeramente a Dios por darme las fuerzas, el conocimiento, salud y vida para culminar con mi carrera, a mis padres y familia por ser el motivo y la fuerza de mi vida, por estar presentes en cada momento de mi carrera apoyándome, motivándome siempre a salir adelante, además con todo mi ser a mi hijo Emmanuel el cuál siempre ha sido el motor de mi vida para sacar adelante mi carrera para que él se sienta orgulloso de su mamá que al ser mama muy joven nunca dejó su estudio y la ilusión de ser profesional, siendo así el pilar en mi vida.

### **Agradecimientos**

Agradezco a la universidad por haber puesto en mi camino a excelentes personas profesionales que estuvieron apoyándome y motivándome en cada momento como lo es el ingeniero Luis Erney Salazar Nieto y a mi director magister Oscar Eduardo Valbuena quienes son excelentes profesionales que contribuyen a la excelente formación de agrónomos en la universidad, gracias por ser parte y sostenerme en este proceso de mi carrera tan importante.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Pitalito, abril del 2026**

## Resumen

El presente proyecto aplicado se desarrolló en la finca El Mirador, vereda San Lorenzo del municipio de Isnos (Huila), con el objetivo de implementar un Plan de Manejo Integrado de Plagas (MIP) para la regulación de la cochinilla del café *Puto barberi* en un cultivo de *Coffea arabica* variedad Colombia tipo Supremo, durante los primeros 18 meses de establecimiento. La investigación surgió ante el incremento de daños asociados a la plaga, su distribución aleatoria en el lote, la ausencia de enemigos naturales y la fuerte relación mutualista con hormigas, factores que han dificultado su control y afectado la productividad del cafetal.

El estudio incluyó la caracterización de factores bióticos, abióticos y culturales que favorecen la proliferación de la cochinilla, mediante monitoreos quincenales en 200 plantas. Los registros mostraron humedad relativa entre 66–75 %, temperaturas del suelo entre 22,8–25,1 °C y presencia constante de hormigas, condiciones favorables para el desarrollo de la plaga. Paralelamente, se evaluó el impacto de prácticas culturales como podas sanitarias, deshierbe mecanizado y eliminación de plantas improductivas, complementadas con aplicaciones químicas (Thiamethoxam + Cyproconazole y Clorpirifos™) y control biológico con *Beauveria bassiana*.

Los resultados demostraron una reducción parcial de la incidencia de la plaga, disminuyendo del 40 % al 32 % en los primeros dos meses, aunque persistieron focos localizados debido a la reinfestación desde arvenses hospederas y la actividad de hormigas asociadas. La severidad del daño se mantuvo en grado 6 según la escala de Horsfall-Barratt. La integración de controles químicos, culturales y biológicos permitió estabilizar temporalmente la población de *P. barberi*, evidenciando la necesidad de mantener monitoreos sistemáticos y continuidad en las prácticas del MIP para lograr efectos más duraderos.

Se concluye que la implementación del manejo integrado ofrece una alternativa viable y sostenible para regular la cochinilla del café en sistemas de producción de ladera, contribuyendo a la sanidad del cultivo, la reducción del impacto ambiental y la mejora progresiva de la productividad del cafetal en la finca El Mirador.

**Palabras clave:** Cochinilla, manejo integrado, café, *Beauveria bassiana*, Isnos, sostenibilidad

## Abstract

This applied project was carried out at El Mirador farm, located in the San Lorenzo village of the municipality of Isnos (Huila), with the objective of implementing an Integrated Pest Management (IPM) plan for the regulation of the coffee mealybug *Puto barberi* in a *Coffea arabica* crop, Colombia variety, Supremo type, during the first 18 months of establishment. The research arose due to the increasing damage associated with the pest, its random distribution within the plot, the absence of natural enemies, and its strong mutualistic relationship with ants—factors that have hindered its control and affected coffee productivity.

The study included the characterization of biotic, abiotic, and cultural factors that favor the proliferation of the mealybug, through biweekly monitoring of 200 plants. Records showed relative humidity between 66–75%, soil temperatures between 22.8–25.1 °C, and a constant presence of ants, all conditions favorable for the pest's development. Additionally, the impact of cultural practices such as sanitary pruning, mechanical weeding, and removal of unproductive plants was evaluated, complemented with chemical applications (Thiamethoxam + Cyproconazole and Clorpirifos™) and biological control using *Beauveria bassiana*.

The results demonstrated a partial reduction in pest incidence, decreasing from 40% to 32% during the first two months, although localized hotspots persisted due to reinfestation from weed hosts and ant activity. Damage severity remained at grade 6 according to the Horsfall-Barratt scale. The integration of chemical, cultural, and biological controls temporarily stabilized the *P. barberi* population, highlighting the need for systematic monitoring and continuity of IPM practices to achieve more lasting effects.

It is concluded that the implementation of integrated management offers a viable and sustainable alternative for regulating the coffee mealybug in hillside production systems,

contributing to crop health, reducing environmental impact, and progressively improving the productivity of the plantation at El Mirador farm.

**Keywords:** Mealybug, integrated management, coffee, *Beauveria bassiana*, Isnos, sustainability



## Tabla de Contenido

Introducción .....	14
Planteamiento del Problema .....	15
Justificación .....	17
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Marco Teórico.....	20
Taxonomía Cochinilla ( <i>Puto barberi</i> ) .....	21
Manejo de la Cochinilla etapa de Almacigo.....	23
Manejo de la Cochinilla en establecimiento .....	24
Marco Referencial.....	26
Marco Conceptual.....	29
Metodología .....	31
Objetivo 1. Caracterizar los factores bióticos y abióticos que favorecen la proliferación de la cochinilla del café .....	32
Objetivo 2. Aplicar métodos biológicos, químicos y culturales para la regulación de la cochinilla del café .....	35
Diagnóstico de la Plaga.....	36
Planificación del Manejo Integrado .....	40
Resultados .....	42
Objetivo 1: Caracterizar los factores bióticos y abióticos que favorecen la proliferación de la cochinilla del café .....	43

Medición de variables ambientales y cobertura vegetal .....	47
Objetivo 2: Aplicar métodos biológicos, químicos y culturales para la regulación de la cochinilla del café .....	51
Conclusiones .....	65
Recomendaciones .....	67
Referencias.....	69
Apéndices.....	72

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Taxonomía Cochinilla (Puto barberi)</i> .....	21
<b>Tabla 2</b> <i>Identificación factores bióticos (presencia de depredadores naturales, hormigas asociadas)</i> .....	43
<b>Tabla 3</b> <i>Identificación Factores Abióticos (humedad, temperatura, sombra) y, Factores culturales (manejo del cultivo).</i> .....	46
<b>Tabla 4</b> <i>Escala de severidad Horfall &amp; Barrat</i> .....	52
<b>Tabla 5</b> <i>Resultados de monitoreos</i> .....	53
<b>Tabla 6</b> <i>Práctica cultural destacada</i> .....	58
<b>Tabla 7</b> <i>Implementación del MIP</i> .....	60

### Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Mapa: finca El Mirador, Vereda San Lorenzo Municipio de Isnos</i> .....	31
<b>Figura 2</b> <i>Presencia de Puto barberi en raíces de café</i> .....	37
<b>Figura 3</b> <i>Presencia de cochinilla en raíces de café</i> .....	37

### Lista de Apéndices

<b>Apéndice 1</b> <i>Primeros síntomas asociados a la presencia de Cochinilla</i> .....	72
<b>Apéndice 2</b> <i>Amarillamiento de hojas en café</i> .....	73
<b>Apéndice 3</b> <i>Inspección de Raíz del café</i> .....	74
<b>Apéndice 4</b> <i>Implementación control Químico</i> .....	75
<b>Apéndice 5</b> <i>Implementación Control Químico en Campo</i> .....	76
<b>Apéndice 6</b> <i>Monitoreo – Manejo cultural – Eliminación Plantas</i> .....	77
<b>Apéndice 7</b> <i>Monitoreo – Raíz con afectaciones</i> .....	78
<b>Apéndice 8</b> <i>Lote de café con mejorar parciales</i> .....	79
<b>Apéndice 9</b> <i>Deshierbe Mecánico</i> .....	80

## Introducción

El café constituye uno de los principales productos agrícolas de Colombia, con el departamento del Huila reconocido por la calidad de su grano y su relevancia económica nacional e internacional (Federación Nacional de Cafeteros, 2021). Sin embargo, la presencia de plagas como la cochinilla (*Puto Barberi*) representa una amenaza significativa para la producción y calidad del café, al alimentarse de la savia de las raíces y favorecer la aparición de fumagina, afectando la fotosíntesis y el vigor de las plantas (Gutiérrez et al., 2022).

En la finca El Mirador, ubicada en la vereda San Lorenzo, Isnos (Huila), esta plaga ha sido identificada como uno de los principales problemas fitosanitarios, cuya propagación se ve favorecida por la presencia de hormigas que protegen a las cochinillas a cambio de su secreción azucarada (Rodríguez & Pérez, 2020). El manejo inadecuado, incluyendo el uso indiscriminado de insecticidas químicos, ha generado resistencia en la plaga y afectaciones en la biodiversidad del agroecosistema, comprometiendo la sostenibilidad del cultivo (López et al., 2021; FAO, 2022).

El presente estudio buscó implementar un Plan de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que combinó estrategias culturales, biológicas y químicas, siguiendo principios agroecológicos, para reducir la incidencia de (*Puto barberi*) en el cultivo de café variedad Colombia tipo Supremo. La investigación se centró en evaluar la efectividad de prácticas como podas sanitarias, deshierbe mecanizado, aplicaciones químicas de Clorpirifos™ y Thiamethoxam + Cyproconazole®, y aplicación de agentes entomopatógenos naturales (*Beauveria bassiana*), teniendo en cuenta condiciones climáticas de la zona y recomendaciones por Cenicafe, con el objetivo de disminuir los daños causados por la plaga, mejorar la rentabilidad del cultivo y asegurar su sostenibilidad ambiental y productiva.

## Planteamiento del Problema

El café es uno de los principales productos agrícolas de Colombia, siendo el Huila una de las regiones con mayor producción y calidad reconocida a nivel nacional e internacional (Federación Nacional de Cafeteros, 2021). La presencia de plagas como la cochinilla (*Puto barberi*) ha generado un impacto negativo en la producción y calidad del grano, afectando la rentabilidad de los caficultores. Esta plaga se alimenta de la savia de las plantas y en especial en su raíz, debilitándolas y promoviendo la proliferación de fumagina, un hongo que interfiere con la fotosíntesis y reduce el rendimiento de los cafetales (Gutiérrez et al., 2022).

En la finca el Mirador, vereda San Lorenzo, Isnos (Huila), la cochinilla ha sido identificada como una de las principales amenazas fitosanitarias para los cultivos de café variedad Supremo. Su propagación se ha visto favorecida por factores climáticos y la presencia de hormigas que protegen a estos insectos a cambio de su secreción azucarada (Rodríguez & Pérez, 2020). La falta de estrategias de manejo integradas y el uso excesivo de insecticidas químicos han generado resistencia en la plaga y afectaciones en la biodiversidad del agroecosistema (López et al., 2021).

El manejo inadecuado de la cochinilla no solo genera pérdidas económicas para los productores, sino que también compromete la sostenibilidad del cultivo a largo plazo. El uso indiscriminado de agroquímicos puede ocasionar la contaminación del suelo y del agua, afectando la salud humana y el equilibrio ecológico (FAO, 2022). En este sentido, se hace necesario implementar un Plan de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que combine estrategias de control biológico, cultural y químico, reduciendo el impacto ambiental y garantizando la sanidad del cultivo (Altieri & Nicholls, 2020).

Diversos estudios han demostrado que la combinación de prácticas como la poda sanitaria, el uso de agentes de control biológico (como depredadores naturales de la cochinilla) y la aplicación de extractos botánicos puede reducir significativamente la incidencia de esta plaga en cafetales (García et al., 2023). La adopción de un plan de manejo basado en principios agroecológicos permitiría mejorar la productividad del cultivo sin comprometer la calidad del café ni la biodiversidad del ecosistema cafetalero.

Por lo tanto, es fundamental establecer un Plan de Manejo Integrado de la Cochinilla (*Puto barberi*) en el Cultivo de Café Variedad Supremo en San Lorenzo, Isnos (Huila), con el objetivo de reducir su incidencia y garantizar la sostenibilidad del cultivo. A través de la implementación de estrategias de monitoreo, capacitación de los caficultores y adopción de prácticas sostenibles, se busca minimizar los daños causados por esta plaga y fortalecer la competitividad del café en el mercado.

#### Pregunta de Investigación

¿Cómo implementar un Plan de manejo integrado de cochinilla del café (*Puto barberi:Cockerell*) (Hemiptera: *Putoidae*) en el cultivo de *Coffea arabica* L. Var. Colombia tipo Supremo durante los primeros 18 meses de la etapa de establecimiento en la vereda san Lorenzo, finca El Mirador Isnos (Huila) para reducir su incidencia, minimizar los daños en la producción y garantizar la sostenibilidad del cultivo?



## Justificación

El cultivo de café es un pilar fundamental en la economía del Huila, reconocido por la calidad de su producción y su importancia en el sustento de miles de familias caficultoras (Federación Nacional de Cafeteros, 2021). Sin embargo, la proliferación de plagas como la cochinilla (*Puto barberi*) ha generado pérdidas significativas en la productividad del café, afectando tanto la cantidad como la calidad del grano. Esta plaga se alimenta de la savia de las plantas, debilitándolas y favoreciendo la aparición de fumagina, lo que reduce la eficiencia fotosintética y compromete el desarrollo del cafeto (Gutiérrez et al., 2022). Ante esta problemática, se hace necesario implementar estrategias de manejo integrado que permitan un control efectivo y sostenible.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) se ha consolidado como una alternativa viable para el control de la cochinilla, ya que combina prácticas culturales, biológicas y químicas para reducir la incidencia de la plaga sin afectar el equilibrio ecológico del agroecosistema (Altieri & Nicholls, 2020). En el caso del café, la implementación de agentes de control biológico como hongos (*Beauveria bassiana*) ha demostrado ser una estrategia eficaz para disminuir las poblaciones de cochinilla (Rodríguez & Pérez, 2021). El uso de podas sanitarias y la regulación del manejo de sombra en el cafetal pueden contribuir significativamente a la prevención de infestaciones.

El impacto ambiental del uso indiscriminado de insecticidas químicos es otra razón clave para la adopción de un plan de manejo sostenible. El uso excesivo de agroquímicos ha generado resistencia en las poblaciones de (*Puto barberi*), así como efectos negativos en la biodiversidad del suelo y la contaminación de fuentes hídricas (FAO, 2022). Alternativas como los extractos botánicos y aceites naturales han demostrado ser eficaces en el control de la plaga, minimizando

los riesgos ambientales y garantizando la certificación del café en mercados especializados que exigen prácticas de producción sostenibles (López et al., 2023).

Desde una perspectiva socioeconómica, la implementación de un Plan de Manejo Integrado de la Cochinilla en la finca El Mirador, vereda San Lorenzo, Isnos, beneficiará directamente a los caficultores al mejorar la rentabilidad del cultivo y reducir los costos asociados al manejo de plagas. La capacitación en técnicas de monitoreo y control permitirá a los productores adoptar estrategias más efectivas y sostenibles, fortaleciendo la resiliencia del sector cafetalero frente a amenazas fitosanitarias futuras (Vargas et al., 2022). Además, este enfoque contribuirá a la conservación de los ecosistemas cafeteros y al posicionamiento del café de la región como un producto de alta calidad con un impacto ambiental reducido.

## Objetivos

### Objetivo General

Implementar un plan de manejo integrado de cochinilla del café (*Puto barberi: Cockerell*) (Hemiptera: Putoidae) en el cultivo de (*coffea arabica* L. Var. Colombia) tipo Supremo durante los primeros 18 meses de la etapa de establecimiento en la vereda san Lorenzo, finca El Mirador Isnos (Huila)

### Objetivos Específicos

Caracterizar los factores bióticos y abióticos que favorecen la proliferación de la cochinilla del café (*Puto barberi: Cockerell*) (Hemiptera: Putoidae) en el cultivo de (*coffea arabica* L. Var. Colombia) tipo Supremo en la finca El Mirador, vereda san Lorenzo, Isnos (Huila)

Aplicar métodos biológicos, químicos y culturales para la regulación de la cochinilla del café (*Puto barberi: Cockerell*) (Hemiptera: Putoidae) en el cultivo de (*coffea arabica* L. Var. Colombia) tipo Supremo en la finca El Mirador, vereda san Lorenzo, Isnos (Huila)

### Marco Teórico

De acuerdo con Villegas-García et al., (2013), *P. (Barberi)* es una especie polífaga, común en el neotrópico. En Colombia se encuentra tanto en raíces y hojas de *Coffea arabica* y en frutos de *Citrus sinensis* (L.) Osbec. La hembra adulta llega a medir los 10 mm de longitud y 3 mm de amplitud. (*P. Barberi*) se distingue por tener un cuerpo ovalado y recubierto por una capa cerosa blanca y gruesa, la cual se encuentra constituida por ácidos grasos; tiene antenas usualmente con nueve segmentos; 18 pares de cerarios con 6 a 20 setas grandes sobre una placa esclerotizada; uña tarsal con denticulo; setas dorsales lanceoladas, usualmente con los collares esclerotizados, en ocasiones en grupos; trocánteres con tres a cuatro poros sensoriales por cada superficie; con frecuencia presenta un círculo situado en el segmento abdominal III; poros triloculares en espiral más grandes que los que presentan las especies de los géneros de la familia (*Pseudococcidae*).

Por su parte Constantino (2020), reporta que la cochinilla (*P. barberi*) se presente en la raíz principal en plantas en almácigo y levante del café. Estos son insectos de hábito chupador y se alimentan de la savia de las raíces. Las cochinillas presentan una relación mutualista (*trofobiosis*) con varias especies de hormigas, en la cual ambas se benefician. En este caso las hormigas se alimentan de la excreción azucarada o miel de rocío producida por las cochinillas y en contraprestación las cochinillas son protegidas por las hormigas del ataque de parasitoides y depredadores. Adicionalmente les ayudan a dispersarse. Es la especie más común en café y ataca en forma aleatoria. Se encuentra asociada en las raíces de muchas arvenses como escoba dura *Sida (Rhombifolia malvaceae)*, pacunga (*Bidens pilosa*) y venadillo (*Erigeron bonariensis*).

*P. Barberi* tiene la siguiente clasificación:

**Tabla 1***Taxonomía Cochinilla (Puto barberi)*

<b>Taxonomía Cochinilla (<i>Puto barberi</i>)</b>	
Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Mandibulata
Clase:	Insecta
Subclase:	Pterigota
Orden:	Hemiptera
SubOrden:	Sternorrhyncha
Superfamilia:	Coccoidea
Familia:	Putoidae
Género:	Puto
Especie	<i>P. Barberi</i>

*Fuente.* Villegas-García et al. (2013).

De acuerdo con Villegas-García., Peña-M., Muñoz-H., Martínez-C & Benavidez-M (2013), actualmente se registran más de 50 especies pertenecientes al género Puto. Además, en su investigación se determinó que (*P. barberi*) es una especie ovovivípara. Con un ciclo de una duración de  $141 \pm 0,99$  días. Durante la observación se identificaron dos estados ninfales que duraron  $42,2 \pm 0,46$  días. Y su etapa adulta se observó que comprendió entre  $98,9 \pm 1,61$  días.

En su investigación Villegas-García., Peña-M., Muñoz-H., Martínez-C & Benavidez-M (2013), identificaron que el ciclo de vida de (*P. Barberi*) comprendió cerca de 5 meses aproximadamente. Lo anterior significa que cada generación de (*P. Barberi*) estaría en capacidad de causar daño a las plantas por tiempos prolongados, extrayendo savia y facilitando la entrada de otros problemas fitopatológicos. A pesar de que las condiciones de temperatura y humedad

durante el estudio pudieron influir en la duración de este ciclo de vida por tratarse de organismos poiquiloterms, debe considerarse que la temperatura en el campo de la zona cafetera en Colombia es menor, entre 18 y 22°C, es decir, el ciclo de vida en el campo puede tener una duración mayor al registrado en esta investigación.

Villegas-García., Peña-M., Muñoz-H., Martínez-C & Benavidez-M (2013), evaluaron la supervivencia de (*P. Barberi*) sin alimento, pero dado que una forma de dispersión de la plaga es mediante las herramientas de donde se adhiere o en suelo usado en los semilleros y almácigos de café. Los resultados obtenidos por Villegas-García., et al., (2013), evidencian que la plaga es capaz de completar su ciclo biológico bajo condiciones de temperatura de  $25 \pm 2$  °C (23 y 27 °C) y humedad relativa de  $70 \pm 10$  % (60 y 80 %), lo que indica que estas variables climáticas no representan una limitante para su supervivencia ni para su desarrollo. Por el contrario, dichas condiciones pueden considerarse óptimas o al menos favorables para su reproducción y permanencia en el ambiente evaluado.

De acuerdo con Constantino, L.M (2020), entre los enemigos naturales más importantes reportados en Colombia están dos especies de avispas de la familia *Encyrtidae* pertenecientes a los géneros (*Aenasius sp.* y *Hambletonia sp.*). Todas las especies del género (*Aenasius* y *Hambletonia* son *endoparasitoides*) solitarios de insectos de la familia (*Pseudococcidae*). Los estados adultos de estas dos especies de parasitoides se alimentan del néctar de las flores y secreciones azucaradas de algunas arvenses, por consiguiente, el manejo selectivo de arvenses nobles en las calles del cafetal y los bordes del cultivo son importantes para mantener coberturas de plantas nectaríferas y melíferas que sirven de albergue y sustrato alimenticio a la fauna benéfica.

Teniendo en cuenta que según Cenicafé (2015), las cochinillas se alimentan de la savia elaborada de las plantas, de esta manera ocasionan daños directos en el desarrollo y crecimiento del cultivo, el efecto consiste no solo en el necrosamiento de raíces sino también en que eventualmente ocasionan la muerte de los árboles. En Colombia, se ha incrementado la presencia de poblaciones de cochinillas de las raíces del café de diferentes especies, siendo (*Puto barberi*), la especie que prevalece y causa los mayores daños. Esta especie tiene una distribución aleatoria, es decir, está presente en todo el lote. Se han registrado otras especies como (*Dysmicoccus texensis* (Tinsley), (*Neochavesia caldasiae*) (Balachowsky) y *Pseudococcus*), que se distribuyen por focos, con síntomas de clorosis y marchitamiento evidentes en la planta, aunque en algunas ocasiones puede tratarse de problemas de llagas.

### **Manejo de la Cochinilla etapa de Almacigo**

En la etapa de almacigo, las raíces del café son vulnerables al ataque por cochinillas, siendo la fuente de infestación en muchos casos el suelo con el que se llenan las bolsas. Por lo que se recomienda el uso de suelos conocidos sin que se haya detectado infestación por cochinillas. Si es del desconocimiento el origen del suelo, lo que se recomienda es solarizarlo cubriéndolo con un plástico negro, durante 15 días y a plena exposición solar, con el fin de permitir la deshidratación de las cochinillas, las cuales son insectos de cuerpo blando. Al tener ya instalados los almacigos, se recomienda iniciar la revisión de los almacigos a partir del mes y medio de sembrada la chapola.

En el almacigo se debe de realizar un muestro destructivo, seleccionando 30 plantas al azar; una vez seleccionada la planta, se debe de quitar la bolsa e inspeccionar el sistema de raíces y el suelo, para determinar la presencia de cochinillas. Si al menos en una planta hay presencia de cochinillas, se debe de aplicar el insecticida Clorpirifos<sup>TM</sup> en una concentración de 3g.L-1 , en

un volumen de aplicación de 50 cc por bolsa, con el suelo lo suficientemente húmedo. Al cabo de un mes se debe de realizar otro muestreo. Si se logran encontrar cochinillas vivas en al menos una planta, se debe de hacer una nueva aplicación rotando el insecticida, por lo cual se recomienda aplicar Engeo® en una concentración de 0,5 cc.L-1. Para los almácigos comerciales se recomienda revisar el material antes de sembrarlo siguiendo las recomendaciones anteriores. Ya que, si se encuentra problemas agronómicos como malformación de raíces, se debe de descartar el material y se debe de seleccionar otro almácigo

### **Manejo de la Cochinilla en establecimiento**

De acuerdo con Cenicafe (2015), el objetivo de esta práctica es recuperar las plantas infestadas durante la etapa de establecimiento. Aunque el material de siembra puede estar libre de plagas, una vez sembradas las plantas en el sitio definitivo pueden ser atacadas por cochinillas presentes en el lote, hospedadas en arvenses o residuos de cosechas anteriores. Las cochinillas afectan primero las raíces, por lo que los síntomas en la parte aérea pueden no ser visibles en ataques tempranos y pasar desapercibidos. Es necesario realizar un muestreo no destructivo para detectar la presencia de la plaga. Los síntomas que se pueden encontrar están relacionados con amarillamiento de hojas, desarrollo agronómico deficiente o árboles muertos, presencia de hormigas en las plantas.

El muestreo debe de completarse teniendo en cuenta los síntomas visibles. Se debe tomar una planta en el centro del primer surco y se debe de recorrer el lote entre surcos, seleccionando un árbol por surco hasta completar 30 árboles. Si el lote tiene 60 surcos, se toma un árbol cada dos surcos. En cada planta se debe de revisar el cuello de la raíz para registrar presencia de cochinillas. Luego se debe de destapar lateralmente las raíces con la ayuda de un palín para identificación de la plaga (muestreo no destructivo). Al observar las raíces de debe de



determinar las especies de cochinillas y su distribución en el lote (aleatoria o agregada), para de esta forma identificar le tipo de control a implementar sobre la plaga (Cenicafe 2015).

Si la plaga es *Puto barberi* (distribución aleatoria), y si se detecta al menos una planta infestada se debe de aplicar Clorpirifos™ en todas las plantas del lote, 0,30 g/planta, con 100 cc de mezcla por planta, asegurando que el suelo esté húmedo. Al cabo de un mes se debe de realizar un nuevo muestreo en 30 plantas. Si se detectan cochinillas, se debe de aplicar roducto Thiamethoxam + Cyproconazole en 0,03 g/planta, con 100 cc de mezcla por planta. Por el contrario, si la plaga es (*Dysmicoccus texensis*, *Neochavesia caldasiae* o *Pseudococcus*) (distribución agregada), el manejo debe realizarse por focos. Se debe de delimite el área con presencia de plantas cloróticas o muertas. Se debe de eliminar las plantas improductivas, cloróticas o muertas, desenterrándolas con un pilón. Se deben de retirar las plantas del lote en un costal de fibra bien amarrado para evitar dispersión de la plaga y, aplicar Clorpirifos™ o roducto Thiamethoxam + Cyproconazole

en el hoyo de las plantas removidas, según dosis y volumen recomendados, para evitar que las hormigas dispersen cochinillas en el suelo (Cenicafe 2015).

También se recomienda realizar una aplicación preventiva en las plantas de los cinco surcos siguientes al foco, usando los mismos insecticidas y condiciones de humedad del suelo. Al cabo de un mes, se realizar el muestreo de 30 plantas donde se aplicó el insecticida. Si se detectan cochinillas en al menos una planta, se recomienda aplicar nuevamente rotando los productos, siguiendo las recomendaciones de aplicación (Cenicafe 2015).

## Marco Referencial

De acuerdo con Cenicafe (2011), se realizó un estudio sobre las cochinillas harinosas que afectan las raíces del café en Colombia. Una problemática significativa para la producción cafetera en el país. La presencia de estas plagas, en particular la especie (*Puto barberi*), representa una amenaza para la salud y el desarrollo de los árboles de café, ya que succionan savia, retrasan el crecimiento, provocan malformaciones y en casos extremos, la muerte de las plantas. La problemática se agrava debido a la dificultad de diagnóstico en etapas tempranas, ya que muchos árboles infestados no muestran síntomas visibles, lo que retrasa las acciones de control y manejo adecuado.

Por otra parte, la Federación Nacional de Cafeteros (2019), aclara que no existe oficialmente una variedad denominada Supremo. Esta designación fue creada por los productores a las últimas versiones de la variedad Colombia, que presentaban granos de mayor tamaño, siendo el resultado de la selección e incorporación de nuevas líneas resistentes de grano grande y el retiro de las líneas de grano pequeño.

La metodología aplicada consistió en un muestreo sistemático en siete departamentos cafeteros, en el cual se seleccionaron aleatoriamente 30 fincas por departamento. En cada finca, se inspeccionaron 30 árboles y se registró la presencia de cochinillas en las raíces, además de otros posibles agentes de daño como nematodos, llagas radicales y deformaciones en las raíces. Los insectos recolectados fueron preservados en alcohol y posteriormente identificados en el laboratorio mediante técnicas microscópicas, siguiendo metodologías establecidas para la taxonomía de insectos (Cenicafe 2011).

Los resultados demostraron que la especie *Puto barberi* es la más predominante y la que causa mayores daños, afectando en mayor grado las raíces de los árboles. La incidencia más alta

se observó en Risaralda y Cauca, con porcentajes cercanos a 98% y 93%, respectivamente. Se identificaron además otros géneros de cochinillas como (*Neochavesia*, *Dysmicoccus*, *Geococcus*, *Rhizoecus* y *Pseudococcus*), siendo esta última también relevante por su asociación con hongos patógenos (Cenicafe 2011).

Las conclusiones del estudio resaltan la importancia de monitorear continuamente la presencia de estas cochinillas, especialmente (*Puto barberi*), para implementar estrategias de control efectivas. La identificación de las especies más dañinas permite orientar las acciones de manejo integrado y prevenir pérdidas económicas considerables en la caficultura nacional. También se recomienda ampliar los muestreos a otros departamentos y profundizar en la investigación sobre la biología y hábitos de estas plagas para desarrollar técnicas de control más sostenibles y eficientes (Cenicafe 2011).

Por su parte Mora et al. (2010), se analizó la presencia de chinches harinosas (*Hemiptera: Pseudococcidae* y *Putoidae*) en raíces de café y en plantas arvenses asociadas en el departamento de Nariño, Colombia. La problemática central radicó en que estas plagas representan una amenaza económica significativa para el cultivo de café, debido a su capacidad de debilitar las plantas, transmitir virus y afectar la producción. La alta incidencia de chinches en las raíces y arvenses puede provocar la muerte prematura de los cafetales, lo que representa un riesgo para los productores y la rentabilidad del cultivo.

La metodología empleada fue de muestreo sistemático en cinco municipios del departamento. Se realizaron colectas manuales, enfocándose en plantas con síntomas como clorosis y caída de hojas. Las muestras se trasladaron al laboratorio, donde se secaron, montaron en láminas y se observaron mediante microscopía óptica para identificar las especies. La identificación se basó en características morfológicas, comparación con claves taxonómicas y

confirmación por expertos. Además, se recolectaron arvenses en campo, se secaron y prepararon para su estudio botánico y parasitológico (Mora et al., 2010).

Los resultados revelaron la presencia de dos especies de chinches harinosas en la región: *Dysmicoccus brevipes* y *Puto barberi*. Estas especies se encontraron en raíces de café y en diversas arvenses, distribuidas en al menos ocho familias botánicas. En total, se identificaron 18 especies de plantas arvenses como; (*maranthus dubius*) (familia Amaranthaceae), (*Asclepias curassavica*) (familia Asclepiadaceae), *Bidens pilosa* (familia Asteraceae), *Siegesbekia jorullensis* (familia Asteraceae), *Cyperus diffusa*, *Cyperus ferax*, *Cyperus flavus*, *Cyperus lazulae* (familia Cyperaceae), *Plantago major* (familia Plantaginaceae), *Digitaria sanguinalis* (familia Poaceae), *Elusine indica* (familia Poaceae), *Paspalum notatum* (familia Poaceae), *Cynodon dactylon* (familia Poaceae), *Polygonum mepalense*, *Rumex crispus* (familia Polygonaceae), *Solanum nigrum* (familia Solanaceae), siendo (*Puto barberi*) la especie presente en todas ellas, mientras que *D. brevipes* se encontró en siete especies diferentes. La identificación permitió establecer que estos insectos tienen una amplia distribución en las plantas asociadas, incrementando el riesgo de infestaciones (Mora et al., 2010).

Las conclusiones del estudio destacan que, por primera vez, se reportan estas especies de chinches en el cultivo de café en Nariño, lo que aporta al conocimiento regional sobre su distribución e impacto. La presencia de estas plagas en raíces y arvenses indica que su control requiere una estrategia integral que considere la biodiversidad vegetal circundante. Se recomienda seguir investigando para determinar el grado de infestación y desarrollar medidas de manejo sostenible, ya que estas chinches constituyen una amenaza potencial para la salud de los cafetales y, por ende, para la economía local del sector cafetalero (Mora et al., 2010).

## Marco Conceptual

El presente marco conceptual tiene como propósito fundamentar teóricamente los principales términos y categorías clave que sustentan esta investigación.

*Agroquímico.* Los agroquímicos son productos químicos utilizados en la agricultura para optimizar el rendimiento de los cultivos. Incluyen pesticidas como insecticidas, herbicidas, fungicidas y nematicidas, así como fertilizantes sintéticos y hormonas de crecimiento. Su uso está regulado debido a los riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente (CropLife, 2022).

*Control químico.* El control químico es la aplicación de sustancias de síntesis química como pesticidas, herbicidas o fungicidas, para suprimir o prevenir el daño de organismos no deseados, como plagas, maleza o enfermedades a fin de reducirlas (Badii et al., 2015).

*Control biológico.* Comprende el uso consciente de organismos vivos para el control de plagas, es un recurso ecosistémico clave para la producción sostenible de cultivos, en el cual se aprovechan los enemigos naturales de estas para reducir sus daños, cumpliendo con la acción de biocontroladores (Marina, 2018).

*Control cultural.* Comprende la manipulación del agroecosistema mediante prácticas culturales que incluyen rotación de cultivos, podas, manejo de arvenses, cultivos de cobertura para prevenir y reducir el daño de las plagas, a fin de crear condiciones desfavorables para su proliferación y a ataques (Badii et al., 2015).

*Control fitosanitario.* El control fitosanitario comprende un conjunto de acciones implementadas en la producción agrícola para minimizar las pérdidas económicas causadas por plagas y enfermedades. Incluye prácticas preventivas y curativas, y puede abarcar desde el

control cultural hasta el uso de productos químicos, siempre buscando la sostenibilidad del ecosistema agrícola (CropLife, 2022).

*Incidencia.* En fitopatología, la incidencia se refiere al porcentaje de plantas o partes de plantas afectadas por una enfermedad en una población determinada. Se calcula como la proporción de plantas enfermas sobre el total evaluado, proporcionando una estimación de la propagación de la enfermedad. (CropLife, 2022).

*Mejoramiento Genético.* El mejoramiento genético es la ciencia que busca incrementar la productividad, resistencia al medio ambiente y adaptación de especies animales y vegetales mediante modificaciones en su constitución genética. Se emplea para mejorar características deseadas y asegurar la conservación de la variabilidad genética (Agrobanco, 2012).

*Severidad.* La severidad en fitopatología mide el grado de daño causado por una enfermedad en una planta. Se expresa como el porcentaje de tejido afectado, proporcionando una estimación visual del impacto de la enfermedad en el cultivo (Agrobanco, 2012).

*Sanidad Vegetal.* La sanidad vegetal es la disciplina que utiliza medidas para controlar y prevenir la dispersión de plagas, arvenses y organismos causantes de enfermedades en plantas, especialmente a través de la interacción humana. Su objetivo es mantener los niveles de población de estos organismos en niveles económicamente aceptables (Agrobanco, 2012).

*Sostenibilidad agroecológica.* La sostenibilidad agroecológica se refiere a la práctica agrícola que integra principios ecológicos en la producción de alimentos, buscando la conservación del medio ambiente, la equidad social y la viabilidad económica. Implica el uso eficiente de los recursos naturales, la biodiversidad y la implementación de prácticas agrícolas que minimicen el impacto ambiental (Agrobanco, 2012).

## Metodología

En la finca el Mirador, Vereda San Lorenzo, Isnos (Huila), localizada a 1730 m.s.n.m., con Latitud Norte  $1^{\circ}55'0.99''$  y Longitud Oeste  $76^{\circ}11'31.10''$ ; se llevó a cabo la implementación del Plan de Manejo Integrado de la Plaga Cochinilla en un lote de Café de 18 meses de la variedad colombiana tipo Supremo compuesto de 2.000 plantas. La zona presenta una temperatura promedio de  $20^{\circ}\text{C}$  y una precipitación anual aproximada de 1800 mm, condiciones climáticas representativas para el desarrollo del cultivo de café, en donde se realizó implementación del MIP durante los primeros 18 meses, tiempo en que se siguió la siguiente metodología.

### Figura 1

*Mapa: finca El Mirador, Vereda San Lorenzo Municipio de Isnos*



*Fuente. Google.Earth® (2025)*

## **Objetivo 1. Caracterizar los factores bióticos y abióticos que favorecen la proliferación de la cochinilla del café**

Se tuvo en cuenta factores asociados en el momento del monitoreo, como son los factores ambientales (humedad, temperatura, sombra), factores biológicos (presencia de depredadores naturales, hormigas asociadas) y culturales (manejo del cultivo). Para esto se llevó a cabo un registro en campo diligenciado en cada monitoreo de la plaga (ver figuras 2 y 3).

Para evaluar si las condiciones ambientales de la finca El Mirador, ubicada en el municipio de Isnos, vereda San Lorenzo, que pueden favorecer el desarrollo de la plaga (*Puto barberi*), se realizó el monitoreo quincenal 5 de junio de 2024 y el 5 de noviembre de 2025, en los mismos puntos que fueron establecidos durante el muestreo por surcos, abarcando áreas con diferentes niveles de sombra. En cada jornada de monitoreo se registraron variables ambientales como temperatura del aire, temperatura del suelo y humedad relativa. Las mediciones se realizaron en horas de la mañana entre las 08:00 y 12:00 horas, con el fin de obtener condiciones ambientales relativamente estables. En cada punto de muestreo se realizaron tres lecturas consecutivas de temperatura y humedad utilizando un termohigrómetro digital, mientras que la temperatura del suelo se midió a 10 cm de profundidad mediante un termómetro de suelo con sonda.

Posteriormente se calculó el valor promedio de las tres lecturas tomadas en cada punto de muestreo, el cual fue registrado en el formato de campo para cada fecha de monitoreo. Los valores obtenidos se compararon de manera referencial con los registros climáticos de estaciones meteorológicas cercanas disponibles para el municipio de Isnos, con el fin de verificar la consistencia de las condiciones ambientales registradas durante el estudio.



La cobertura vegetal y el porcentaje de sombra se estimaron mediante observación directa en campo, utilizando el método de estimación visual del dosel. Para la determinación del porcentaje de sombra proyectada sobre las plantas de café, se empleó una cuadrícula de referencia de 1 m<sup>2</sup> ubicada en la base de las plantas seleccionadas durante cada punto de muestreo.

La estimación del sombreado se realizó en horas de la mañana (entre 08:00 y 12:00), observando la proporción de área sombreada respecto al total de la cuadrícula, considerando la proyección de sombra generada por cultivos asociados (plátano y yuca) y la radiación solar incidente. Este valor fue estimado visualmente y clasificado en rangos porcentuales de 0–25 %, 26–50 %, 51–75 % y 76–100 %.

Como instrumento de apoyo se utilizó la cuadrícula de referencia (1 m<sup>2</sup>) y formatos de registro en campo para la sistematización de la información. La estimación visual se realizó de manera repetida en cada punto de muestreo para reducir la subjetividad del observador.

Esta metodología permitió aproximar el nivel de cobertura de sombra en el cultivo, variable determinante en la regulación del microclima del suelo y su influencia en la dinámica poblacional de *Puto barberi*.

Además, se consignaron observaciones sobre factores culturales, como intervenciones de poda o control de hormigas, cobertura de arvenses que pudieran influir en el microclima o la dinámica de la plaga.

Para la recolección de información se emplearon herramientas como: termohigrómetro digital para medir temperatura y humedad, termómetro de suelo con sonda para capturar la temperatura radicular, y formatos de registro impresos y digitales para organizar los datos.

Durante cada jornada de monitoreo también se realizó la observación directa de organismos asociados a la plaga, especialmente depredadores naturales y hormigas presentes en las plantas evaluadas. La inspección se efectuó revisando el cuello de la raíz, la base del tallo y el suelo circundante de cada planta seleccionada durante el muestreo.

Los depredadores naturales fueron registrados mediante observación visual directa en campo, identificando la presencia de insectos benéficos asociados al control de cochinillas. La identificación se realizó a nivel de orden o grupo funcional, con base en características morfológicas visibles como tipo de aparato bucal, forma del cuerpo, presencia de alas, patrón de movimiento y comportamiento asociado en la planta.

Para la clasificación de los organismos observados, se utilizaron como referencia las guías técnicas del Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé, particularmente las orientadas al reconocimiento de fauna benéfica en el ecosistema cafetero (Constantino, 2020), así como literatura especializada en entomología agrícola para identificación general de insectos en campo.

La identificación se realizó mediante comparación visual con descriptores taxonómicos básicos y criterios funcionales (depredadores, parasitoides y organismos asociados), sin llegar a nivel de especie, debido a que no se realizaron colectas ni análisis en laboratorio. Esta metodología es consistente con evaluaciones de campo en estudios de manejo integrado de plagas, donde el interés principal es determinar la presencia o ausencia de controladores biológicos y su posible influencia en la dinámica de la plaga.

En el caso de las hormigas, se registró el número de individuos observados en cada planta evaluada, principalmente en la zona del cuello de la raíz y en el suelo cercano. La determinación taxonómica se realizó a nivel de género mediante la observación de características morfológicas

visibles como tamaño, coloración y comportamiento, apoyándose en guías técnicas del Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé y literatura especializada en entomología agrícola.

La cobertura de arvenses se estimó mediante observación directa del suelo dentro del área de muestreo, utilizando una estimación visual porcentual de cobertura vegetal. Para ello, en cada monitoreo se evaluó el área alrededor de las plantas seleccionadas dentro del lote, considerando la proporción de suelo cubierta por arvenses en relación con el área total observada. Para esto se toma un área pequeña del suelo (por ejemplo, alrededor de la planta) y se divide visual o físicamente en cuadros iguales. Cada cuadro representa una fracción del área total. Luego se observa cuántos cuadros están cubiertos por arvenses.

La estimación se realizó tomando como referencia rangos porcentuales de cobertura, en los cuales se clasificó la presencia de arvenses según el porcentaje aproximado de superficie ocupada por estas especies dentro del sistema productivo. Los valores registrados se expresaron en porcentaje (0–100 %), donde 0 % corresponde a ausencia de arvenses y 100 % a cobertura total del suelo.

## **Objetivo 2. Aplicar métodos biológicos, químicos y culturales para la regulación de la cochinilla del café**

Se buscó identificar el nivel de infestación de la plaga *Puto barberi*, se implementaron estrategias de Manejo Integrado de Plagas (MIP), siguiendo las recomendaciones del Centro Nacional de Investigaciones de Café.

### ***Diagnóstico de la Plaga***

*Muestreo y Monitoreo:* Se realizó una evaluación inicial del estado del cultivo mediante el muestreo de plantas afectadas, identificando la presencia y nivel de infestación de (*Puto barberi*).

*Monitoreo:* Se realizó el reconocimiento de los síntomas como; amarillamiento de hojas, árboles con desarrollo agronómico deficiente o muertos o, con presencia de hormigas. En conjunto con el muestreo por surcos.

*Muestreo:* Se seleccionaron 200 plantas, de acuerdo con el muestreo en surcos, donde se seleccionó una planta en el centro del primer surco y en esa misma planta se realizó la evaluación, de allí en adelante se recorrió el lote entre surcos, por el centro de estos, y en cada surco se seleccionó un árbol, hasta completar 200 árboles del lote, recorriendo todos los surcos. Es decir, el lote evaluado comprendió un número de 8 surcos, por lo cual se tomó un árbol por cada dos surcos (Cenicafe, 2015).

En cada planta seleccionada se revisó el cuello de la raíz para registrar la presencia de cochinillas, posteriormente se destapó lateralmente las raíces con la ayuda de un palín (muestreo no destructivo), para identificar la presencia de la plaga. También para verificar síntomas como mal formación de la raíz se realizó el muestro destructivo, es decir se arrancó el árbol de raíz.

Según recomendaciones de Cenicafe, (2015), al finalizar el muestreo, se determina las especies de cochinillas (Figuras 2 y 3), para establecer la manera como está distribuida en el lote (aleatoria o agregada).

## Figura 2

*Presencia de Puto barberi en raíces de café*



Fuente. Cenicafe, (2015)

## Figura 3

*Presencia de cochinilla en raíces de café*



**Figura 2.** Presencia de cochinillas de las raíces del café. **a.** *Neochavesia caldasiae*; **b.** *Dysmicoccus texensis*; **c.** *Pseudococcus jakbeardsleyi*. Estas especies presentan distribución agregada en el lote, por lo tanto, su ataque es por focos.

Fuente. Cenicafe, (2015)

De acuerdo con el Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafe, (2015), cuando la plaga corresponde a *Puto barberi*, su distribución es generalmente aleatoria dentro del lote, lo que implica que el manejo debe realizarse de forma generalizada mediante la implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Este incluye estrategias de control biológico, cultural y químico, siendo este último recomendado cuando el porcentaje de daño supera el 30 % (Cenicafé, 2015).

Por el contrario, cuando se presentan especies como *Dysmicoccus texensis*, *Neochavesia caldasiae* o *Pseudococcus jackbeardsleyi*, la distribución suele ser agregada o por focos, lo que permite realizar un manejo localizado.

La diferenciación entre especies de cochinillas en campo se realizó mediante observación directa con lupa de mano (10x), considerando características morfológicas visibles. *Puto barberi* se distingue por presentar un cuerpo de mayor tamaño (hasta 10 mm), forma ovalada, recubierto por una capa cerosa blanca gruesa y segmentada, con apariencia más robusta y localizada principalmente en raíces profundas.

En contraste, especies como *Dysmicoccus* y *Pseudococcus* presentan cuerpos más pequeños, de textura algodonosa o harinosa, con secreciones cerosas más finas y abundantes filamentos laterales, siendo común encontrarlas en raíces superficiales o en la base del tallo.

Por su parte, *Neochavesia* presenta una morfología intermedia, con menor cobertura cerosa y mayor movilidad en el suelo.

Con base en la información anterior se determinó que la especie presente en el lote correspondía a *Puto barberi*, la cual se caracteriza por presentar una distribución aleatoria dentro del cultivo.

La identificación de la especie de cochinilla presente en el lote se realizó mediante observación directa en campo, utilizando una lupa de mano (10x), con base en criterios morfológicos, distribución espacial y signos característicos del daño en el cultivo.

Desde el punto de vista morfológico, los individuos observados presentaron un tamaño mayor en comparación con otras cochinillas comunes, con cuerpo ovalado, recubierto por una capa cerosa blanca gruesa y aspecto robusto, características descritas para *Puto barberi*. Estas colonias se localizaron principalmente en el sistema radicular, adheridas a raíces principales y secundarias.

En cuanto al comportamiento espacial, la plaga mostró una distribución aleatoria en todo el lote, lo cual es típico de *Puto barberi*, a diferencia de otras especies como *Dysmicoccus* o *Pseudococcus*, que suelen presentarse en focos agregados.

Adicionalmente, se consideraron signos diagnósticos en el cultivo, como la presencia de hormigas asociadas en la zona del cuello de la raíz, amarillamiento progresivo de hojas, bajo crecimiento y debilitamiento general de las plantas, los cuales corresponden a los efectos del daño radicular causado por esta especie.

La identificación se fundamentó en los lineamientos técnicos y descriptores morfológicos reportados por Cenicafé (2015) y Constantino (2020), quienes establecen criterios prácticos para el reconocimiento de cochinillas en sistemas cafeteros bajo condiciones de campo.

Para conocer el porcentaje de daño se realizó el recorrido utilizando el método de surcos caminando por el centro de cada surco y observando planta por planta. Durante el recorrido, se debe contar el número total de plantas evaluadas y registrar cuántas presentan síntomas de daño, como hojas amarillas, malformaciones en las raíces o presencia visible de cochinillas. Con esta información, se calcula el porcentaje de daño dividiendo el número de plantas afectadas entre el

número total de plantas evaluadas y multiplicando el resultado por 100. Este valor permite determinar si el nivel de afectación supera el 30 %, umbral a partir del cual se recomienda implementar la práctica con insumos químicos y/o la resiembra escalonada para recuperar la productividad del lote (Cenicafe, 2015).

$$(\%)Daño = \frac{\# \text{ plantas afectadas}}{\# \text{ plantas evaluadas}} \times 100$$

### ***Planificación del Manejo Integrado***

*Diseño del Plan de Control:* Se estructuraron estrategias basadas en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), incluyendo:

*Control biológico:* Se planteó hacer uso de depredadores naturales entomopatógeno (*Beauveria bassiana*), para lo cual se realizó las aplicaciones en aspersión drench en horas de la mañana teniendo en cuenta un clima fresco, aplicándolo en la base de las plantas infestadas en el cuello de la raíz, donde se aplicó dosis de 50 cc por planta afectada, en dosis de 40 gr / bomba de 20 litros.

Este tratamiento se llevó a cabo dos semanas después de la aplicación química, hasta notar la reducción de la población de cochinillas.

*Control cultural:* Se realizó la implementación de podas sanitarias, así como la regulación de sombra. Se eliminaron plantas improproductivas, cloróticas, muertas y con presencia de la plaga desenterrándolas, utilizando un palín.

Las plantas eliminadas fueron retiradas del lote en costales de fibra debidamente cerrados, con el fin de evitar la dispersión de la plaga.

De acuerdo con Cenicafé (2015), en caso de encontrar pérdida de plantas de más del 30% se toma la decisión de realizar una aplicación química y si no se encuentran mejoras se busca realizar una resiembra escalonada.



*Control químico:* Al identificar la incidencia de la plaga por encima del 30% se procede a aplicar el producto Thiamethoxam + Cyproconazole, en una dosis de 50cc por planta. con una dosis de 6gr por bomba de 20 litros. Las 6 aplicaciones se realizaron cada 15 días durante 18 meses y se rotó con Clorpirifos en dosis de 50 cc por planta, en dosis de 60 cc por bomba. Estas aplicaciones se realizaron por medio de fumigadora de espalda manual con capacidad de 20 L.

## Resultados

El estudio se realizó en un lote de café de 18 meses, sembrado con la variedad Café variedad Colombia tipo Supremo. El lote conformado por 2.000 plantas se estableció con distancias aproximadas de 1,5 m entre plantas y 2,0 m entre surcos, configuración que permite una adecuada distribución de las plantas, facilita las labores agronómicas y favorece la ventilación dentro del cultivo. Este arreglo corresponde a un sistema de siembra en hileras

En el lote también se observaron cultivos asociados, principalmente *Musa paradisiaca* (plátano) y *Manihot esculenta* (yuca), establecidos de forma dispersa dentro del cafetal. Estas especies cumplen funciones complementarias en el sistema productivo, ya que contribuyen a la generación de sombra parcial, diversificación productiva y protección del suelo.

Durante el periodo de evaluación se implementó un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) orientado al control de la cochinilla de raíz *Puto barberi*, el cual se desarrolló durante 18 meses de monitoreo y manejo fitosanitario. Este programa incluyó estrategias de control químico, biológico y cultural, con el objetivo de reducir la incidencia de la plaga y mejorar el estado fitosanitario del cultivo.

En cuanto al manejo agronómico del lote, se realizaron podas sanitarias periódicas, control de arvenses, regulación de sombra y eliminación de plantas improductivas o severamente afectadas, prácticas orientadas a mejorar la ventilación del cultivo y disminuir las condiciones favorables para el establecimiento de la plaga. Estas labores culturales se complementaron con el monitoreo sistemático del estado fitosanitario de las plantas, permitiendo evaluar la evolución de la infestación y la efectividad de las estrategias implementadas

**Objetivo 1: Caracterizar los factores bióticos y abióticos que favorecen la proliferación de la cochinilla del café**

Tras la realización de los monitoreos se registraron la presencia de depredadores naturales y hormigas asociadas a la plaga.

**Tabla 2**

*Identificación factores bióticos (presencia de depredadores naturales, hormigas asociadas)*

Mes	Depredadores (n)	hormiga de Amagá ( <i>Acropyga</i> sp.) (n)
1	0	18
2	0	15
3	0	12
4	0	10
5	0	9
6	0	11
7	0	13
8	0	12
9	0	11
10	0	10
11	0	9
12	0	8
13	0	7

14	0	7
15	0	6
16	0	6
17	0	5
18	0	5

---

*Fuente.* Autor

Los registros muestran que no se evidenció presencia de depredadores naturales (0 %) en ninguno de los monitoreos realizados, lo que indica una baja presión de control biológico natural sobre la plaga (*Puto barberi*). Esta ausencia de depredadores es un factor de riesgo, ya que permite que la plaga se mantenga sin regulación en el lote evaluado. Esta carencia de enemigos naturales coincide con lo descrito en los estudios sobre la biología de la especie, donde se resalta que el cuerpo del insecto está cubierto por una capa cerosa gruesa compuesta por ácidos grasos, característica que actúa como una barrera protectora frente a parasitoides y depredadores. De acuerdo con las observaciones realizadas por Villegas-García et al., (2013), esta estructura morfológica le confiere a la cochinilla una resistencia natural y una capacidad de supervivencia prolongada bajo condiciones ambientales favorables.

Asimismo, Cenicafé ha señalado que las poblaciones de (*Puto barberi*) pueden desarrollarse de manera continua en ambientes con humedad y temperatura estables, incluso en ausencia de depredadores, debido a que su ciclo biológico puede completarse sin dificultad entre los 23 y 27 °C, condiciones muy similares a las registradas en el municipio de Isnos. Este contexto ambiental contribuye a explicar por qué, a pesar del seguimiento constante, no se observó la presencia de controladores biológicos activos, lo que incrementa el riesgo de que la plaga mantenga poblaciones altas y persistentes en el sistema radicular del cultivo

La presencia de hormigas asociadas a la plaga correspondió a hormigas de Amagá (*Acropyga* sp) observadas en la base del tallo y en el suelo cercano a la raíz. La abundancia registrada fue variable, con valores entre 9 a 18 hormigas por planta en los distintos monitoreos realizados. Este comportamiento coincide con las descripciones de Constantino (2020), quien señala que las cochinillas establecen relaciones mutualistas con diferentes especies de hormigas. En estas asociaciones, las hormigas se alimentan de la miel de rocío excretada por las cochinillas y, a cambio, las protegen del ataque de enemigos naturales y facilitan su dispersión por el suelo y entre las raíces de plantas cercanas. Esta interacción simbiótica explica en buena medida la estabilidad poblacional de *Puto barberi* incluso en condiciones donde el control biológico natural es bajo o inexistente.

De hecho, Mora et al (2018), observaron en Nariño un fenómeno similar: la coexistencia de *Puto barberi* con arvenses hospederas y hormigas, lo que generaba focos de infestación persistentes y de difícil erradicación. En la finca El Mirador se evidenció una situación comparable, ya que las mayores concentraciones de hormigas coincidían con zonas donde las raíces presentaban síntomas de necrosamiento o clorosis.

En consecuencia, la relación entre hormigas y cochinillas debe considerarse un factor determinante en la dinámica poblacional de la plaga. Su manejo no debe limitarse al control directo de *Puto barberi*, sino que debe incluir estrategias que reduzcan la presencia de hormigas en el sistema radicular, por ejemplo, mediante la eliminación de arvenses hospederas y el manejo de la materia orgánica superficial. De esta manera, se rompe la asociación mutualista que protege y dispersa a la plaga, favoreciendo un control más eficiente y sostenible del cultivo.

**Tabla 3**

*Identificación Factores Abióticos (humedad, temperatura, sombra) y, Factores culturales (manejo del cultivo).*

Mes	Tmp. aire (°C)	Temp. suelo 10 cm (°C)	Humedad rel. (%)	Sombra	Práctica cultural destacada	Cobertura de Arvenses
1	19.5	22.8	68	30 % en horas de alta radiación		30
2	20.0	23.4	70	30 % en horas de alta radiación	podas sanitarias Poda sanitaria ligera	40
3	20.5	24.6	73	30 % en horas de alta radiación	retirada de plantas improductivas	50
4	20.0	25.1	75	30 % en horas de alta radiación	podas sanitarias y retirada de plantas improductivas	60
5	19.5	24.9	72	30 % en horas de alta radiación	podas sanitarias y retirada de plantas improductivas y deshierbe mecanizado	10
6	20.2	23.8	69	30 % en horas de alta radiación	podas sanitarias y retirada de plantas improductivas	20
7	20.0	23.0	66	30 % en horas de alta radiación	podas sanitarias y retirada de plantas improductivas	30
8	20.1	23.3	67	30 % en horas de alta radiación	Deshierbe manual	35
9	20.3	23.7	69	30 % en horas de alta radiación	Control de arvenses	40

10	20.4	24.0	70	30 % en horas de alta radiación	Podas sanitarias	45
11	20.2	24.3	72	30 % en horas de alta radiación	Deshierbe mecanizado	30
12	20.0	24.1	71	30 % en horas de alta radiación	Control de arvenses	25
13	19.8	23.6	69	30 % en horas de alta radiación	Podas sanitarias	20
14	19.9	23.4	68	30 % en horas de alta radiación	Deshierbe manual	25
15	20.1	23.7	70	30 % en horas de alta radiación	Podas sanitarias y manejo de arvenses	30
16	20.3	24.0	71	30 % en horas de alta radiación	Control de arvenses	35
17	20.4	24.4	72	30 % en horas de alta radiación	Deshierbe mecanizado	30
18	20.2	24.1	70	30 % en horas de alta radiación	Podas sanitarias	25

---

*Fuente.* Autor

### ***Medición de variables ambientales y cobertura vegetal***

Las variables ambientales registradas en el estudio fueron temperatura del aire, temperatura del suelo y humedad relativa, las cuales se midieron durante cada jornada de monitoreo mensual en el cultivo.

Las mediciones se realizaron en horario de la mañana, entre las 08:00 y 12:00 horas, con el fin de minimizar la variabilidad asociada a cambios bruscos de radiación y obtener condiciones representativas del microclima del cultivo.

En cada punto de muestreo se realizaron tres (3) mediciones consecutivas de temperatura del aire y humedad relativa utilizando un termohigrómetro digital, mientras que la temperatura del suelo se registró a una profundidad de 10 cm mediante un termómetro de suelo con sonda. Para cada variable se calculó un valor promedio a partir de las tres mediciones tomadas, el cual fue consignado en los formatos de campo y posteriormente utilizado para el análisis de resultados. Estos valores corresponden a los reportados en las tablas de monitoreo (meses 1 a 18).

Con el fin de validar la consistencia de la información, los datos obtenidos fueron contrastados de manera referencial con registros de estaciones meteorológicas cercanas al municipio de Isnos, verificando que se encontraran dentro de los rangos climáticos esperados para la zona cafetera.

En cuanto al porcentaje de sombra reportado (30 %), este se determinó mediante estimación visual del dosel vegetal durante las horas de mayor incidencia de radiación solar. Se evaluó la proporción de área sombreada sobre el cultivo, considerando la proyección de sombra generada por cultivos asociados como plátano (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*), lo que permitió caracterizar el nivel de cobertura parcial presente en el sistema productivo.

Por su parte, el porcentaje de cobertura de arvenses se determinó mediante observación directa en campo utilizando una unidad de referencia de 1 m<sup>2</sup> alrededor de cada planta evaluada. La estimación se realizó visualmente, determinando la proporción de suelo cubierta por arvenses respecto al área total, apoyándose en una cuadrícula de referencia.



Los valores fueron clasificados en rangos porcentuales y posteriormente registrados en los formatos de campo, lo que permitió obtener los valores reportados en la tabla de resultados (por ejemplo, 30 %, 35 %, 25 % en los meses finales del monitoreo).

Esta metodología permitió relacionar las condiciones microclimáticas del cultivo con la dinámica poblacional de la plaga, especialmente en términos de humedad del suelo, temperatura radicular y cobertura vegetal.

Durante el monitoreo, las temperaturas del aire oscilaron entre 19.5 y 20.5 °C, lo que representa un microclima fresco. Sin embargo, la temperatura del suelo en los 10 cm de profundidad se mantuvo más elevada (22.8 a 25.1 °C). Esta diferencia entre el aire y el suelo coincide con las condiciones reportadas por Cenicafé para zonas cafeteras andinas, donde la cobertura vegetal limitada y la exposición solar directa incrementan el calentamiento superficial, afectando la humedad y oxigenación del suelo. El rango de temperatura registrado resulta favorable para el desarrollo de *Puto barberi*, pues según las observaciones de Villegas-García., Peña-M., Muñoz-H., Martínez-C & Benavidez-M (2013), el insecto muestra una alta tasa de supervivencia y reproducción en ambientes con temperaturas estables entre 23 y 27 °C. De este modo, las condiciones térmicas del suelo en el lote evaluado ofrecieron un ambiente propicio para el establecimiento y persistencia de la cochinilla, especialmente en la zona radicular donde habita.

En cuanto a la humedad relativa, los valores fluctuaron entre 66 % y 75 %, con picos de humedad entre 73 y 75 % durante los primeros meses, coincidiendo con el incremento de la cobertura de arvenses. Cenicafé (2014) y Mora et al., (2018), señalan que la humedad alta en el suelo y en el microambiente de las raíces favorece la proliferación de cochinillas, ya que facilita la colonización y movilidad de las ninfas, al tiempo que reduce el estrés hídrico de las plantas

hospedantes. Este comportamiento se observó en el presente estudio, donde el aumento de humedad y temperatura del suelo coincidió con un incremento en la población de la plaga.

Respecto a la sombra, el lote presentó una cobertura aproximada del 30 %, distribuida de forma dispersa, principalmente por la presencia de plantas de plátano y yuca intercaladas, sin árboles de porte alto. Esta cobertura parcial limita la regulación térmica y la retención de humedad, factores que, de acuerdo con Constantino (2020), influyen directamente en la actividad biológica de *Puto barberi* y de sus enemigos naturales. La escasa sombra y la exposición constante a la radiación solar generan un microambiente favorable para el desarrollo de la cochinilla, pero desfavorable para el establecimiento de hongos entomopatógenos o depredadores que requieren mayor humedad y cobertura vegetal.

Durante el período de observación, la cobertura de arvenses aumentó progresivamente de 30 % a 60 % entre los meses de mayo y junio. Este valor se determinó mediante estimación visual directa en campo, utilizando una unidad de referencia de 1 m<sup>2</sup> alrededor de cada planta evaluada, en la cual se registró la proporción de superficie del suelo cubierta por arvenses respecto al área total.

En cada jornada de monitoreo se realizaron evaluaciones en las plantas seleccionadas dentro del muestreo sistemático (200 plantas), registrando el porcentaje de cobertura en los formatos de campo y clasificándolo en rangos porcentuales previamente definidos. El valor reportado corresponde al promedio de las estimaciones realizadas durante cada monitoreo mensual.

El incremento observado en la cobertura refleja un crecimiento vegetativo acelerado, favorecido por condiciones de humedad asociadas a periodos de lluvia y a la ausencia de control oportuno de arvenses en el cultivo. Este aumento no solo modifica la competencia por recursos,

sino que también proporciona refugio y posibles hospederos alternos para la plaga, tal como lo reporta Mora et al. (2018), quienes identificaron arvenses como reservorios de cochinillas radicales en sistemas cafeteros del sur del Huila y Nariño.

Posteriormente, con la implementación del deshierbe con guadaña en el mes 5, la cobertura se redujo hasta un 10 %, pero hacia el mes 9 volvió a incrementarse por la ausencia de mantenimiento continuo. Esta dinámica confirma lo señalado por Cenicafé en sus recomendaciones de manejo integrado, donde se enfatiza que el control de arvenses debe realizarse de manera periódica para evitar que se conviertan en fuentes de reinfestación. Además, Villegas-García et al., (2013). resalta que una cobertura excesiva de arvenses incrementa la humedad en el suelo y reduce la aireación radicular, creando las condiciones ideales para la expansión de *Puto barberi*.

## **Objetivo 2: Aplicar métodos biológicos, químicos y culturales para la regulación de la cochinilla del café**

A continuación, se presenta el resultado de los monitoreos dentro del lote. Donde el momento cero antes de iniciar con las aplicaciones fue el día 5 mayo del presente año. La siguiente tabla registra el estado de las 200 plantas durante varios días de seguimiento, mostrando cuántas están afectadas por algún problema, cuáles están muertas, amarillas, con bajo crecimiento, tienen hormigas o cochinilla en la raíz, y el nivel general de daño (severidad).

La severidad se determinó según el porcentaje de plantas afectadas por cochinilla en relación con el total evaluado. Se utilizó la siguiente escala de severidad, teniendo en cuenta que no hay reporte de una escala específica para este tipo de insecto plaga.

**Tabla 4***Escala de severidad Horfall & Barrat*

<b>Escala de severidad de Horsfall &amp; Barrat</b>	
<b>Grado</b>	<b>Porcentaje Afectado</b>
1	0
2	0 a 3
3	3 a 6
4	6 a 12
5	12 a 25
6	26 a 50
7	50 a 75
8	75 a 87
9	87 a 94
10	94 a 97
11	97 a 100
12	100

Fuente. Mendoza, et al., (2018)

**Tabla 5***Resultados de monitoreos*

<b>Me s</b>	<b>Plantas (n)</b>	<b>Plta. afectadas (n)</b>	<b>Daño (%)</b>	<b>Plta. muerta (n)</b>	<b>Plta. Amarilla (n)</b>	<b>Plta. bajo crecimiento (n)</b>	<b>Plta. con hormiga(n)</b>	<b>Plta. con cochinilla en Raíz</b>	<b>Severida d 1-12</b>
1	200	80	40	12	68	38	18	60	6
2	200	76	38	11	64	40	15	58	6
3	200	70	35	10	60	42	12	52	6
4	200	66	33	9	55	42	10	48	6
5	200	64	32	8	50	42	9	45	6
6	200	68	34	9	53	43	11	47	6
7	200	72	36	10	58	45	13	50	6
8	200	56	28	7	42	38	8	36	6
9	200	52	26	6	38	36	7	32	6
10	200	48	24	6	34	34	6	28	6
11	200	44	22	5	30	32	5	24	6
12	200	40	20	5	28	30	4	20	6
13	200	36	18	4	24	28	4	18	6
14	200	32	16	4	22	26	3	16	6
15	200	28	14	3	20	24	3	14	6
16	200	24	12	3	18	22	2	12	6
17	200	22	11	2	16	20	2	10	6
18	200	20	10	2	14	18	1	8	6

*Fuente. Autor*

Durante el periodo de evaluación de 18 meses se monitorearon 200 plantas de café, con el fin de analizar la dinámica poblacional de la cochinilla de raíz (*Puto barberi*) y su relación con el estado fitosanitario del cultivo. Los resultados evidencian que en los primeros meses del monitoreo (meses 1 a 7) se presentó una mayor incidencia de la plaga, con porcentajes de daño entre 32 % y 40 %, así como una mayor presencia de plantas amarillas, bajo crecimiento y presencia de hormigas asociadas.

Posteriormente, entre los meses 8 y 18, se observó una reducción progresiva en la incidencia de la plaga y en los síntomas asociados, lo cual coincide con la implementación continua de las estrategias de manejo integrado, especialmente el control de arvenses, las podas sanitarias y la eliminación de focos de infestación.

Esta evolución temporal evidencia que, aunque el estudio abarcó los 18 meses de establecimiento del cultivo, la dinámica de la plaga presentó un comportamiento diferencial, con una fase inicial de alta incidencia seguida de una fase de disminución gradual.

Este comportamiento inicial puede relacionarse con las condiciones ambientales presentes al inicio del periodo de evaluación, caracterizadas por niveles moderados de temperatura del suelo y humedad relativa, que favorecen el desarrollo de la cochinilla en el sistema radicular. Además, durante estos primeros meses las prácticas culturales implementadas (podas sanitarias, eliminación de plantas improductivas y manejo de arvenses) se encontraban en fase inicial de aplicación, por lo que su efecto sobre la población de la plaga aún era limitado. Bajo estas condiciones, la cochinilla mantiene una estrecha relación con hormigas mutualistas como *Acropyga*, las cuales protegen a estos insectos y facilitan su dispersión en las raíces del cafeto.

A partir del mes 8 del monitoreo, se observa una reducción progresiva en la incidencia del daño, pasando de 28 % a 10 % hacia el mes 18, así como una disminución gradual en el número de plantas con presencia de cochinilla en raíz y hormigas asociadas. Esta tendencia coincide temporalmente con la continuidad de las prácticas culturales implementadas en el lote, especialmente el control de arvenses, la poda sanitaria y la eliminación de focos de infestación, las cuales contribuyeron a reducir los sitios favorables para el establecimiento de la plaga y mejorar las condiciones fisiológicas de las plantas. De esta manera, la evolución temporal de los datos sugiere que el manejo cultural sostenido influyó en la disminución progresiva de la población de la plaga.

En cuanto al número de plantas muertas, se observó una reducción de 12 a 8 los primeros meses del monitoreo, lo que sugiere una recuperación parcial del cultivo tras la implementación de las primeras prácticas de manejo. No obstante, el aumento a 10 plantas muertas hacia el mes 7 podría relacionarse con el efecto acumulativo del daño radicular ocasionado previamente por la plaga, así como con variaciones ambientales que favorecieron nuevamente su actividad. Según Villegas-García et al. (2013), el daño causado por la cochinilla es acumulativo, ya que la succión constante de savia, el necrosamiento radicular y la disminución en la absorción de agua y nutrientes generan un deterioro progresivo del sistema radicular. Estos efectos explican la persistencia de síntomas como el amarillamiento foliar, el bajo crecimiento y la reducción del vigor general observados en la plantación.

La proporción de plantas amarillas y con crecimiento limitado mostró una tendencia temporal similar al porcentaje de daño, disminuyendo gradualmente después de los primeros meses del monitoreo reflejando una mejora progresiva en el estado fisiológico de las plantas conforme avanzaron las prácticas de manejo. Este comportamiento es característico en las cuales

el cultivo puede presentar recuperación parcial tras el manejo. En este sentido, Constantino (2020), señala que *Puto barberi* puede mantener poblaciones latentes en el suelo, las cuales se reactivan su ciclo cuando las condiciones de humedad y la temperatura resultan favorables, lo que coincide con los picos de humedad registrados en los meses intermedios lo cual explica la persistencia de algunos focos de infestación durante el periodo de estudio.

El comportamiento de las hormigas presentes y de las raíces con cochinillas refleja un patrón de coocurrencia. Durante los primeros monitoreos, ambas variables disminuyeron significativamente (de 18 a 9 plantas con hormigas y de 60 a 45 plantas con cochinillas), indicando un efecto positivo de las medidas de manejo. No obstante, el aumento posterior (13 y 50 respectivamente) demuestra la persistencia de la relación mutualista entre las hormigas y la plaga. De acuerdo con Constantino (2020), las hormigas actúan como agentes dispersores de la cochinilla, protegiéndola a cambio de la secreción azucarada que producen, lo que dificulta el control completo de la plaga. Este vínculo también fue descrito por Mora et al., (2018), quien observó que la presencia de hormigas en cafetales infestados favorece la recolonización rápida tras periodos de control.

En El comportamiento de las hormigas presentes y de las raíces con cochinilla refleja también un patrón temporal de coocurrencia. Durante los primeros monitoreos ambas variables disminuyeron significativamente (de 18 a 9 plantas con hormigas y de 60 a 45 plantas con cochinillas), indicando un efecto inicial positivo de las medidas de manejo. Sin embargo, su presencia se mantuvo en niveles bajos durante el resto del periodo de evaluación, lo cual evidencia la persistencia de la relación mutualista entre las hormigas y la plaga. De acuerdo con Constantino (2020), las hormigas actúan como agentes dispersores de la cochinilla, protegiéndola a cambio de las secreciones azucaradas que produce, lo que dificulta su control



definitivo. Este vínculo también fue descrito por Mora et al. (2018), quienes observaron que la presencia de hormigas en cafetales infestados favorece la recolonización de la plaga después de periodos de control.

Finalmente, en todos los monitoreos, la severidad del daño se mantuvo en un grado 6 dentro de la escala utilizada, lo que representa un nivel alto de afectación y evidencia la dificultad de reducir la plaga de manera definitiva. Esta situación concuerda con las observaciones de lo reportado por Villegas-García et al., (2013) y Cenicafé (2015), quienes destacan que el manejo de *Puto barberi* requiere un enfoque integral y sostenido, combinando prácticas culturales, control químico y estrategias biológicas, además de un monitoreo permanente para evitar que la plaga se establezca nuevamente en el sistema radicular y permita detectar oportunamente nuevos focos de infestación.

**Tabla 6***Práctica cultural destacada*

<b>Mes</b>	<b>Práctica cultural destacada</b>
1	Podas sanitarias (eliminación de ramas, brotes o tejidos afectados)
2	Poda sanitaria (retiro puntual de pequeños brotes o tejido)
3	retirada de plantas improductivas
4	podas sanitarias y retirada de plantas improductivas
5	podas sanitarias y retirada de plantas improductivas y deshierbe mecanizado
6	podas sanitarias y retirada de plantas improductivas
7	podas sanitarias y retirada de plantas improductivas
8	Deshierbe manual
9	Control de arvenses
10	Podas sanitarias
11	Deshierbe mecanizado
12	Control de arvenses
13	Podas sanitarias
14	Deshierbe manual
15	Podas sanitarias y manejo de arvenses
16	Control de arvenses
17	Deshierbe mecanizado
18	Podas sanitarias

Fuente. Autor

Las prácticas culturales implementadas durante el periodo de estudio se desarrollaron de manera secuencial a lo largo de los 18 meses de monitoreo, combinando principalmente podas sanitarias, eliminación de plantas improductivas y manejo de arvenses mediante deshierbe manual o mecanizado. Durante los primeros meses del monitoreo (meses 1 a 7) predominó la aplicación de podas sanitarias y la retirada de plantas improductivas, prácticas orientadas a mejorar la estructura del cafetal y eliminar focos potenciales de infestación de la cochinilla de

raíz (*Puto barberi*). Estas acciones permitieron reducir la presencia de tejidos debilitados o colonizados y mejorar las condiciones de ventilación y luminosidad dentro del cultivo.

De acuerdo con Cenicafé enfatiza que las podas sanitarias deben realizarse de manera sistemática, no solo para renovar la estructura de la planta y favorecer la brotación, sino también para eliminar tejidos afectados y residuos vegetales donde la plaga puede sobrevivir y que pueden actuar como refugio para diferentes plagas. Asimismo, la eliminación de plantas contribuye a disminuir focos de infestación subterráneos, ya que las raíces muertas o debilitadas en descomposición pueden funcionar como reservorio natural para la plaga.

A partir del mes 8, las prácticas culturales se orientaron principalmente hacia el manejo de arvenses, mediante deshierbe manual, control de arvenses y deshierbe mecanizado, acciones que se repiten de forma alternada hasta el mes 17. Estas prácticas contribuyeron a reducir la cobertura vegetal en el suelo, limitando la presencia de hospederos alternos y mejorando las condiciones del microambiente radicular del cultivo. No obstante, la alternancia entre periodos de control y recuperación posterior de arvenses evidencia la necesidad de mantener la continuidad de estas labores para evitar la recolonización de las plantas.

En este sentido Mora et al. (2018) destacan que la falta de continuidad en el control cultural permite que las arvenses hospederas mantengan poblaciones residuales de la plaga, que pueden recolonizar rápidamente las plantas sanas cuando las condiciones ambientales vuelven a ser favorables.

Durante los últimos meses del monitoreo (meses 13 a 18) se retomaron nuevamente las podas sanitarias combinadas con manejo de arvenses, lo que refleja un enfoque de mantenimiento del cultivo orientado a conservar las condiciones fitosanitarias del cafetal y

prevenir nuevos focos de infestación. En conjunto, estas prácticas contribuyeron a mejorar las condiciones del cultivo y a limitar el establecimiento de la plaga en el sistema radicular.

Finalmente, los resultados evidencian que las prácticas culturales aplicadas contribuyeron a la contención progresiva de la plaga, aunque su efectividad depende de la continuidad y complementariedad con otras estrategias de manejo integrado. Tal como señalan Villegas-García et al. (2013), el manejo integrado de plagas debe entenderse como un proceso continuo que combine acciones preventivas, prácticas culturales y monitoreo permanente, con el fin de lograr un control sostenible en el tiempo.

A continuación, se relaciona las aplicaciones realizadas en campo para cada tipo de control del MIP, tras lo encontrado en cada monitoreo.

**Tabla 7**

*Implementación del MIP*

<b>Me s</b>	<b>Actividad</b>	<b>Observación</b>
1	Aplicación química Thiamethoxam + Cyproconazole + podas sanitarias	Inicio del control al registrarse incidencia superior al 30 %.
2	Aplicación química Silicio (Clorpirifos) + eliminación de plantas improductivas	Rotación de producto para evitar resistencia.
3	Aplicación química Thiamethoxam + Cyproconazole + primera aplicación biológica	Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> (50 cc por planta.) dos semanas después del químico.
4	Aplicación química Clorpirifos + segunda aplicación biológica (2 semanas después del químico) + podas sanitarias y retirada de plantas improductivas	Manejo combinado químico-biológico.
5	química Thiamethoxam + Cyproconazole + tercera aplicación biológica + control de arvenses	Se observa reducción parcial de la plaga.

6	Aplicación química Clorpirifos + Cuarta aplicación biológica + eliminación de plantas infestadas	Disminución gradual de focos de infestación.
7	Aplicación química Thiamethoxam + Cyproconazole + monitoreo fitosanitario	Persisten focos aislados en algunas plantas.
8	Aplicación química Silicio + deshierbe manual + regulación de sombra	Mejora de condiciones microclimáticas.
9	Aplicación química Thiamethoxam + Cyproconazole + control de arvenses	Mejora de condiciones microclimáticas.
10	Aplicación química Silicio + refuerzo biológico	Aplicación puntual de <i>Beauveria bassiana</i> en focos detectados.
11	Aplicación química Thiamethoxam + Cyproconazole + deshierbe mecanizado	Mejora de ventilación del cultivo.
12	Aplicación química Silicio + monitoreo fitosanitario	Seguimiento de la dinámica poblacional.
13	Aplicación química Thiamethoxam + Cyproconazole + podas sanitarias	Eliminación de focos residuales.
14	Aplicación química Silicio + deshierbe manual	Control de arvenses y mantenimiento del lote.
15	Aplicación química Thiamethoxam + Cyproconazole + manejo de arvenses	Mejora del estado fisiológico del cultivo.
16	Aplicación química Silicio + refuerzo biológico	Control en focos aislados detectados.
17	Aplicación química Thiamethoxam + Cyproconazole + deshierbe mecanizado	Baja presencia de la plaga en raíces.
18	Aplicación química Silicio + monitoreo final	Evaluación final del manejo y reducción significativa de la infestación, con baja presencia de plaga

Durante el monitoreo se implementó un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) combinando estrategias químicas, biológicas y culturales, orientadas al control de *Puto barberi* en el cultivo de café. En las primeras fases del manejo, las aplicaciones químicas fueron priorizadas ante el alto nivel de daño observado en los monitoreos iniciales, el cual superaba el 20 %. Esta decisión se enmarca en lo descrito por Cenicafe en sus recomendaciones técnicas, que sugieren iniciar con medidas de choque cuando la infestación alcanza niveles críticos de daño económico, con el fin de estabilizar la población de la plaga antes de introducir agentes biológicos.

Las aplicaciones de los productos Thiamethoxam + Cyproconazole 600 WG y Clorpirifos se realizaron de manera alternada, buscando mantener la efectividad y evitar resistencia. Estas medidas de control químico fueron complementadas con podas sanitarias y eliminación de plantas improductivas, prácticas recomendadas por Villegas-García et al., (2013) y Mora et al. (2018), como pasos esenciales para disminuir los focos activos de infestación y reducir la biomasa radicular disponible para la plaga. No obstante, el uso continuo de productos químicos con efecto residual y amplio espectro puede limitar la actividad de enemigos naturales, lo que representa un riesgo para el equilibrio biológico del agroecosistema, como lo advirtió Constantino (2020), al analizar los impactos del manejo convencional sobre artrópodos benéficos.

A partir del tercer monitoreo, se incorporó la estrategia biológica mediante la aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, aplicada cada dos semanas después del control químico. Esta sincronización buscó evitar la inactivación del agente biológico por residuos del insecticida y favorecer la colonización del hongo en el suelo. Cenicafe (2015) y Mora et al., (2018), han documentado que *B. bassiana* actúa eficazmente sobre las cochinillas del café,

siempre que exista suficiente humedad y que no haya exposición directa a productos químicos incompatibles. En este estudio, la aplicación biológica logró una reducción parcial y sostenida de la infestación, lo que coincide con lo reportado por Villegas-García et al., (2013), en sistemas de manejo combinado, donde el control biológico funciona mejor como refuerzo y no como sustituto del control químico.

Los resultados observados durante las aplicaciones sucesivas confirman la importancia de mantener la continuidad en el manejo integrado. Tras las primeras liberaciones de *B. bassiana*, se evidenció una disminución de plantas afectadas y raíces con presencia de cochinilla, aunque sin llegar a erradicar completamente los focos de infestación. Este comportamiento es coherente con lo descrito en los informes de Cenicafe, donde se señala que la plaga *Puto barberi* presenta ciclos subterráneos persistentes y una capacidad de reinfestación elevada, especialmente en suelos con alta humedad y poca cobertura vegetal controlada.

El monitoreo final mostró que, si bien el MIP implementado permitió reducir la densidad poblacional de la plaga, no logró eliminarla por completo. Persistieron focos aislados, lo que sugiere que las condiciones microclimáticas y las asociaciones mutualistas con hormigas siguieron favoreciendo la supervivencia de la cochinilla. En efecto, durante el estudio se registró la presencia constante de hormigas en proporciones entre 9 y 18 individuos por planta, un fenómeno ampliamente descrito por Constantino (2020), quien explica que las hormigas actúan como protectoras y dispersoras de las cochinillas, garantizando su permanencia en el sistema radicular. La ausencia total de depredadores naturales observada en los monitoreos confirma lo señalado por Villegas-García et al., (2013) y Mora et al., (2018), quienes advierten que *Puto barberi* tiene pocos enemigos biológicos conocidos debido a su estructura cerosa protectora y su hábito subterráneo, lo que limita la acción natural de parasitoides y depredadores.

En este contexto, las prácticas culturales mantuvieron un papel esencial dentro del MIP. Las podas sanitarias, el retiro de plantas improductivas y el deshierbe mecanizado contribuyeron a disminuir la humedad excesiva y mejorar la aireación del suelo, factores que reducen la supervivencia del insecto. Este resultado respalda las recomendaciones de Cenicafé, que propone la integración de estrategias químicas, biológicas y culturales como la vía más efectiva y sostenible para el control de la cochinilla del café. Sin embargo, como lo señalan Mora et al., (2018), la efectividad del MIP depende de la constancia de las acciones y del monitoreo periódico, ya que los lapsos prolongados sin manejo pueden permitir la reactivación de colonias latentes.

Finalmente, considerando que la pérdida de plantas por efecto de la cochinilla superó el 20 % y que el control logrado fue parcial, se recomendó al productor implementar una resiembra escalonada, conforme a lo establecido en el Avance Técnico 459 de 2015. Esta práctica, además de renovar el área afectada, permite aprovechar las lecciones del manejo anterior para establecer un sistema de cultivo más resiliente, con mejor sombra, control de arvenses y aplicación planificada de agentes biológicos. En sí, el MIP aplicado en la finca El Mirador demostró ser funcional para reducir la presión de *Puto barberi*, pero evidencia la necesidad de fortalecer la articulación entre las acciones preventivas, biológicas y culturales, consolidando un enfoque verdaderamente sostenible del control de plagas en café.



## Conclusiones

La cochinilla del café (*Puto barberi*) representa una amenaza significativa para los cafetales en etapa de establecimiento, ya que su ciclo de vida prolongado y su asociación con hormigas favorecen su persistencia en el sistema radicular.

Las condiciones ambientales de la finca El Mirador, especialmente la humedad del suelo y la presencia de arvenses hospederas, influyen directamente en la proliferación de la plaga, lo que resalta la importancia de un manejo integral adaptado al entorno local.

La aplicación combinada de métodos biológicos, químicos y culturales demostró ser efectiva para reducir la incidencia de *Puto barberi*, siempre que se realicen muestreos sistemáticos y se roten los productos insecticidas para evitar resistencia.

La conservación de enemigos naturales, como las avispas parasitoides, y el manejo racional de la cobertura vegetal contribuyen a mantener el equilibrio ecológico del cafetal y a disminuir el impacto ambiental del control químico.

La implementación del plan de manejo integrado permitió establecer bases técnicas para la regulación de la cochinilla del café, evidenciando mejoras en la sanidad del cultivo durante el periodo efectivo de monitoreo. Si bien el estudio se enmarca en los primeros 18 meses de establecimiento del cultivo, el seguimiento detallado de las variables se realizó durante una fase específica del periodo, en la cual se observó una reducción progresiva de la incidencia de la plaga y de los síntomas asociados.

Estos resultados sugieren que la aplicación continua de estrategias de manejo integrado contribuye a la regulación de *Puto barberi*; sin embargo, se requiere mantener el monitoreo durante todo el ciclo de establecimiento para confirmar su efecto sostenido en el tiempo.

Finalmente, se concluye que la gestión preventiva, el monitoreo continuo y la diversificación de estrategias de control son pilares fundamentales para mantener un cultivo de café saludable, rentable y ambientalmente responsable en el contexto de la finca El Mirador.

Las podas sanitarias y la retirada de plantas muertas fueron prácticas positivas dentro del control cultural, contribuyendo a reducir focos de infestación y mejorar la ventilación del cultivo.

## Recomendaciones

Se recomienda mantener un muestreo sistemático y periódico de las plantas, siguiendo los criterios de Cenicafé (2015), para detectar la presencia de (*Puto Barberi*) en etapas tempranas. Dado que los síntomas aéreos pueden no ser visibles inicialmente, se sugiere revisar raíces durante los primeros 12 meses dentro de la plantación.

Se sugiere hacer el almácigo en la misma finca, por lo que es necesario que asegure un buen sistema de raíces y realice seguimiento y control de cochinillas.

Dado que el café es una planta perenne cuya vida productiva se extiende aproximadamente por 20 años, es fundamental iniciar el cultivo con material vegetal de alta calidad. Para garantizar el aprovechamiento pleno de ese ciclo productivo, se recomienda que las nuevas siembras se realicen utilizando plantas sanas, libres de plagas y enfermedades, que presenten un crecimiento vigoroso y uniforme.

El establecimiento de cafetales con plántulas libres de patógenos reduce de manera significativa el riesgo de problemas sanitarios en las primeras etapas, lo que se traduce en menores costos de control y un mejor desarrollo del cultivo. Además, contar con un sistema radicular bien formado en las plantas favorece la absorción eficiente de agua y nutrientes, incrementando la tolerancia al estrés hídrico y el potencial productivo a lo largo de la vida útil de la plantación.

Puede que la cantidad de (*Beauveria bassiana*) aplicada no fuera la adecuada para la presión de plaga, también las temperaturas estables y humedad moderada (19.5 – 20.5 °C y 75 %) pueden haber favorecido su ciclo biológico. Además, las hormigas pueden proteger a las cochinillas, lo que dificulta el control biológico debido a que no se implementó un manejo

integrado de las hormigas. De otro modo el producto químico utilizado, aunque se alternó pudo no tener el efecto esperado.

En general es posible no haber detectado de manera temprana la presencia de la plaga y esta se encontraba en una etapa avanzada, ya que Cenicafe (2015), recomienda comenzar a realizar controles durante los primeros 12 meses de la plantación.

Se recomienda mantener los lotes de café limpios sin la presencia de arvenses para prevenir la presencia de la plaga.

## Referencias

- Agrobanco, (2012). *Mejoramiento Genético y Biotecnológico de Plantas*.  
[https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO\\_GENETICO\\_Y\\_BIOTECNOLOGICO\\_DE\\_PLANTAS.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf)
- Badii, M., Landeros, J., & Cerda, E. (2015). Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas: Un apoyo al desarrollo sustentable. *Cultura Científica y Tecnológica*, (23).  
<file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-ManejoSustentableDePlagasOManejoIntegralDePlagas-7301261.pdf>
- Cenicafé (2011). *Estudio sobre cochinitas harinosas que afectan las raíces del café en Colombia*. *Cenicafé*, 62(1), 48-55.
- Cenicafé, (2015). *Manejo integrado de las cochinitas de las raíces del café*. Avance Técnico 459. Manizales, Caldas, Colombia. <https://doi.org/10.38141/10779/0459>
- Constantino, L. M. (2020). *El control biológico natural*. En P. Benavides Machado & C. E. Góngora (Eds.), *El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano* (36–67). *Cenicafé*. [https://doi.org/10.38141/10791/0001\\_3](https://doi.org/10.38141/10791/0001_3)
- CropLife, (2022). *Agroquímicos, tecnologías para la agricultura*.  
<https://croplifela.org/es/agrotecnologias/agroquimicos>
- Elton, A (2017). Agencia FAPESP. *Plagas agrícolas cada vez más resistentes a los insecticidas amenazan al agronegocio*. <https://agencia.fapesp.br/plagas-agricolas-cada-vez-mas-resistentes-a-los-insecticidas-amenazan-al-agronegocio/26650>
- Falcón, B (2016). *Extractos Vegetales Para El Control Orgánico De La Cochinita Silvestre (Dactylopius Spp.) Del Nopal*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Del Estado

De Hidalgo]. Repositorio institucional UAEH.

<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/5211/AT20530.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO, (2025). *Manejo integrado de plagas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>

FAO. (2020). *Agricultura sostenible: Estrategias para la caficultura y el medio ambiente*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [www.fao.org](http://www.fao.org)

Federación Nacional de Cafeteros (2021). *El impacto del cambio climático y la roya en la producción de café en Colombia. Informe Anual sobre Caficultura en Colombia*. [www.federaciondefcafeteros.org](http://www.federaciondefcafeteros.org)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, (2025). *Glosario*.

<https://federaciondefcafeteros.org/wp/glosario/variedad-supremo/>

FNC (2016). *Manejo Integrado de las Cochinilla de las raíces del café. Federación Nacional de Cafeteros*.

[https://federaciondefcafeteros.org/static/files/NORTE\\_CAFETERO\\_42\\_web\\_copia\\_\(1\).pdf](https://federaciondefcafeteros.org/static/files/NORTE_CAFETERO_42_web_copia_(1).pdf)

Marina, C. P. A. (2018). *El concepto de control biológico y sus premisas fundamentales*.

<https://repository.agrosavia.co/items/9ca51b15-5713-4003-9a19-ca440c3a6d16>

Mendoza, et al., (2018). *Identificación del agente causal del mildiu de la albahaca y metodos para la estimación de su severidad*. 79 (1): 159 – 167.

<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i1.1158>

- Mora-M., Oscar H., Ramos-P., Andrea A. y Bacca, Tito. (2018). Chinchas Harinosas En Raíces De Café Y Su Flora Arvensis Asociada En El Departamento De Nariño. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 22 (2), 15-23.  
<https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.2.1>
- SenaSica, (2014). *Cochinilla del café Planococcus lilacinus Cockerell*. SAGARPA.  
<https://royacafe.lanref.org.mx/Documentos/FTNo45Planococcuslilacinus.pdf>
- Trejo, A., et al., (2015). *Eficiencia de Beauveria bassiana en el control de la broca del café (Hypothenemus hampei Ferrari), según producto comercial y dosis de Aplicación*.  
<https://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Martes%2030%20abril/7-Eficiencia%20de%20Beauveria%20Bassiana.pdf>
- Vallejos, G (2022). *Capacitación en la producción de colinos de café (Coffea arábica) y obtención de 25.500 plántulas de café (Coffea arábica) variedad Cenicafé 1, con 17 productores del municipio del Rosario Nariño*.
- Villegas-García., Peña-M., Muñoz-H., Martínez-C & Benavidez-M (2013). *Aspectos del ciclo de vida de Puto arberi cockerell (Hemiptera: Putoidae)*. *Cenicafé*, 64(1):31-41. chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbdm/adm/https://www.vliz.be/imisdocs/publications/308826.pdf.

## Apéndices

### Apéndice 1

*Primeros síntomas asociados a la presencia de Cochinilla*



*Fuente. Autor*



## Apéndice 2

### *Amarillamiento de hojas en café*



*Fuente. Autor*

### Apéndice 3

#### *Inspección de Raíz del café*



*Fuente. Autor*

## Apéndice 4

### *Implementación control Químico*



*Fuente. Autor*

## Apéndice 5

### *Implementación Control Químico en Campo*



*Fuente. Autor*

## Apéndice 6

### *Monitoreo – Manejo cultural – Eliminación Plantas*



*Fuente. Autor*

## Apéndice 7

### *Monitoreo – Raíz con afectaciones*



Fuente. Autor

## Apéndice 8

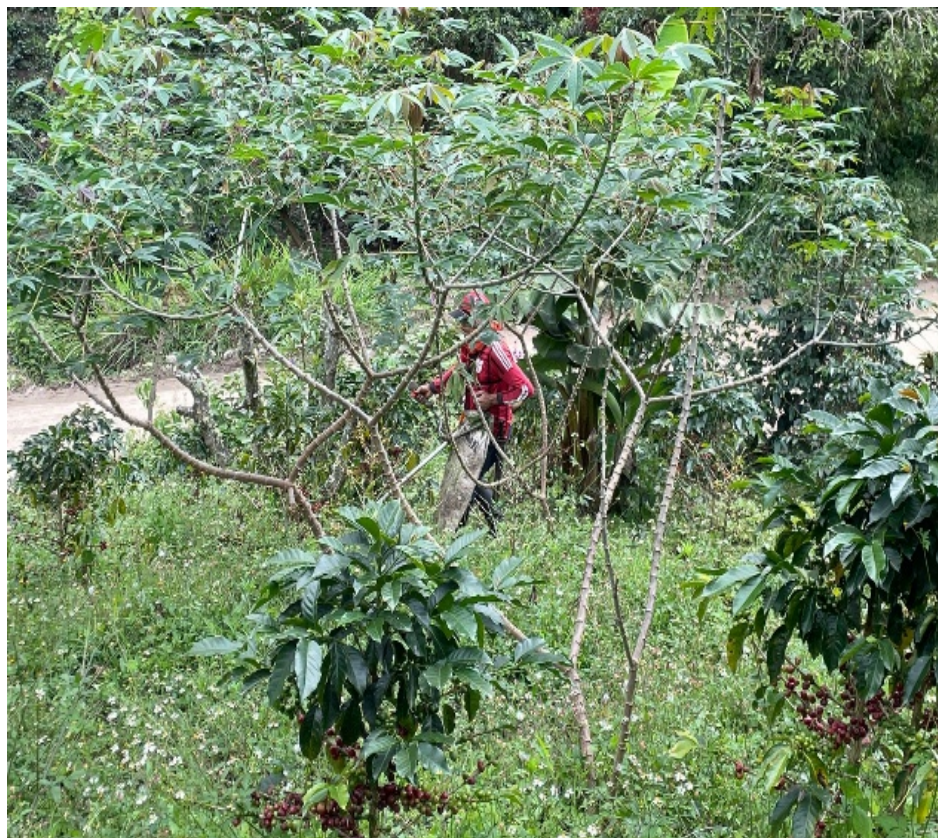
### *Lote de café con mejorar parciales*



*Fuente. Autor*

## Apéndice 9

### *Deshierbe Mecánico*



*Fuente. Autor*