



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 03 de Diciembre de 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito:

MARY YULIETH CAMPOS ORTIZ, con C.C. No.1081413176, autor del trabajo de grado titulado "ASISTENCIA TÉCNICA Y TRABAJOS AFINES A LA CAFICULTURA REALIZADOS EN LA COOPERATIVA DEPARTAMENTAL DE CAFICULTORES DEL HUILA (CADEFIHUILA)", presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de Ingeniera Agrícola;

Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: MARY YULIETH CAMPOS ORTIZ

Firma:

Vigilada Mineducación



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** “Asistencia técnica y trabajos afines a la caficultura realizados en la Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila (Cadefihuila)”.

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Campos Ortiz	Mary Yulieth

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ruiz Osorio	Yaneth Liliana

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Quiroga Ruiz	Néstor Javier

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniera Agrícola

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Ingeniería Agrícola

**CIUDAD:** La Plata

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2018

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 76

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas\_\_\_ Fotografías X Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general X  
Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_  
Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadros X

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Vigilada mieducación



**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

Español

Inglés

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1. Buenas prácticas agrícolas               | Good agricultural practice            |
| 2. Plagas en cultivo de café                | Pests in coffee cultivation           |
| 3. Enfermedades en cultivo de café          | Diseases in coffee cultivation        |
| 4. Poscosecha                               | Postharvest                           |
| 5. Sistema modular de tratamiento anaerobio | Modular system of anaerobic treatment |

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

El presente trabajo se desarrolló en la Cooperativa CADEFIHUILA, allí se realizó asistencia técnica y trabajos afines a la caficultura en el occidente del Huila. Inicialmente se realizaron días de campo y visitas técnicas a 192 fincas para identificar problemáticas en torno al manejo agronómico del café y su proceso, poscosecha. Posteriormente se realizaron capacitaciones en control de plagas, enfermedades y arvenses teniendo en cuenta las BPA y el manejo ambiental. También se orientó a los productores en el adecuado almacenamiento de agroinsumos y café pergamino seco. Bajo la asesoría de los asistentes técnicos, se dieron recomendaciones para la fertilización adecuada de cada cultivo según sus requerimientos nutricionales. De igual manera, se capacitó a 40 productores de café en la correcta inoculación, arranque y operación de un Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio. Además, se realizaron actividades culturales en la granja experimental de la Cooperativa. Se identificaron problemas de plagas como: la arañita roja, la chamusquina, la broca y el minador de hoja; de igual manera, se evidenciaron enfermedades como roya y muerte descendente. Así mismo, en los cafetales visitados, se evidenció principalmente deficiencias de elementos como nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y magnesio. De las 192 fincas visitadas, el 15% no contaban con BPA en las bodegas destinadas para almacenamiento de café pergamino seco y productos agrícolas. Respecto al SMTA, se logró explicar de manera pedagógica su instalación a caficultores que posteriormente instalarán en sus fincas dicho sistema para lograr reducir la contaminación en las aguas residuales del proceso de beneficio.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The present work was developed in the Cooperativa CADEFIHUILA, there was technical assistance and related jobs to coffee growing in western Huila. Initially field days and technical visits were made to 192 farms to identify problems related to the agronomic management of coffee and its process, postharvest. Subsequently, training in pest, disease and weed control was carried out taking into account BPA and environmental management. The producers were also guided in the adequate storage of agro-inputs and dry parchment coffee. Under the advice of the technical assistants, recommendations were given for the adequate fertilization of each crop according to their nutritional requirements. Likewise, 40 coffee producers were trained in the correct inoculation, startup and operation of a Modular Anaerobic Treatment System. In addition, cultural activities were carried out in the cooperative's experimental farm. Pest problems were identified as: the red spider, the singe, the bit and the leaf miner; In the same way, diseases such as rust and descending death were evidenced. Likewise, in the coffee plantations visited, deficiencies of elements such as nitrogen, phosphorus, potassium, iron and magnesium were evidenced. Of the 192 farms visited, 15% did not have BPA in the warehouses used to store dry parchment coffee and agricultural products. Regarding the SMTA, it was explained in a pedagogical way its installation to farmers who will later install this system in their farms in order to reduce pollution in the wastewater of the beneficiation process.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: Víctor Manuel Martínez Castro

Firma:

Nombre Jurado: Bertulfo Delgado Joven

Firma:

**ASISTENCIA TÉCNICA Y TRABAJOS AFINES A LA CAFICULTURA  
REALIZADOS EN LA COOPERATIVA DEPARTAMENTAL DE CAFICULTORES  
DEL HUILA (CADEFIHUILA)**

**MARY YULIETH CAMPOS ORTIZ  
CÓD. 20121111064**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA AGRÍCOLA  
SEDE LA PLATA  
2018**

**ASISTENCIA TÉCNICA Y TRABAJOS AFINES A LA CAFICULTURA  
REALIZADOS EN LA COOPERATIVA DEPARTAMENTAL DE CAFICULTORES  
DEL HUILA (CADEFIHUILA)**

**MARY YULIETH CAMPOS ORTIZ  
CÓD. 20121111064**

**Trabajo presentado a la facultad de ingeniería como requisito parcial para  
optar a título como ingeniera agrícola**

**ING. YANETH LILIANA RUÍZ OSORIO  
Directora de pasantía**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA AGRÍCOLA  
SEDE LA PLATA  
2018**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

---

Yaneth Liliana Ruíz Osorio  
Directora

## DEDICATORIA

Mi trabajo de grado lo dedico primeramente a Dios, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para no rendirme, por darme salud para lograr mis objetivos.

A todas las personas que me ayudaron en el desarrollo de este trabajo, especialmente a mis padres Yined Ortiz Ramirez y Luis Emiro Campos Noriega, que con su amor y apoyo incondicional me acompañaron en el recorrido de este logro alcanzado.

A mi ángel, que desde el cielo me cuida, y que también me acompañó en este hermoso proceso.

A mis profesores, que con su apoyo, enseñanzas y motivación fueron de gran ayuda para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de este trabajo.

A mis amigos y compañeros; Laura Anaya, Gustavo Ortigoza, Diana Suarez, Nathalia Mediana y Andrés Trujillo, por su compañía en los buenos y malos momentos durante nuestra carrera profesional.



## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis agradecimientos a:

La Universidad Surcolombiana, por brindarme apoyo en todo lo requerido durante mi carrera profesional, especialmente a los docentes que tuve el privilegio de conocer su método de enseñanza, porque de cada uno aprendí algo nuevo para utilizarlo profesionalmente.

La Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila, por haber permitido realizar mi pasantía y haber puesto su confianza en todos mis potenciales. Por darme la oportunidad de adquirir conocimientos y destrezas en las diferentes actividades, que fueron de gran ayuda para la realización del presente trabajo de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1.    Objetivo General.....	12
2.2.    Objetivos específicos .....	12
3. MARCO TEÓRICO .....	13
3.1.    Reseña descriptiva de la empresa.....	13
3.1.1.    Sellos de certificación de calidad .....	13
3.1.1.1. <i>UTZ</i> .....	13
3.1.1.2. <i>4C (Código Común para la Comunidad Cafetera)</i> .....	13
3.1.1.3. <i>Rainforest Alliance (Alianza para bosques)</i> .....	14
3.1.1.4. <i>FLO (Fairtrade Labelling Organizations Internationa)</i> .....	14
3.1.1.5. <i>C.A.F.E. Practices (Coffee And Farmer Equity Practices)</i> .....	14
3.2.    El Café .....	14
3.2.1.    Tipos de café sembrados .....	15
3.2.2.    Manejo agronómico .....	16
3.2.2.1. <i>Manejo integrado de arvenses</i> .....	16
3.2.2.2. <i>Fertilización</i> .....	17
3.2.2.3. <i>Enfermedades del café</i> .....	21
3.2.2.4. <i>Plagas del café</i> .....	23
3.2.3.    Almacenamiento de insumos agrícolas .....	27
3.2.4.    Cosecha .....	27
3.2.5.    Post-cosecha.....	29
3.2.5.1. <i>Beneficio del café</i> .....	29
3.2.5.2. <i>Secado del café</i> .....	30
3.2.5.3. <i>Empaque y almacenamiento del café seco</i> .....	31
4. METODOLOGÍA.....	32
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	37
6. CONCLUSIONES.....	67
7. RECOMENDACIONES .....	68
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	76

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 punto óptimo de madurez de las cerezas para su recolección .....	28
Figura 2 Capacitación fertilización de cultivo de café.....	34
Figura 3 Esquema de siembra tres bolillos .....	35
Figura 4. Porcentaje de incidencia de plagas en las fincas de asociados a la Cooperativa del occidente del Huila.....	40
<i>Figura 5. Infestación de broca según altura sobre el nivel del mar.....</i>	<i>42</i>
Figura 6. Porcentaje de incidencia de enfermedades en las fincas de asociados a la Cooperativa en el occidente del Huila.....	44
Figura 7. Incidencia de roya de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar .....	46
Figura 8. Porcentajes de deficiencias en los cultivos de asociados a la Cooperativa del Occidente del Huila.....	49
Figura 9. Vista en planta de diseño de bodega de café y agroinsumos para pequeños productores.....	52
Figura 10 SMTA con capacidad máxima de 833 kg café cereza día.....	53
<i>Figura 11 Tanque de fermentación, finca La Cabaña.....</i>	<i>54</i>
Figura 12 Trampa de pulpas .....	55
Figura 13 Reactores hidrolíticos acidogénicos.....	55
Figura 14 Accesorio de fondo para fijar nivel a 45 cm.....	56
Figura 15 Tapón roscado para descargar lodos de los RHA.....	56
Figura 16 Excavación para reboses de agua residual.....	57
Figura 17 Acondicionamiento interior de la recamara de dosificación.....	58
Figura 18 Malla plástica de la recamara de dosificación.....	58
Figura 19 Llenado de reactor metanogénico con trozos de guadua.....	59
Figura 20 Preparación del inóculo.....	59
Figura 21 Adición de urea a 8 lts de agua.....	60
Figura 22. Cambio de tonalidad y textura del agua en las diferentes fases del SMTA. ....	61
Figura 23 Modelo huerta casera.....	65
Figura 24 Hortalizas en eras modelo.....	65
Figura 25. Implementación de huertas caseras por mujeres cafeteras.....	66

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Características morfológicas, agronómicas y del grano de las variedades de café.....	16
Tabla 2. Periodo del ciclo de vida de la Broca del café, según temperatura (°C).....	24
Tabla 3. Reuniones realizadas por Cadefihuila y asociados comerciales.....	37
Tabla 4. Plagas más comunes en los cultivos de café visitados.....	38
Tabla 5. Infestación de broca en lotes de fincas muestreadas.....	42
Tabla 6. Enfermedades más encontradas en cultivos de café visitados.....	43
Tabla 7. Infestación de roya en lotes de fincas muestreados.....	45
Tabla 8 Deficiencias más marcadas en cultivos de café visitados.....	47
Tabla 9 Actividades realizadas en la granja experimental de Cadefihuila.....	62

## ANEXO

Anexo A materiales necesarios para la inoculación y arranque de los SMTA.....	76
---	----

## RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila (CADEFIHUILA), allí se realizó asistencia técnica y trabajos afines a la caficultura en los municipios de La Plata, La Argentina, Paicol, Nátaga y Tesalia. Inicialmente se realizaron días de campo y visitas técnicas a 192 fincas para identificar problemáticas en torno al manejo agronómico del café y su proceso, postcosecha. Posteriormente se realizaron capacitaciones en control de plagas, enfermedades y arvenses teniendo en cuenta las buenas prácticas agrícolas (BPA) y el manejo ambiental. También se orientó a los productores en el adecuado almacenamiento de agroinsumos y café pergamino seco para evitar riesgo a la salud y el medio ambiente. Bajo la asesoría de los asistentes técnicos, se dieron recomendaciones para la fertilización adecuada de cada cultivo según sus requerimientos nutricionales. De igual manera, se capacitó a 40 productores de café en la correcta inoculación, arranque y operación de un Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio (SMTA), teniendo como base un prototipo con capacidad máxima de 833 kg de café cereza por día. Además, se realizaron actividades culturales en la granja experimental de la Cooperativa.

Durante las visitas técnicas, se identificaron problemas de plagas como: la araña roja (8%), la chamusquina (2,08%), la broca (10,42%) y el minador de hoja (5%), debido a las altas temperaturas, tiempos prolongados de sequía y en alturas sobre el nivel del mar entre los 1400 y 1600 metros; de igual manera, se evidenciaron enfermedades como la roya (5 lotes) y muerte descendente (2 lotes), atribuidas al exceso de lluvia y temperaturas entre los 18 y 22°C. Así mismo, en los cafetales visitados, se evidenció principalmente deficiencias de elementos como nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y magnesio en un 15, 10, 8, 12 y 20% respectivamente. De las 192 fincas visitadas, el 15% no contaban con BPA (buenas prácticas agrícolas) en las bodegas destinadas para almacenamiento de café pergamino seco y productos agrícolas, debido a falta de recursos económicos o desconocimiento de los caficultores. Respecto al SMTA, se logró explicar de manera pedagógica su instalación a caficultores que posteriormente instalarán en sus fincas dicho sistema para lograr reducir la contaminación presente en las aguas residuales de lavado del grano o “mieles del café”, permitiendo la reutilización de estas aguas en el riego o labores domésticas.

Finalmente, se aprovecharon los espacios de la granja experimental de la Cooperativa Cadefihuila, ubicada en la sede La Plata, seccional Occidente, para realizar actividades culturales en semillero y almácigo de café, y la producción de cultivos de cacao y plátano, con el propósito de extender la experiencia a los caficultores y lograr de esta manera impulsar el desarrollo agrícola. De igual forma, se ejecutó un prototipo de huerta casera que sirvió como modelo para la realización de huertas en las fincas de 60 mujeres cafeteras, que a través del proyecto pudieron

cultivar sus propios alimentos para mejorar su calidad nutricional y de vida, garantizando su seguridad alimentaria.

**Palabras clave:** BPA, SMTA, Fertilización, Plaga, Enfermedad.

## SUMMARY

The present work was carried out in the Departmental Cooperative of Coffee Growers of Huila (CADEFIHUILA), where technical assistance and related works were carried out in coffee plantations in the municipalities of La Plata, La Argentina, Paicol, Nátaga and Tesalia. Initially field days and technical visits were made to 192 farms to identify problems related to the agronomic management of coffee and its process, postharvest. Subsequently, training in pest, disease and weed control was carried out taking into account good agricultural practices (BPA) and environmental management. The producers were also guided in the adequate storage of agro-inputs and dry parchment coffee to avoid risks to health and the environment. Under the advice of the technical assistants, recommendations were given for the adequate fertilization of each crop according to their nutritional requirements. Likewise, 40 coffee producers were trained in the correct inoculation, start-up and operation of a Modular Anaerobic Treatment System (SMTA), based on a prototype with a maximum capacity of 833 kg of coffee per day. In addition, cultural activities were carried out in the cooperative's experimental farm.

During the technical visits, problems of pests were identified such as: the red spider (8%), the chamusquina (2.08%), the bit (10.42%) and the leaf miner (5%), due to the high temperatures, prolonged times of drought and in heights above sea level between 1400 and 1600 meters; Likewise, diseases such as rust (5 lots) and descending death (2 lots) were found, attributed to excess rainfall and temperatures between 18 and 22 ° C. Likewise, in the coffee plantations visited, deficiencies of elements such as nitrogen, phosphorus, potassium, iron and magnesium were evidenced in 15, 10, 8, 12 and 20% respectively. Of the 192 farms visited, 15% did not have BPA (good agricultural practices) in the warehouses destined for storage of dry parchment coffee and agricultural products, due to lack of economic resources or lack of knowledge of the coffee growers. Regarding the SMTA, it was explained in a pedagogical way its installation to coffee farmers who will later install this system in their farms to reduce the pollution present in the residual waters of the grain or "honeys of coffee", allowing the reuse of these waters in Irrigation or housework.

Finally, the spaces of the experimental farm of the Cooperative were used to carry out cultural activities in the seedbed and coffee seedbed, and the production of cocoa and banana crops, with the purpose of extending the experience to the coffee

growers and thus achieving a boost agricultural development. Similarly, a prototype of a home garden was used as a model for the realization of vegetable gardens in the farms of 60 coffee women, who through the project were able to grow their own food to improve their nutritional and life quality.

**Keywords:** BPA, SMTA, Fertilization, Plague, Disease.

## 1. INTRODUCCIÓN

El café es un producto básico importante en la economía mundial, el segundo en comercialización después del petróleo (Bedri, 2017); el cual reúne varias características que lo convierten en un cultivo con gran impacto desde el punto de vista económico y social (FNC, 2010).

Es producido por aproximadamente 70 países, entre los cuales, 45 son responsables del 97% de la producción mundial (Intracen, 2017). Colombia se ha destacado por ser uno de los países con mejor café del mundo (Núñez, 2017). Según International Coffee Organization (OIC), desde el año 2000, “Colombia ha sido el tercer mayor exportador de café en el mundo con 9,59 millones de sacos, precedido por Brasil (27.81 millones de sacos) y Vietnam (15.63 millones de sacos)”, su exportación es considerada como fuente importante de ingresos del país y su producción un gran generador de empleo.

En cuanto al departamento del Huila, éste cuenta con 148.819 hectáreas de café cultivadas (Minagricultura, 2017), siendo líder en Colombia tanto en producción como en calidad, obteniendo productos denominados “*café especiales*” que se caracterizan entre otras cosas, por una producción sostenible (Café de Colombia, 2014). Según Suarez (2015), la producción de diversos tipos de café ha desarrollado negocios que convierten al grano en un gran generador de riqueza y empleo para la población del Huila. La asociatividad de los productores en busca de un óptimo desempeño comercial, ha permitido la creación de importantes empresas cooperativas, como la Cooperativa Departamental de Cafeteros del Huila L.T.D.A. (Cadefihuila), que presta servicios en 27 municipios y Coocentral que atiende siete, para cubrir entre ambas los 35 municipios cafeteros del Departamento. Cada una respeta el área de influencia de la otra y están asociadas para la importación de fertilizantes y exportación de café.

La Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila (Cadefihuila) está dedicada a la compra y venta de café y productos de provisión agrícola; además, presta una gran variedad de servicios al caficultor para que su café sea de alta calidad.

El presente informe contiene las actividades realizadas durante el periodo de pasantía. El objeto de la pasantía supervisada fue adquirir conocimientos y experiencia sobre el entorno laboral que permitieron dar soluciones a problemas particulares de las actividades desarrolladas en la Cooperativa.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Realizar asistencia técnica y trabajos afines a la caficultura en la Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila (Cadefihuila).

### **2.2. Objetivos específicos**

- Capacitar a productores asociados a la cooperativa en temas afines a la caficultura.
- Capacitar a productores en la inoculación, arranque y operación del Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio.
- Desarrollar actividades agrícolas en la granja experimental de la Cooperativa.



### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Reseña descriptiva de la empresa

La Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila (Cadefihuila), nace el año 1963 como iniciativa y respuesta a una necesidad de mercadear el café pergamino seco a los productores del grano del departamento del Huila, pero también como una necesidad de agrupar los pequeños productores en una entidad cooperativa que representara sus intereses. La cual fusiona 3 tres cooperativas la de Occidente en la Plata, la del sur en Pitalito y la del Norte Neiva.

CADEFIHUILA está comprometida con el desarrollo social y procura a través del mejoramiento continuo de sus procesos aumentar el grado de satisfacción de sus clientes productores asociados y no asociados.

Su misión es transferir el mayor precio posible a los caficultores, ofrecerles los productos de la canasta cafetera a precios competitivos y prestarles servicios de calidad a los asociados, todo ello enmarcado en criterios de viabilidad y sostenibilidad financiera.

La cooperativa espera consolidarse como uno de los líderes a nivel mundial en la comercialización de cafés especiales y como la mejor opción socio- económica para el caficultor de la región.

CADEFIHUILA LTDA, tiene sede principal en Neiva y subsedes en Pitalito y La Plata, con un área de influencia en 27 municipios, con 35 puntos de atención en compras de café y venta de fertilizantes, así como 18 almacenes de provisión agrícola (Cadefihuila, 2016).

3.1.1. **Sellos de certificación de calidad.** El Huila ha ganado reconocimiento mundial por ser productor de cafés especiales de excelente calidad y principal comercializador del departamento, por ello cuenta con cafés certificados. La Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila posee la certificación de calidad de varios sellos como UTZ, 4C, Rainforest Alliance, mercado justo FLO y C.A.F.E. Practices.

3.1.1.1. **UTZ.** Este sello significa “buen café” en dialecto Maya y es utilizado para certificar cultivos como café, cacao, té y avellanas que han sido producidos de manera sostenible, con ello logra contribuir en salvaguardar los recursos ambientales en la actualidad y en el futuro (UTZ, 2017).

3.1.1.2. **4C (Código Común para la Comunidad Cafetera).** Promueve la sostenibilidad de la caficultura al relacionarla con la actividades ambientales, sociales y económicas (FNC, 2014).

- 3.1.1.3. **Rainforest Alliance (Alianza para bosques).** Apuesta por una agricultura orientada a la sostenibilidad. El sello representa a aquellos productos que proceden de empresas productoras que comercializan respetando la sostenibilidad medioambiental y social al comprometerse con la protección de la biodiversidad y el bienestar de los trabajadores agrícolas (LIDL, 2017).
- 3.1.1.4. **FLO (Fairtrade Labelling Organizations Internationa).** Este sello es símbolo del sistema internacional del Comercio Justo reconocidos a nivel mundial. La marca, es reconocida por los consumidores a nivel mundial como el mejor emblema del desarrollo social y sostenible, que inspira la confianza en los consumidores de todo el mundo, ya que con su compra mejora las vidas de personas y comunidades en los países en desarrollo (FAIRTRADE, 2017).
- 3.1.1.5. **C.A.F.E. Practices (Coffee And Farmer Equity Practices).** Se comenzó a desarrollar el código C.A.F.E. Practices con el fin de evaluar, reconocer y recompensar a los productores de café cuyo producto es de alta calidad y de producción sostenible. El código formula directriz para la compra de café verde en colaboración con los sistemas de certificación científica (SCS), siendo esta una empresa de certificación y evaluación de terceros.

El programa C.A.F.E. Practices (Practicas de equidad de café y agricultores) busca asegurar que Starbucks tenga fuentes sostenibles de café, evaluando a sus proveedores (productores y procesadores) en los aspectos económicos, sociales y ambientales de la producción de café, lo cual es establecido en las directrices de código. Starbucks define la sostenibilidad como un modelo económicamente viable que responde a las necesidades sociales y ambientales de todos los participantes en la cadena de suministro desde el agricultor hasta el consumidor (SCS global services, 2017).

## 3.2. El Café

El café es conocido como un grano obtenido de plantas perennes tropicales (cafetos), morfológicamente muy variables, los cuales, tostados y molidos, son usados principalmente para preparar y tomar como una infusión. Taxonómicamente, todas estas plantas pertenecen a la familia de las rubiáceas y se clasifican como género *Coffea*, se caracterizan por una hendidura en la parte central de la semilla. Se encuentran desde pequeños arbustos hasta árboles de más de 10 m.; sus hojas, que son simples, opuestas y con estípulas, varían tanto en tamaño como en textura; sus flores son completas (en la misma flor se encuentran todos los órganos) blancas y tubulares; y los frutos, son unas drupas de diferentes formas, colores y tamaños,

dentro de las cuales se encuentran la semillas, normalmente dos por fruto (FNC, 2010).

Los granos de café son las semillas de un fruto llamado popularmente cereza. Estas cerezas están compuestas por una cubierta exterior denominada el exocarpio, que determina el color del fruto; en el interior hay diferentes capas: el mesocarpio, es una goma rica en azúcares adherida a las semillas que se conoce como mucílago; el endocarpio es una capa amarillenta que cubre cada grano, llamada pergamino; la epidermis, una capa muy delgada conocida como la película plateada; y los granos o semillas (el endosperma) conocidos como el café verde, el cual es tostado para la preparación de diferentes tipos de café (FNC, 2010).

**3.2.1. Tipos de café sembrados.** En el mundo se siembran principalmente los cafés arábigos y los cafés robustas.

El café arábico, crece en mesetas o en montañas dentro de las regiones situadas entre los 1.200 y 2,000 m.s.n.m., con temperaturas templadas que oscilan entre los 17 y los 23 grados centígrados y con precipitaciones cercanas a los 2.000 milímetros anuales, distribuidas a lo largo del año. Relativamente frágil, es particularmente sensible a las enfermedades como la roya del café.

En Colombia, únicamente se cultiva café 100% de la especie *Coffea arábica* L., caracterizado por obtener una bebida con una taza limpia, con acidez y cuerpo medio/alto, aroma pronunciado y completo. Las principales variedades de café arábigo que se siembran en Colombia pueden ser de porte alto como las variedades: Típica y Borbón, Maragogipe y Tabi, o de porte bajo como las variedades: Caturra, Colombia y Castillo (Talens, 2014). En la tabla 1, se describe las características de cada variedad.

De acuerdo con el mismo autor, en cuanto al café robusta, esta especie crece en planicies y clima tropical húmedo. La robusta es más vigorosa y se desarrolla con mayor rapidez que la arábica, resiste mejor a las enfermedades y su rendimiento es más elevado. En cuanto a su sabor, éste es más fuerte, suele ser empleado para mezclar con otros cafés.

Tabla 1. Características morfológicas, agronómicas y del grano de las variedades de café.

Característica	Típica	Borbón	Maragogipe	Tabi	Caturra	Colombia	Castillo®	Castillo® Regional
Resistencia a roya	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si
Porte	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Color brote apical	Bronce	Verde	Bronce	Bronce y verde	Verde	Bronce y verde	Bronce y verde	Bronce y verde
Altura 24 meses (cm)	226	237	Mayor que Típica y Borbón	243	137*	165*	154	153
Diámetro copa (cm) 24 meses-30* meses	180	177	Mayor que Típica y Borbón	200	112*	133*	172	172
Densidad siembra sol	2.500	2.500	2.500	2.500	Hasta 10,000	Hasta 10,000	Hasta 10,000	Hasta 10,000
Densidad siembra Sombra (25-50%)	1.500	1.500	1.500	1.500	Hasta 4.000	Hasta 4.000	Hasta 4.000	Hasta 4.000
Producción kg cps/planta sol	0,9	1,2	0,7	1,0	0,5	0,5	0,5	0,6-0,7
Producción kg cps/planta Sombra (25-50%)	0,6	0,8	0,5	0,7	0,35	0,35	0,35	0,4-0,5
% grano supremo	70	46	90-100	85	62,7	52,8	83,0	85
% vanos	4	4	4	3,7	5	5	4,4	5
% caracol	8	7,6	7,0	8,0	8,7	11,2	7,0	7,0

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2004; Alvarado *et al.*, 2005).

3.2.2. **Manejo agronómico.** En el cultivo del café y su manejo agronómico requiere un alto nivel de profesionalismo y dedicación, por tanto, el manejo del cultivo y la recolección de los frutos son de suma importancia para obtener un producto de excelente calidad. Dentro del manejo realizado en los cultivos de café se evidencian los siguientes manejos agronómicos:

3.2.2.1. **Manejo integrado de arvenses.** El manejo integrado de arvenses consiste en la combinación oportuna y adecuada de diferentes prácticas del cultivo como los son los manejos mecánico, manual, cultural, biológico y químico, esto con el fin de reducir la interferencia de los arvenses a niveles que no afecten el rendimiento de los cultivos, así como disminuir los costos de producción y proteger los suelos contra la erosión (Salazar & Hincapié, 2007).

Existen varios métodos para el control de las arvenses o para reducir su infestación a un determinado nivel, entre estos:

- **Manejo mecánico y manual.** Se realiza utilizando herramientas de corte, manuales o motorizadas; las más comunes en la zona cafetera son: el machete, el azadón y la guadañadora; estas herramientas utilizadas de manera adecuada e integrada son muy útiles para el manejo de arvenses y evitar la erosión (Salazar & Hincapié, 2007).

- *Manejo cultural.* Consiste en realizar rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua (Labrada, *et al.*, 1996).
- *Manejo biológico.* Se realiza mediante el uso de patógenos (hongos) o plagas específicos (insectos, ácaros, nematodos, etc.) para el control de arvenses, que provocan la muerte de la vegetación existente (Labrada, *et al.*, 1996).
- *Manejo químico.* Este método se basa en la utilización de herbicidas químicos. Un herbicida es un producto capaz de alterar la fisiología de las plantas durante un período suficientemente largo para impedir su desarrollo normal o causar su muerte (Salazar & Hincapié, 2007).

3.2.2.2. **Fertilización.** De acuerdo con FNC (2010), la fertilización del cafetal produce mejores resultados cuando las exigencias ambientales y tecnológicas del cultivo se satisfacen adecuadamente y se ha hecho un buen manejo de los residuos orgánicos de la finca.

El cafeto para su desarrollo y producción necesita de nutrientes en cantidades adecuadas y en forma balanceada, por ello, es necesario realizar un análisis de suelo todos los años. Los nutrimentos son adicionados por fertilizantes orgánicos o enmiendas y los requerimientos varían de acuerdo a las condiciones del suelo y la planta. La fertilización tiene como finalidad aumentar los rendimientos, mantener y mejorar las condiciones nutritivas de la planta (Padilla, 2005).

En el enfoque de la agricultura orgánica, la fertilización va dirigida a enriquecer el suelo, restituir los nutrientes extraídos por las cosechas, por arrastre de la escorrentía superficial y corregir carencias del suelo. Esto aumentando la materia orgánica del suelo y fortaleciendo la vida macro y microbiológica del mismo. El abono orgánico aumenta la vida microbiana del suelo, principal motor de los procesos dinámicos de éste, y logra una nutrición vegetal constante y equilibrada. El suelo es considerado como un organismo vivo y en constante cambio, por lo que los detalles del tipo de abono y las cantidades de éste dependerán del análisis de suelo (Gomez, 2010).

De acuerdo con Anacafé (1991), el cafeto requiere 16 nutrientes que deben estar de forma aprovechable en el suelo (minerales solubles) para que puedan ser absorbidos por las raíces y mediante el proceso fotosintético convertirlos en materia orgánica. Esta materia orgánica es acumulada por el

arbusto en sus tejidos y la utiliza para la respiración, producción de hojas, flores y frutos. Estos nutrientes se dividen en cuatro grupos:

- *Elementos básicos.* Se incluyen en este grupo al oxígeno (O), carbono (C) e hidrógeno (H). La planta los toma del ambiente; el carbono y el oxígeno son tomados por el proceso de respiración, a través de las estomas en las hojas, y a través del intercambio de gases en la raíz; el hidrógeno lo proporciona el agua.
- *Elementos primarios.* Son considerados como primarios o mayores, porque la planta los solicita en grandes cantidades comparados a los otros nutrientes. Son considerados como elementos mayores el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).
  - Nitrógeno (N). El nitrógeno es esencial para el crecimiento vegetal (hojas, flores, frutos, etc) y la alta producción de café. La absorción ocurre en la fase precoz durante el desarrollo foliar y la floración. El suministro de N debe de mantenerse durante la temporada, pero el exceso de N a fases tardías del ciclo puede reducir el tamaño del grano de café (Yara, 2017). La deficiencia de este elemento se manifiesta inicialmente en los brotes nuevos, adquiriendo las hojas nuevas un color verde-amarillo pálido (clorosis), de tamaño pequeño y con los internodios, de las ramas nuevas, más cortos (Padilla, 2005).
  - Fósforo (P). Importante para la formación de raíces y para la floración, crecimiento y maduración de los frutos. Su demanda es menor que la de nitrógeno y potasio; está asociada con el crecimiento de las raíces, por lo que es recomendable aplicar este elemento en el momento de la siembra del cafeto. La deficiencia de fósforo se manifiesta en las hojas más viejas, en las que se observan manchas amarillas con coloraciones rojizas y las hojas nuevas presentan un crecimiento deficiente. En casos de deficiencia severa, puede causar defoliación total en ramas con frutos en desarrollo (Padilla, 2005).
  - Potasio (K). Requerido en grandes cantidades para el crecimiento de la planta de café y más aún para la fructificación. Este elemento se encuentra en mayor proporción en el fruto. Cuando hay deficiencias en potasio, las hojas viejas tienen manchas amarillas, con coloraciones rojas. En casos severos, las ramas o bandolas se

empiezan a secar desde las puntas y las hojas se empiezan a desprender con facilidad, hasta ocasionar la muerte de las ramas. El cafeto formará pocas flores, y sólo un bajo porcentaje de esos frutos llegará a madurar, los frutos se momifican antes de completar su desarrollo. La deficiencia de potasio se presenta frecuentemente cuando existe una abundante cosecha y se asocia al cafeto, por falta de sombra y abundantes gramíneas, que se caracterizan por una fuerte absorción de potasio que vuelve más susceptible al cafeto a plagas y enfermedades (Guzmán, 2011).

- *Elementos secundarios u oligoelementos.* Las plantas los demandan en cantidades menores que los elementos primarios. Son elementos secundarios: el calcio (Ca), magnesio (Mg) y el azufre (S).
  - Calcio (Ca). Su función principal es ayudar a la planta a mantener el estado turgente, indispensable para la realización de todas las actividades metabólicas. También contribuye a la economía del agua almacenada en el suelo (Padilla, 2005).
  - Magnesio (Mg). Esencial para el cafeto; la deficiencia de este elemento se manifiesta principalmente durante la época de formación y maduración del fruto y en asocio con altos contenidos de potasio en el suelo. Los cafetos deficientes en él presentan amarillamiento entre las nervaduras en las hojas más viejas, pobre desarrollo de raíces, cosechas escasas, y acorta la vida productiva del cafeto (FNC, 2004).
  - Azufre (S). Forma parte de algunos aminoácidos y enzimas, y de ciertas proteínas. Los síntomas de deficiencia en azufre se manifiestan por el amarillamiento uniforme de las hojas jóvenes y reducción de crecimiento vegetativo (Jaramillo, *et al.*, 2012).
- *Elementos menores o micronutrientes.* De acuerdo con Yara (2017), estos micronutrientes son demandados por las plantas en menor cantidad. Dentro de este grupo están el boro (B), cloro (Cl), zinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y molibdeno (Mo), que aunque se necesitan en concentraciones bajas son fundamentales en el desarrollo del café.
  - Boro (B). Es el más importante dentro de los elementos menores. El boro influye en la fructificación, floración y formación de tejidos nuevos. La deficiencia ocasiona crecimiento de brotes y raíces muy

lento; también aumenta la frecuencia de granos vacíos y caracol (Padilla, 2005).

- Cloro (Cl). Responsable de la expansión de la lámina foliar y su turgencia; contribuye en la calidad de los frutos y el crecimiento de las raíces (Pinto, 2015).
- Zinc (Zn). Favorece el crecimiento de los frutos y de las plantas, así como la absorción del fósforo. El zinc es responsable de la síntesis de auxinas (hormonas del crecimiento), su deficiencia es evidente en hojas nuevas y jóvenes, las cuales se muestran pequeñas y angostas, con pérdida de color, en el cafeto se presenta achaparramiento y producción de frutos pequeños (Anacafé, 1991).
- Hierro (Fe). Necesario para el mantenimiento de la clorofila en las plantas, y esencial como componente de muchas enzimas y transportadores. Su deficiencia se manifiesta como decoloración de las hojas nuevas y jóvenes, a verde claro y verde amarillento, resaltando el color verde de las venas (Jaramillo.,*et al*, 2012).
- Manganeso (Mn). Además de actuar en la respiración, participa específicamente en el metabolismo del nitrógeno y en la fotosíntesis, también ejerce influencia en el transporte y utilización del hierro en la planta. Cuando hay deficiencia de este elemento las hojas nuevas y jóvenes pierden su color, resaltando el color verde de las venas, a veces como franjas verdes difusas a lo largo de estas; las hojas tienden a ser más grandes (Anacafé, 1991).
- Cobre (Cu). Necesario para la formación de clorofila y regulación del proceso de respiración, maduración del fruto y crecimiento de la planta. Este elemento aumenta la resistencia a las enfermedades (SCAN, 2015). Su deficiencia se observa cuando las hojas presentan nervaduras salientes, clorosis leve y manchas pardas asimétricas. Las hojas más jóvenes aparecen distorsionadas, con una forma de S, por falta de crecimiento de los nervios y pierden su color verde (Pinto, 2015).
- Molibdeno (Mo). Ayuda en la asimilación del Nitrógeno, así mismo, es de gran importancia en el metabolismo del fosforo y del ácido ascórbico. Asociado a los mecanismos de absorción y traslación



del hierro (SCAN, 2015). La deficiencia de este elemento presenta inicialmente manchas amarillas cerca de los márgenes de las hojas y se tornan amarillo-pardas y necróticas primeramente en el centro. Desde la parte central sucede un rizamiento de las hojas, de manera que los lados opuestos se tocan por debajo (Anacafé, 1991).

3.2.2.3. **Enfermedades del café.** Las enfermedades que ocurren en los cafetales, están causadas principalmente por hongos, bacterias y nematodos que afectan las plantas en distintas etapas de su desarrollo. La influencia que éstas puedan tener en el crecimiento, producción y rendimiento de los cafetos estará determinada por su incidencia, por la edad de la planta y por el manejo de todas las condiciones para el desarrollo del cultivo (Rodríguez, 2016). Las enfermedades de mayor importancia económica son: la roya, las llagas del tallo y de las raíces, la mancha de hierro, el mal rosado, el volcamiento, la muerte descendente y nematodos del género *Meloidogyne* (FNC, 2010).

- *La roya (Hemileia vastatrix).* Continúa siendo el principal problema patológico en el cultivo del café en Colombia. A pesar de disponer de variedades resistentes a la roya, en Colombia todavía el 45% del área sembrada tiene variedades susceptibles. El efecto de la roya sobre la producción de granos de café es directo, incluso comprometiendo la cosecha siguiente. Los daños pueden afectar hasta un 30% la producción (Dow, 2017). Los síntomas de esta enfermedad se presentan como manchas de tono verde pálido o verde amarillo en el haz de las hojas; en el envés son manchas anaranjadas (cuerpos fructíferos del hongo). Las hojas severamente atacadas se desprenden del árbol y en consecuencia éste se ve limitado en su producción (ANACAFÉ, 2011). A continuación se menciona los tipos de control que se le pueden realizar a esta enfermedad:
  - Control cultural. Consiste en reducir los factores que predisponen el cultivo a la enfermedad; esto se logra mediante la regulación de sombra, control de arvenses, manejo del tejido productivo, densidad de siembra y adecuada fertilización.
  - Control químico. La severidad de la roya puede reducirse con aspersiones de fungicidas protectivos. Se recomiendan los cobres, alternando con fungicidas sistémicos para controlar o bajar el nivel infeccioso de focos (ANACAFÉ, 2011)

- *Llagas del tallo y de las raíces* (*Ceratocystis fimbriata* y *Rosellinia bunodes*). Son hongos habitantes del suelo que desde hace más de 30 años se vienen incrementando en el país por las prácticas de renovación por zoqueo, podas de ramas bajas, deschuponadas, descopes o pisoteo en la base de los tallos, cuando no se protegen las heridas y principalmente en época húmeda.

En ataques severos puede causar la muerte de los árboles, reduciendo entre el 20% y el 40% la densidad de plantas. Se recomienda la desinfección de las herramientas con hipoclorito al 5% o formol al 10% y la protección de las heridas con fungicidas.

El control es básicamente preventivo. Una vez que ataca la enfermedad, no se conocen productos curativos. Los árboles enfermos se deben eliminar con todo y raíz y exponer a los rayos del sol mínimo durante 3 meses (Arias, 2012).
- *Mancha de hierro*. Causada por el hongo *Cercospora coffeicola*. Afecta el cafeto durante todos sus estados de desarrollo, desde las hojas cotiledonares hasta los frutos. Se caracteriza porque son pequeñas manchas circulares de color pardo claro o marrón rojizo. Permanentemente, causa la caída de las hojas e incrementa la producción de café pasilla, media cara y guayaba que afectan la calidad. Los cafetales a plena exposición y mal fertilizados son los más susceptibles. (Rodríguez, *et al.*, 2009).

Para un adecuado control de esta enfermedad se deben utilizar prácticas como el uso de árboles sombríos tanto en los almácigos como en la plantación durante el verano, mantener la humedad en el suelo, y hacer un buen manejo y fertilización (ANACAFÉ, 2011).
- *Mal rosado*. Ocasionado por el hongo *Corticium salmonicolor Berk. y Br.*, se presenta en varias regiones cafeteras del mundo, ubicadas en latitudes tropicales. Comúnmente, la enfermedad ocurre en cafetales con poca aireación, incrementándose en época de mayor precipitación cuando predomina un ambiente frío y húmedo, el hongo inicia sus actividades parasitarias en todos los tejidos vivos de la planta a través de tallos secos y hojarasca que se acumula en la parte superior de los árboles.

Las manifestaciones más características de la enfermedad ocurren cuando los árboles afectados por el mal rosado muestran marchitez y defoliación rápida acompañada de ennegrecimiento de los granos en formación, los cuales se cubren de un crecimiento fúngico de color rosado salmón (Galvis, 2002).

- *Volcamiento (Rhizoctonia solani)*. Ésta enfermedad es uno de los principales problemas que se presentan en la fase de la germinación del cultivo del café, puede reducir hasta el 100% la población de las plantas en esta fase.

El hongo afecta el tejido tierno del tallo a nivel del suelo, pero también puede presentarse antes de que el fósforo salga a la superficie. Inicialmente se observa en el tallo una mancha oscura y hundida, de color negro y húmedo, que posteriormente se extiende hasta rodearlo completamente. Cuando esto ocurre, la planta se vuelca y muere (Gómez & Baeza, 1979).

- *Muerte descendente*. Enfermedad ocasionada por un hongo fitopatógeno del género *Phoma sp.*, ataca a todas las variedades de café y aquellos cafetales fertilizados deficientemente pueden verse más afectados por esta enfermedad. Ocasiona atraso en el desarrollo de las plantas, reducción de la producción, desarreglo en los ciclos de renovación y de producción en el lote. Afecta las zonas de crecimiento de plantas en almácigo, plantaciones nuevas y renovadas por zoca, así como plantaciones adultas (Villegas, *et al.*, 2009).

Para el control se debe regular los árboles de sombra, realizar buenos drenajes, realizar podas sanitarias después de la cosecha, realizar abonamiento orgánico (Padilla, 2005).

- *Nematodos del género Meloidogyne*. Se definen como microscópicos no segmentados que se constituyen como el grupo más abundante de animales multicelulares en la tierra. Debido a su diminuto tamaño y a que habitan en el suelo, no pueden verse a simple vista y su estudio eficaz solo ha sido posible desde hace unas décadas. Suele tener forma de hilo, con una longitud entre 0,1 y 3 mm y un diámetro 20 veces menor que su longitud.

Las plantas infectadas muestran amurallamientos, marchitamientos y reducciones en la producción. La infección de las raíces produce engrosamientos característicos o agallas de varios tamaños dependiendo del número de hembras que alberguen (Talavera, 2003).

3.2.2.4. **Plagas del café.** Son reconocidos más de 100 especies de insectos que viven en armonía en los cultivo del café. Sólo tres de ellos representan un impacto económico: la broca, el minador de la hoja y la palomilla de las raíces (FNC, 2010).

- *La broca (Hypothenemus hampei)*. Es la plaga de mayor importancia económica en el cultivo del café, perfora el fruto en todos los estados de desarrollo (Padilla Hurtado , 2005), ocasionando pérdidas del 10-80% de la producción (Café Victoria, 2017).

De acuerdo con Hernández (2013), las altas temperaturas reducen el ciclo de desarrollo del insecto y provocan la reproducción del mismo de manera más acelerada. La siguiente tabla representa el periodo de ciclo de vida dependiendo la temperatura.

Tabla 2. Periodo del ciclo de vida de la Broca del café, según temperatura (°C).

TEMPERATURA (°C)	PERIODO DEL CICLO DE VIDA (DÍAS)
19	81
22	63,7
25,2	30,6
28	28

Fuente: ICAFE (1998); MAG - FAO (2001).

El manejo integrado para el control de la broca se puede realizar mediante control cultural, biológico o químico:

- Control cultural. Se recomienda la recolección manual de los frutos caídos y el mantenimiento de los cafetales con frutos maduros, sobre maduros y secos, mediante recolecciones oportunas y repases permanentes, eliminación de arvenses, fertilizaciones adecuadas, eliminación de cafetales decadentes o abandonados, y regulación de la sombra del café de tal manera que haya siempre entrada de luz (SENASA, 1915).
- Control biológico. El Manejo Integrado de la Broca (MIB), mediante agentes de control biológico ofrecen una importante reducción en los porcentajes de infestación en campo. Los hongos entomopatógenos, es decir, microorganismos que atacan insectos y ácaros, juegan un rol importante dentro de la biodiversidad, pues a partir de ellos se obtienen productos biológicos llamados bioinsecticidas, que son utilizados para controlar los insectos plaga en los cultivos. Entre los hongos entomopatógenos tenemos a *Beauveria bassiana* como una alternativa amigable desde el punto de vista ambiental para el control de insectos (Real & Florio, 2015). El hongo *Beauveria bassiana* puede atacar a la broca cuando está fuera del fruto, o bien si no se encuentra muy profunda en el fruto,

ya que de otra forma es casi invulnerable al patógeno. Si la broca se contamina con el hongo muere después de 3 ó 6 días en condiciones de humedad saturada, dura hasta 9 días si las condiciones de humedad relativa son de 70 a 80%. Es importante destacar, que si la humedad es excesiva la viabilidad de las esporas del hongo baja (Real & Florio, 2015).

- *Control químico*. El uso de insecticidas para el control de la broca solo se debe llevar a cabo como último recurso cuando técnicamente se requiera o se justifique, debido a los niveles de infestación, en forma localizada, en el tiempo apropiado de ataque de la broca y con la tecnología de aspersión recomendada. En los cafetales, debido a las variaciones climáticas, la dinámica de la broca es igualmente variable, siendo favorecido su incremento por los tiempos de sequía, en los que el ciclo de vida de la broca es más corto y, por tanto, se reproduce más rápido (Real & Florio, 2015).
- *Minador de la hoja (Leucoptera coffeellum)*. Es una plaga endémica clasificada como plaga de verano que se concentra en zonas productoras bajas, calurosas, de pocas precipitaciones pluviales y poco sombreadas. Es una palomilla o mariposa blanca plateada, de medio centímetro de largo; por las tardes y noches, deposita sus huevecillos en las partes superiores de las hojas, donde las larvas al nacer, penetran los tejidos de las hojas, de los que se alimentan durante unas 3 semanas; las hojas infestadas y atacadas por las larvas se debilitan y caen, quedando el café débil para la preparación de la siguiente cosecha. Aunque el Minador ataca durante todo el año, es una plaga particularmente agresiva en los meses de Enero a Mayo, ocultando sus daños hasta la siguiente cosecha (Tirabanti, 2011). Los daños ocasionados por el minador en el café pueden ser más críticos en períodos prolongados de sequía, en cultivos con fertilización deficiente y cuando existe ataque de otras plagas, al igual que si altos niveles de incidencia y defoliación coinciden con los períodos de floración (Constantin, *et al.*, 2011). Para su control se utilizan las siguientes medidas de manejo integrado:
  - *Muestreo*. Se recomienda iniciar los muestreos del minador a partir de enero, cuando las poblaciones aún se encuentran bajas, con el fin de monitorear su comportamiento y determinar el momento del control químico. Estos deben realizarse con una frecuencia de 15

días. El muestreo consiste en cortar al azar 100 hojas en un área de una manzana, caminando en zig-zag, tomando hojas de la parte alta, media y baja de las plantas, depositando la muestra dentro de una bolsa plástica. La muestra se analiza, separando las hojas sanas y las hojas minadas; sobre estas últimas se cuentan el número de larvas vivas, se considera que el nivel de infestación permisible de larvas vivas debe ser igual a 15.

- Control Cultural. La época apropiada para el manejo de la sombra del cafetal es determinante, ya que cuando esta se maneja inmediatamente después de la cosecha, presenta una condición apropiada para que la plaga se desarrolle en mayor proporción; por tal razón se recomienda establecer árboles de sombrío (Campos, 2016).
- Control Químico. Se recomienda el uso de insecticidas solo en aquellas áreas con niveles arriba del 15% de infestación (Campos, 2016).
- *Palomilla de las raíces (Dysmicoccus spp)*. Son varias especies *Dismicoccus alazon*, *D. brevipes* y *D. criptus* que generalmente están asociadas con el hongo *Septobasidium* y las hormigas del género *Solenopsis*.

Las colonias se inician desde el almácigo, donde afectan el cuello de la raíz de las plantas aumentando su población en campo. Los síntomas externos en el árbol son similares a los producidos por un ataque de llagas, que ocasionan el marchitamiento generalizado de la planta (FNC, 2010).

Aunque esta plaga se puede encontrar en cafetos de todas las edades, el daño de importancia económica se presenta en cafetos recién trasplantados y en desarrollo, razón por la cual las estrategias de manejo se deben enfocar principalmente en esta etapa de crecimiento.

Aunque su ubicación en la raíz depende de muchos factores como estructura del suelo, humedad, edad de planta, etc., es muy común encontrarlas en el cuello de la planta y agregadas entre éste y la raíz pivotante (CHEMINOVA, 2014).

Su control es preventivo. Una vez establecida en los lotes es muy costoso y dispendioso manejarla, y en muchos casos es mejor sustituir los árboles atacados. Se pueden hacer aplicaciones con mezclas de un insecticida de contacto de baja toxicidad, al 0.2%, con aceite agrícola al 1%, y aplicarlo sobre el cuello de la raíz (FNC, 2010).

- *Araña roja* (*Oligonychus yothersi*). Acaro que presenta metamorfosis incompleta que incluye estados biológicos de huevo, larva, ninfa y adulto. Su reproducción puede ser sexual (cópula entre los machos y hembras) o asexual (las hembras producen huevos viables mediante partenogénesis). Cuando hay casos de infestación severa, las hojas caen prematuramente (Giraldo, *et al.*, 2011).

3.2.3. **Almacenamiento de insumos agrícolas.** De acuerdo con ICA (2009), el almacenamiento de insumos agrícolas debe estar bien constituido, donde los plaguicidas estén separados de los fertilizantes y bioinsumos se encuentren separados; esta bodega debe estar en un lugar alejado de la vivienda y permanecer con llave, además debe contar con avisos informativos para prevención de los peligros relacionados con el manejo de los insumos agrícolas, debe contar con el uso de elementos de protección personal, extintor multiuso en un lugar visible y un kit para usar en caso de derrame que consta de aserrín o arena, recogedor, bolsa y guantes.

3.2.4. **Cosecha.** En Colombia particularmente se producen 2 cosechas al año: Una pequeña entre los meses de Abril y Mayo y la principal que se presenta entre Septiembre y Diciembre (COFFEEIQ, 2017).

De acuerdo con la Fórmula de Calidad de K.C. O'Keefe, publicada en el año 2007. De todas las decisiones que debe tomar un caficultor, el estado de madurez de los frutos representa el 35% en la calidad del café. Esta es hasta el momento, la variable más importante.

Se debe recolectar solamente y en forma oportuna frutos maduros, haciendo los pases necesarios para evitar que los frutos queden en la planta y se conviertan en hospedantes de la broca.

A continuación se muestra el punto óptimo de madurez de las cerezas de café para realizar su recolección.

Figura 1 punto óptimo de madurez de las cerezas para su recolección



Fuente: Pacas (2016).

La recolección de frutos maduros en Colombia es también una de las principales ventajas para obtener una calidad superior, pues se evita la mezcla de frutos en diferente estado de maduración.

La bebida de café preparada con granos provenientes de frutos con diferentes estados de desarrollo, presenta los siguientes defectos:

- Aromas y sabores maderosos y acres (amargos) por la presencia de frutos negros secos.
- Fermentos ocasionados por la recolección de frutos sobremaduros.
- Astringencia debida a la presencia de granos inmaduros.
- Sabores acres y aromas extraños por la recolección de frutos perforados por insectos.

La presencia de un 2.5% o más de fruto verde en el café recolectado y beneficiado, afecta la calidad de la bebida. El fruto verde no despulpa completamente, y al secarse y trillarse se puede obtener grano inmaduro y negro que afecta la calidad física y organoléptica del café.

En el cultivo de café se utilizan principalmente dos métodos de recolección:

- **Picking.** Proceso totalmente manual, en el cual las cerezas maduras se seleccionan y recogen una a una. Esta técnica toma mayor tiempo, pero con una cosecha más homogénea y de alta calidad.
- **Atripping.** Es un proceso que puede ser manual o mecanizado, en el que los frutos se recogen todos al mismo tiempo cuando están más o menos



maduros. En este tipo de recolección es necesario realizar posteriormente una comprobación para eliminar impurezas, cerezas inmaduras o ya fermentadas (Lavazza, 2016).

3.2.5. **Post-cosecha.** Los procesos de post-cosecha son conocidos como beneficio y secado, que comienzan a partir de la recolección de las cerezas de café (FNC, 2010).

3.2.5.1. **Beneficio del café.** Proceso en el cual se logra la transformación de café en cereza a café pergamino seco mediante la separación de las partes del fruto y secado de los granos, con el fin de conservar su calidad física, organoléptica y sanitaria (SANZ, *et al.*, 2013).

Mundialmente, en países como Brasil y Vietnam, uno de los procesos más utilizados es el llamado beneficio seco del café. En este proceso de post-cosecha las cerezas comúnmente se exponen al sol durante varios días hasta alcanzar cierto grado de humedad en rangos que pueden variar. Uno de los efectos que tiene este método es la impregnación de la semilla con los azúcares y otros compuestos presentes en el mucílago del café, lo que conduce a la generación en la bebida final de sabores característicos de los cafés beneficiados por esta vía. (Gamonal, 2014)

Por otro lado, el beneficio húmedo del café incluye el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano. En el despulpado a las cerezas se les retira la pulpa rápidamente después de la recolección. En caso de que esta labor se retrase por más de 6 horas, el grano, y posteriormente la bebida, pueden presentar el defecto en taza denominado fermento. Este defecto también se presenta cuando hay presencia de frutos sin despulpar y de pulpa adherida al pergamino o en la medida que aumenta el porcentaje de grano sobremaduro en el café cosechado (Quiliguango, 2013).

- *Impacto ambiental de aguas residuales.* Las aguas residuales que se producen durante el proceso de beneficio húmedo del café, son biodegradables y su concentración de materia orgánica es alta, correspondiente a poderes contaminantes entre 60 y 240 veces superiores a las aguas residuales domésticas, es por ello, que se debe optar por realizar tratamientos previos a las aguas mieles provenientes del lavado del grano, antes de arrojarlas a las fuentes hídricas (RODRÍGUEZ, *et al.*, 2013).
- *Método de tratamiento de aguas mieles del café.* Cenicafé ha desarrollado un sistema modular de tratamiento anaerobio que permite atenuar el impacto ambiental de las aguas residuales provocadas durante el proceso

convencional de beneficio húmedo de café, los cuales permiten el tratamiento del mucílago fermentado, que corresponde al 28% de la contaminación total que generan los subproductos del café. Dicho sistema se ha denominado como: Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio (SMTA), el cual consiste en llevar a cabo el transporte de los residuos del despulpado del café por gravedad o mecánicamente a tanques de fermentación o a fosas respectivamente (RODRÍGUEZ, *et al.*, 2013). Las partes que componen generalmente un SMTA son:

- Trampa de pulpas, que evita la entrada de material suspendido con tamaños de partícula superior a 5mm (floculos), y cuya acumulación puede ocasionar taponamientos de tubería.
- Reactores hidrolíticos acidogénicos (tanques de polietileno), en los que ocurre la solubilización del material orgánico suspendido.
- Recamaras dosificadoras, que permiten la retención del material orgánico no solubilizado y el control del caudal en el sistema.
- Reactores metanogénicos (tanques de polietileno), empacados con trozos de guadua o botellas no retornables, en los que se establecen los microorganismos metanogénicos, que transforman la contaminación orgánica soluble en biogás, permitiendo la descontaminación de las aguas mieles.

Por otra parte, el terreno seleccionado para la instalación del SMTA debe poseer desniveles que garanticen el flujo libre de líquido por gravedad, aspectos técnicos a tener en cuenta antes de realizar su instalación (Orozco, 2003).

3.2.5.2. **Secado del café.** Luego de lavado, el grano de café es secado para reducir su humedad de aproximadamente 55% en pergamino húmedo hasta un 10-12% en base seca, para garantizar una adecuada conservación (Jurado, *et al.*, 2009). Esta etapa puede realizarse mediante diversos sistemas de secado como secado al sol (secado natural) o secado mecánico (secado artificial):

- **Secado al sol.** Se recomienda para fincas con producciones menores de 500 arrobas de café pergamino seco al año. Se realiza en patios de cemento, carros secadores, elbas o casa elbas, marquesinas o secadores parabólicos o tipo capilla, zarzos, pasera, etc. (FNC, 2004).

- *Secado mecánico.* Se recomienda para fincas con producciones anuales superiores a 500 arrobas de café pergamino seco. El secado mecánico del café se hace en cámaras (silos, guardiolas), en las cuales se introduce aire caliente a máximo 50°C, impulsado por un ventilador, el cual atraviesa la masa de café (FNC, 2004).

3.2.5.3. ***Empaque y almacenamiento del café seco.*** Finalmente, en sacos de yute o fique, limpios, secos y libres de olores es empacado el café pergamino seco cuando éste presente un contenido de humedad entre el 10 y 12% y esté a temperatura ambiente. Para asegurar su excelente calidad es necesario que el almacenamiento se realice en sitios ventilados, limpios, secos, libre de olores que puedan contaminar el producto, así mismo, se deben almacenar los sacos sobre estibas de madera o plásticas, los arrumes conformados deben estar dispuestos de manera segura para los trabajadores y de fácil manipulación, con el fin de realizar muestreos para el control de calidad si es requerido; no se deben conformar arrumes contra las paredes debido a que pueden afectar la calidad del café por la humedad que puedan proporcionar al grano (Bustamante, *et al.*, 2009).

## 4. METODOLOGÍA

El desarrollo de las actividades realizadas en Cadefihuila se llevó a cabo mediante la siguiente metodología:

### 4.1. Capacitación a productores asociados a la cooperativa en temas afines a la caficultura

Se realizó acompañamiento de asistencia técnica a los productores asociados a la Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila (Cadefihuila) en compañía de un grupo de técnicos de asistencia técnica rural.

La asistencia se efectuó en veredas de los municipios de La Plata principalmente, La Argentina, Nátaga, Paicol y Tesalia, donde se realizaron en promedio 30 visitas mensuales en los lotes de café de las fincas de productores asociados a la Cooperativa, quienes se capacitaron en temas pertinentes al cultivo del café como: fertilización adecuada según el requerimiento nutricional, control de arvenses, plagas, enfermedades, y manejo adecuado de café pergamino seco e insumos agrícolas. En cada una de estas actividades se realizó la siguiente metodología:

4.1.1. Identificación de plagas. Mediante observaciones realizadas en los cafetales se determinaron las plagas presentes en dichos cultivos llevando un registro; una vez establecida su infestación se procedió a recomendar alternativas de control.

Para el caso específico de la broca, caracterizada por ser una de las plagas que más afecta el café, de 20 fincas afectadas, se determinó su incidencia en 7 lotes seleccionados aleatoriamente. Para ello, se utilizó la ecuación 1, propuesta por CENICAFÉ (2006), que consistió en tomar muestreos aleatorios en 1 rama productiva de 30 árboles, en donde se realizaron 2 conteos para determinar el número total de granos y el número de granos afectados por broca.

Ecuación 1. Nivel de infestación por broca

$$NIB = \frac{\text{Total granos brocados en 30 ramas}}{\text{Total granos en 30 ramas}} * 100$$

Donde:

NIB: Nivel de infestación por broca

4.1.2. Identificación de enfermedades. A través de observaciones realizadas en el cultivo, se establecieron las enfermedades que más afectan el cultivo de café en la zona, posteriormente y de acuerdo a su incidencia se dio las recomendaciones para su control. Dentro de las enfermedades más recurrentes en la zona, se encontró la roya, cuyo nivel de incidencia se determinó empleando la metodología propuesta por Cenicafé (2006), para ello, en 5 lotes de 5 fincas con mayor afectación, se tomaron muestreos aleatorios en 10 ramas de 10 árboles, para un total de 100 ramas por lote, en donde se contó el número total de hojas y de igual manera el mismo número de hojas con roya. La ecuación (2) aplicada para determinar su nivel de infestación fue:

Ecuación 2. Nivel de infestación de roya

$$NIRA = \frac{(\text{Total de hojas con roya en 100 ramas})}{\text{Total hojas en 100 ramas}} * 100$$

Donde:

NIRA: Niveles de infestación de roya

4.1.3. Planes de fertilización. Se recorrieron los lotes de café de cada productor para lograr determinar las necesidades nutricionales de las plantas teniendo en cuenta los síntomas presentados por éstas a través del color, tamaño y forma de las hojas y frutos. Posteriormente, con asesoría de los técnicos de la empresa se dieron las recomendaciones para la respectiva fertilización de manera balanceada que permitieran corregir la deficiencia de las plantas.

De igual manera, a través de capacitaciones realizadas en compañía de los técnicos rurales de la empresa y los proveedores de las casas comerciales, se dio a conocer los servicios brindados por la Cooperativa y se abordaron temas como la adecuada fertilización a los cafetales y el manejo de plagas, enfermedades y arvenses (ver figura 2).

*Figura 2 Capacitación fertilización de cultivo de café.*



*Fuente: El autor.*

4.1.4. Almacenamiento de café pergamino seco e insumos de la canasta cafetera. Ante la inminente necesidad de evitar la contaminación del café pergamino seco con agroinsumos, se realizaron visitas técnicas para verificar el almacenamiento correcto con que deben contar estos productos. Se capacitó a los asociados que tuvieron inconvenientes en el establecimiento correcto de las bodegas, se les explicó las características e importancia de cumplir los parámetros establecidos por el ICA (2009), para dar cumplimiento de las BPA y así, obtener productos con altos estándares de calidad y en perfectas condiciones.

#### **4.2. Capacitación a productores en la inoculación, arranque y operación del Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio.**

Cadefihuila cuenta con la certificación de calidad “Fairtrade”, que exige a sus productores asociados la implementación de sistemas que permitan las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y contribuyan en salvaguardar los recursos ambientales. Teniendo en cuenta que el proceso del beneficio del café deja grandes contaminantes en sus aguas residuales, es que la cooperativa exige a sus asociados la instalación del Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio (SMTA) para que se le dé manejo adecuado de efluentes, a estas aguas.

Para llevar a cabo esta actividad, se realizó una capacitación demostrativa a 40 caficultores en la finca La Cabaña ubicada en la vereda Segovianas del municipio de La Plata, con un sistema modular para el tratamiento de aguas mieles con capacidad máxima de 833 kg de café cereza por día. Se les explicó la inoculación,

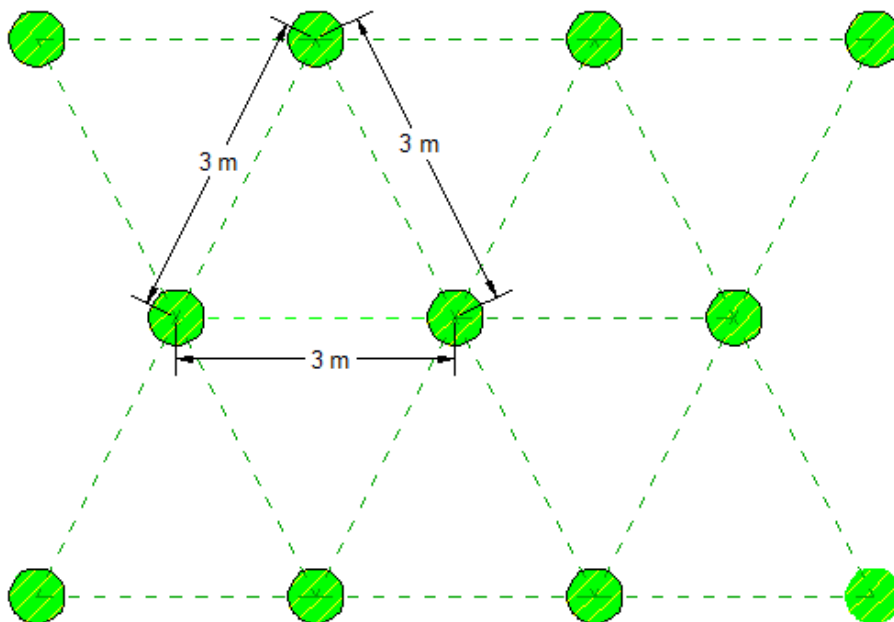
arranque y operación del SMTA teniendo en cuenta las especificaciones propuestas por Cenicafé según su capacidad.

### 4.3. Desarrollo de actividades agrícolas en la granja experimental de la Cooperativa

Durante la pasantía, los días martes se llevaron a cabo diferentes labores culturales como: cultivos de cacao y plátano, barreras vivas de limón single y germinador de café, en la finca de la Cooperativa, sede La Plata, ubicada a  $2^{\circ}23'05''$  N –  $75^{\circ}53'20''$  O, que permitieron brindar el mantenimiento y cuidado necesario según las condiciones y requerimientos necesarios por las plantas. Dichas actividades se llevaron a cabo con el ánimo de hacer extensivo estos trabajos en la finca de los caficultores. A continuación se describe las actividades realizadas en este proceso:

4.3.1. Plantas de Cacao. Se realizó plateo y retirada de cinta utilizada para injerto a 200 plantas de cacao. Así mismo, se sembraron cerca de 100 plantas de cacao a una distancia de 3 metros y trazados en forma triangular o tres bolillos (ver figura 3).

*Figura 3 Esquema de siembra tres bolillos*



4.3.2. Recolección de chapolas. La recolección de éstas se realizaron una vez alcanzaron el estado de trasplante, es decir, que sus dos hojas cotiledonares estuvieran completamente extendidas, momento en el cual fueron llevadas al almácigo. Fertilización de árboles de cacao, plátano y limón swingle. Según los

síntomas de deficiencias nutricionales, se realizó la respectiva fertilización para asegurar el adecuado desarrollo y producción de cada planta.

4.3.3. Ejecución de huerta casera. Fue realizada como prototipo para proyecto de huertas en fincas de mujeres cafeteras, para ello, fue necesario utilizar materiales como polisombra, guaduas como soportes de la polisombra, malla plástica para el respectivo encierro de la huerta, estacas y tablas para la elaboración de ocho eras. En la huerta casera se sembraron diversas hortalizas como cilantro, cebolla, repollo, tomate, zanahoria.



## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Dentro de las actividades realizadas durante la pasantía, se obtuvieron los siguientes resultados:

### 5.1. Capacitación a productores asociados a la cooperativa en temas afines a la caficultura

Se realizaron capacitaciones generales donde se abordaron temas como: la fertilización del café, instalación de SMTA y el control de plagas, enfermedades y arvenses. A continuación, en la tabla 3, se detalla los lugares y las temáticas abordadas.

*Tabla 3. Reuniones realizadas por Cadefihuila y asociados comerciales.*

FECHA	CAPACITACIÓN	TEMA	LUGAR
27-02-2017	Día de campo	Fertilización de café	Nátaga (Vda. El Orozco, Fca. Villa Laura)
27-04-2017	Día de campo	Correcta fertilización del café Instalación de SMTA	La Plata (Vda. Segovianas, Fca. La Cabaña)
01-06-2017	Día de campo	Control de plagas, enfermedades y arvenses. Fertilización de café	La Argentina

Así mismo, el acompañamiento de asistencia técnica rural a los productores asociados por la entidad se llevó de manera oportuna, dando recomendaciones para la solución de problemas comunes presentes en el cultivo como: la fertilización adecuada dependiendo los requerimientos nutricionales por cada cafetal, control de arvenses, plagas y enfermedades que se evidenciaron en cada cultivo. De igual manera, se explicó la correcta recepción y almacenamiento de insumos agrícolas y café pergamino seco.



### 5.1.1. Plagas

Las plagas que presentaron mayor incidencia en las zonas visitadas fueron: la araña roja, chamusquina, larva de minador y la broca, que afectaron el cultivo de café. A continuación, en la tabla 4 se muestra la respectiva descripción y medida de control recomendada a cada caficultor.

*Tabla 4. Plagas más comunes en los cultivos de café visitados.*

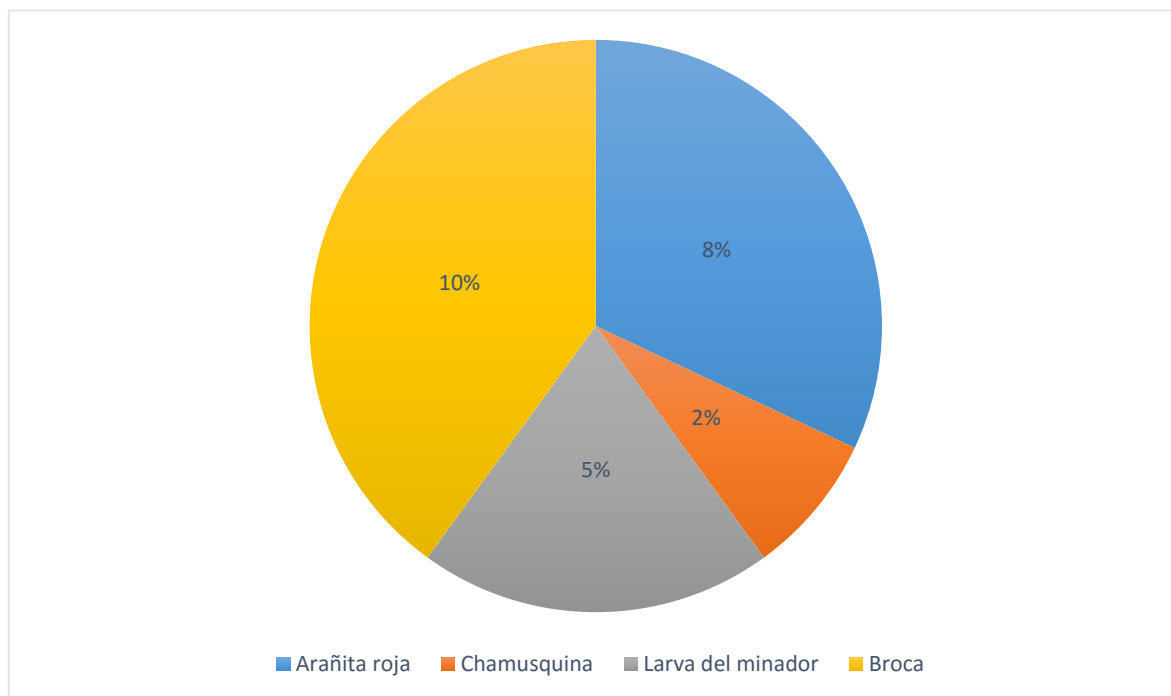
TIPO	DESCRIPCIÓN	CONTROL
 <p data-bbox="237 1163 386 1199">Araña roja</p>	<p data-bbox="643 653 1068 856">Acaro de color rojizo o amarillo ubicado en la hoja de la planta. Depositán sus huevos principalmente en el envés de las hojas.</p> <p data-bbox="643 898 1068 1056">Se desarrollan principalmente en climas con temperaturas elevadas y condiciones de humedad baja.</p>	<p data-bbox="1094 653 1464 810">La plaga es controlada químicamente mediante insecticidas cuando su estado es avanzado.</p>
 <p data-bbox="237 1793 613 1864">Chamusquina en hoja de café</p>	<p data-bbox="643 1260 1068 1417">Los daños se manifiestan como manchas y quemazones en hojas, tallos, brotes nuevos y flores de café.</p> <p data-bbox="643 1459 906 1495">Causante; insecto.</p>	<p data-bbox="1094 1260 1464 1417">Control cultural: Recolección de ninfas y adultos (plaga) para su respectiva eliminación.</p> <p data-bbox="1094 1459 1464 1745">Control químico: cuando la presencia de plantas afectadas es alta se recomiendan la aplicación de insecticidas en plantas con lesiones frescas, dosis de 6cc/l de agua.</p>

Continuación tabla 4

TIPO	DESCRIPCIÓN	CONTROL
 <p data-bbox="237 806 496 842">Larva del minador</p>	<p data-bbox="638 394 1057 720">Es una plaga estacional que prevalece en periodos secos. Los cafetales más susceptibles, son aquellos que tienen suelos desnudos, y en donde se han aplicado de manera generalizada herbicidas.</p> <p data-bbox="638 730 1057 978">Como consecuencia, la larva debido a sus excavaciones en la hoja reduce la fotosíntesis provocando marchitamiento y la caída de las hojas (Biobest, 2017).</p>	<p data-bbox="1089 384 1464 751">Esta plaga se encuentra principalmente en arvenses de hoja ancha (Ramírez, <i>et al.</i>, 2001), por este motivo es necesaria la erradicación de la misma para reducir la población de dichos insectos.</p> <p data-bbox="1089 793 1464 1161">De igual manera el insecto es muy atraído por el color blanco, se recomienda utilizar tiras de plásticos de éste color, untadas de grasa automotriz que ayudan a la captación del insecto adulto.</p>
 <p data-bbox="237 1675 326 1711">Broca</p>	<p data-bbox="638 1203 1029 1318">La broca perfora el fruto en todos los estados de su desarrollo.</p>	<p data-bbox="1089 1234 1464 1434">El control más recomendable es realizar recolección de frutos caídos, maduros y sobremaduros.</p> <p data-bbox="1089 1476 1464 1675">En caso de presentar niveles altos de infestación se recurre a utilizar insecticida para su control.</p>

En la figura 4, se puede observar el porcentaje de incidencia de cada una de las plagas encontradas en las 192 fincas visitadas.

Figura 4. Porcentaje de incidencia de plagas en las fincas de asociados a la Cooperativa del occidente del Huila



Se encontró que la arañita roja tuvo gran incidencia, de 192 fincas visitadas, un 8% estaban afectadas. Se presume que las altas temperaturas y tiempos prolongados de sequía fueron factores que incidieron directamente en su infestación, ya que investigaciones realizadas por Giraldo, Galindo & Benavides (2011), se encontró que en zonas menores a 1.400 msnm y temperaturas superiores a 22°C la arañita roja puede convertirse en una plaga potencial del café, especialmente en plantaciones de uno a dos años de edad. En consecuencia, la presencia de la arañita roja en grandes cantidades provoca la caída prematura de las hojas infestadas, además de una reducción del área foliar y la capacidad fotosintética de la planta hasta un 70% (Gil, *et al.*, 2013). Por ello, para su control, se recomendó aplicaciones de acaricidas que mitigaran tal daño como: Omite, Acarotal o Vertimec, de éstos se recomendó aplicar en dosis de 300 – 350 cc/1000 litros de agua por hectárea.

En cuanto a la chamusquina, se evidenció la plaga en 4 de las fincas visitadas, perjudicando en gran parte la productividad de los cafetales. Los terrenos afectados presentaron temperaturas promedio de 20°C y altitudes superiores a 1.600 msnm. Ratificando lo encontrado por Ramírez, *et al.*, (2008), quienes en un estudio realizado en la zona cafetera de los municipios de La Plata, La Argentina, Paicol y El Pital del departamento del Huila, registraron 85 veredas con cerca de 700 ha de café afectadas por dicho insecto en alturas entre los 1.650 y los 2.100 msnm. La

chamusquina es un problema fitosanitario que afecta altamente la planta, debido a que se alimentan principalmente de los contenidos celulares de las hojas, tallos, flores y frutos de las plantas. En cuanto a su control, se recomendó realizar la recolección manual de ninfas y adultos para su posterior eliminación. En casos severos de la plaga, se dio como opción la aplicación de insecticidas como Invetrina, Karate o Closer en dosis de 200 – 250 cc/ha.

En cuanto a la larva del minador, la plaga fue encontrada en un 5% de los lotes visitados, principalmente en terrenos con altitudes cercanas a los 1.600 msnm y temperaturas promedio de 20°C, dicha plaga prevaleció en periodos de verano. Según Constantino, Flórez, Benavides & Bacca (2011), el factor determinante del aumento poblacional del minador ha sido la temperatura, ya que por cada grado aumentado, se obtiene una generación adicional en el año, por ejemplo: si la temperatura promedio es de 18°C, es posible obtener seis generaciones al año, mientras que con 22°C se obtienen diez. Por lo tanto, el incremento de temperatura aumenta los niveles de la plaga y el daño del cafetal.

Las altas incidencias del minador causan la defoliación de las hojas y posteriormente afecta la formación de botones florales, reduciendo la producción de los frutos. Cuando su afectación es mínima, la cooperativa recomienda realizar control mediante la poda de árboles sombríos en la época lluviosa y realizar fertilizaciones adecuadas para tener plantas vigorosas que puedan contrarrestar el daño, así como lo afirma Senasa, (2015). En niveles críticos del 20% de infestación u hojas minadas, se recomendaron aplicaciones de insecticidas como Trigard en dosis de 100 – 150 gr/ha o Ráfaga con dosis de 1000cc/ha, manejo que han propuesto autores como Constantino, Flórez, Benavides & Bacca en investigaciones realizadas en el 2011.

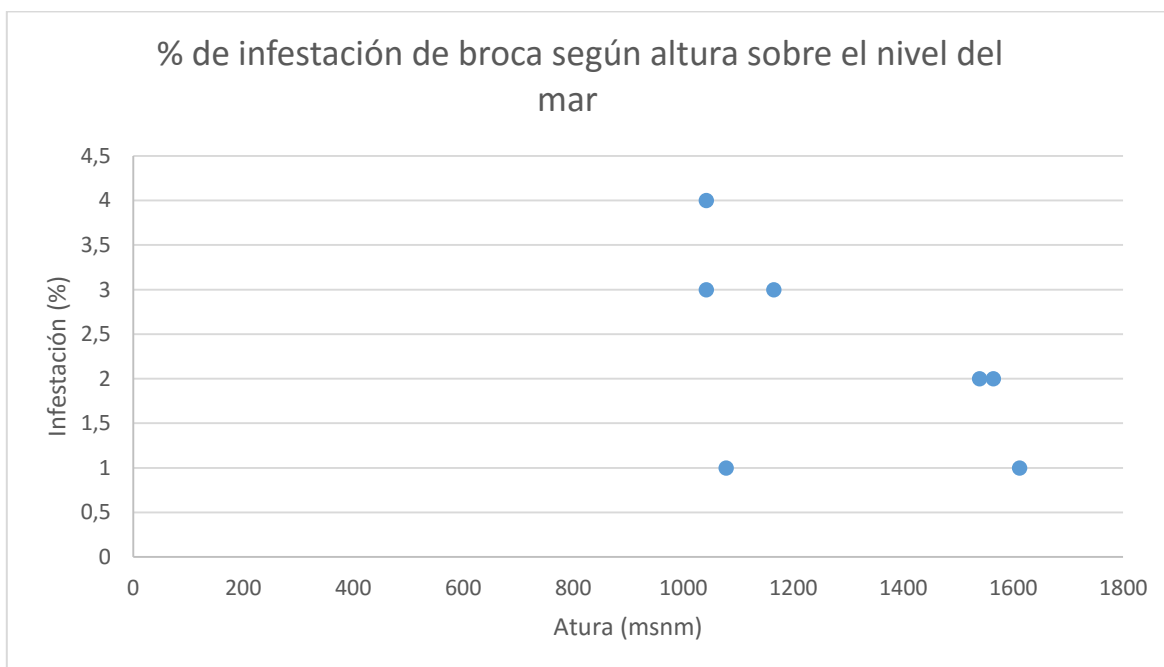
Por otra parte, la broca tuvo incidencia en 20 lotes de café de las 192 fincas visitadas, de los cuales se analizaron 7 aleatoriamente, en dichas fincas se registraron temperaturas entre 26 - 28°C, y alturas entre los 1200 – 1300 msnm, condiciones que inciden en ciclos de vida más cortos, pero que favorecen el aumento de su reproducción de acuerdo con investigaciones realizadas por ICAFE (1998) y MAG - FAO (2001), tal y como se refleja en la tabla 5 y figura 5.

Tabla 5. Infestación de broca en lotes de fincas muestreadas.

FINCA	VEREDA	MUNICIPIO	ALTURA (MSNM)	NIVEL DE INFESTACIÓN (%)
Altamira	San Andrés	La Plata	1564	2
Vista Hermosa	El Medio	Tesalia	1042	4
El Mirador	El Jazmín	La Plata	1165	3
Aránzazu	La Estrella	Nátaga	1612	1
Buena Vista	El Medio	Tesalia	1042	3
La Bella	El Coral	La Plata	1539	2
El Horizonte	El Palmito	Tesalia	1078	1

En la siguiente figura se muestra la incidencia de infestación de broca de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar de las fincas muestreadas.

Figura 5. Infestación de broca según altura sobre el nivel del mar




La incidencia de broca se ve reflejada con mayor porcentaje en lotes ubicados a alturas entre 1000-1200 msnm. En promedio el nivel de infestación determinado fue del 2%. Con valores inferiores al 2% de infestación, se sugirió realizar control cultural, el cual consiste en hacer recolecta de granos maduros y/o sobremaduros. Para infestaciones iguales o mayores al 2% se recomendó aplicar insecticidas como FentoPen, Lorsban, Ráfaga o Clorpiricol en dosis de 1000 - 1500cc/ha o VoliamFlexi con 350cc/ha, tal y como lo contempla CENICAFÉ (2006).


### 5.1.2. Enfermedades

En las asistencias técnicas se evidenciaron principalmente enfermedades como la muerte descendente y la roya. En la tabla 6, se muestra una breve descripción de cada enfermedad y la forma como se sugirió su control.

*Tabla 6. Enfermedades más encontradas en cultivos de café visitados.*

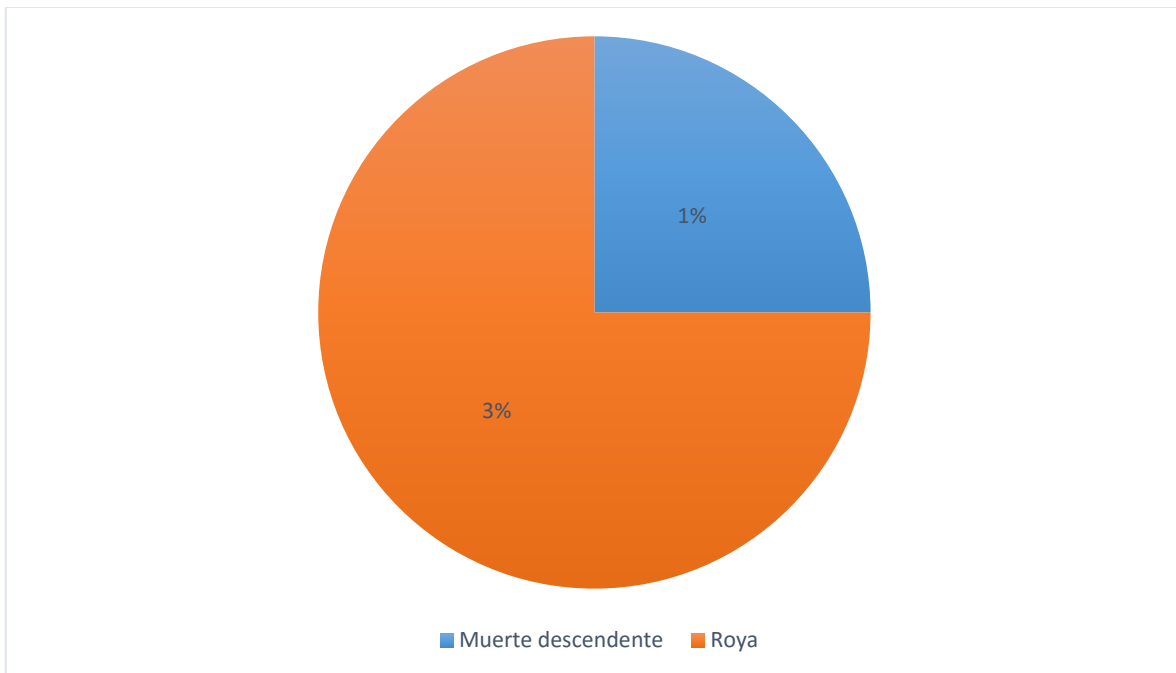
TIPO	DESCRIPCIÓN	CONTROL
 <p data-bbox="237 1318 532 1350">Muerte descendente</p>	<p data-bbox="643 951 1019 1451">Ocasionada por hongos del género <i>Phoma</i> sp., que atacan a todas las variedades de café y aquellos cafetales deficientes en fertilización. Causa atraso en el desarrollo de las plantas, reducción de la producción, desarreglo en los ciclos de renovación y de producción en el lote.</p>	<p data-bbox="1045 951 1463 1199">Para el control se debe regular los arboles de sombra, realizar buenos drenajes, podas sanitarias después de la cosecha, abonamiento orgánico</p>

Continuación 5

	<p>Se presentan como manchas de tono verde pálido o verde amarillo en el haz de las hojas; en el envés son manchas anaranjadas.</p> <p>Las hojas severamente atacadas se desprenden del árbol y en consecuencia éste se ve limitado en su producción.</p>	<p>Control cultural mediante la regulación de sombra, control de arvenses, manejo del tejido productivo, densidad de siembra y adecuada fertilización.</p> <p>Control químico; la roya puede reducirse con aspersiones de fungicidas protectivos. Se recomiendan los cobres, alternando con fungicidas sistémicos para controlar o bajar el nivel infeccioso de focos.</p>
<p>Roya</p>		

En la figura 6, se puede observar el porcentaje de infestación de cada una de las enfermedades encontradas en las 192 fincas visitadas.

*Figura 6. Porcentaje de incidencia de enfermedades en las fincas de asociados a la Cooperativa en el occidente del Huila*





La muerte descendente se vio reflejada en dos de las fincas visitadas: la finca Las Orquídeas presentó 2 plantas enfermas y la finca El Ocaso con 3, ambas fincas ubicadas en la vereda Villa Colombia del municipio La Plata. Se presume que la altura y las lluvias prolongadas influyeron en la enfermedad, tal y como lo afirman Gil & Leguizamón (2000), quienes encontraron que la enfermedad en el cultivo de café se asoció a altitudes cercanas a los 1.700 msnm y a fenómenos climáticos como: lluvias prolongadas y temperaturas entre los 18 y 22°C que se presentan en dicha zona. Para su control es indispensable que se produzcan plantas sanas desde el almácigo, en lotes ya establecidos se recomienda podar ramas y brotes atacados, para posteriormente realizar aplicaciones de fungicidas antes de las épocas de lluvia.

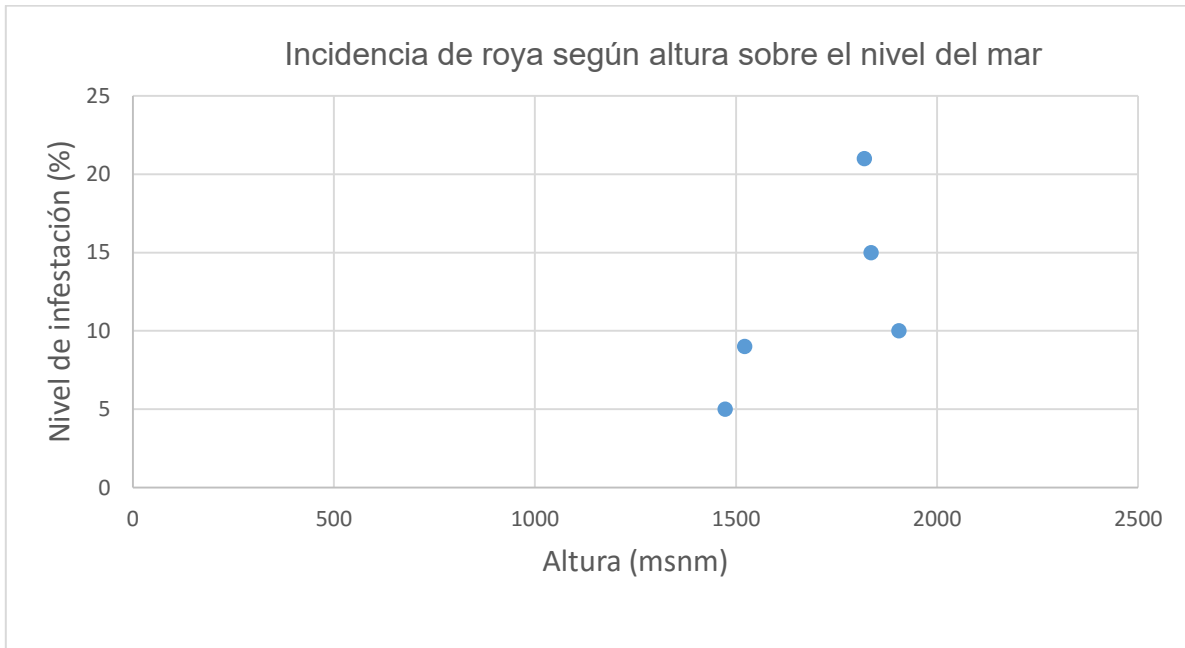
En cuanto a la roya, se evidenció incidencia de la enfermedad en zonas con excesos de lluvia y altas temperaturas, factores a los cuales autores como ICAFE (2017), atribuyen la presencia de dicha enfermedad. De igual manera, esta enfermedad afecta especialmente cultivos a alturas de 1000 msnm (MIDA, 1986) y temperaturas entre los 16 y 28°C (FNC, 2008). Principalmente se reflejaron en 5 de los lotes visitados, los cuales fueron analizados teniendo en cuenta la ecuación planteada por Cenicafé, donde se obtuvieron los siguientes resultados (ver tabla 7 y figura 7):

*Tabla 7. Infestación de roya en lotes de fincas muestreados.*

FINCA	VEREDA	MUNICIPIO	ALTURA (MSNM)	NIVEL DE INFESTACIÓN (%)
La Cañada	Caloto	Paicol	1473	5
El Manzano	Pensil	La Argentina	1905	10
La Orquidea	La Esmeralda	La Plata	1522	9
Bella Vista	El Triunfo	La Plata	1836	15
El Nogal	San Vicente	La Plata	1819	21

En el figura 7, se evidencia el nivel de incidencia de roya en los lotes muestreados aleatoriamente.

*Figura 7. Incidencia de roya de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar*



Este gráfico, evidencia mayor incidencia en lotes con alturas entre los 1500 y 2000 msnm. Por ello, fue necesario recomendar control químico con productos sistémicos en dosis curativas, entre tanto, en los lotes con infestaciones menores al 10%, como es el caso de la finca La Cañada, se recomendaron controles culturales, tal y como sugiere Barquero (2013).

### 5.1.3. Deficiencias nutricionales



Además de plagas y las enfermedades, se analizaron las deficiencias nutricionales de la zona occidente del Huila. Los cafetales que demostraron mayor deficiencia nutricional se debieron a la falta o incorrecta fertilización de las plantas, razón por la cual fue necesario explicar a los caficultores que para cada abonada se debe tener en cuenta las condiciones de planta y suelo, ya que éstas varían en cada etapa de desarrollo, por ello es necesario realizar análisis de suelos por lo menos cada 2 años.

De igual manera, se les indicó la importancia de realizar drenajes en los suelos para mantener la estructura del mismo y asegurar la adecuada aireación y absorción de agua y nutrientes a las raíces de las plantas.




Las deficiencias en la mayoría de los casos, se debieron a la falta de recursos económicos por parte del caficultor debido a los altos costos tanto de fertilizantes

como de transporte. En la tabla 8 se describen las deficiencias nutricionales encontradas en los cultivos visitados.

*Tabla 8 Deficiencias más marcadas en cultivos de café visitados.*

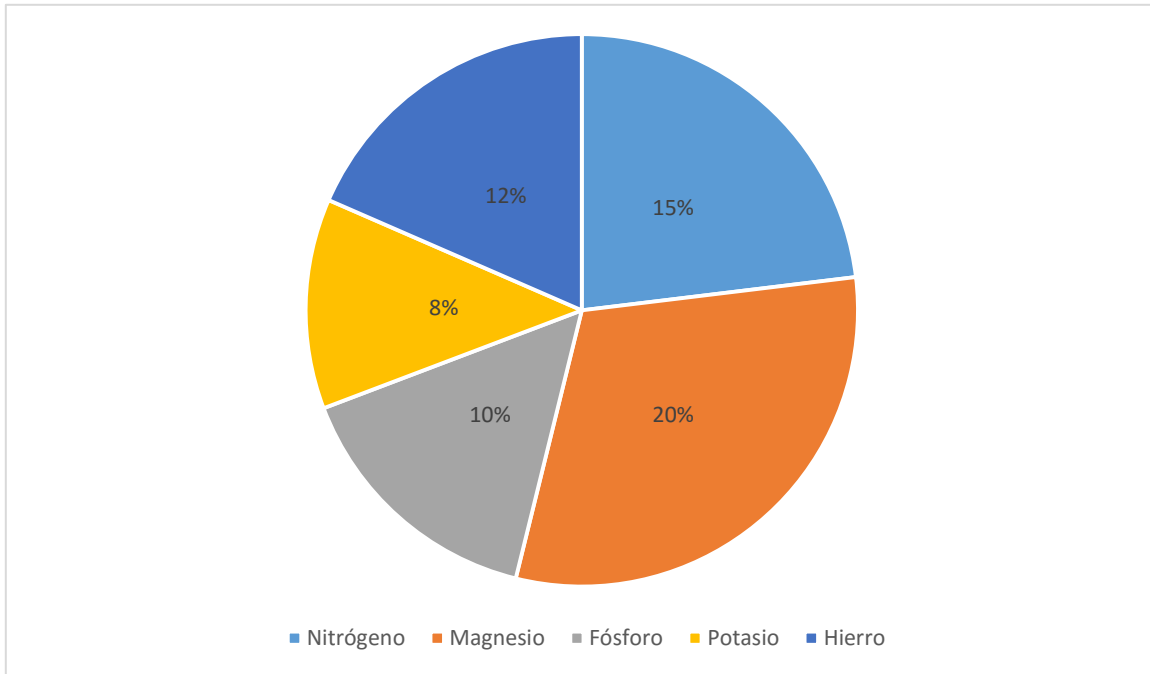
TIPO	DESCRIPCIÓN	CONTROL
 <p data-bbox="237 999 589 1035">Deficiencia de Nitrógeno</p>	<p data-bbox="643 499 1068 657">Las hojas presentan un color verde pálido o amarillamiento (clorosis) incluyendo nerviaciones.</p> <p data-bbox="643 699 1068 898">En casos extremos, las hojas viejas presentan senescencia. Crecimiento aumentado de la raíz y crecimiento atrofiado del tallo.</p>	<p data-bbox="1096 499 1464 615">Se sugiere aplicar fertilizantes nitrogenados o completos (N-P-K).</p> <p data-bbox="1096 657 1464 856">De igual manera se deben utilizar abonos orgánicos anualmente (estiércol, compost, humus de lombriz).</p>
 <p data-bbox="237 1465 589 1501">Deficiencia de magnesio</p>	<p data-bbox="643 1102 1068 1218">Las hojas presentan manchas amarillas entre las nervaduras.</p>	<p data-bbox="1096 1102 1464 1386">Se debe disminuir la cantidad de potasio que se le aplica a los cafetales, de igual manera aplicar fertilizantes con contenidos de magnesio.</p>

Continuación tabla 8

TIPO	DESCRIPCIÓN	CONTROL
 <p data-bbox="237 863 558 898">Deficiencia de Fosforo</p>	<p data-bbox="639 380 1065 919">Se manifiesta en las hojas más viejas, en las que se observan coloraciones rojizas o púrpuras y las hojas nuevas presentan un crecimiento deficiente. En casos de deficiencia severa disminuye el número de brotes, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas, menor desarrollo radicular, menor floración y menor cuajado de los frutos.</p>	<p data-bbox="1091 380 1463 541">Aplicar cerca de la raíz fertilizantes ricos en Fósforo, este elemento en poco móviles en el suelo.</p>
 <p data-bbox="237 1358 558 1394">Deficiencia de Potasio</p>	<p data-bbox="639 984 1065 1230">Los bordes y puntas de las hojas presentan enrollamiento hacia arriba. Inicialmente aparece un amarillamiento el cual se torna de color pardo oscuro.</p>	<p data-bbox="1091 984 1463 1146">Aplicar fertilizantes ricos en potasio, sulfato de potasio o cloruro de potasio.</p>
 <p data-bbox="237 1835 532 1871">Deficiencia de hierro</p>	<p data-bbox="639 1461 1065 1707">Se observa en las hojas nuevas, las hojas toman un color verde pálido, pero por el contrario, las nervaduras conservan su color verde oscuro.</p>	<p data-bbox="1091 1461 1463 1581">Para su corrección se deben realizar drenajes en los suelos.</p>

En la figura 8, se puede observar los porcentajes de deficiencia encontrados en los cultivos de las 192 fincas visitadas.

*Figura 8. Porcentajes de deficiencias en los cultivos de asociados a la Cooperativa del Occidente del Huila*



El nitrógeno evidenció deficiencia en un 15% de los lotes visitados, se presentó como decoloración inicial en las hojas inferiores de la planta, causadas por el crecimiento rápido a plena luz que ocurrió durante su desarrollo. De acuerdo a CANNA (2017), esto corresponde a su constante aumento de fotosíntesis y a la formación de nuevas células, ya que la demanda de nitrógeno en esta etapa es mayor a la que las raíces pueden proporcionar. Para ello, se recomendó incorporar fertilizantes nitrogenados a las plantas que así lo requirieron, y de esta manera evitar problemas en su crecimiento y posibles enfermedades.

En cuanto la deficiencia de magnesio, fue más común encontrarla en los cafetales, un 20% de las plantas carecían de él. Se manifestó como manchas amarillas entre las nervaduras. Las causales de dicha deficiencia se debían a suelos húmedos o ácidos y con altas concentraciones de potasio, así como lo afirma CANNA (2017) en investigaciones realizadas. Por ello, se les recomendó a los caficultores disminuir las concentraciones altas de potasio, de igual manera, aumentar las concentraciones de magnesio y realizar drenajes en los suelos.

La deficiencia de fósforo, se evidenció en baja medida, un 10% de los cafetales carecían de dicho alimento. En las primeras etapas de la planta es el responsable de formarla vigorosamente, con buen sistema radicular. Promueve la floración y el desarrollo del fruto en la etapa de producción. En consecuencia, se presentaron hojas que adquirieron un color rojizo que posteriormente tendieron a secarse. De igual manera, el desarrollo radicular, la floración y el cuajado de los frutos fue mínimo en aquellas plantas con dicho problema, el cual se presentó en los suelos calizos (pH alto) ya que el fósforo se insolubilizó en parte, lo que impidió su disponibilidad a las plantas, tal y como lo contemplan investigaciones realizadas por INFOJARDIN (2017). Debido a su poca movilidad en los suelos, se recomendó realizar aplicaciones de fertilizantes ricos en fósforo, enterrándolos sutilmente para que quedaran cerca de las raíces y así hacer más eficiente la toma de alimento por la planta.

La deficiencia del potasio, al igual que el fósforo no fue tan marcado en los lotes visitados, sólo se evidenció un 8%. El nutriente se encarga de darle a la planta fuerza y calidad. Autores como CANNA (2017), afirman que la ausencia de este nutriente puede generar aumento en la temperatura de las hojas y causa la quema de las células, principalmente en los bordes de las hojas. Por tal razón se recomendó a los caficultores abonar con fertilizantes bien balanceados en potasio debido a que las plantas absorben dicho nutriente rápida y fácilmente.

Para el hierro, la deficiencia fue encontrada en un 12% en los cafetales. Se presentó en suelos con pH elevados que impidieron la absorción de dicho elemento. De igual manera se debió a la alta humedad a la que se sometieron las raíces de las plantas e impidieron su oxigenación adecuada. Por ello, se recomendó bajar los niveles de pH, fertilizar con abonos ricos en hierro y mejorar los drenajes, tal y como lo sugiere CANNA (2017).

#### 5.1.4. Almacenamiento de café pergamino seco e insumos agrícolas

Dentro de las visitas técnicas realizadas también se abordaron temáticas como el almacenamiento de café pergamino seco e insumos de la canasta cafetera. Para ello, se realizó la verificación del estado de las bodegas destinadas para el almacenamiento de café e insumos agrícolas, de las 192 fincas visitadas, el 15% presentaron falencias en estos sitios destinados para almacenar, pues por falta de conocimiento y recursos económicos, la mayoría de fincas no contaban con una bodega bien establecida, ni con las condiciones requeridas para llevar a cabo unas Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), por tal razón, los asociados tuvieron que recurrir a beneficios otorgados por Cadefihuila para acceder a materiales que ayudan a mejorar las condiciones de almacenamiento.

Teniendo en cuenta lo anterior se sabe que se debe contar con un sitio adecuado para almacenar café seco y otro para el almacenamiento de insumos de la canasta cafetera. Dichos lugares deben estar alejados de las habitaciones, comedores o pozos de agua a una distancia mínima de 3 metros.

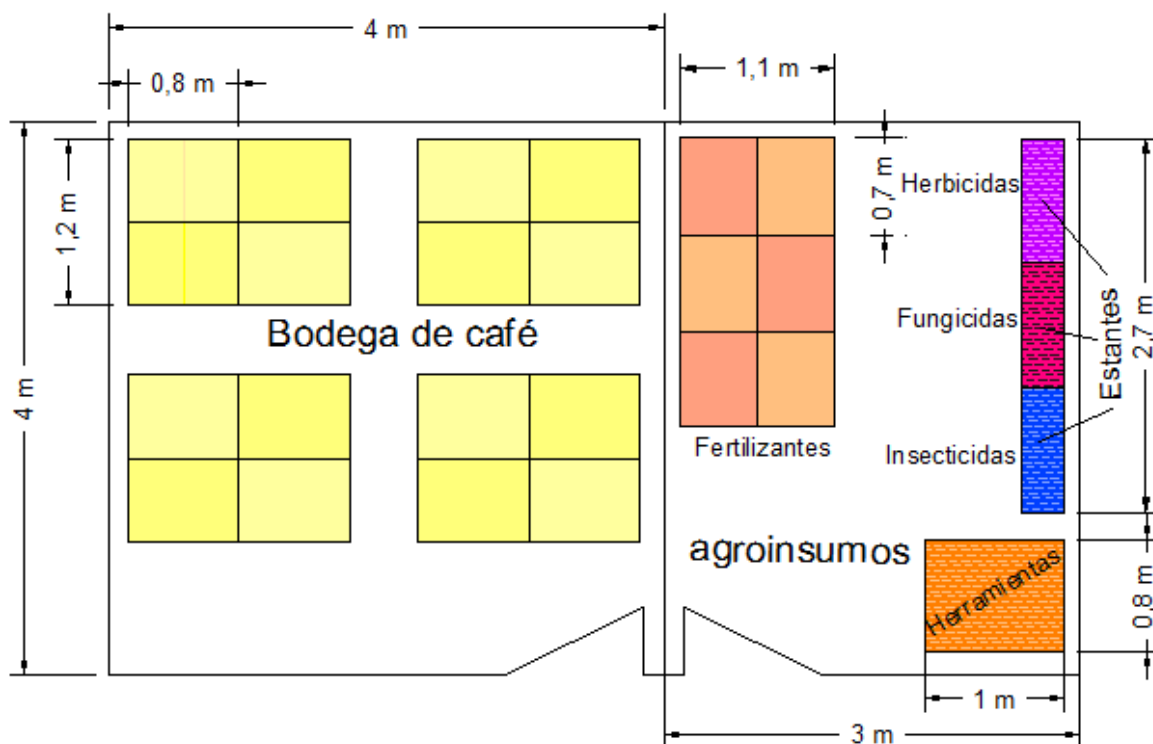
Para ello, a los caficultores que no contaban con bodegas de agroinsumos con BPA, se les recomendó realizar mejoras generales como: ubicación de áreas de almacenamiento alejadas de la vivienda, en los cuales debían contar con insecticidas, plaguicidas y herbicidas separados de los fertilizantes, equipos de protección de productos agroquímicos y buena ventilación para evitar concentraciones de vapores tóxicos; así mismo, el lugar debía permanecer bajo llave y solo accesible a personal capacitado y autorizado. Dichas recomendaciones se hicieron ciñéndose en las sugerencias que hace la empresa por medio de la guía “Marco de estándares de comercio justo” (Cadefihuila, 2017), que explica la correcta disposición de los productos agrícolas.

Se reiteró que las herramientas utilizadas para las labores agrícolas después de cada trabajo debían ser desinfectadas y organizadas (en lo posible colgadas). Se indicó que los productos químicos debían ser ubicados sobre estantes y separando los insecticidas, fungicidas y herbicidas. De igual manera, los fertilizantes debían ubicarse sobre estibas.

En cuanto al almacenamiento de café pergamino seco, se recomendó a los productores empacar el producto cuando éste alcance humedades entre el 10 y 12%, en sacos totalmente limpios, libres de humedad y olores extraños. El sitio destinado para dicho almacenamiento se sugirió estar limpio, seco, libre de olores extraños y contar con ventilación. Se indicó que el café una vez empacado tenía que ser almacenado sobre estibas que impidieran el contacto directo con el piso. Este sitio de almacenamiento debe ser un cuarto totalmente diferente al de los agroinsumos para evitar contaminación. Sus dimensiones pueden variar dependiendo la producción de cada finca, teniendo en cuenta que un café con buenas condiciones de almacenamiento, puede conservarse hasta por 6 meses. Finalmente, se les indicó que ambos sitios destinados para el almacenamiento debían contar con señalizaciones informativas y preventivas de peligros.

A continuación, en la figura 9, se ilustra el diseño de una bodega de café y agroinsumos estándar, basado en la guía “Marco de estándares de comercio justo” (Cadefihuila, 2017) recomendada para pequeños productores, teniendo en cuenta que la mayoría de las fincas visitadas, cuentan en promedio con 4 a 5 hectáreas de café.

Figura 9. Vista en planta de diseño de bodega de café y agroinsumos para pequeños productores.



Fuente: Cadefihuila (2017).

Las dimensiones anteriormente planteadas para una bodega de almacenamiento de café se consideraron para conservar hasta 5.800 kilos de c.p.s., en 4 pilas, de 4x9 bultos.

En cuanto a la bodega de insumos agrícolas, se diseñó para almacenar hasta 54 bultos de fertilizante en arrumes de 6x9 bultos, lo que equivale a abonar 27.000 plantas, si se aplican de 100 gramos de fertilizante/planta.

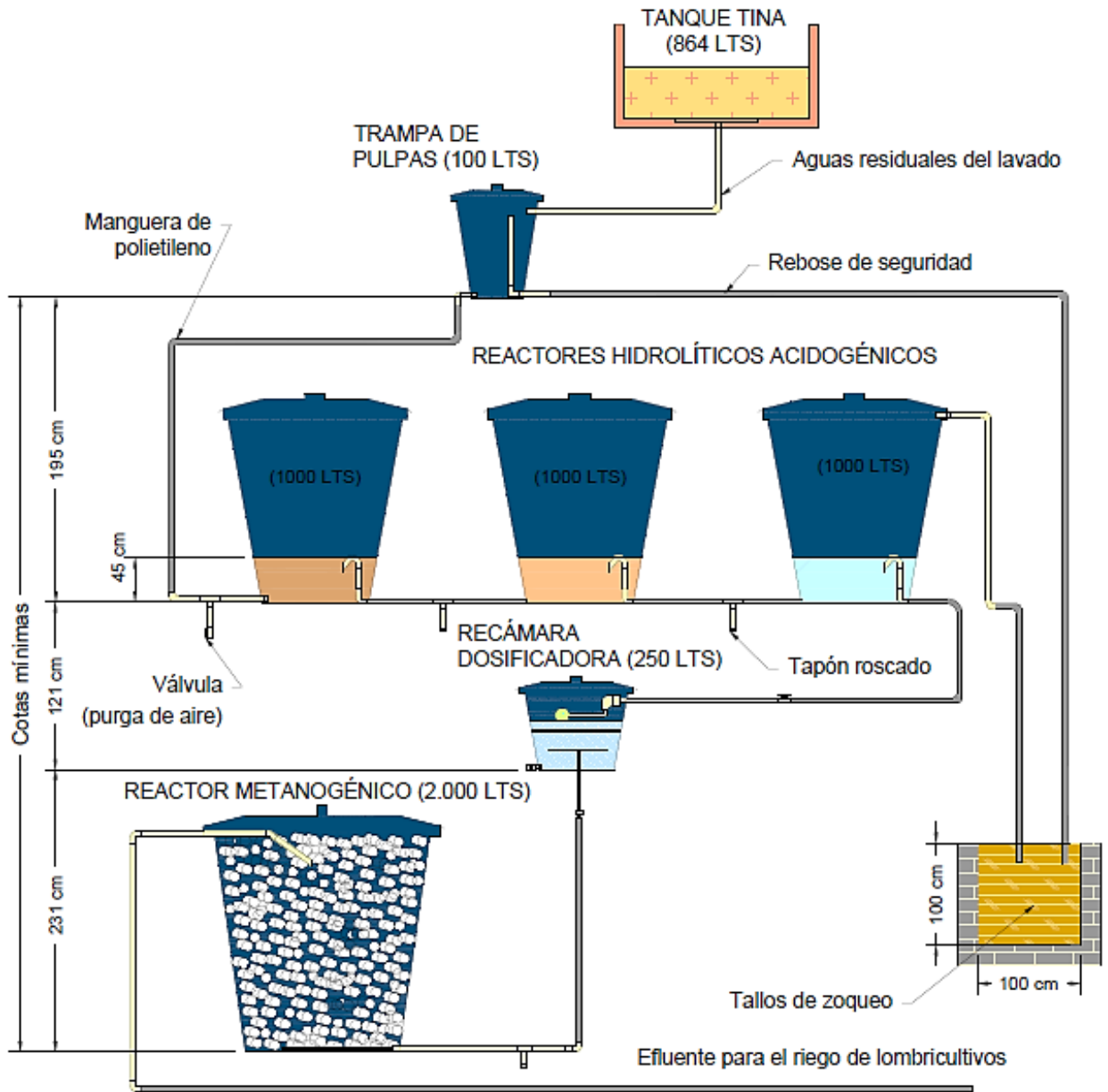
Los arrumes deben realizarse en posición horizontal para garantizar su estabilidad.

## 5.2. Capacitación a productores en la inoculación, arranque y operación del Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio.

Teniendo en cuenta las especificaciones dadas por Cenicafé para la inoculación, arranque y operación de un SMTA con capacidad de 833 kg de café cereza por día, se procedió a seguir el montaje que se ilustra en la figura 10.



Figura 10 SMTA con capacidad máxima de 833 kg café cereza día.



Fuente; Zambrano Franco , Rodríguez Valencia, López Posada & Zambrano Giraldo (2010).

El sistema modular permite la reducción de contaminación de las aguas mieles producidas en el proceso de fermentación y lavado de café en tanque de fermentación (figura 11).

*Figura 11 Tanque de fermentación, finca La Cabaña.*



Dichas aguas residuales comienzan su recorrido en un tanque de polietileno de 100 litros llamado trampa de pulpas (figura 12), que contiene en su interior diferentes conexiones como: una válvula de descarga de aguas mieles provenientes del tanque de lavado (tanque tina), un codo de PVC que permite el rebose de seguridad para posibles excesos de agua, un tubo de PVC de 20cm que conduce las aguas mieles al reactor hidrolítico acidogénico, éste tubo contiene un tapón y perforaciones que evitan el ingreso de granos y pulpa. Para las fincas que tienen fosas, se instala una tubería adicional para el drenado de líquidos generados por la pulpa de café en este sitio.

Figura 12 Trampa de pulpas



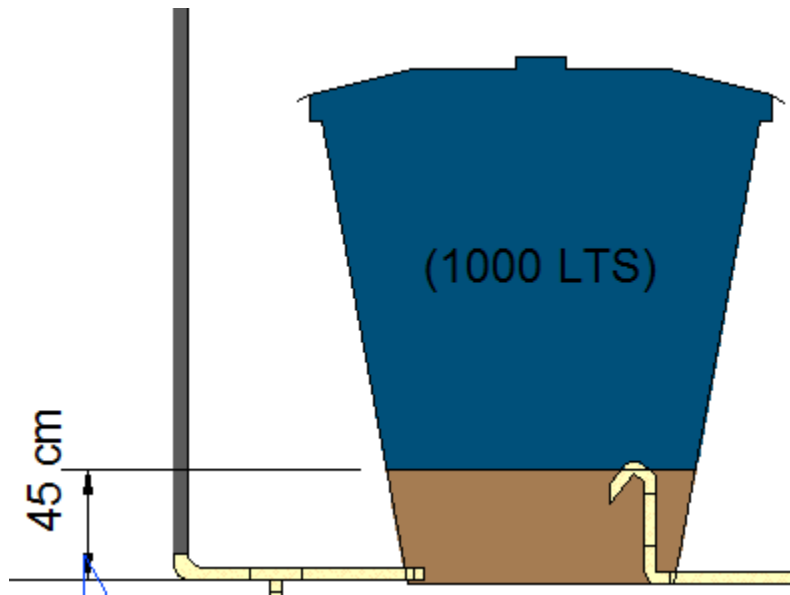
Las aguas residuales del lavado del café (mucílago) que salen del trampa pulpas, ingresan posteriormente a los reactores hidrolíticos acidogénicos (RHA). Para esta fase se utilizaron 3 tanques de polietileno negro (RHA1, RHA2 Y RHA3), tal y como se aprecian en la figura 13.

Figura 13 Reactores hidrolíticos acidogénicos



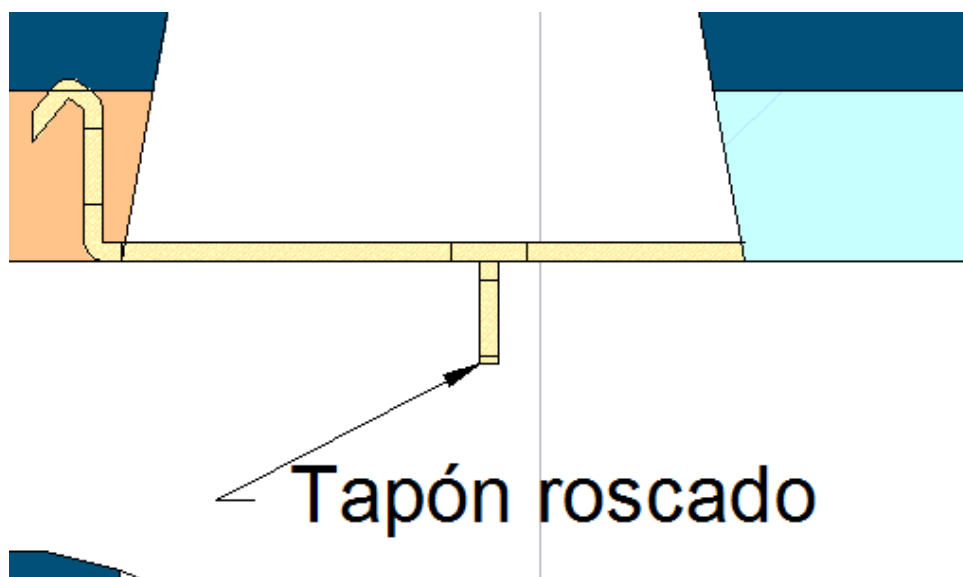
El recorrido del agua en los reactores comienza por el RHA1 por el fondo y sale a través de un dispositivo de 45 cm de altura como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 14 Accesorio de fondo para fijar nivel a 45 cm.



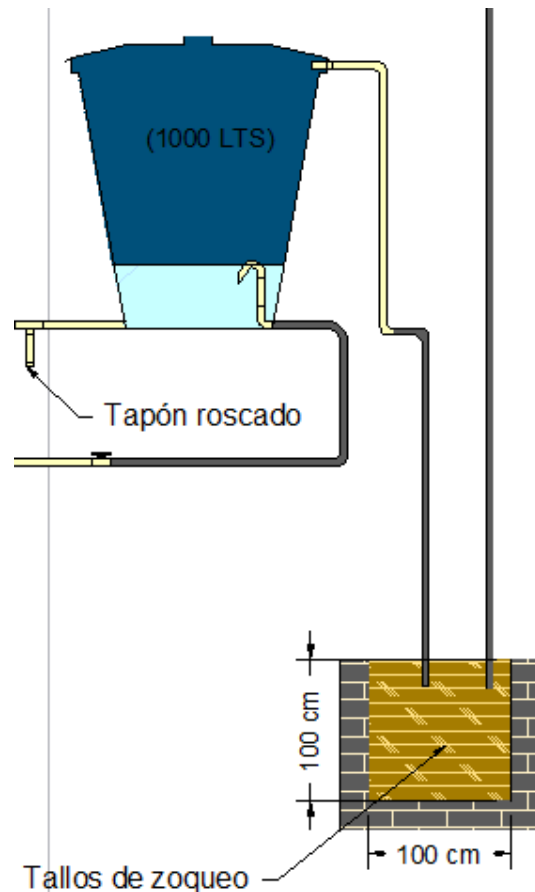
Su recorrido continúa a través de los RHA2 y RHA3 que contienen los mismos dispositivos internos de salida de líquido. Para intercomunicar los tanques RHA, se instaló tubería a 7m del fondo. Estos conectores tienen igualmente la función de descargar lodos de los RHA a través de un tapón roscado (figura 15).

Figura 15 Tapón roscado para descargar lodos de los RHA.



Para el RHA3, se instaló tubería a 7cm del borde superior para drenar los posibles excesos de agua residual de lavado que se presenten. Dicho rebose es dirigido hacia una excavación de 1mx1mx1m, a la cual se le adicionó estiércol para facilitar la descomposición de los residuos, igualmente se llena dicha excavación con trozos de tallos de café de zoqueo (figura 16).

*Figura 16 Excavación para reboses de agua residual.*



Posteriormente se instaló la recámara de dosificación (RD), que consiste en un tanque de 250 litros, al cual se le colocó una válvula de flotador que permite un flujo constante. En el fondo de dicho tanque se instaló un marco colector en tubería PVC, que se acopló a un tubo de salida del tanque, el cual contiene dos tapones con orificios que permiten la salida del líquido por gravedad al fondo del tanque, y de esta manera facilitar una eventual limpieza del marco. Este marco colector contiene orificios a 1cm de distancia (aproximadamente 124 agujeros).

Después de instalado el tanque de dosificación, se debió establecer el lecho filtrante, ubicando piedras de aproximadamente 10 cm de diámetro cerca a los orificios de salida para impedir el contacto entre el material del lecho y los orificios del marco. Luego se terminó de llenar el interior con gravilla de río de aproximadamente 2 – 3 cm de diámetro, hasta una altura de 20 cm del fondo (figura 17).

*Figura 17 Acondicionamiento interior de la recamara de dosificación.*



Sobre la parte superior del lecho se ubicó una malla plástica, cuyos extremos se amarraron a un aro de manguera de polietileno (figura 18).

*Figura 18 Malla plástica de la recamara de dosificación.*



En cuanto al drenaje del tanque de dosificación, se instaló tubería a 7cm del fondo, a la cual se le adicionó un tapón roscado para evitar la salida innecesaria del líquido.

Seguidamente se procedió con la instalación del reactor metanogénico (tanque de polietileno) con capacidad máxima de 2000 litros teniendo en cuenta las especificaciones del anexo A:

El reactor metanogénico fue llenado en un 80% con 170 trozos de guadua cortados en cilindros de 15 cm (ver figura 19), que fueron medio de soporte para las bacterias metanogénicas, con el propósito que éstas no fueran arrastradas por el agua tratada que sale de este reactor, de esta manera se puede garantizar que no se pierda la eficiencia de depuración. Estos microorganismos metanogénicos tienen la función de transformar la contaminación orgánica soluble en biogás, permitiendo la descontaminación de las aguas mieles.

*Figura 19 Llenado de reactor metanogénico con trozos de guadua.*



Posteriormente, se adicionó al reactor la preparación realizada del inóculo utilizando 240 kg de estiércol fresco vacuno disuelto en 240 litros de agua, que fue diluido fuerte y constantemente para homogenizar la mezcla (ver figura 20).

*Figura 20 Preparación del inóculo.*



Para favorecer el crecimiento de los microorganismos, se recomendó adicionar fuentes de carbono, nitrógeno y un neutralizante que permita tener el pH cercano al 7. Para lo anteriormente mencionado se adicionaron 16 kg de miel de purga disuelta en 480 litros de agua, de igual manera se adicionó 200 gr de urea disuelta en 8 litros de agua (ver figura 21), finalmente se agregó 4 kg de cal masilla blanca disuelta en 40 litros de agua.

*Figura 21 Adición de urea a 8 lts de agua.*



Finalmente, se adicionaron las tres últimas mezclas al reactor metanogénico y se dejaron tapadas durante tres semanas; éstas tiene como propósito permitir el crecimiento y adaptación de los microorganismos para dar inició a la etapa de arranque del SMTA.

La capacitación realizada sobre la inoculación, arranque y operación del Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio (SMTA) para el manejo de aguas residuales (Beneficio del café), en la finca La Cabaña de la vereda Segovianas (La Plata), se realizó con el ánimo de permitir la disminución del impacto ambiental provocado por el agua residual en el lavado del café. De acuerdo con López, *et al.*, (1999), los SMTA han permitido remover más del 80% de la contaminación orgánica presente en las aguas residuales del lavado de café, en términos de demanda química de oxígeno (DQO) y demanda biológica de oxígeno  $BO_5$ . En términos de sólidos totales (ST) y sólidos suspendidos totales se dan eficiencias de remoción de 45,99 y 74,3% respectivamente (Orozco, Lopez, Zambrano & Rodríguez, 2006). En cuanto al PH, el líquido a la entrada y a la salida del reactor presenta valores cercanos a 4,5 y 6,5 respectivamente.



Este sistema permite que el agua utilizada para el proceso del beneficio, sea limpiada para posteriormente reutilizarse en la irrigación del cultivo o para los quehaceres del hogar. En las siguiente figura, se puede evidenciar como es el cambio de tonalidad y textura del agua en las diferentes fases del SMTA:

*Figura 22. Cambio de tonalidad y textura del agua en las diferentes fases del SMTA.*





*Fuente: El autor*



### **5.3. Desarrollo de actividades agrícolas en la granja experimental de la Cooperativa**

El trabajo de campo en la finca de la Cooperativa se realizó con el propósito de implementar parcelas demostrativas que permitieran impulsar una producción sostenible en las fincas cafeteras. Para ello se desarrollaron actividades culturales en pro de aprovechar espacios para la producción como: el cultivo de cacao, plátano, semillero y almacigo de café, y siembra de hortalizas. A continuación se describen las actividades realizadas en la finca de la Cooperativa:


Tabla 9 Actividades realizadas en la granja experimental de Cadefihuila.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	LABOR CULTURAL REALIZADA
<p>Plateo de árboles de cacao</p>	<p>Se requirió la limpia a 200 árboles de cacao para garantizar principalmente la absorción de agua y nutrientes por la planta.</p>	
<p>Retirado de cintas a plantas de cacao injertados</p>	<p>Fue necesaria la eliminación de las cintas que aun contenían algunos árboles de cacao injertados, esto se realizó con el propósito de permitirle a la planta el transporte correcto de minerales, garantizar el adecuado desarrollo de la planta y evitar la deformación del tallo. Al retirar la cinta, se tuvo precaución para evitar romper la ligadura entre las partes aun delicadas. Este proceso se llevó a cabo a 200 plantas de cacao ya previamente plantadas. En la siguiente ilustración se evidencia la deformación que sufrió una de las plantas al no retirarle la cinta oportunamente.</p>	

Continuación tabla 9

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	LABOR CULTURAL REALIZADA
Siembra de árboles de cacao	Adicionalmente, se sembraron 100 plantas de cacao en los lotes de la finca de la Cooperativa a distancia de 3 metros en tres bolillos.	
Fertilización de árboles de cacao, plátano y limón swingle	Cadefihuila cuenta con plantaciones de cacao, plátano y limón swingle, las dos primeras destinadas como fuente de ingresos para la finca de la Cooperativa y la última utilizada como barrera viva que limita el predio. Como bien es sabido, las plantas tienen necesidades nutricionales que se deben suplir para cumplir con su adecuado desarrollo y/o producción, es por ello que se realizaron fertilizaciones a los árboles existentes en los lotes. En la siguiente figura se evidencia la fertilización realizada al limón swingle.	

Continuación tabla 9

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	LABOR CULTURAL REALIZADA
Recolección de chapolas	Cadefihuila ofrece venta de chapolas al público en general, por ello fue necesario apoyar en la recolección de éstas. Donde se clasificaron las que continuarían su proceso en el almacigo y las que se desecharían por presentar alguna deformación morfológica, pues la elección de una buena chapola permite el desarrollo adecuado de la planta durante su ciclo de vida.	

Construcción de la huerta casera. Se llevó a cabo la implementación de una huerta casera en la finca de la cooperativa como prototipo para la ejecución de un proyecto que favoreció a las mujeres cafeteras. La huerta modelo se realizó de 5 metros de ancho por 5 metros de largo, en donde se ejecutaron 8 eras de 2m x 0,7m, con espacios entre ellas de 0,5m. Allí se cultivaron hortalizas como: zanahoria, lechuga, cebolla, cilantro y tomate, teniendo en promedio una germinación del 85% (ver figura 23 y 24).

Con este programa se benefició al 24% de las 250 mujeres cafeteras existentes, pertenecientes a las veredas de La Plata como: El Coral, San Andrés, Alto Cañada, Monserrate, Getzen, San Vicente, Villa Colombia, El Triunfo, Villa Mercedes, La Esmeralda, La Playa, El Carmen; donde la Cooperativa brindó apoyo proporcionando materiales y semillas para implementar una huerta similar en cada una de sus fincas (ver figura 25); esto con el fin de proporcionar una alternativa fácil y económica para garantizar alimentos de calidad según las necesidades de cada familia. De acuerdo con la FAO (2005), las huertas caseras pueden ser una poderosa herramienta para mejorar la calidad nutricional y formación de los niños y sus familias en las zonas rurales y urbanas de los países en desarrollo.

Figura 23 Modelo huerta casera.



Figura 24 Hortalizas en eras modelo.



*Figura 25. Implementación de huertas caseras por mujeres cafeteras.*



## 6. CONCLUSIONES

De las 192 fincas visitadas, las plagas que se vieron más marcadas fueron la araña roja (8%), la chamusquina (2,08%), la broca (10,42%) y el minador de hoja (5%), que se reflejaron debido a temperaturas entre los 22 y 28°C, tiempos prolongados de sequía y alturas sobre el nivel del mar entre los 1400 y 1600 metros. Así mismo, las enfermedades más marcadas fueron la roya encontrada en 5 de los lotes visitados (Finca la Cabaña, de la vereda Caloto en el municipio de Paicol; Finca El Manzano, vereda El Pensil del municipio de la Argentina; y Las fincas La Orquidea, Bella vista y El Nogal, de las veredas La Esmeralda, El Triunfo y San Vicente respectivamente del Municipio de La Plata), y la muerte descendente en 2 lotes. Dichas enfermedades se atribuyen al exceso de lluvia y las temperaturas entre los 18 y 22°C.

En los cafetales de los asociados visitados se evidenciaron mayormente deficiencias de nitrógeno en un 15%, fósforo 10%, potasio 8%, hierro 12% y magnesio 20%.

El 15% de las fincas visitadas no contaban con BPA, por falta de recursos económicos o desconocimiento por parte de las familias caficultoras, este inconveniente generó problemas de salud a las personas y contaminación al medio ambiente debido a derrames de agroinsumos presentes en las fincas.

Se evidenció dificultades en el almacenamiento de café pergamino seco, un 30% de las 192 fincas visitadas almacenaban en el mismo sitio destinado para el almacenamiento de agroinsumos.

En un día de campo, en la finca La Cabaña ubicada en la vereda Segovianas del municipio de La Plata, se logró explicar de manera pedagógica a 40 caficultores la instalación de un SMTA de capacidad máxima de 833 kg de café cereza por día, el cual permite reducir la contaminación producida por las aguas mieles en el beneficio del café hasta un 80%, permitiendo la reutilización del agua en riego y labores domésticas.

La ejecución de las huertas caseras permitió beneficiar a 60 familias de mujeres cafeteras, las cuales a través del proyecto pudieron cultivar sus propios alimentos básicos para mejorar la calidad nutricional y formación de los niños y sus familias.

## **7. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los agricultores realizar controles oportunos en todas las etapas de desarrollo a las diferentes enfermedades y plagas, pues el avanzado estado de éstos pueden dificultar su corrección y en muchas oportunidades el problema debe ser arrancado de raíz para no permitir que se propague.

Realizar análisis de suelos cada 2 años para realizar la correcta aplicación de fertilizantes requeridas por las plantas. Es recomendable realizar las fertilizaciones cada 4 meses, sobre todo en épocas de lluvia, es decir cuando el suelo permanece húmedo.

Los sitios destinados para almacenamiento de insumos agrícolas y café pergamino seco deben contar con buena ventilación, estar bajo llave y contar con las señalizaciones pertinentes. De igual manera, se debe evitar el contacto entre estos productos, pues la salud de las personas, la calidad del café y el medio ambiente depende entre otras cosas, de un adecuado establecimiento.

Instalar correctamente el sistema modular de tratamiento anaerobio (SMTA) en todas las fincas cafeteras, de esto depende el éxito del tratamiento del agua residual del beneficio del café. Es de suma importancia que éste sea instalado en un terreno con pendiente pronunciada para que el flujo del agua sea por gravedad.

Se le recomienda a la Cooperativa aprovechar los espacios experimentales de la finca Cadefihuila para hacer investigaciones conjuntas con la academia que permitan dar soluciones a los problemas de plagas y enfermedades más frecuentes en los cultivos de café.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado A., G.; Posada S., H.E.; Cortina G., H.A. Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya. *Avances Técnicos Cenicafe*. No. 337:1-8. 2005.
- ANACAFÉ. (13 de Octubre de 2011). *Asociación nacional del café*. Obtenido de Enfermedades y su control: [https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura\\_ControlEnfermedades](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_ControlEnfermedades)
- Arias Rodriguez, N. (6 de Octubre de 2012). *El Café*. Obtenido de Enfermedades del café: <http://cafecooludec.blogspot.com.co/2012/10/enfermedades-y-plagas-del-cafe.html>
- Barquero Miranda, M. (2013). Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE). Centro de investigaciones en café (CICAFE). *Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto*, 3.
- Bedri. (2017). *El café en el mundo*. Obtenido de [http://www.bedri.es/Comer\\_y\\_beber/Cafe/El\\_cafe\\_en\\_el\\_mundo.htm](http://www.bedri.es/Comer_y_beber/Cafe/El_cafe_en_el_mundo.htm)
- Biobest. (2017). *Plagas y enfermedades*. Obtenido de Minadores de hojas: <http://www.biobestgroup.com/es/biobest/plagas-y-enfermedades/minadores-de-hojas-5007/>
- Bustamante Gañán, F., Van Heeren, N., Isaza Ramírez, C. H., Londoño Rendón, J., Ruiz Gallo, G. H., Franco García, G. I., . . . Villa Henao, C. A. (Agosto de 2009). Sistema de mejoramiento continuo en la producción de café. *Primera*, 21.
- Cadefihuila. (2016). Obtenido de [www.cadefihuila.com](http://www.cadefihuila.com)
- Cadefihuila. (2017). Marco de estándares de comercio justo . *FAIRTRADE*. Huila, Colombia.
- Café de Colombia. (Julio de 2014). DETRÁS DEL CAFÉ DE COLOMBIA. *Café de Huila (DOP), uno de los más reconocidos orígenes de alta calidad*, 14.
- Café Victoria. (2017). Broca del café.
- Campos Almengor, O. (2016). *Control del minador de la hoja del cafeto (Leucoptera coffeella Guer-Menev)*. Obtenido de Anacafé: [https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Minador\\_hoja\\_del\\_cafeto](https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Minador_hoja_del_cafeto)
- CANNA. (2017). *Guía de deficiencia*. Obtenido de [www.canna.es/guia-deficiencia](http://www.canna.es/guia-deficiencia)
- CENICAFÉ. (Diciembre de 2006). Centro Nacional de Investigaciones de Café. *Captura de adultos de Broca del café en trampas con atrayentes*, 3 - 11. Brocarta.

- Cenicafé. (2 de Febrero de 2016). *Cultivemos café*. Obtenido de Manejo integrado de la broca: [http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/plagas](http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/plagas)
- CHEMINOVA. (6 de Diciembre de 2014). Plagas y enfermedades del café un reto de Cheminova no solo en Colombia.
- COFFEEIQ. (2017). *Recolección de café*. Obtenido de Conoce tu café: <http://www.coffeeiq.co/recoleccion-de-cafe/>
- Constantino , L., Flórez, J., Benavides , P., & Bacca, T. (Julio de 2011). *Minador de las hojas del cafeto una plaga potencial por efectos del cambio climático*, 409, 2. (S. Marín López, Ed.) Chinchiná, Caldas, Colombia: Cenicafé.
- Dow. (2017). Descubre Innovación. *La Roya*. Medellín.
- FAIRTRADE. (2017). *Los sellos de la marca Fairtrade*. Obtenido de <https://www.fairtrade.net>
- FAO. (Junio de 2005). Importancia de huertos escolares en educacion y nutrición . <https://news.un.org/es/story/2005/06/1059361>.
- FNC. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. BOGOTÁ COLOMBIA. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE - Cenicafé. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Cartilla cafetera Vol. 1. Chinchiná, Cenicafé, 2004.
- FNC. (2004). FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Beneficio del café II: Secado del café pergamino. Obtenido de [http://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla\\_21.\\_Secado\\_del\\_cafe.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_21._Secado_del_cafe.pdf)
- FNC. (2004). FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Disturbios fisiológicos y nutricionales del café. *Cenicafé*. Obtenido de [http://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla\\_17\\_Disturbios\\_fisiologicos.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_17_Disturbios_fisiologicos.pdf)
- FNC. (2008). FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Prácticas y recomendaciones para el manejo de la roya. Colombia. Obtenido de [https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/programas\\_para/11621\\_manejo\\_adeecuado\\_de\\_la\\_roya\\_del\\_cafeto/116211\\_practicas\\_y\\_recomendaciones\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_la\\_roya-1/](https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/programas_para/11621_manejo_adeecuado_de_la_roya_del_cafeto/116211_practicas_y_recomendaciones_para_el_manejo_de_la_roya-1/)
- FNC. (2010). FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. *Descubre lo que hay detrás del café de Colombia*. Obtenido de Federación nacional de cafeteros de Colombia: <http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/>
- FNC. (2014). FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Por la caficultura que queremos. *Congreso nacional de cafeteros*. Bogotá,

Colombia. Obtenido de Comité Departamental de Cafeteros del Huila:  
[https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe\\_Comites\\_2014p.pdf](https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Comites_2014p.pdf)

- Galvis Garcia , C. A. (2002). Mal Rosado del cafeto. *Cenicafé*, 1- 8.
- Gamonal, L. E. (2014). Evaluación física y sensorial de cuatro variedades de café (coffea arabica L.) tolerantes a roya (Hemileia vastatrix), en relación a dos pisos ecológicos de las provincias de Lamas y Rioja. Tarapoto, Ecuador.
- Gil Palacios , Z. N., Constantino Chuairé, L. M., Martínez Córdoba , H., & Benavides Machado , P. (Octubre de 2013). Avances técnicos Cenicafé. *Aprenda a manejar la arañita roja del café*. Manizales , Caldas , Colombia.
- Gil Vallejo, L. F., & Leguizamón Caycedo, J. E. (Agosto de 2000). La muerte descendente del café. (278).
- Giraldo Jaramillo, M., Galindo Leva , L. Á., & Benavides Machado , P. (Enero de 2011). La arañita roja del café. *Biología y hábitos*, 403. Obtenido de <http://cenicafe.org/es/publications/avt0403.pdf>
- Gómez Quiroga , R., & Baeza Aragón , C. (Enero de 1979). Control químico del volcamiento en germinadores de café. *Avances técnicos Cenicafé*. Chinchiná, Caldas , Colombia : 85.
- Gomez, O. (Septiembre de 2010). *Guía para la innovación de la caficultura* .
- Guzmán, A. (2 de Febrero de 2011). Ficha técnica de café. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/48007542/tcafe>
- Hernández Acosta, R. (2013). *La broca del fruto del café*. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/Desplegables/La%20broca%20del%20fruto%20del%20caf%C3%A9.pdf>
- ICA. (2007). Instituto Colombiano Agropecuario. *Guía para el almacenamiento de los insumos agrícolas*. Bogotá, Colombia.
- ICA. (Octubre de 2009). Mis buenas prácticas agrícolas. *Guía para agroempresarios*. Bogotá, Colombia.
- ICAFFE. (1998). Instituto del café de Costa Rica. 1, 167. Heredia, Costa Rica. Obtenido de Manual de recomendaciones para el cultivo del café.
- ICAFFE. (2017). Instituto del Café de Costa Rica. *Lluvias y altas temperaturas aumentan ataque de roya*. Costa Rica.
- INFOJARDIN. (2017). *Carencias de nitrógeno, fósforo y potasio*. Obtenido de Artículos : <http://articulos.infojardin.com/articulos/carencias-nitrogeno-fosforo-potasio.htm>

- Intracen. (2017). *Centro de comercio internacional*. Obtenido de El comercio mundial del café-Exportaciones mundiales de café: datos básicos: <http://www.intracen.org/guia-del-cafe/el-comercio-mundial-del-cafe/Exportaciones-mundiales-de-cafe-datos-basicos/>
- Jaramillo Noreña , J. E., Rodríguez , V. P., & Aguilar Aguilar, P. A. (2012). *Nutrición. Tecnología para el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas*.
- Jurado Chaná, J. M., Montoya Restrepo, E. C., Oliveros Tascón, C. E., & García Alzate, J. (2009). Método para medir el contenido de humedad del café pergamino en el secado solar. Bogotá, Colombia.
- Labrada, R., Caseley, J. C., & Parker, C. (1996). Manejo de malezas para países en desarrollo. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO(120)*. Roma. Obtenido de El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas.
- Lavazza. (2016). *Cosecha del café*. Obtenido de La calidad se construye desde el principio: [http://www.lavazza.com/csa/coffee-passion/our-coffee/coffee\\_harvest/](http://www.lavazza.com/csa/coffee-passion/our-coffee/coffee_harvest/)
- LIDL. (2017). *Alimentación sostenible*. Obtenido de Rainforest Alliance: <https://www.lidl.es/es/sostenibilidad-alimentacion-sostenible.htm>
- López Posada, U., Rodríguez Valencia, N., Isaza Hinestroza , J., & Zambrano , D. (Julio de 1999). Tratamiento de aguas residuales del lavado del café. Chinchiná, Caldas, Colombia.
- MAG - FAO. (Enero de 2001). Manejo integrado de la Broca del café. Heredia, Costa Rica.
- MIDA. (1986). *tercera Reunion Regional Del Promecafe Sobre el Control de la Roya del Cafeto*. Boquete, Panamá.
- Minagricultura. (21 de Diciembre de 2017). Cultivos de café del Huila son monitoreados por el ICA. Obtenido de <http://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Cultivos-de-cafe-del-Huila-son-monitoreados-por-el-ICA---21-de-diciembre-de-2017.aspx>
- Núñez, E. G. (30 de Diciembre de 2017). Colombia, el país con el mejor café del mundo, no toma café. Obtenido de <http://diariolaeconomia.com/tomemos-cafe/item/3502-colombia-el-pais-con-el-mejor-cafe-del-mundo-no-toma-cafe.html>
- Orozco , P., Lopez Posada, U., Zambrano Giraldo, A., Zambrano Franco, D., & Rodríguez Valencia , N. (2006). Boletín técnico. *Tratamiento anaerobio de las aguas miles del café*. Chinchiná, Caldas , Colombia .

- Orozco Restrepo, P. A. (2003). Arranque y puesta en marcha de un reactor metanogénico tipo UAF para el tratamiento de las agua residuales del lavado del café. Manizales.
- Pacas, J. A. (16 de Agosto de 2016). Ciencia: ¿Cómo Identificar Y Mejorar El Estado De Maduración De Los Frutos Del Café? Obtenido de <https://www.perfectdailygrind.com/2016/08/ciencia-como-identificar-y-mejorar-el-estado-de-maduracion-de-los-frutos-del-cafe/>
- Padilla Hurtado , C. (2005). FIAGRO. *Manual de caficultura orgánica para el productor*.
- Pinto Fiallo, D. A. (10 de Mayo de 2015). Cultivo promisorio de mi ecorregión. Obtenido de <http://diegopinto1991.blogspot.com.co/>
- Quiliguango Heredia, R. M. (2013). Influencia de cuatro métodos de beneficio sobre la calidad física y organoléptica del café arábico (*coffea arabica* L.) en dos pisos de altitudinales del noroccidente de Pichincha. Quito, Ecuador.
- Ramírez Builes, V. H., Moreno Berrocal , A. M., & López Ruiz, J. C. (Junio de 2012). Evaluación temprana de la deficiencia del nitrógeno en café y aplicaciones. *Cenicafé(420)*.
- Ramírez Cortés, H. J., Gil Palacio, Z. N., Benavides Machado , P., & Bustillo Pardey, A. E. (Enero de 2008). Monalonion velezangeli. *La chinche de la chamusquina del café(367)*. Chinchiná, Caldas, Colombia.
- Ramírez, R. S., Salazar Pedroza, A., & Nakagome, T. (Febrero de 2001). *Manual de plagas y enfermedades del jitomate, tomate de cáscara y cebolla en el estado de Morelos*. Obtenido de Minador de la hoja: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/unidadmorelos/libros/hortalizas/hortalizas15.pdf>
- Real, F., & Florio, G. (2015). *Control biológico de la broca del café (Hypothenemus hampei Ferrari)*. Obtenido de <http://vinculando.org/mercado/cafe/control-biologico-broca-cafe-hypothenemus-hampe-ferrari.html>
- REPUBLICA DE COLOMBIA. (1984). Ministerio de Salud. *Decreto número 1594 de 1984*, 48. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Rodríguez Arreola, C., Munro Olmos, D., & Salazar Fuentes, V. H. (Enero de 2009). *Paquete tecnológico para el cultivo de café orgánico en el estado de Colima*. Obtenido de Control de la Mancha de Hierro en el cultivo de café y su control con oxiclورو de cobre: <https://es.scribd.com/document/68204050/PPaquete-Tecnologico-Cafe>
- RODRÍGUEZ V., N., ZAMBRANO F., D. A., & RAMÍREZ G., C. (2013). Manejo y disposición de los subproductos y de las aguas residuales del beneficio del

café. *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura*. Chinchiná. Obtenido de Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura.

Rodríguez, R. (2016). *Enfermedades del cafeto*. Obtenido de [http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1848/Enfermedades\\_del\\_Cafeto1.pdf](http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1848/Enfermedades_del_Cafeto1.pdf)

Salazar, I. F., & Hincapié, E. (2007). Las arvenses y su manejo en los cafetales. En F. Cenicafé, H. F. Ospina, & S. M. Marín (Edits.), *Sistema de producción de café en Colombia* (Primera ed., pág. 116). Chinchiná, Colombia.

SANZ U., J.R.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A., & PEÑUELA M., A.E.; RAMOS G., P.J. (2013). Proceso de beneficio. *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura*. Chinchiná.

SCAN. (Junio de 2015). *Plataforma Nacional de Café Sostenible*. Obtenido de Nutrición del cafeto: <https://www.sustainabilityxchange.info/filesagri/BPA-6.-Nutrici%C3%B3n-del-Cafeto-20150914-web.pdf>

SCS global services. (2017). *Setting the Standard for Sustainability*. Obtenido de Starbucks C.A.F.E. Practices: <https://www.scsglobalservices.com/starbucks-cafe-practices?scscertified=1>

SENASA. (1915). Broca del café. *Control integrado*. Perú.

Senasa. (2015). Minador de hoja de café. La Molina, Lima, Perú.

Suarez Trujillo, M. (2 de Octubre de 2015). Cadefihuila crece entre cafetales. *Nueva imagen*, pág. 2.

Talavera Rubia, M. (Octubre de 2003). Manual de nematología agrícola.

Talens, M. (6 de Julio de 2014). Las variedades de café y el fruto del cafeto. Obtenido de <https://www.suecaexpres.com/blog/variedades-de-cafe/>

Tirabanti, J. (2011). Manejo agroforestal multiestrato para el cultivo de café. *Una propuesta para ecosistemas frágiles*. Perú.

UTZ. (2017). *Mejor agricultura, mejor futuro*. Obtenido de <https://utz.org/who-we-are/about-utz/>

Vargas Molina, J. E. (27 de Febrero de 2016). Procesos de poscosecha en el cultivo del café. *El campesino*.

Villegas García, C., Benavides Machado, P., Gil Palacio, Z., & Giraldo Jaramillo, M. (Julio de 2009). Aprenda a diferenciar la muerte descendente y la chamusquina en árboles de café. Chinchiná, Caldas, Colombia.

Yara. (2017). *Nutrición vegetal*. Obtenido de Resumen nutricional del café:  
<http://www.yara.com.co/crop-nutrition/crops/cafe/informacion-esencial/resumen-nutricional/>

Zambrano Franco , D., Rodríguez Valencia, N., López Posada , U., & Zambrano Giraldo, A. (2010). Contruya y opere su sistema modular de tratamiento anaerobio para las aguas mieles. *Cenicafé*, 5. Chinchiná.

## ANEXOS

### *Anexo A Materiales necesarios para la inoculación y arranque de los SMTA.*

Reactor metanogénico			Inoculación					Arranque	
Volumen (L)	Guadua (metros lineales)	Tercios de botella (número)	Inóculo (bacterias)	Fuente de carbono		Fuente de nitrógeno	Búfer de arranque	Día	Tiempo de alimentación diaria (Horas : min.)
				Opción A	Opción B				
250	22	186	30 kg de estiércol fresco + 30 L de agua	15 L primer enjuague + 15 L segundo enjuague	2 kg de miel de purga disuelta en 60 L de agua	1,5 L orina animal ó 25 g de urea disuelta en 1 L de agua	0,5 kg de cal masilla blanca disuelta en 5 L de agua	1 a 14	00:06
								15 a 28	00:15
								29 a 42	00:35
								43 a 56	01:00
								57 a 70	01:30
71 en adelante	Continuo								
500	43	369	60 kg de estiércol fresco + 60 L de agua	30 L primer enjuague + 30 L segundo enjuague	4 kg de miel de purga disuelta en 120 L de agua	3 L orina animal ó 50 g de urea disuelta en 2 L de agua	1,0 kg de cal masilla blanca disuelta en 10 L de agua	1 a 14	00:13
								15 a 28	00:30
								29 a 42	01:10
								43 a 56	02:00
								57 a 70	03:00
71 en adelante	Continuo								
750	66	558	90 kg de estiércol fresco + 90 L de agua	45 L primer enjuague + 45 L segundo enjuague	6 kg de miel de purga disuelta en 180 L de agua	4,5 L orina animal ó 75 g de urea disuelta en 3 L de agua	1,5 kg de cal masilla blanca disuelta en 15 L de agua	1 a 14	00:20
								15 a 28	00:45
								29 a 42	01:45
								43 a 56	03:00
								57 a 70	04:30
71 en adelante	Continuo								
1.000	85	735	120 kg de estiércol fresco + 120 L de agua	60 L primer enjuague + 60 L segundo enjuague	8 kg de miel de purga disuelta en 240 L de agua	6 L orina animal ó 100 g de urea disuelta en 4 L de agua	2,0 kg de cal masilla blanca disuelta en 20 L de agua	1 a 14	00:25
								15 a 28	01:00
								29 a 42	02:20
								43 a 56	04:00
								57 a 70	06:00
71 en adelante	Continuo								
2.000	170	1.470	240 kg de estiércol fresco + 240 L de agua	120 L primer enjuague + 120 L segundo enjuague	16 kg de miel de purga disuelta en 480 L de agua	12 L orina animal ó 200 g de urea disuelta en 8 L de agua	4,0 kg de cal masilla blanca disuelta en 40 L de agua	1 a 14	00:52
								15 a 28	02:00
								29 a 42	04:40
								43 a 56	08:00
								57 a 70	12:00
71 en adelante	Continuo								

*Fuente; Zambrano Franco , Rodríguez Valencia, López Posada , & Zambrano Giraldo (2010).*