

**Manejo Agroecológico del Cultivo de Café (*Coffea Arábica*), Hacia una Agricultura  
Sostenible**

Lizeth Milady Córdoba Gómez

Yenit Viviana Bravo Culcha

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

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

Programa de Agronomía

2023

**Manejo Agroecológico del Cultivo de Café (*Coffea Arábica*), Hacia una Agricultura  
Sostenible**

Lizeth Milady Córdoba Gómez

Yenit Viviana Bravo Culcha

Trabajo de grado para optar al título de Agrónomo

Asesor:

Ing. Ruth Liliana Insuasti Bravo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

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

Programa de Agronomía

2023

## Resumen

En el municipio de la Unión, departamento de Nariño el género *coffea* representa como una de las principales fuentes económicas de los agricultores, pero al momento de producir se utiliza técnicas de agricultura convencional donde se basan en obtener mayores producciones, pero con uso indiscriminado de productos y fertilizantes de síntesis química, lo que genera impactos negativos que afectan al medio ambiente, ecosistemas, su fauna, flora y la salud del hombre. Se propone una alternativa de manejo amigable con el medio ambiente donde se implementará la agroecología, con el fin de minimizar riesgos, brindar a los consumidores productos sanos y cultivados de manera sostenible y así poder acceder a nuevas oportunidades de mercado, vinculando la seguridad, producción, inocuidad y sostenibilidad ambiental a mediano y largo plazo. Al realizar un manejo agroecológico donde se implementen estrategias amigables con el medio ambiente, se busca adecuar estrategias que no impacte negativamente, de esta manera producir con un manejo eficiente de los recursos, pero a la vez disminuyendo el impacto ambiental negativo. El material resultante será entregado a los agricultores con el fin de que tengan una base en cuanto a métodos y estrategias eficientes para el desarrollo productivo y agroecológico del café.

***Palabras claves:*** manejo agroecológico, sostenibilidad, cultivo de café, equilibrio ambiental, buenas prácticas agrícolas (BPA).

## Abstract

In the municipality of La Unión, department of Nariño, the *coffea* genre represents one of the main economic sources for farmers. However, conventional farming techniques are currently being used in the production process, which rely on achieving higher yields but involve indiscriminate use of chemical products and fertilizers. This practice leads to negative impacts on the environment, ecosystems, wildlife, flora, and human health. An alternative approach is proposed to promote environmentally friendly management through the implementation of agroecology. The aim is to minimize risks, provide consumers with healthy products grown sustainably, and access new market opportunities. This approach links medium and long-term security, production, food safety, and environmental sustainability. By adopting agroecological practices that are friendly to the environment, the goal is to adjust strategies that do not have negative impacts. This means producing efficiently while simultaneously reducing negative environmental effects. The resulting materials will be provided to farmers to give them a foundation in effective methods and strategies for coffee production and agroecological development.

**Key words:** agroecological management, organic material, sustainability, coffee growing, environmental balance, good agricultural practices (GAP).

## Tabla de contenido

Introducción.....	12
Objetivos.....	13
Generalidades sobre el cultivo de café.....	14
Caracteres botánicos.....	16
Taxonomía del café.....	16
Descripción botánica.....	17
Condiciones biofísicas generales del cultivo de café.....	19
Historia del café.....	22
El café en Colombia.....	22
El café en Nariño.....	23
El café en La Unión.....	24
Agroecología.....	26
Enfoques que fortalecen la Agroecología.....	30
Agricultura orgánica.....	30
Agricultura Biodinámica.....	30
Permacultivo.....	31
Agricultura sostenible de bajos insumos.....	32
Manejo agroecológico del suelo.....	33

Principios de un manejo agroecológico de suelos.....	33
Prácticas de conservación y manejo del suelo para el cultivo de café. ....	34
Uso del suelo según su vocación. ....	34
Drenajes.....	34
Labranza mínima.....	35
Labranza cero. ....	35
Labranza mínima en surcos.....	35
Labranza mínima puntual.....	35
Terrazas, trinchos y gaviones.....	36
Abonos verdes y cobertura permanente. ....	37
Barreras vivas.....	38
Cercas vivas.....	39
Pastoreo controlado o rotativo.....	40
Rotación de cultivos.....	41
Policultivos o cultivos asociados.....	43
Manejo agroecológico nutricional en el cultivo de café. ....	45
Fertilización:.....	45
Compost. ....	46
Bocashi.....	51

Humus .....	57
Manejo agroecológico de plagas en el cultivo de café .....	60
La broca del fruto ( <i>Hypothenemus hampei</i> ) .....	60
El minador de la hoja ( <i>Leucoptera coffeella</i> ).....	66
Cochinillas harinosas ( <i>Puto barberi</i> ) .....	69
Arañita Roja ( <i>Oligonychus yothersi</i> ) .....	71
Manejo agroecológico de enfermedades en el cultivo de café. ....	74
La roya ( <i>Hemileia vastatrix</i> ).....	76
Ojo de gallo ( <i>Mycena citricolor</i> ).....	81
Manejo agroecológico para ojo de gallo en el cultivo de café. ....	83
Mancha de hierro ( <i>Cercospora coffeicola</i> ) .....	84
Manejo agroecológico para la mancha de hierro en el cultivo de café. ....	85
Muerte descendente ( <i>Phoma sp</i> ) .....	88
Manejo agroecológico para muerte descendente en el cultivo de café. ....	89
Mal de hilachas o arañera ( <i>Pellicularia koleroga cook</i> ) .....	89
Manejo agroecológico de arvenses en el cultivo de café.....	91
Cosecha y poscosecha del Cultivo de café .....	93
Aprovechamiento de residuos del cultivo de café para prácticas agroecológicas .....	98
Buenas prácticas agrícolas (BPA).....	104

Experiencias Agroecológicas en otros Países.....	107
Conclusiones.....	112
Referencias bibliográficas.....	113



**Lista de tablas**

Tabla 1. ....	50
---------------	----

## Lista de Figuras

Figura 1. Trinchos, terrazas y gaviones. ....	36
Figura 2. Incorporación de abonos verdes .....	37
Figura 3. Cercas vivas.....	39
Figura 4. Ejemplo de pastoreo rotativo. ....	40
Figura 5. Esquema de rotación de cultivos. ....	41
Figura 6. Cultivos asociados con el cultivo de café.....	43
Figura 7. Elaboración compost. ....	47
Figura 8. Compostador de malla.....	48
Figura 9. Compostador de Palés. ....	49
Figura 10. Grano de café atacado por la broca. ....	61
Figura 11. Trampa elaborada con botella plástica .....	66
Figura 12. Larva completamente desarrollada.....	68
Figura 13. Cochinilla Harinosa (Puto barberi).....	70
Figura 14. Daño causado por el acaro en 20 días .....	72
Figura 15. Síntomas de roya en hojas de café.....	76
Figura 16. Estructuras de hongo <i>Mycena citricolor</i> .....	82
Figura 17. Lámina foliar afectada por gotera ( <i>Mycena citricolor</i> ). ....	83
Figura 18. Mancha de hierro ( <i>cercospora coffeicola</i> ).....	85

Figura 19. Daños causados en frutos y hojas.....	90
Figura 20. Frutos en estado óptimo de maduración.....	93
Figura 21. Módulo Belcosub 1.200.....	96
Figura 22. Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio, referencia 300. ....	103

## Introducción

El medio ambiente sin intervención del hombre está en un ciclo continuo de regeneración, pero al momento de que llegan las intervenciones humanas inicia un desequilibrio ecológico. El suelo está conformado por materiales minerales y también orgánicos, donde las plantas están establecidas y aprovechan sus nutrientes para crecer y desarrollarse. Cuando la mano del hombre no interviene, está en un cambio continuo y una evolución natural, ya que los ecosistemas son un organismo dinámico.

Las consecuencias en cuanto al uso indiscriminado de aplicación de fertilizantes sintéticos, productos de síntesis química como fungicidas, herbicidas e insecticidas, en el cultivo del café, por parte de los agricultores que utilizan para optimizar los rendimientos y facilitar las labores, donde no tienen una asesoría adecuada inciden al uso excesivo, generando un desequilibrio ambiental, trayendo consigo graves impactos como la eutrofización, toxicidad, contaminación de aire, suelo, pérdida de fauna, flora, fertilidad de los suelos y también causando enfermedades de los agricultores y de los consumidores (González, 2019).

Por las anteriores razones en la presente investigación nos enfocamos en la recopilación de técnicas agroecológicas, para la producción de calidad, inocuidad y sostenibilidad ambiental del cultivo de café de medianos y pequeños agricultores en el municipio de la Unión Nariño, donde se integra el control de plagas y enfermedades más potenciales que provocan daños en cafetales y sus frutos, podemos implementar el uso de trampas, aplicación foliar de caldos, podas sanitarias, recolección de frutos con afectaciones por plagas y aplicaciones de caldos con microorganismos benéficos. (César *et al* 2019).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Recopilar información relacionada con prácticas de manejo agroecológico en el cultivo de café, aplicables en la caficultura del municipio de la Unión Nariño.

### **Objetivos específicos**

Analizar la información sobre prácticas de manejo agroecológico para enfermedades del café.

Compilar información sobre el manejo agroecológico de plagas que afectan el cultivo de café.

Recolectar información sobre el manejo agroecológico de arvenses en el cultivo de café.

Mostrar información agroecológica, sobre las prácticas de cosecha y pos cosecha como también la importancia de las buenas practica agrícolas (BPA) en el cultivo de café.

### **Generalidades Sobre el Cultivo de Café**

El café colombiano es reconocido por ser uno de los mejores a nivel mundial donde se resalta su acidez, su intenso aroma, su suave sabor, un perfil sensorial de la mejor calidad. El cual se obtiene por diversos factores según Puerta, (2003) el origen geográfico junto con las condiciones geográficas de las diferentes zonas cafeteras de Colombia, las variedades y los procesos que conllevan desde la siembra hasta la comercialización del producto permiten que este tenga el gran prestigio de ser un café de calidad.

Al tener excelentes mercados el café esta entre los 6 productos agrícolas que más se cultivan y entre los productos que más se exportan de Colombia, siendo así una de las principales fuentes de economía de familias dedicadas a la producción de café (*coffe arabic*) (DANE, 2021).

Etiopia es la región donde se tiene registros del origen del café y los árabes son los principales en cultivarlo y propagarlo, según la Federación Nacional de Cafeteros (1958) el nombre es dado por los abisinios los cuales lo llamaron bunn la cereza y al arbusto lo denominaron bunchum, a través del tiempo lo denominaron los turcos como cahve y los árabes qahwa, donde significa revitalizante y en Italia su nombre fue kaffe. El café se propago en Colombia a mediados del siglo XVIII, donde inicio desde la región de Rio Negro, en el año 1.723 por parte del sacerdote Gumilla inicio a cultivarlo y tubo excelente resultados posteriormente envió semillas al seminario de Popayán y de esta manera se expandió en el sur occidente del país.

El departamento donde se inició a cultivar el café para escala comercial fue en Norte de Santander y a Nariño llegó a través de los soldados del libertador donde empezó a ser cultivado en Yacuanquer por parte del señor Tomas Vicente de la Villota, aunque los auges comerciales se

estima que fueron en el siglo XIX y en el siglo XX , es donde se extiende por toda Colombia cultivándose en lugares donde las condiciones climatológicas lo permitían esto se presentó por su gran mercado para exportación.

Las plantaciones según Puerta (2016) están localizadas entre los 1.000 a 2.000 m.s.n.m ubicados en la región Andina en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Boyacá, Santander, Caldas, Cauca, Tolima, Cesar, Nariño, Cundinamarca, Guajira, Quindío, Risaralda, Norte de Santander, Huila, Magdalena. Las variedades más cultivadas de acuerdo con la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2023) son las de tipo arábigos, ya que estos se caracterizan por ser una bebida suave donde se resalta su acidez, aroma y el amargo es moderado, de este tipo las variedades que se cultivan son; Típica, Borbón, Caturra, Castillo y Tabí.

Las prácticas agrícolas de la mayoría de caficultores colombianos en la actualidad son prácticas convencionales, según Fedeorganicos (2021) nos da a conocer que en Colombia solo hay 25.000 hectáreas de café orgánico y 84.476 hectáreas con este tipo de agricultura con diferentes productos. Resaltando así que Colombia es un país que no se ha desarrollado frente a diferentes países en este tipo de agricultura, desconociendo las grandes ventajas como nos da a conocer Betancur. L. presidente de Fedeorganicos donde existe potencial en los mercados de estos productos con un margen de ganancia del 10 o 20% adicional ya que en los mercados internacionales existe una gran demanda.

## Caracteres Botánicos

### Taxonomía del Café

Pertenece a la familia de las Rubiáceas, donde se incluyen diferentes especies las cuales se encuentran mayormente en el trópico, su distintivo se encuentra en la flor, en términos generales como lo señala Herrera & Cortina (2013) la taxonomía del café es la siguiente

Grupo: Fanerógamas, esta clasificación es por sus flores donde los órganos sexuales son visibles.

Clase: Angiospermas, sus semillas se encuentran dentro de los ovarios cerrados debido a ser fanerógamas.

Sub-clase: Dicotiledóneas, contienen 2 hojas embrionarias.

Orden: Rubiales, plantas dicotiledóneas, con hojas simples y opuestas donde su flor presenta su ovario ínfero y son actimorfos.

Familia: Rubiáceas, pertenecen las plantas angiospermas dicotiledóneas, flores actimorfos con hojas simples y estipulas.

Género: *Coffea*, sus bayas se conforman por 2 semillas y su mesocarpio tiene una textura carnosa, donde podemos encontrar su endocarpio cartilaginoso. Sus características se dan por ser rubiácea.

Especie: en este género podemos encontrar diversas especies las cuales se destacan por su importancia y estas son:

*Coffea arabica* L. café nacional o común.



*Coffea canephora.*

*Coffea liberica.*

*Coffea dewevre.*

*Coffea congensis.*

*Coffea stenphyla.*

*Coffea mauritanea.*

## **Descripción Botánica**

### ***Raíz***

Se la clasifica como pivotante por su forma en cono, donde la punta siempre va hacia abajo y esta se conforma por raíz principal, la cual nos ayuda a ganar profundidad y estabilidad, las raíces secundarias son de menor grosor que la principal ayudan a ocupar una zona más grande de absorción y terminamos con las raíces de fijación de nutrientes o también llamados pelos absorbentes, que se ubica principalmente en las raíces secundarias los cuales son encargados de absorber los nutrientes y agua que requiere la planta (Arcila, 2007).

### ***Tallo***

Su función es distribuir las hojas y ramas para que tomen aire y luz por tal motivo se lo denomina el eje principal, el cual crece de forma vertical, donde su parte exterior está conformada por sus hojas las cuales inician brotando a una misma altura, con posición opuesta y estas se encuentran implantadas en los nudos del tallo envueltos en láminas, donde dentro de las axilas de cada hoja que esta unidas al tallo nacen las ramas primarias. Su parte interior se forma

por su corteza, continua con su zona blanquecina donde podemos encontrar los haces de las fibras y los vasos, después un cilindro interno que se denomina medula, el cual no es fibroso y es el medio por donde se conduce la savia a través de la planta (Arcila, 2007).

### ***Hojas***

Se los denomina órganos respiratorios y digestivos ya que desde la raíz hasta las hojas sube la sabia bruta y gracias a los elementos que toma la hoja del aire y el medio donde se encuentra esta se convierte en elaborada por medio de la clorofila. La sabia elaborada se distribuye por la planta, la hoja de la planta del café está conformada por nervio central y sus nervios laterales, su nervadura se la clasifica como nervadura pinnada, estas se ubican en ramas primarias, secundarias y tallos jóvenes, sus dimensiones pueden variar, pero pueden llegar hasta unos 12 cm de largo y 6 cm de ancho con su forma elíptica y onduladas (Arcila, 2007).

### ***Flores***

Estas brotan en las axilas que se forman entre la rama y la hoja, donde nacen de 3 a 4 pedúnculos de un tamaño pequeño el cual está conformado por 2 hojas que se denominan brácteas, la flor está estructurada por un pedúnculo el cual se une con el ovario y este se encuentra ubicado debajo de las envolturas florales que son su cáliz y corola. También encontramos adheridos al tubo de los pétalos los estambres, del centro del ovario es el estilo de donde se divide la extremidad que se denomina estigma. La floración del café se da a los 3 años y se producen 2 floraciones por año, aunque esto se relaciona a las condiciones climáticas (Arcila, 2007).

### ***El fruto***

Al iniciar la floración donde la corola atrae insectos polinizadores pasado 4 o 3 días esta se cae, pero se sigue conservando el estilo y el estigma por medio de los cuales se lleva el polen hasta poder encontrar el ovulo y fecundarlo. De esta forma los óvulos se fecundan llegando a convertirse en semillas y como corresponde los frutos se dan de los ovarios con características de una cereza, que está formado por su piel o epicarpio, mesocarpio, endocarpio y sus dos semillas (Arcila, 2007).

### ***Semilla***

Se encuentra dentro de la cereza y este se conforma por su endospermo y embrión. Su forma es larga y son separadas por una ranura en forma de s, el endospermo contiene almidón, alcaloides y los aceites esenciales (Arcila, 2007).

## **Condiciones Biofísicas Generales del Cultivo de Café**

### ***Suelo***

El café crece de manera adecuada y se tiene buenas producciones de calidad en condiciones climáticas optimas de la mano de suelos con buenas condiciones químicas y físicas para que su soporte como son la raíz crezca larga y profunda de tal manera tengan un suministro amplio de nutrientes y agua como lo requiera la planta. Entre las condiciones físicas necesitamos suelos provenientes de cenizas volcánicas, que presentan según Arcila (2007) una textura entre francos y estructura granular, una buena profundidad, junto con buen drenaje, la retención de humedad es muy importante todo esto para que permita un buen desarrollo, distribución de raíces y disponibilidad de nutrientes. Esto se logra mediante pH entre 5.0 y 6.0.

### ***Humedad***

Está relacionada con la cantidad de lluvia, según Arcila (2007) es necesario de 1.800 y los 2.800 milímetros anuales los cuales deben tener una buena distribución durante el año, se estima que una precipitación mensual mínima es de 120 mm, esto nos ayuda a tener un buen porcentaje de humedad que junto a la capacidad de campo nos ayudara a tener un buen desarrollo del cultivo y se relaciona con la textura del suelo, la cantidad de materia orgánica que se encuentra presente, minerales y la estructura del suelo, ayudándonos a que después de una lluvia se logre conocer cuánto tiempo es capaz el suelo de mantenerse con agua, sin provocar un punto de marchitamiento. Las lluvias son importantes en todo el ciclo excepto, antes de la floración donde se necesita un periodo seco ya que esto permitirá la apertura adecuada de las flores y con ello la cosecha (Arcila, 2007).

### ***Radiación solar***

Colombia al estar muy cerca de la línea ecuatorial permite recibir abundante y constante radiación durante todo el año, aunque en los meses de marzo y septiembre es donde llegan los valores máximos de radiación y en los meses de diciembre y enero son los porcentajes mínimos, la temperatura permite potenciar la producción del cafeto ya que si la radiación es baja la productividad es baja, esto causa una mayor elongación de las ramas lo que significa menor nudos de los cuales salen las flores, produciendo una menor actividad fotosintética.

### ***Temperatura***

Según López *et al.* (1972, citado por Arcila, 2007) basándose en diferentes investigaciones ha encontrado que la temperatura óptima para un crecimiento adecuado del café

esta entre los 19 y 21°C, donde marcan un límite inferior de 13°C y un máximo de 32°C, donde se sobrepasa estos límites, se ve afectado el crecimiento y la productividad son casi nulos. Ya que esto se ve afectado los procesos naturales como la fotosíntesis, la permeabilidad de las membranas, la respiración, la absorción de agua y nutrientes, la transpiración, las diferentes actividades enzimáticas y la coagulación de proteínas (Taiz y Zeiger, 1999, citado por Arcila, 2007).

## Historia del Café

### El Café en Colombia

El origen del café en Colombia, de acuerdo con la historia fue a finales del siglo XVIII, donde luego de aproximadamente quinientos años en migración, desde su lugar de origen, llegaron las primeras semillas de *coffea arábica* (Gaitán, s.f.).

De acuerdo con las investigaciones presentadas por el ingeniero Diego Monsalve (citado por Gaitán, s.f.) al primer lugar donde llevaron el cafeto fue en el año 1723, en la región de río Negro, Orinoco, territorio el cual perteneció a Colombia hasta el año 1925. Las semillas quedaron a cargo del Padre Gumilla, el cual en su obra titulada “Orinoco Ilustrado” relata como sembró y cuidó de la planta hasta obtener sus primeras cosechas, de las cuales se enviaría la semilla a otras regiones. A partir de ese momento se comenzó la propagación del cafeto en los diferentes departamentos, aun cuando las fechas exactas no se conocen, la trayectoria por Colombia de este importante arbusto se conoce como uno de los primeros lugares donde se cultivó a gran escala comercial, es el departamento de Norte de Santander, donde en 1760 se cultivaba comercialmente, en 1808, fue un importante renglón agrícola en Pamplona, en 1813 y 1814, se establecieron plantaciones en Cúcuta, de igual manera otro de los primeros departamentos en el cual se cultivó café fue en el Magdalena. De esta manera el café fue siendo propagado y cultivado en Colombia en regiones distantes donde el clima favorecía el cultivo. En el siglo XX se considera como uno de los cultivos más importantes en el campo agrícola y uno de los pilares que brinda economía y estabilidad a muchas familias colombianas (Federación Nacional de Cafeteros, 1958).

En los inicios de la llegada del café a Colombia no se manifestaba la diversidad genética, ya que todas las plantas eran muy similares entre sí, no solamente en Colombia sino también en todo el continente americano. De esta manera se compone la variedad Típica, posteriormente a esta, una segunda fuente de semillas proveniente de la Bourbon, colonia francesa, una variedad por nombre Borbón, las cuales se caracterizan por ser de porte alto, aproximadamente tres metros, autógamias (fecundación con su propio polen) (Gaitán, s.f.).

Así pues para el año 2018, se tenía un registro de 541.000 familias productoras de café en Colombia, las cuales sumaban 904.000 hectáreas, donde el 96% de productores producen en áreas menores a cinco hectáreas y ocupan con café el 74 % del área sembrada (Gaitán, s.f.).

### **El Café en Nariño**

En cuanto a la historia del Café, se relata que para la fecha 1732, el padre Grijalva, propaga la semilla del cafeto a la porción del sur occidente colombiano (Federación Nacional de cafeteros, 1958).

En Nariño, el cultivo de café se produce en 41 municipios de los 64 que compone al departamento, donde en su mayoría no cuenta con asistencia técnica, ni infraestructura adecuada para el beneficio de este (Rodríguez *et al.*, 2015; Martínez, 2004; citado por Criollo, H. *et al* 2019). Pese a las adversas dificultades que se presentan en este cultivo, es el sustento de muchas familias utilizando técnicas aprendidas de varias generaciones.

Entre los municipios con un valor más alto en área y en cosechas se encuentran La Unión, Buesaco, San Lorenzo, Arboleda y Colón Génova (MADR, 2014; citado por Criollo, *et al* 2019) como también entre otros municipios que se caracterizan en la labor del café esta la Florida, Consaca, Sandona, Samaniego y el Tablón. Como apoyo al caficultor en Nariño se cuenta con

gremio como la cooperativa de caficultores, como puntos seguros de compra, como también el comité departamental de cafeteros en conjunto con la federación Nacional de cafeteros ofrecen asistencia técnica y brindan soporte a los caficultores por medio de proyectos a su favor (López *et al.*, 2014, citado por Criollo, *et al* 2019).

En Nariño el proceso de recolección se realiza de manera tradicional, en cuanto a su manejo y proceso de beneficio y secado es realizado de manera artesanal, la mayoría de familias cuenta con escasa infraestructura y equipos para el proceso del grano (Rodríguez *et al.*, 2015; Martínez, 2004, citado por Criollo, *et al* 2019) el proceso de secado del café, es realizado de diversas maneras, la primera y más utilizada es el secado en patio de la vivienda, como también en túneles de secado o de manera mecánica a través de secadoras, usualmente los residuos de café como lo es la pulpa, es utilizada para la realización de abonos orgánicos, las mieles del café es utilizada por muy pocas familias como fertilizante orgánico, de lo contrario estas son desechadas en predios, zanjas y fuentes hídricas (Martínez, 2004, citado por Criollo, *et al* 2019).

### **El Café en la Unión**

La Unión se encuentra Localizado al Nororiente del departamento de Nariño a 90 km de la ciudad de Pasto, el municipio tiene un área de 147Km<sup>2</sup>, la Unión Nariño es conocido por ser uno de los principales productores de café, el cual es muy apetecido por su perfil en taza, donde se encuentran notas ejemplares y únicas, convirtiéndose en uno de los mayores productores de café especial en el país, este el principal sustento económico que brinda bienestar a muchas de las familias de este municipio (Alcaldía municipal de la Unión Nariño, 2019).

Existen áreas adecuadas para el desarrollo del cultivo bajo diferentes sistemas de manejo como a exposición solar completa o por semisombra, como también modelos de manejo



tradicional es decir policultivo y monocultivos (Dussán *et al.*, 2006, citado por Criollo, *et al* 2019).

En el municipio de La Unión para el año 2014 se encontraban registradas 6.187 fincas cafeteras, lo que ocupaba una extensión de 5.087 ha en el cultivo de café, los productores de estas fincas por lo general son pequeños agricultores con una tenencia de un promedio de 1 a 18 ha por familia (CCN, 2014, citado por Ordoñez., Navia y Ballesteros, 2019) en el sector agrícola del municipio se manejan muchos modelos de sistemas de manejos, con una amplia heterogeneidad.

## **Agroecología**

La agricultura convencional tomo fuerza junto con la revolución verde donde se impulsó intensamente el mejoramiento genético, el uso de maquinaria, agroquímicos y el uso de ellos indiscriminadamente, todo con el objetivo de incrementar los rendimientos ya que se presentaba una alta demanda de alimentos y una baja oferta de productos agrícolas pero consigo trajo grandes desventajas una de las principales es que tiene un impacto ambiental negativo, segundo la calidad de los productos agrícolas es mínima ya que tienen residualidad de los agroquímicos y también sus características nutricionales se han mirado afectadas.

Ante esta problemática se inició con la agroecología la cual, según el planteamiento de Restrepo, Ángel y Prager (2000) la idea central es que un cultivo debe ser un ecosistema y dentro de este se realizan los procesos ecológicos naturales, de la mano de mecanismos, relaciones, funciones y diseños biológicos, biofísicos, ecológicos, sociales, económicos, culturales y políticos.

El concepto de agroecología se enfoca en desarrollar una agricultura la cual aporte al cuidado y preservación del medio ambiente y sus componentes, como además ser más sensible socialmente, donde su objetivo principal sea la sostenibilidad acompañada de la producción (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

La Agroecología se basa en las relaciones ecológicas, con el principal fin de fortalecer el campo de una manera dinámica, minimizando los impactos negativos para el medio ambiente, aportando además a la sociedad en la búsqueda de una sostenibilidad y seguridad alimentaria (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

Las raíces de la agroecología se datan en la forma de cultivar de los indígenas y campesinos tradicionales (Altieri, 1995 citado por Rosset y Altieri, 2018), ya que estos sistemas agrícolas han permitido adaptarse a los diferentes ecosistemas, donde se presentan entornos difíciles y de tal manera apropiarse del entorno y cultivar sosteniblemente, donde se pueda asegurar sus necesidades básicas, sin depender de agentes externos como lo que ofrece la revolución verde, hay diferentes testimonios que nos permite identificar que hay estrategias indígenas exitosas como lo es las formas de campos elevados, policultivos, sistemas agroforestales, sistemas integrados y muchos otros más, todo con el objetivo de comprender que son modelos para la agroecología promoviendo biodiversidad, que proporcionan cosechas en todo el año, garantizando la seguridad alimentaria de calidad y enfrentándose a los cambios climáticos (Rosset y Altieri, 2018).

En los últimos tiempos se entiende que la agroecología combina los conocimientos tradicionales, con las disciplinas actuales que se les ha denominado ecología y agronomía, con las cuales se integra saberes de estas con las etnociencias, para plantear que la agroecología no es una técnica, sino que son principios, procesos excluyendo la agricultura de insumos y ampliando la aplicación de principios acordes con las necesidades y circunstancias de las familias campesinas.

En su libro Altieri y Rosset (2018) nos plantean que los sistemas agrícolas tradicionales se han desarrollado partiendo de un conocimiento de la observación y de la mano del aprendizaje experimental, ya que las familias realizaban selección de semillas, obtención de nuevas variedades y adquiriendo experiencia, conociendo el entorno, sus ventajas y desventajas, pero a

pesar de las diferencias entre los sistemas agrícolas se plantea que entre ellos comparten seis bases característicos los cuales son:

- La biodiversidad la cual cumplen con la regulación del funcionamiento del ecosistema, entre estos encontramos polinizadores, controladores biológicos, alelopatía, enemigos naturales, depredación, etc.
- Conservación y gestión de recursos edáficos e hídricos.
- Sistemas agrícolas diversificados, los cuales garantizan seguridad alimentaria.
- Agroecosistemas resilientes, los cuales resistan cambios climáticos o plagas y enfermedades.
- La aplicación de sistemas de conocimiento tradicionales de la mano de constantes de innovación para los agro ecosistemas.
- Las organizaciones sociales, colectivas y culturales que impulsen la gestión agroecológica a través de acuerdos normativos ( Koohafkan y Altieri 2010 citado por Altieri y Rosset, 2018).

Nuestro objetivo principal estaría enfocado en el funcionamiento del agro ecosistema esto se logra con principios agroecológicos, donde se llevara a cabo prácticas , pero adaptadas localmente ya que cada ecosistema productivo tiene diferentes características y por tal motivo debemos de evaluar que prácticas son más efectivas en este lugar, reconociendo que los procesos que debemos aplicar son acumulación de materia orgánica, regulación biótica de plagas, ciclado de nutrientes y conservación de agua.

En Colombia la agroecología data en las décadas de 1970 y 1980 según Cifuentes (2018), se desarrolló un movimiento ecológico con el ánimo de tener una agricultura alternativa ya que

se motivaban a que sus productos tendrían mayores precios, aunque también se la entiende como contextos sociales y ambientales, en esta alternativa de agricultura el ámbito político creó leyes como lo es la resolución 544 de 1995 en la cual han permitido motivar la agricultura ecológica, donde se iniciaron categorizando los productos como ecológicos que se caracterizaban por ser libres de agroquímicos, también especifica el uso del agua y la fuente aunque esta resolución fue reemplazada por la 0074 de 2002 la cual reglamenta las condiciones de producción, elaboración, empaquetamiento, importación y comercialización de productos agrícolas. Aunque en la actualidad en gran parte el desarrollo de la agricultura ecológica se ha dado por parte de familias campesinas, indígenas y organizaciones no gubernamentales que se ubican en lugares óptimos para estos cultivos, (Galeano ,2007 citado por Cifuentes,2018) desde nuestro punto de vista la agroecología en Colombia falta mucho por desarrollarse en todo su potencial, ya sea por falta de apoyo gubernamental y también por los gremios o empresas que producen o comercializan insumos químicos, ya que en los almacenes agrícolas las asesorías son más enfocadas en agricultura convencional y no en agroecología.

## **Enfoques que Fortalecen la Agroecología**

### **Agricultura Orgánica**

Consiste en un sistema productivo el cual ha sido llevado a cabo desde tiempos antiguos por un considerado grupo de agricultores. Este enfoque como lo es la agricultura orgánica busca evitar y eliminar el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos, de esta manera incluir y enfocar materiales y recursos que se adquieran del mismo entorno, como lo es la energía solar, controles biológicos de plagas, fertilización y obtención de nutrientes por medio de la materia orgánica, favoreciendo el suelo y su estructura.

Así pues parte primordial de la agricultura orgánica, está basado en la implementación y utilización de la rotación de cultivos, elaboración de abonos orgánicos con el uso de estiércol animal, herramientas de producción limpia, fortaleciendo y aportando al suelo nutrientes necesarios, como también abonos verdes, los cuales consisten en coberturas vegetales con múltiples ventajas para el suelo, además controles biológicos, control de insectos, malezas, entre otros (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

### **Agricultura Biodinámica**

Precursora de la agricultura orgánica moderna, la cual está basada en el filósofo Rudolph Steiner (1861 - 1925) el cual es fundador de la Sociedad Antroposófica, su método consiste en ciencias espirituales, donde por medio de fuerzas vitales y efectos físicos de aquellos cuerpos celestes, que intervienen en el desarrollo y proceso de las plantas y los animales, donde todo se encuentra conjuntamente integrado y dinámicamente equilibrado, las practicas desarrolladas en este enfoque son aún practicadas por muchos agricultores de Europa (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

Antes de poner en práctica la filosofía de Steiner, en Mesopotamia, Egipto y china, 3000 años atrás, incluían las leguminosas como importante método fijador de nitrógeno, como también la implementación del abono natural (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

### **Permacultivo**

De acuerdo como se menciona en Restrepo, Ángel y Prager (2000), existen diferentes grupos de investigación, como también organizaciones e instituciones educativas las cuales se han dedicado en la búsqueda de una agricultura que permita minimizar los impactos negativos que ha ocasionado el hombre y su mal manejo, junto con una agricultura convencional que ha sido enfocada en la producción excesiva y no en una fuente sostenible para la seguridad alimentaria de todos los seres vivos en general. Una de las principales ofertas y de las más sobresalientes, se encuentra la formulada por David Holmgren y Bill Mollison de Australia, los cuales desarrollaron un concepto de cultivo integrado que se llama Permacultura. La cual se enfoca en el estudio de los aspectos humanos relacionados con la agricultura, donde se analiza la cultura de los seres humanos, como estos se adaptan en el entorno en el que se encuentran, sus valores, su religión y educación entre otras, de ahí que el enfoque del permacultivo evalúa la capacidad de una sociedad en cuanto a su adaptación sostenible sobre los recursos que nos brinda la naturaleza. De acuerdo con lo ya mencionado, el permacultivo se establece como unos valores éticos y científicos, que contienen y contribuyen con las bases necesarias para que la sociedad trabaje sobre la sostenibilidad de los recursos, que sea enseñada a través de las generaciones y así pueda ser sostenible y duradera (Restrepo, Ángel y Prager 2000).

Así pues, el permacultivo integra todos los procesos desarrollados por el ser humano y como este sistema científico explora la forma en recuperar los ecosistemas donde se localizan,

enfocándose principalmente en la agricultura ya que es una de las actividades que genera mayor deterioro, donde este enfoque piensa tanto en el bienestar ambiental como en el de las personas (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

### **Agricultura Sostenible de Bajos Insumos**

Muchos agricultores, trabajadores, científicos, razonan en cuanto al tema de técnicas novedosas de la revolución verde, llegando a la conclusión, de que el mal manejo de estas actividades no son alternativas factibles para muchos agricultores que se encuentran en regiones tropicales, con condiciones mínimas, donde no se toma en cuenta además el punto de vista ecológico, lo que causara producciones menos favorables y su desarrollo.

Por esta razón la búsqueda de una óptima productividad, donde los agricultores puedan dar un mejor manejo a los recursos locales y procesos ecológicos y que los insumos externos no sean necesariamente importantes, si no como un complemento para los insumos internos, o como una necesidad de emergencia (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

Se considera que es primordial ser tenido en estimación, el punto social, por medio de la transferencia de conocimiento y educación, así pues, aumentar la cohesión social. De acuerdo con Restrepo, Ángel y Prager (2000) un número cuantioso de instituciones se articulan con la idea del proceso de un desarrollo en equilibrio con los ecosistemas, pero no de privarse totalmente por completo de aquellos insumos. Así pues, Jonh Dixson, especialista en producción de la FAO, desarrolla sistemas agrícolas, los cuales se manejen con sistemas integrados, considerando también la opción de emplear insumos químicos, pero usándolos con una óptima eficiencia, adquiriendo de manera gradual las prácticas ambientales, tomando en cuenta la alta demanda de alimentos a nivel mundial (Restrepo, Ángel y Prager,2000).



## **Manejo Agroecológico Del Suelo**

El proceso de una producción sostenible y favorable del sector agrícola, depende esencialmente de una buena fertilidad y cuidado adecuada del suelo, de esta manera se garantizara una alta productividad, es por esto que se considera el cuidado y conservación del mismo, generando las condiciones necesarias para el crecimiento de los cultivos a establecer, como también aportando a la minimización de los impactos generados con el mal uso de insumos químicos, de igual modo de las inadecuadas prácticas agrícolas (Restrepo, Ángel y Prager,2000).

### **Principios de un Manejo Agroecológico de Suelos**

Un suelo fértil aporta los componentes necesarios para el progreso del cultivo, de esta manera el propósito de su sostenibilidad y la utilización de estrategias que impacten positivamente el rendimiento del cultivo.

Actualmente las prácticas agrícolas manejadas convencionalmente, han generado problemas al suelo, contrario al enfoque agroecológico que aporta a su preservación y mejoramiento, contribuyendo a su perdurabilidad (Altieri, 1999, citado por Contreras *et al* 2019).

### ***Uso de Suelo***

El manejo adecuado al suelo es esencial para el progreso y calidad de vida de las personas que trabajan el campo, para los consumidores y productos que se obtiene de este. Las clases de uso de suelo se establecen por medio de la utilidad del hombre implantada en un área establecida, donde se localizan zonas boscosas, tierras agrícolas, pastoriles e inutilizadas, entre otras. Otro factor que determina la clase del uso de suelo es por medio del análisis de las características y condiciones que los abarcan (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

### ***Preparación del Suelo***

De acuerdo con la información que comparte la científica brasilera, Ana Primavesi, indica el estudio realizado en zonas tropicales, donde se indaga nuevos métodos con el fin de optimizar los suelos, llegando al termino de que no es el clima quien influye en estos, si no el mal uso y manejo que les da. Primordialmente con el óptimo manejo de suelo se quiere lograr que el cultivo no tenga competencia por agua, luz y nutrientes y la semilla se mantenga fuerte y se desarrolle favorablemente. En ambientes tropicales, se debe preservar el suelo del sol, previniendo el recalentamiento desproporcionado, por lo cual se considerar en caso de suelos compactados, una arada mínima, conservando su estructura grumosa, con aplicación de materia orgánica. En suelos sueltos simplemente se debe realizar limpieza y siembra, seguidamente establecer protección con una cobertura o mulch del cultivo, o como también realizar siembra de leguminosas (Restrepo, Ángel y Prager, 2000).

### **Prácticas de Conservación y Manejo Del Suelo Para el Cultivo de Café**

#### ***Uso del Suelo Según su Vocación***

Es uno de los principales aspectos, donde se usa el suelo según la función recomendada y esto se da con respecto a las condiciones biofísicas, las ventajas que obtenemos si utilizamos el suelo según su vocación, nos permite conservar sus condiciones físicas a largo plazo, también se previene la erosión y se mantiene un drenaje natural. Esta información la podemos adquirir del portal del IGAC la cual nos permite conocer la vocación de los suelos. (FAO, 2018)

#### ***Drenajes***

En terrenos de gran pendiente o regiones con altas precipitaciones, se debe realizar el proceso de drenaje por medio de la construcción de acequias, con el objetivo de evitar la erosión

del suelo, este proceso consiste en dividir longitudes del terreno, minimizando la velocidad de las aguas de escorrentía, al llevar acabo esta práctica se sacara poco a poco de la parcela el sobrante de aguas lluvia, que la superficie no logra absorber, la distancia de estas dependerá de la pendiente del terreno (Alumina, 2012).

### ***Labranza Mínima***

Esta actividad consiste en minimizar el movimiento o intervenciones al suelo al momento de cultivarlo, las ventajas según la FAO (2018) nos ayuda a mantener la humedad del suelo cuidando su estructura para minimizar la evaporación, también esta técnica ayuda a mantener la temperatura, aportando a la conservación del microclima del suelo, controla la erosión, mantiene una actividad biológica constante del suelo y el ahorro en mano de obra. Esta técnica se la puede aplicar con estas formas las cuales son:

### ***Labranza Cero***

Esto se puede llevar a cabo con siembra directa sin tener una preparación del suelo, donde se realice con una sembradora manual que nos permita depositar la semilla en el suelo dando profundidad.

### ***Labranza Mínima en Surcos***

Esta técnica simplemente se encarga de remover el suelo, pero en línea por donde van a ir sembradas las semillas, esta técnica es recomendada para suelos fríos y húmedos.

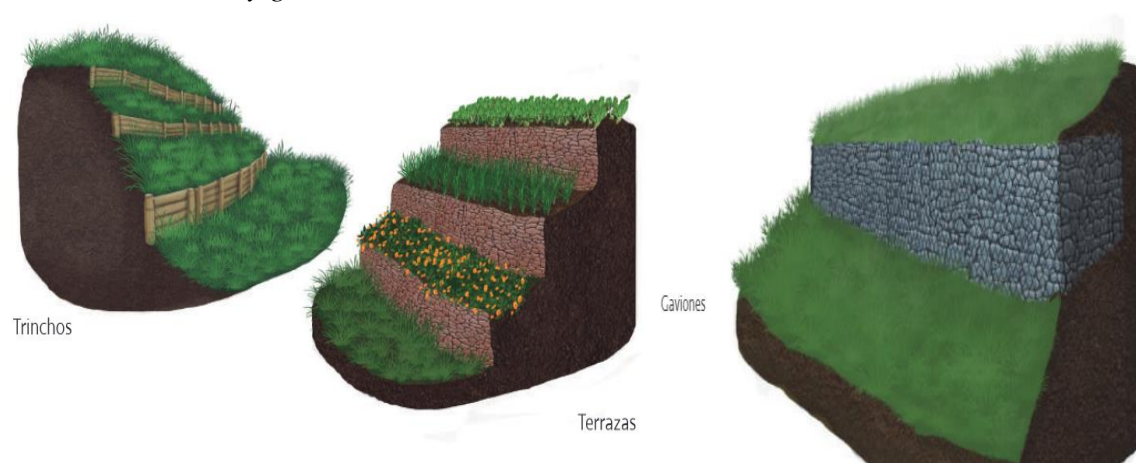
### ***Labranza Mínima Puntual***

Esta técnica simplemente se la realiza en forma circular donde se va a sembrar el producto, se recomienda para cultivos con distancia larga.

## *Terrazas, Trinchos Y Gaviones*

### **Figura 1**

#### *Trinchos, terrazas y gaviones*



*Fuente:* (FAO, 2018)

Los trinchos son construcciones de guadua, piedra o madera las cuales se las construye en forma de muro con el fin de estabilizar los suelos que se encuentran en pendientes y poder que la vegetación establezca bien sus raíces.

Los gaviones nos ayudan a estabilizar los terrenos con inclinaciones pronunciadas y minimizar los riesgos de deslizamientos, estos son construidos con piedra.

Las terrazas son escalones los cuales se los construye en las pendientes y se separa por unas respectivas paredes las cuales se las puede proteger con vegetación como enredaderas, esto permite tener superficies de terreno horizontal, cortar la pendiente, controlar el escurrimiento, disminuye la erosión laminar, mejora los drenajes y esto nos ayuda a mejorar la humedad en la pendiente sobre las cuales podemos cultivar (FAO, 2018).

## *Abonos Verdes y Cobertura Permanente*

### **Figura 2**

#### *Incorporación de abonos verdes*



*Fuente:* (FAO, 2018)

Los abonos verdes es una actividad la cual se le incorpora al suelo plantas o residuos de cosecha no descompuesta, todo con el fin de ayudar proteger, mejorar la fertilidad y la calidad del suelo, se recomienda la plantación de leguminosas que tengan facilidad de adaptarse a suelos y climas adversos, donde reflejen su alto poder de producción de material vegetativo y también porque esta especie tienen la capacidad de formar nódulos en las raíces los cuales , albergan bacterias que les proveen nitrógeno tomado del aire y este lo fijan en el suelo, siendo aprovechable por los cultivos que se establezcan en este, las ventajas resaltadas por FAO (2018) señala la retención de humedad, protege al suelo disminuyendo la erosión, minimiza la evaporación del agua , también se lo puede utilizar como un control de malezas, interviene en la restauración de suelos degradados, por su aporte de materia orgánica, minimiza los impactos

negativos de plagas ya que rompe con los ciclos de estas y ayuda a la desintoxicación por el uso constante de productos químicos.

La forma de incorporar abonos verdes preferiblemente se debe realizar cuando están verdes y no contienen semillas y tampoco son fibrosos, la incorporación se debe realizar depende el uso que le vamos a realizar al suelo si necesitamos para controlar arvenses lo podemos utilizar como encamados donde se realiza una descomposición lenta pero si necesitamos abono debemos de picarlo, cortándolo en pequeñas partes donde procederemos a enterrarlo, que no exceda los 10 cm y se hace un reingreso a las 4 semanas.

### ***Barreras Vivas***

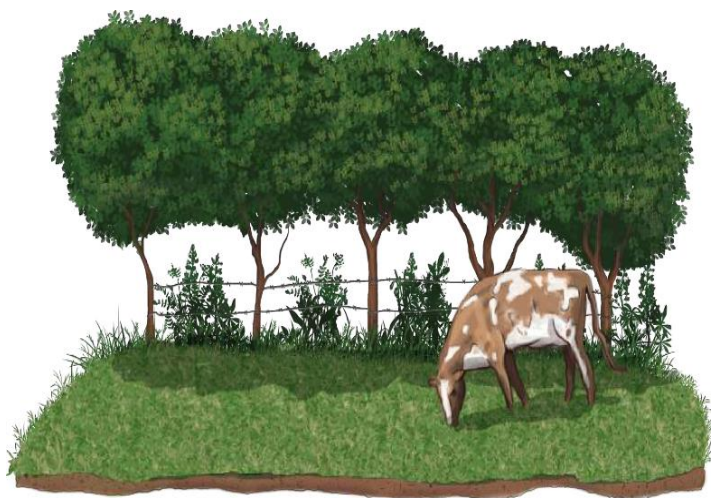
Las barreras vivas se las define como cultivos de especies que permitan minimizar la erosión en las laderas donde ayudan a mejorar la resistencia del cultivo en la zona cuando se enfrente a los diferentes cambios climáticos y así también brinda una alternativa para la diversificación de los agroecosistemas ya que son hábitat de controladores biológicos y polinizadoras (Vázquez, 2011 citado por FAO, 2018).

Los beneficios de estas son muy amplios ya que si las implementamos en ladera disminuyen la velocidad de las lluvias, que consigo traen menores perdidas de suelo, las cuales pueden ser aprovechadas ya que se forman terrazas, son multiusos porque estas barreras proporcionan forraje para bovinos, leña, postes y ante todo ayudan a mejoramiento del suelo (CIAT, 2003; FAO, 2011; FAO, 2016; Vázquez, 2011 citado por, FAO 2018).

## *Cercas Vivas*

### **Figura 3**

#### *Cercas vivas*



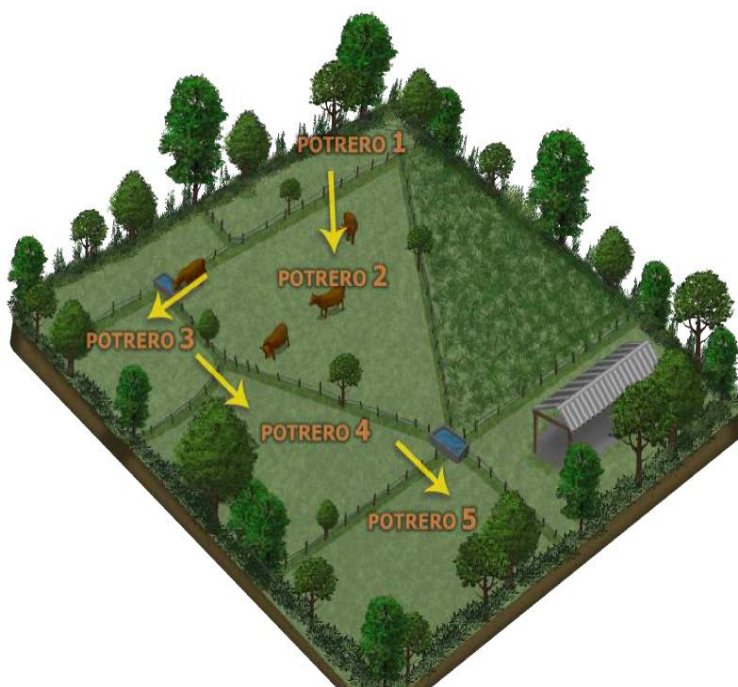
*Fuente:* (FAO, 2018)

Se las utiliza como un límite, la cual se la puede establecer con la siembra de árboles o arbustos, a una distancia corta donde se puede colocar hilos de alambre con el fin de regular el paso de animales o personas, sus ventajas aparte de ser un límite nos ayuda a ser cortinas rompe vientos que ayudan a minimizar el estrés a nuestro animal o minimiza la propagación de plagas y enfermedades. El uso de árboles y arbustos a nivel del suelo contribuyen a minimizar la erosión y enriquecen el suelo a nivel de estructura y nutrición (FAO, 2018).

## *Pastoreo Controlado o Rotativo*

### *Figura 4*

#### *Ejemplo de pastoreo rotativo*



*Fuente:* (FAO, 2018)

En las diferentes fincas donde se cultiva café también son de doble propósito como lo es con ganado bovino, donde se recomienda que dentro de la finca, la rotación de un potrero a otro con el fin de minimizar la compactación, mejorar las condiciones del suelo, este descansa y se mejore la calidad y cantidad del rebrote de las praderas (FAO, 1998 citado por FAO ,2018).

Para poder implementar esta estrategia en nuestras fincas debemos seguir las siguientes recomendaciones:

Subdividir en lotes, donde se implemente la siembra entre pastos, gramínea y leguminosa, también se recomienda dividir con cercas vivas las cuales se puede implementar



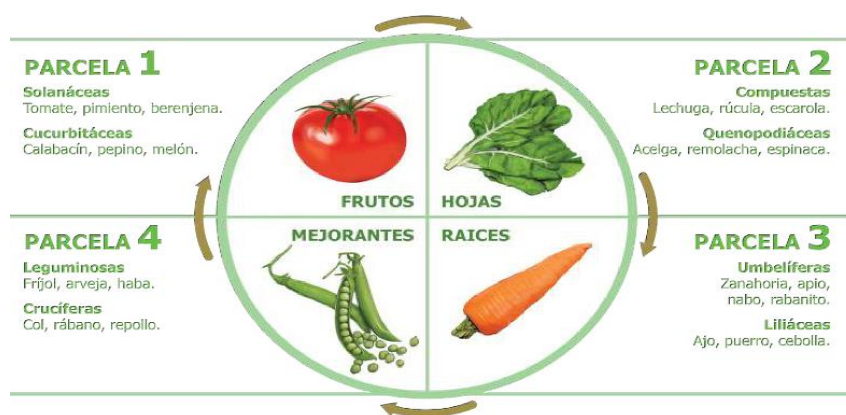
arbustos y árboles para favorecer las condiciones del ambiente de la finca como también la de los animales.

La densidad de animales, es un tema que debemos analizar muy bien para minimizar el sobrepastoreo, lo que recomiendan es ordenar la densidad de los animales, como también determinar el tiempo de ocupación en cada lote (FAO, 2018).

### *Rotación de Cultivos*

#### **Figura 5**

#### *Esquema de rotación de cultivos*



*Fuente:* (FAO, 2018)

Esta estrategia va de la mano con la diversificación de cultivos con el ánimo de asegurar la sostenibilidad del suelo, donde se propone que año tras año se alternen los cultivos ya que esta actividad permite minimizar los procesos de degradación de los suelos, donde se propone que se debe rotar entre frutos (solanáceas, cucurbitáceas) hojas (compuestas y quenopodiáceas) raíces (umbelíferas y liliáceas) y mejorantes (leguminosas y crucíferas) esta es la rotación recomendada la cual nos trae grandes beneficios como lo es disminuir los problemas de arvenses, plagas y las

enfermedades, esto influye a minimizar el uso de productos y fertilizantes de síntesis química, también nos favorece a incrementar la producción y calidad de los productos cultivados y a nivel social permite que encontremos la diversificación de alimentos ayudando a la seguridad alimentaria (FAO 2018).

La estrategia de la rotación de cultivos se basa en alternar cultivos que producen una cantidad de residuos, con uno que produzca una menor cantidad. Según Morales y Martínez (2000, citado por FAO, 2018) lo divide en 4 grupos donde se permite la optimización y reciclaje de nutrientes:

Grupo I- cultivo principal: maíz, papa, sorgo, ajonjolí y mijo.

Grupo II- granos: avena, arroz, centeno, cebada, trigo y amaranta.

Grupo III- Pastos: praderas, ovinillo, guinea.

Grupo IV- Diversos o mejorantes: alfalfa, garbanzo, alverja, haba, frijol, soya y tréboles.

## *Policultivos o Cultivos Asociados*

### **Figura 6**

#### *Cultivos asociados con el cultivo de café*



*Fuente:* (Perfect Daily Grind, 2019)

Esta estrategia se caracteriza por la plantación de cultivos asociados simultáneamente, donde se implementa diversas especies vegetales, pero con dos bases importantes, la primera es que se complementen entre sí y la segunda que no se genere competencia entre ellas. Podemos resaltar que esta estrategia nos trae un sin número de beneficios como es el mejoramiento y aprovechamiento de nutrientes, ya que se estimula constantemente la actividad biológica del suelo, se incrementa el porcentaje de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes es continuo.

Con respecto a plagas y enfermedades se reduce el porcentaje de estas ya que por ser un ambiente diverso se incrementa la actividad de enemigos naturales para estas, en el ámbito de arvenses se disminuye el uso de herbicidas ya que algunas plantas asociadas pueden crear cobertura o sombras disminuyendo la propagación y crecimiento acelerado de las malezas.

Para iniciar con la implementación de esta estrategia de policultivo debemos conocer que cultivos asociar, los cuales deben tener características vegetativas y desarrollo radicular diferente

para poder aprovechar los niveles superficiales distintos del suelo y obtener los beneficios nutricionales y de humedad respectiva, podemos elegir entre cultivos anuales y perennes o también podemos realizar asociaciones mutualistas. Según Altieri y Nicholis (1999, citado por FAO, 2018) podemos mezclar así:

Plantas porte alto y porte bajo (maíz, frijol, habas).

Plantación de dos cultivos de porte alto, pero uno de ellos debe ser de crecimiento más lento (yuca con maíz).

Cultivos de porte bajo de rápido crecimiento y otro cultivo con desarrollo lento (soya y hortalizas).

Cultivos precoces, bajo cultivos de porte alto.

Cultivos de igual porte pero que su periodo vegetativo sea diferente.

Cultivos que se complementan nutricionalmente (maíz, frijol o quinua).

En el cultivo de café se recomienda una alternativa denominada sistemas agroforestales los cuales permiten cultivar árboles, cultivos, pastos y animales con el fin de optimizar la producción del territorio de la mano de una explotación diversificada.

## Manejo Agroecológico Nutricional en el Cultivo de Café

### Fertilización

Fundamentalmente el proceso de fertilización es el proceso de adición de abonos al suelo para nutrir las plantas, con el fin de fortalecer y garantizar una buena productividad. Para la preparación de abonos orgánicos, se puede utilizar múltiples materiales, los cuales son provenientes de estiércol descompuestos de animales, lombricultura o del proceso de compostaje de residuos vegetales como los residuos de pulpa de café, tallo de plátano, cascarillas, hojarascas, entre otros (Alúmina, 2012).

La implementación de prácticas agroecológicas en el cultivo de café (*coffea arábica L*) es de gran significado debido al aporte, mantenimiento y aumento de fertilidad de los suelos, además se realiza un manejo sostenible al cultivo (Larios, Salmeron y García, 2014, citado por Contreras *et al* 2019) las diferentes estrategias que ofrece la agroecología aportan a la minimización de vulnerabilidad del suelo y contribuye a la conservación del agua, suelo y bosques. Llevando a cabo esta práctica se generan agroecosistemas con mayor fortaleza.

Entre las múltiples ventajas que ofrece el manejo agroecológico, en cuanto al fortalecimiento del suelo, incide en la estabilización del pH, aumento de la capacidad de almacenamiento de agua y materia orgánica, mejoramiento del proceso de intercambio catiónico (CIC), entre otros (Comese, Gonzales & Conti, 2019, citado por Contreras *et al* 2019).

Los elementos esenciales para el cultivo de café, se encuentra en primer lugar el nitrógeno, el cual contribuye a la formación de aminoácidos y proteínas, los cuales se encuentran en la clorofila, una importante provisión de este esencial elemento se encuentra en la materia orgánica, donde por medio de la mineralización provee a la planta parte de sus requerimientos.

El segundo elemento crucial es el potasio y su exigencia aumenta en el momento del llenado del grano, ya que contribuye en la formación y transporte de almidones, suma a la planta resistencia de enfermedades y minimiza el riesgo de marchites (Alumina, 2012). Ahora bien, el elemento fosforo aporta a una gran cantidad de procesos metabólicos como el desarrollo radical, crecimiento de brotes, ayuda al proceso floración y fructificación, como también al desarrollo y condición de los frutos. El calcio es sustancial para las reacciones metabólicas y conservación del grado hídrico de la planta. El magnesio es un factor necesario en la clorofila, participando en aspectos importantes en el metabolismo vegetal (Capa, 2015; Khalajabadi, 2008, citado por Alumina, 2012).

Así pues, encontramos múltiples procesos a seguir para transformar los residuos y poder elaborar abonos orgánicos como: el Compost, Bocashi y humus.

### **Compost**

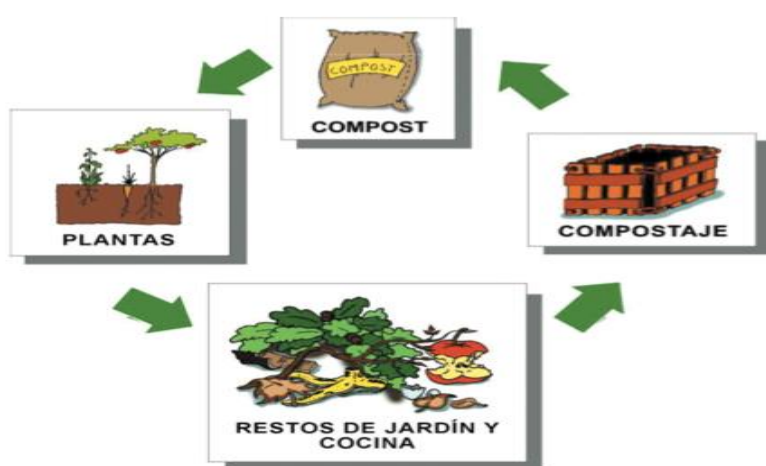
El compost es un abono con múltiples cualidades que nutre y favorece el suelo, este se realiza por medio de una técnica de compostaje, donde se buscan las condiciones óptimas para que con la utilización de residuos orgánicos y la ayuda de organismos descomponedores, se encarguen de producir este abono de calidad (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004).

Entre los múltiples beneficios del compost que realiza a la estructura del suelo, se encuentra la correcta aireación y humedad, además lo protege debido a que es producto natural sin productos químicos. Su aporte en nutrientes y macronutrientes para las plantas es muy rico, además para el productor genera rentabilidad económica, debido a que es un proceso sencillo (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004).

Este proceso se basa en la degradación de materia orgánica, con la ayuda de múltiples organismos y su oxidación, el tiempo aproximado para este proceso es de 5 a 6 meses (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004).

### Figura 7

#### *Elaboración compost*



*Fuente:* (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004)

#### ***Procedimiento para la Elaboración de Compost***

Para este procedimiento se busca un lugar adecuado donde se facilite la elaboración del compost, como también por cuestión de espacio se puede realizar un compostador con materiales reciclables, que permitan la realización adecuada del proceso, el cual debe contener, sistemas de ventilación, cierre lateral con el fin de mantener condiciones óptimas de temperatura, cierre superior en caso de lluvias, así pues, entre algunos compostadores se encuentra el de malla y de pales (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004).

**Figura 8***Compostador de malla*

*Fuente:* (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004)

Materiales:

Malla gallinera.

4 varillas de sujeción.

Cartón o lona (para el recubrimiento).

Alambre.



**Figura 9**

*Compostador de Palés*



*Fuente:* (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004)

**Materiales para Utilizar.** Con el fin de obtener un compost óptimo es importante la implementación de una gran variedad de materiales orgánicos. De acuerdo con el Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, (2004), sugiere la mezcla de materiales de descomposición rápida con la de descomposición lenta, entre estos materiales se encuentran los siguientes:

5 palés.

Clavos.

**Tabla 1**

*Residuos y su clase de descomposición para el compost.*

Residuos de rápida descomposición	Residuos de descomposición lenta	Descomposición muy lenta
<b>Hojas frescas.</b>	Residuos de fruta y	Hojas de otoño.
<b>Malezas jóvenes.</b>	verdura.	Ramas.
<b>Césped.</b>	Malezas perennes.	Virutas de madera.
<b>Estiércol de animales de corral.</b>	Estiércoles pajizos.	Cascaras de frutos secos y
	Producto desecho de la preparación de café o	cascaras de huevo.
	bolsas de infusiones.	Huesos de frutos
	Lechos de animales herbívoros como hámster, conejos y otros animales.	(melocotón, aguacate, aceitunas, etc.)

*Fuente:* (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004)

**Preparación.** Primero que todo se debe adecuar el lugar apropiado para la realización del compost, así pues, en este lugar se pondrá una cama de paja u otro material que permita la aireación y este no se compacte, o en su defecto el establecimiento del compostador elaborado artesanalmente. Ahora bien, los materiales deben ser triturados lo máximo posible y se procede a mezclarlo, humedeciéndolo un poco. A medida que avanza el tiempo y se requiera introducir más material, se debe mezclar con el material antiguo, facilitando la descomposición de este (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004).

**Cuidados.** Con el fin de que el proceso de descomposición progrese prontamente se deben realizar volteos generales frecuentemente, con el propósito de generar aireación.

Para inspeccionar la humedad del compost, se tomarán en cuenta diversos puntos, generalmente en los lados laterales el material estará más seco y en la parte central más húmeda, por lo que se recomienda realizar un volteo con el propósito de homogenizar la humedad de esta. Si el material se encuentra seco en su totalidad, se debe humedecer (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2004).

**Uso Para el Cultivo.** Las épocas adecuadas para su aplicación son en primavera y otoño, esto debido a la temperatura ya que, al aplicar el compost en el suelo caliente, favorecerá la actividad de los microorganismos y el desarrollo de las raíces de planta. Entre los estados de madures, encontramos:

**Compost Fresco (de 2 a 3 Meses).** Utilizado principalmente como protección en cuanto a los cambios inesperados de temperatura, como las heladas, aportando a mejorar las características del suelo y contribuyendo al control de arvenses.

**Compost Maduro (de 5 a 6 meses).** Donde se aprecia que ya los materiales estas totalmente descompuestos, su color es muy oscuro. Se usa como fertilizante debido al aporte de elementos esenciales para los cultivos como los son nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, entre otros, además mejora la capacidad de campo.

### **Bocashi**

Bocashi proviene del idioma japonés, él es un abono rico en nutrientes, el cual se obtiene en el proceso de la fermentación de materiales que contienen elementos menores y mayores,

elaborando un abono óptimo y completo para los cultivos, su principal función es aportar materia orgánica al suelo y con ayuda de los microorganismos que este contiene proporcionar los minerales necesarios para que sean utilizados por la planta (FAO, 2011).

### ***Principales Ingredientes***

**Carbón Vegetal.** Aporta al mejoramiento de las características físicas del suelo, facilitando la aireación, retención de humedad, energía y desarrollo de las raíces. Así como también las partículas de carbón posibilitan una mejor oxigenación del abono, otra propiedad de este elemento es regulador térmico del sistema radicular de las plantas, lo que contribuirá a generar resistencia en cuanto a bajas temperaturas (Restrepo, 2008, citado por FAO, 2011).

**Gallinaza o Estiércol.** Su característica principal es el aporte de nitrógeno, al ser implementado en los abonos orgánicos. De acuerdo de su origen aporta inoculo microbiológico y otros materiales orgánicos, mejorando las condiciones químicas, físicas y biológicas del terreno. Muchos de los agricultores de Latinoamérica, consideran la utilización de gallinaza, la cual es recolectada de la cría de gallinas ponedoras bajo techo (FAO, 2011).

**Cascarilla de Arroz.** La cascarilla se caracteriza por su aporte en cuanto a la incrementación de actividad macro y microbiológica, ayudando a una mejor aireación, obtención de nutrientes y conservación de humedad, fuente rica en silicio, a largo plazo se convierte en humus (FAO, 2011).

Esta puede ser sustituida por la cascarilla o pulpa de café seca.

**Salvado de Arroz o Afrecho.** Aporta en cuanto a la fermentación en la elaboración de abonos orgánicos, el salvado de arroz es un gran activador hormonal, como también aporta

nitrógeno y otros nutrientes como los son fosforo, potasio, calcio y magnesio. Para los agricultores que se dificulta la obtención de este producto se puede remplazar por salvado de maíz o trigo (FAO, 2011).

**Melaza de Caña.** Producto esencial como fuente energética de fermentación, contribuye a la reproducción de la actividad microbológica, aporta nutrientes como potasio, fosforo, calcio y magnesio, como también micronutrientes entre los cuales se encuentra el hierro, manganeso, zinc y boro. Es recomendable para su aplicación, diluirla en agua (FAO, 2011).

**Levadura y Bocashi.** La levadura para pan ya sea en barra o en polvo fue utilizada como primera experiencia por agricultores centroamericanos para la elaboración de abonos orgánicos, obteniendo buenos resultados. Después de este proceso seleccionaban una cantidad necesaria de los abonos ya realizados para poder utilizarlos como una fuente de inoculación en las próximas elaboraciones de abonos, agregando además levadura (FAO, 2011).

**Tierra común:** necesaria para aportar homogeneidad física y humedad, generando un medio propicio para el avance de la actividad microbológica del abono. Se recomienda realizar un proceso de cernir con el fin de retirar piedras, maderas, entre otros. Una tierra recomendada son las de tipo arcilloso por la contribución en cuanto a la formación de complejos silicatados y arcillo húmicos, en conjunto con la materia orgánica (FAO, 2011).

**El Carbonato de Calcio o la Cal Agrícola.** La momento de la elaboración del abono orgánico, la principal función de la cal es el control de la acides que se presenta en el momento de fermentación, de esta manera favorece generando condiciones óptimas para el buen desarrollo y reproducción microbológica (FAO, 2011).

Como recomendación para el control de humedad se requiere realizar la prueba del puñado, donde se toma una cantidad de mezcla y se la aprieta, si miramos que se desprenden gotas de agua, nos indica exceso de humedad por lo que se debe agregar más cascarilla de arroz o de café para su control (FAO, 2011).

**El Agua.** la principal función de este recurso es homogeneizar la humedad de todos los ingredientes en la elaboración del abono orgánico (FAO, 2011).

**Lugar.** Para la preparación del abono orgánico, se debe contar con un lugar que permita proteger del sol, viento y lluvia, para que no se mire afectada la calidad de este.

**Tiempo.** El tiempo aproximado para la preparación del bocashi es de 15 días, tiempo en el cual, en los primeros cinco días se recomienda realizar el volteo de la mezcla dos veces al día (en la mañana y en la tarde) los siguientes días una sola vez, aportando una buena aireación a la mezcla (FAO, 2011).

**Dosis para Utilizar.** En predios donde ya se están aplicando abonos orgánicos, se pueden aplicar 4 libras por metro cuadrado, el tiempo para su aplicación es 15 días por anticipado, de los procesos de siembra, trasplante o desarrollo del cultivo (FAO, 2011).

Al iniciar la aplicación de abonos orgánicos en el terreno, la dosis recomendada de bocashi es alrededor de 10 libras por metro cuadrado (FAO, 2011).

Para la aplicación en terrenos donde se manejarán cultivos anuales, se necesitará una segunda y tercera aplicación después de 15 a 25 días, de la germinación del cultivo, con una dosis de 2 libras por metro cuadrado (FAO, 2011).

Para los cultivos de ciclo largo, se agrega una libra en el momento de la siembra y tres aplicaciones de más de 1 libra por año, cuando el cultivo ya se encuentre en la etapa de producción la aplicación debe aumentar a 2 libras, tres veces en el año (FAO, 2011).

**Procesos de Elaboración.** De acuerdo con la información planteada por la FAO (2011) los Ingredientes básicos para la elaboración del bocashi son:

- Gallinaza de aves ponedoras.
- Carbón triturado.
- Salvado de arroz.
- Cascarilla de arroz o café.
- Cal agrícola.
- Melaza.
- Levadura.
- Tierra cernida.
- Agua.

Para elaborar 500 kg de bocashi, se necesitan:

300 libras de material vegetal (residuos de frutas y verduras)

400 libras de cascarillas de arroz, rastrojo de maíz, maicillo, carbón en partículas pequeñas.

100 libras de estiércol fresco de ganado.

100 libras de gallinaza seca.

10 libras de cal.

1 galón de melaza.

100 libras de abono orgánico u hojarasca.

100 gramos de levadura de pan.

Agua.

Pasos para la elaboración del Bocashi:

**No 1.** Triturar todos los materiales vegetales en pequeños trozos, aproximadamente de 2 a 3 cm (FAO, 2011).

**No 2.** Se procede a mezclar los ingredientes sin importar el orden en el sitio adecuado para este proceso, para mayor facilidad la melaza es aplicada en agua con el fin de que esta sea bien distribuida (FAO, 2011).

La levadura se esparce a medida que se mezclan los materiales (FAO, 2011).

Se emplea abono orgánico u hojarasca de una zona boscosa, con la finalidad de incorporar bacterias que aportan a la fermentación de la abonera (FAO, 2011).

La cantidad de agua a emplear está sujeto a los materiales utilizados, siendo primordial que no se pase el exceso de esta (realizar prueba del puño) (FAO, 2011).

**No 3.** Al finalizar la mezcla de la abonera, se procede a realizar volteo (FAO, 2011).



## **Humus**

De acuerdo con Columbus y Pulgarín (2002, citado por Alumina, 2012) el humus es un bioabono el cual se obtiene a partir de la descomposición controlada de residuos orgánicos, el cual tiene muchas propiedades que favorecen el suelo y aportan macro y micronutrientes a las plantas. Un método muy eficaz que permite la obtención de humus por medio de la descomposición de residuos orgánicos es por medio de lombricultura.

Por medio de la descomposición que realizan las lombrices se acelera la transformación de los desechos orgánicos provenientes de la casa y de la finca, el humus de lombriz sobresale por su contenido rico en fosforo. Para la aplicación es recomendable de 2 a 6 kilogramos por planta.

### ***Proceso para Elaborar Humus de Lombriz***

Para la elaboración de humus se debe contar con:

Lombriz roja californiana (*Esenia foetida*)

Desechos orgánicos.

Camas con medidas preferiblemente de 1 m de ancho por 2 m de largo y de 40 a 60 cm de alto.

Se recomienda en la extracción, quitar el exceso de humedad y tamizarlo (Alumina, 2012).

**Procedimiento.** Se debe buscar el sitio adecuado donde se instalará la cama, y se procede a colocar dentro de esta las lombrices californianas, (50.000 por metro cuadrado) (Alumina, 2012).

Luego se debe empezar alimentarlas con los desechos orgánicos diariamente (Alumina, 2012).

Alrededor del noveno mes de haber instalado el vermicompostaje, se realiza la primera cosecha, luego de esto se debe realizar cada 6 meses (Alumina, 2012).

### **Ventajas del Humus de Lombriz en el Cultivo de Café**

De acuerdo con Soletto y Téllez, (2007) el humus mejora la estructura del suelo, debido a que ejerce como agentes de cementación, es decir que ayudan a la unión de partículas en el suelo, base fundamental para formación de estructuras granulares, que permiten:

Aumentar el intercambio gaseoso.

Mejorar el desarrollo de raíces.

Activación de microorganismos benéficos en el suelo.

Aumentar la oxidación de la materia orgánica.

Aplicar cualquier cantidad, sin causar daños, debido a que su pH es neutro.

Aporta microelementos en diversas proporciones.

Proporcionar enzimas las cuales seguirán desintegramiento la materia orgánica, luego de que estas ya han sido expulsadas del tracto digestivo de lombriz.

Contribuye positivamente en la germinación de semillas.

En el proceso de trasplante contribuye a la prevención de enfermedades y evita cambios que pueden generarse en el cambio de temperatura y humedad.

Proporciones elementos como nitrógeno, fosforo, potasio, azufre, boro y son liberados paulatinamente.

Aumenta la resistencia contra las heladas.

Intensifica la retención hídrica en los suelos.

### **Manejo Agroecológico de Plagas en el Cultivo de Café**

El control ecológico de plagas es posible si se trabaja de la mano de la naturaleza, manteniendo un constante equilibrio. Entre las plagas más representativas en el cultivo de café en Colombia, se encuentran: La broca del fruto (*Hypothenemus hampei*), el minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella*), nematodos (*Meloidogyne spp*) y cochinillas harinosas (*Puto barberi*).

#### **La Broca del Fruto (*Hypothenemus Hampei*)**

La broca fue introducida en Colombia en 1988, atacando primeramente al sur de país, causando amenazas en la caficultura, debido a que se trata de una plaga de una importancia económica alta. Desde entonces es necesario realizar monitoreo y buscar soluciones compatibles con el equilibrio ecológico, manejando un control integrado sobre esta, aportando al cuidado de los ecosistemas y salud tanto para el productor como para el consumidor, para el control de este proceso es importante conocer en la zona donde se encuentran ubicado el cultivo, la época de floración, edad y donde son más susceptibles los frutos de ser atacados por la broca. Como recomendación importante es la aplicación de la evaluación de broca, donde se realiza un muestreo, el cual nos dará los indicadores de infestación en campo, con el fin de tomar decisiones de control oportunas (Bustillo *et al* 1998).

## Figura 10

*Grano de café atacado por la broca*



*Fuente: (Bustillo et al 1998)*

### ***Generalidades de la Broca del Café***

La broca es un cucarroncito el cual genera daños al fruto del café al introducirse en el grano, donde se reproducirá, generando la pérdida total, seguido por la caída del fruto. Así mismo perjudica la calidad física y la calidad de la bebida (SENA, 2005).

En cuanto a la biología de esta, consiste en que después de haber salido la pupa, ella tarda 4 días para comenzar a reproducirse, después de este tiempo empezara a colocar sus huevos aproximadamente 20 días, depositando de 2 a 3 huevos diarios.

Los adultos machos se caracterizan por ser de menor tamaño y su trabajo es solo contribuir a la reproducción, estos nunca abandonan el fruto debido a que no pueden volar.

En cuanto a la hembra tiene un ciclo de vida de 28 días, y luego del proceso de colonización de fruto y haber colocado los huevos, se queda dentro de un fruto hasta que muere (SENA, 2005).

El ataque de la broca es cuando el fruto del árbol de café tiene más de 150 días de formado, cuando el fruto está totalmente maduro su penetración es mucho más rápida (SENA, 2005).

### ***Manejo Integrado de la Broca***

Para el manejo integrado de la Broca es indispensable llevar registros de la floración del café, esto con el fin de poder pronosticar el ataque de la broca. Por lo que, el tiempo de la floración hasta que el fruto madure, transcurren 32 semanas, donde la broca puede causar daño a los frutos de 70 días de formados, sin embargo, solo puede reproducirse en frutos de más de 150 días (SENA, 2005).

Para calcular el nivel de infestación de broca en los cafetales, se procede a realizar un muestreo, donde para una hectárea en café se realiza un recorrido en zigzag, seleccionando 30 sitios, de los cuales se contabilizará los frutos de una rama del centro del árbol, y cuántos de estos frutos se encuentran brocados, al realizar el cálculo si el resultado tiene más del 2%, se debe determinar un manejo integrado de broca (SENA, 2005).

### ***Control Cultural***

Al realizar la cosecha de los frutos del árbol del café se reduce la población de la broca en el cultivo, por lo cual en este punto es importante realizar actividades como:

Re-Re: se fundamenta en la acción de revisar, recoger y repasar, es decir recolectar todos los frutos, maduros, sobre maduros y secos que se encuentren en el árbol o piso, para evitar la reinfestación de broca en los cultivos.

Los frutos que se encuentran infestados deben ser manejados con calor, como poner por 30 minutos en agua hirviendo, con el fin de eliminar a la broca, evitando su reproducción (SENA, 2005).

De acuerdo a SENA, (2005), señala una técnica importante que recomienda Cenicafe, como lo es la renovación de cafetales, proceso el cual se debe realizar después de la cosecha principal, para que no existan cafetales muy viejos que problematicen el manejo de la broca.

### ***Manejo en el Beneficio del Café***

Para evitar que la broca pueda huir en la recolección y el momento de despulpado, lavado y secado, se procede a:

- Las tolvas de recibo deben permanecer con una tapa la cual debe estar cubierta con un plástico que este impregnado con grasa, para atraparlas por si vuelan.
- En el área de despulpado y en los desagües, se recomienda colocar mallas que puedan capturar la broca, si se cuenta con fosa para la pulpa, se recomienda taparla con un plástico (SENA, 2005).
- En el área de secado, se sugiere secar primero el café de los lotes más infestados y así poder eliminar huevos, larvas y pupas que se encuentran dentro de la almendra.
- La pasilla, debe pasar primero por el proceso de agua hirviendo, luego secarla y poder almacenarla con tranquilidad (SENA, 2005).

### ***Control Biológico***

Se cuenta con enemigos naturales para el control de la broca, como el hongo bauveria y avispas (SENA, 2005).

Las avispas son enemigos naturales de la broca, entre estas se encuentran la avispa de costa de marfil, Uganda y la de Togo, estas asaltan a la broca dentro o fuera del grano de café, donde por último se reproducen en las larvas, pupas y en los adultos. Se recomienda la implementación de las avispas solo en las partes donde se presenta mayor afectación de la broca, en el momento en que se termina la cosechas y posterior a la mitaca (SENA, 2005).

El hongo es un gran controlador biológico debido a que esta infecta a la broca al entrar en contacto con su cuerpo, seguidamente este se reproduce, lo que genera su muerte. Para determinar si la infección ha ocurrido por causa del hongo, se observará una mota o moho blanco en el cuerpo de este. En cuanto a su aplicación, esta se debe realizar en época de cosecha, aplicando tanto en el árbol como en el piso con el fin de que el hongo infecte la broca que se encuentre en los frutos caídos, entre algunos nombres comerciales del hongo se encuentran: Cinodia, Mycotrol y Brocaril (SENA, 2005).

Si se desea implementar los dos métodos, se debe esperar alrededor de 8 días, luego de la liberación de las avispitas para poder continuar con aplicación del hongo.

### ***Trampeo de la Broca***

El trampeo de broca es un método muy importante, estudios que se han desarrollado en países como Nicaragua señalan que han logrado minimizar de un 50 a 60 % el daño causado al fruto (Borbón *et al* 2000b-, Oehlschlager *et al.* 2003, citado por Solórzano, 2004). En Colombia con un nivel de infestación del 30 %, capturaron aproximadamente 121 brocas cada semana (Posada *et al* 2004, citado por Solórzano, 2004)



La hembra *Hypothenemus hampei* es atraída por una mezcla de alcoholes como son metanol y etanol, siendo la relación 1:1 o 3:1 el color de la trampa puede ser de color blanco o roja.

De acuerdo con Solórzano, (2004) para su elaboración se necesitan tres vasos plásticos, los cuales pueden ser reutilizables cónicos de color rojo, los cuales deben ser abiertos en la parte inferior y superior, se colocarán en posición vertical y se los sujetara con una cuerda plástica. Es importante colocar una tapa en el primer vaso, con el fin de proteger de la lluvia (Borbón et al., 2000, citado por Solórzano, 2004). Ahora bien, el atrayente se conforma por una mezcla de metanol: etanol, se colocará en la parte intermedia del primer y segundo vaso con una proporción de 3:1, el cual será sujetado con alambre (cárdenas, 2000; Gonzales y Dufour, 2001; Borbón *et al.* 2000<sup>a</sup>; Borbón et al. 2000b, citado por Solórzano, 2004).

Otra forma de elaborar una trampa es con botellas plástica de 500 ml, estas pueden ser transparente o pintadas de color rojo. La botella plástica se le realiza ventanas laterales con el objetivo de que por ahí entren los insectos, los señuelos con la misma composición se colocaran en la parte superior de la botella.

En los dos tratamientos en la parte inferior se agrega agua con jabón, donde se capturará la broca de café (Solórzano, 2004).

**Figura 11.***Trampa elaborada con botella plástica*

Fuente: (Solórzano, 2004)

Los tratamientos, se deben colocar en los focos ya identificados, después de la evaluación de la broca, o partes estratégicas. La altura de las trampas es de 1,2 a 1.4 m, considerada la altura ideal para el muestreo de esta (Álvarez *et al.* 2002; Borbón *et al* 2000; López *et al.* 2003; Gonzales y Dufour 2000; Barrera, 1984, Citado por Solórzano, 2004) cada 8 días se debe realizar la recolección de brocas que han sido capturadas.

**El Minador de la Hoja (*Leucoptera Coffeella*)**

El minador de la hoja es un insecto monofago (solo consume un tipo de alimentos), donde la larva ocasiona perforación en las hojas y esta conforma minas (Rueda *et al* 2018). Es una especie estacional, por lo que generalmente se desarrolla en época de verano, su aumento poblacional está relacionado con la temperatura. De acuerdo con Cenicafe (citado por Constantino *et al* 2011) al contar con una temperatura promedio de 18° C, se espera obtener 6 generaciones en el año, y al ser la temperatura promedio de 22 ° C, aumentaría a diez generaciones.

La biología de *L. No* sugestiones, en cuanto al adulto, es una mariposa la cual mide 2,5 mm de largo, es de color blanco plateada, estas tienen hábitos nocturnos. La hembra puede colocar de tres a siete huevos en la noche en el haz de las hojas, luego de transcurrir siete días estos emergen, iniciando a consumir la epidermis de la hoja y penetran el mesófilo del tejido (Constantino *et al* 2011)

En cuanto a las larvas, crecen aproximadamente una longitud de 4 mm y su color es blanco crema, en este estado duran dos semanas, luego se descuelga a la parte inferior del cafeto, donde formará la pupa que dura de 5 a 8 días, el tiempo aproximado del ciclo es de 21 a 58 días (Constantino *et al* 2011).

Los daños que genera la larva es en el momento que empieza alimentarse de la hoja, una de ellas puede consumir de 1,0 y 2,0 cm<sup>2</sup> de área foliar en el desarrollo.

Las altas defoliaciones pueden causar daño al crecimiento de botones florales, causando minimización de producción de frutos (Constantino *et al* 2011).

## Figura 12

*Larva completamente desarrollada*



Fuente: (Rueda *et al* 2018)

Gran parte de cafeteros, realizan el control químico, sin evaluar el daño que están ocasionando al ecosistema y por ende la muerte de sus enemigos naturales así pues, la búsqueda de la implementación de controles biológicos como gran alternativa para su control (Rueda *et al* 2018)

### ***Manejo Biológico del Minador de Hojas***

El minador de hojas en Colombia tiene alrededor de 15 especies nativas de parasitoides el cual regulara naturalmente, por lo que es indispensable cuidar los ecosistemas, evitando el uso indiscriminado de insecticidas. Además, en el momento de manejo de arvenses se sugiere realizar un control selectivo donde se mantengan coberturas de plantas nectaríferas y melíferas, las cuales serán gran aporte de alimento para los parasitoides y depredadores. Ahora bien, entre los parasitoides más representantes en Colombia de *L. Coffellum* se encuentran *closterocerus coffellae* y en mínima proporción el *Horismenus Cupreus*. En cuanto a depredadores se

encuentran las avispas de genero *Polistes sp.* Y *Polybia sp.* Pero en comparación con lo parasitoides, estos tienen mayor acción a la hora del control (Constantino *et al* 2011).

### ***Control Etológico***

De acuerdo a Constantino *et al* 2011, la forma esencial de comunicación de los insectos es por medio de los olores, en caso específico del minador de hojas, la hembra por medio de la expulsión de feromonas sexuales anuncia al macho que está preparada la copulación, por lo que el macho al recibir y percibir la feromona sale en su búsqueda para fertilizarla.

Conforme al análisis realizado por Francke *et al* 1998 (citado por Constantino *et al* 2011) determinaron los componentes de la molécula de esta feromona, la cual se sintetizó con el fin de ser utilizada como trampa y causar confusión sexual, es decir que se saturara el ambiente con feromonas para que los machos se confundan y no logren llegar a la hembra.

### ***Cochinillas Harinosas (Puto Barberi)***

Las cochinillas presentan forma redondeada y aplanado, estas son de color blanco, los machos tienen alas transparentes, en cuanto a las hembras son las que ocasionan mayor daño, estas se localizan en el cuello de tallo y raíces tanto en campo como en el almacigo (Villegas *et al* 2009).

El daño ocasionado por estas en campo se evidencia, ya que el árbol de café comienza a tornarse de color amarillento, necrosis, caída de hojas y en la época de llenado de fruto, este se cae. Estos síntomas pueden confundirse con deficiencia nutricional, nematodos o llagas radicales, por lo cual se recomienda realizar muestreo a las raíces de los árboles que se

encuentran afectados, con el fin de determinar correctamente el agente causal (Villegas *et al* 2009).

Al presentarse el ataque de las cochinillas harinosas en las raíces del café, están abren paso a que la planta esté más expuesta a otros ataques como de enfermedades fungosas, presencia de hongos como *Ceratocystis fimbriata elli & Hasltd*, como también se ha evaluado la relación que ocasionan las cochinillas con las hormigas, debido a que las cochinillas excretan azucares conocido por el nombre miel de roció, lo que atrae a la hormigas ya que es un alimento para ellas y de esta manera estas protegen a la cochinillas de los enemigos naturales (Villegas *et al* 2009).

### **Figura 13**

*Cochinilla Harinosa (Puto barberi)*



*Fuente: (Villegas et al 2009)*

### ***Control Cultural***

En la elaboración de almácigos es recomendable utilizar suelo libre de esta plaga. Es importante inspeccionar la raíz de las plantas antes de su trasplante evaluando la presencia de cochinillas harinosas.

### ***Control biológico***

De acuerdo a instigaciones, se evaluó que el hongo *Metarhizium robertsii*, en la etapa de almácigo, aporta a la aniquilación de un 75 % (Gil, 2020).

De igual manera para implementación del control biológico se cuenta con nueve especies de avispas de la familia Encyrtidae del orden Hymenoptera que ejerce control natural (Gil, 2020).

### ***Arañita Roja (Oligonychus Yothersi)***

La arañita roja es considerada una plaga potencial en el cultivo de café en Colombia, generalmente en plantas de 2 años de edad en adelante (Giraldo., Galindo y Benavides, 2011).

La arañita roja puede reproducirse sexual y asexualmente, el tiempo de su ciclo de vida desde huevo hasta adulto es de 15, 6 días. Las hembras pueden colocar un alrededor de 36 huevos, siendo su reproducción muy alta en un tiempo corto, en cuanto a condiciones propicias para su reproducción la temperatura es de 15° C.

Los daños que ocasiona la arañita roja empiezan en árboles que se encuentran a los bordes de los cafetales y principalmente si hay caminos de tierra, debido a que el polvo aporta a la protección de colonias de arañitas, el daño provocado por estas es cuando introducen su estilete a epidermis del haz de la hoja, y al alimentarse destruyen sus células. Cuando las hojas

tienen una infestación alta, estas comienzan a caer, como también según investigaciones realizadas en Brasil, transmiten que la actividad fotosintética minimice hasta un 30% (Giraldo., Galindo y Benavides, 2011).

### **Figura 14**

*Daño causado por el acaro en 20 días*



*Fuente:* (Giraldo, Galindo y Benavides, 2011)

### ***Manejo Biológico***

Los depredadores más representativos para la arañita roja son ácaros de la familia Phytoseiidae, entre los cuales se encuentran los géneros *Amblyseius*, *Phytoseiulus* y *Typhlodromus* (Giraldo., Galindo y Benavides, 2011).

Como también se encuentran los enemigos nativos que por lo general se encuentran en el cafetal como algunas especies de mariquitas, *coccinellidae*: *Stethorus sp.* y *Acymnus sp* (Giraldo., Galindo y Benavides, 2011).



## **Manejo Cultural**

Mencionando que un factor para la reproducción de araña roja es el calor, es importante que cuando inicie el verano se realicen monitoreo constantemente, de igual manera realizar desombrados moderados, como también conservar arvenses en las calles, conservando humedad (Campos, 2020).

## **Manejo Agroecológico de Enfermedades en el Cultivo de Café**

Para poder cultivar café de la mano de la agricultura agroecológica necesitamos lograr un equilibrio natural, donde los ecosistemas que están conformados por una fauna y flora autóctona de la región permita un control tanto de plagas como enfermedades naturalmente, pero esto es un proceso ya que al pasar los años con interferencia del hombre se ha provocado un desequilibrio, tanto así que los insectos y algunos hongos se han convertido en plagas y enfermedades que pueden arrasarse con cultivos,

Cuando se presentan enfermedades en un cafetal, este no puede alcanzar su máximo potencial en producción ni mucho menos calidad, ya que estas afectan la planta reduciendo sus actividades metabólicas, como absorción de luz, de nutrientes, agua, bloqueando el movimiento de nutrientes dentro de la planta, lo que reduce la capacidad de carga. Las enfermedades pueden aprovechar factores climáticos como son la temperatura, las precipitaciones y el brillo solar, acompañadas de vientos. Son los factores climáticos los que más determinan la incidencia de una enfermedad, también factores nutricionales donde una planta no cuenta con una nutrición necesaria lo que causa, una inmunidad frente a plagas y enfermedades.

Según Gaitán (*et al* 2013), una enfermedad se puede clasificar como bióticas que es cuando la planta interactúa con el patógeno causante de la enfermedad y las enfermedades abióticas es donde no hay interacción con ningún patógeno, pero si por un factor como las heladas, los rayos o el granizo, en Colombia se han reportado que las enfermedades ocasionadas al café son 17 hongos, 3 bacterias, 3 nematodos, 1 citoplasma y 1 virus.

Cuando una enfermedad entra en desarrollo es porque se coincide el espacio, la planta susceptible, el patógeno, las condiciones ambientales y las prácticas agrícolas que favorecen a la

enfermedad permitiendo la infección ya que el patógeno ingresa o invade los diferentes tejidos de la planta, al pasar algunos días se inician a notar los síntomas los cuales son los efectos de la enfermedad físicos, los más conocidos son la clorosis , que es un amarillamiento de las hojas ya que los cloroplastos se ven alterados y no pueden realizar el proceso de fotosíntesis y la necrosis debido a la muerte de las células vegetales, después de notarse los síntomas el patógeno prepara su último ciclo de vida el reproductivo donde desarrolla su inoculo, para realizar su proceso infeccioso a una nueva planta.

Para iniciar con una agricultura agroecológica aplicada en el cultivo de café debemos de conocer diferentes técnicas, de la mano de condiciones ambientales, las etapas fenológicas de los cultivos, y los ciclos biológicos de las plagas y enfermedades. (Gaitán *et al* 2013).

En este documento daremos a conocer las enfermedades más conocidas en el cultivo de café donde plantearemos estrategias de prevención y control.

## La Roya (*Hemileia Vastatrix*)

### Figura 15

*Síntomas de roya en hojas de café.*



*Fuente:* (FAO, 2015)

Es causada por el hongo *Hemileia Vastatrix*, es una enfermedad que está presente en todas las regiones donde se cultiva el café, en Colombia se detectó la presencia el 27 de septiembre de 1983, donde se registró una dispersión muy rápida 8 meses después el primer registro se detectó 230.000 hectáreas afectadas, esta enfermedad se presenta en todo el ciclo vegetativo de la planta, se caracteriza por la presencia de manchas en el haz de las hojas las cuales son de color marrón y al mirar por el envés de las hojas podemos observar que la mancha tiene la presencia de un polvillo color anaranjado, es ahí donde se presenta la estructura de hongo, otro síntoma que podemos resaltar es que las hojas cuando ya la enfermedad está en un estado avanzado estas caen, la diseminación del hongo se puede dar por el viento, los insectos, el agua y las malas prácticas agrícolas (FAO, 2015).

Para poder realizar un control agroecológico de la roya debemos conocer más sobre su agente causal, el cual se especializa en parasitar células vegetales vivas, necesitando requerimientos nutricionales, haciendo de un parasito obligado, este hongo consta de un ciclo de vida el cual se divide en diseminación, germinación, colonización y reproducción.

**Diseminación:** esta etapa se realiza a través de las esporas, las cuales se las denomina urediniosporas, las cuales se encuentran en el polvillo el cual se encuentra en el envés de la hoja y este tiene una coloración amarilla o naranja.

**Germinación:** al momento de la llegada de la espora a un ambiente idóneo donde emite de 1 a 4 tubos germinativos esto sucede en un periodo de 6 a 12 horas, para esta etapa requiere una capa de agua, poca luminosidad y la temperatura entre 28 y 16°C.

**Colonización:** al interior de la hoja se desarrollan estructuras denominadas haustorios, las cuales se ponen en contacto con las células de las plantas estas extraen los nutrientes que permiten el crecimiento del hongo, por tal motivo las células de la planta en este caso del café pierden su coloración y es el momento donde se observan los síntomas de la enfermedad y podemos observar la clorosis.

**Reproducción:** a los 30 días el hongo llega a su punto de madurez lo cual permite diferenciar su estructura denominada soros, los encargados de producir urediniosporas por un periodo de 4 a 5 meses y estos son diseminadas por el viento u otros factores para iniciar nuevamente el ciclo (Gaitán *et al* 2013).

Las condiciones ambientales que ayudan y fomentan el desarrollo de la enfermedad son precipitaciones continuas especialmente en horas de la tarde o noche, acompañados de

temperaturas entre 16 y 28°C y un brillo solar bajo. Otro factor que incide en la propagación de la enfermedad es un manejo agronómico deficiente, como es permitir un crecimiento desproporcionado de arvenses, ya que estas generan condiciones óptimas como es sombra y humedad, otra mala práctica es una fertilización deficiente, sombra excesiva lo cual los rangos de temperatura máxima y mínima son muy cortos, otro error muy común es la densidad de siembra provocando mayor competencia por nutrientes, hay una menor ventilación lo que provoca la interacción de esporas más rápida y fácil.

### ***Manejo Agroecológico de la Roya en el Cultivo de Café***

Según Ormeño (*et al* 2017) se recomiendan las siguientes acciones que nos ayudarán a minimizar los ataques de la roya en el cultivo de café:

- Las siembras de variedades resistentes a esta enfermedad en Colombia se reconocen las siguientes, Cenicafe 1, castillo, de la zona norte, zona centro y zona sur.
- Las distancias de siembra de acuerdo con la región y la planimetría del terreno.
- El control de podas periódicas donde se mida el nivel de sombra que les da a nuestras plantas de café.
- La planificación adecuada del plan de fertilización es indispensable al momento de cultivar un cafetal para poder mantener nuestras plantas fuertes y vigorosas.
- El monitoreo es una herramienta indispensable que debemos llevar en nuestra finca con el fin de conocer los focos de infección y de tal manera poder realizar los controles necesarios.
- El control de malezas o arvenses periódicamente es necesario y de vital importancia para minimizar el riesgo de infecciones de roya en nuestras plantas.

- Aplicaciones de oxiclорuro de cobre cuando la enfermedad se presenta en el cafetal, donde se debe aplicar 500 gramos por 200 litros de agua esta aplicación se puede realizar cuando los cafetales estén en las etapas de floración.
- Aplicaciones de caldo bordelés.
- Aplicación de caldo visosa.

Preparación de caldo bordelés según FAO (2015):

Ingredientes:

- 100 litros de agua.
- 1 kilo de cal viva.
- 1 kilo de sulfato de cobre.
- 1 caneca o tanque de 100 litros.
- 1 mezclador.
- Un medidor de pH o un elemento de metal.
- Elementos de protección personal.

Preparación:

- Utilizar los elementos de protección personal.
- En 2 recipientes pequeños debemos colocar 1 litro de agua donde vamos a disolver en uno el kilo de sulfato de cobre y en otro recipiente el kilo de cal viva. Una recomendación es calentar un poco el agua para agilizar y tener una mejor homogeneidad para disolver el sulfato de cobre.
- La caneca de 100 litro debemos llenarla con 98 litros de agua.

- Adicionamos primero la mezcla de cal viva y de segundo el balde que contiene el sulfato de cobre, se recomienda respetar el orden.
- Disolvemos muy bien la mezcla que tenemos en la caneca.
- Realizamos la medición de pH y si no contamos con este instrumento, introducimos en la caneca el elemento de metal por un periodo de 2 minutos, donde si el pH fue inferior a 6 nuestro elemento de metal toma una coloración bronce oxidado y debemos agregar un poco más de cal, mezclamos nuevamente y volvemos a medir hasta que nuestra mezcla tenga un pH neutro o que al momento de introducir el elemento este no se oxide.
- Está listo para ser utilizado donde se utiliza un litro de nuestro compuesto por 19 litros de agua

Preparación de caldo viscosa según FAO (2015);

Materiales.

- 500 gr de sulfato de cobre.
- 600 gr de sulfato de zinc.
- 400 gr de sulfato de magnesio.
- Bórax 400 gr
- Cal hidratada o viva 500gr
- 2 recipientes pequeños.
- 1 tanque plástico de 120 litro.
- 2 mezcladores.



### Preparación

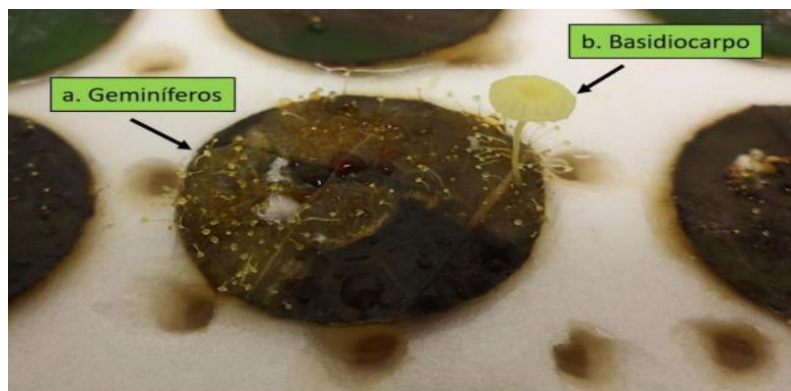
1. Iniciamos llenando el tanque con 90 litros de agua.
2. En los recipientes pequeños agregamos 5 litros de agua donde agregamos sulfato de cobre, zinc, magnesio y bórax mezclamos muy bien.
3. En el recipiente 2 agregamos 5 litros de agua y disolvemos la cal viva.
4. En el tanque agregamos la solución del cubo 1 y después la del 2 debemos realizarlo de esta manera no al revés, mezclamos muy bien hasta que este tome un color verdoso lo que nos indica que está listo para la aplicación.

### **Ojo de Gallo (*Mycena Citricolor*)**

Esta enfermedad es producida por el hongo *Mycena citricolor*, el cual se caracteriza por presentar 2 tipos de cuerpos fructíferos los cuales se los denomina geminíferos y basidiocarpo. Los geminíferos o también denominados gemas es el estado asexual del hongo el cual contienen estructuras muy pequeñas, de color amarillo azufroso, mucilaginosas la cual se encarga de las infecciones del hongo. El basidiocarpo es la fase sexual del hongo es la parte más grande que la gema, su color es amarillo intenso y su forma es como una sombrilla de un diámetro de 1.0 y 3.0mm (TECNIHCAFE, 2022)

## Figura 16

### *Estructuras de hongo Mycena citricolor*



Fuente: (TECNIHCAFE, 2022)

Las condiciones que favorecen para que se presente esta enfermedad son temperaturas promedio (17 -22°C), precipitaciones abundantes, lo que incrementa la humedad del ambiente superior al 80%, el medio de dispersión de esta enfermedad es por medio de salpicaduras de las gotas de lluvia.

El ciclo de vida de este hongo en condiciones ambientales óptimas como anterior lo mencionamos, la propagación inicia cuando la gema se desprende y se une con tejido vegetal, donde tarda 2 días a que nosotros podamos observar cómo germinan las gemas donde podemos notar los filamentos algodonosos, a los 7 y 8 días observaremos las lesiones necróticas y a los 8 y 13 según las condiciones climáticas se generan los nuevos geminíferos las cuales tardan entre 8 días más, para adquirir madurez, 8 días después donde se inicia con el desprendimiento de la gema lo cual provoca que se reinicie con el ciclo infeccioso.

Esta enfermedad se presenta tanto en hojas, brotes y frutos, la cual se manifiesta por su mancha característica como son de color marrón oscuro circulares, al pasar los días se tornan de

color marrón grisáceo, estas lesiones se pueden observar por el haz y el envés de las hojas , cuando la enfermedad se encuentra en un estado avanzado podemos observar agujeros debido al tejido descompuesto, aunque el principal daño en las plantas de café es la defoliación causando una actividad fotosintética mínima lo que minimiza el desarrollo y la producción, cuando esta enfermedad afecta en el periodo de producción el ataque se enfoca en el fruto lo que causa la caída de este al suelo (TECNIHCAFE, 2022).

### **Figura 17**

*Lámina foliar afectada por gotera (Mycena citricolor).*



*Fuente:* (TECNIHCAFE, 2022)

### ***Manejo Agroecológico para Ojo de Gallo en el Cultivo de Café***

- La regulación de sombra es una técnica que nos permitirá tener una buena ventilación, disminuyendo el exceso de humedad, pero mejorando la iluminación.
- la implementación de podas periódicas dentro de nuestro cultivo permitiéndonos eliminar ramas o esquejes no productivos, ayudando a mejorar la ventilación y disminuye la sombra entre plantas.
- El distanciamiento entre plantas.

- Implementación de un cronograma de nutrición, lo que nos ayudara a tener nuestro cafetal muy bien nutrido según las necesidades de este permitiéndonos que se han menos vulnerables ante las enfermedades.
- Control de malezas, ya que estas pueden ser hospederas del hongo o también provocan desventajas ya que son competencia por nutrientes y luz.
- Aplicación de caldo bordelés (forma de preparación pg. 70)

(TECNIHCAFE. 2022)

### **Mancha de Hierro (*Cercospora Coffeicola*)**

Es una enfermedad que tiene gran importancia en los cafetales de Colombia ya que afecta en los diferentes estados de desarrollo, su agente causal es el hongo *cercospora coffeicola Berk y cooke*, las cuales se propagan más fácilmente en condiciones climáticas en una temperatura promedio de 30°C y una humedad del 98%, donde el hongo inicia su diseminación de conidios en horas de la noche, gracias a lluvias, vientos o insectos, durante las próximas 24 y 72 horas de la infección este hongo se instala a través de los estomas o la cutícula, después de los 14 días si está expuesta a luz solar o 17 días si tiene un 50% de sombrero, es donde se inician a observar síntomas. Este hongo produce una toxina denominada cercosporina la cual es activada por la luz solar causando la muerte de las células, por tal motivo las hojas caen y si no hay control se puede provocar una defoliación del 90% (Guzmán y Rivillas, 2005, citado por Gaitan *et al* 2013).

Los síntomas de la enfermedad en los frutos se presenta a los 90 días después de la floración, donde se identifica como el periodo más crítico a nivel económico, la enfermedad se incrementa en daños a los 4 meses de edad ocasionando madurez prematura, en los frutos mayores de 6 meses las infecciones son de menores daños ya que su ciclo de maduración ya se

está completando, debemos resaltar que aparte de las condiciones climáticas como factor favorecedor para la enfermedad, el estado nutricional también es otro factor que permite que la planta esté más susceptible para el ataque de la enfermedad.

### **Figura 18**

#### *Mancha de hierro (cercospora coffeicola)*



*Fuente:* (TECNIHCAFE. 2022)

#### ***Manejo Agroecológico para la Mancha de Hierro en el Cultivo de Café***

Según CENICAFE, (s.f.) nos da a conocer las diferentes actividades que permiten minimizar el riesgo de propagación de esta enfermedad, las cuales son las siguientes:

- El sombrío en los cafetales es necesario, pero debemos estar regulándolo frecuentemente y en épocas de verano se debe tener buena sombra para minimizar el brillo solar.
- La fertilización, juega un papel muy importante frente a esta enfermedad ya que si contamos con plantas bien nutridas los índices de incidencia de esta enfermedad son menores, que en plantas con deficiencias nutritivas donde se observa mayor índice de infección.

- Buenos drenajes, evitando encharcamientos.
- El manejo de arvenses dentro del cultivo lo que permite tener menor humedad, en tiempos de alta precipitación.
- Adiciones de materia orgánica donde podemos utilizar la pulpa del café descompuesta, se ha observado que además de tener plantas vigorosas permite que la incidencia de la enfermedad sea mínima junto con la severidad.
- Aplicaciones periódicas de biofertilizante o biogreen.
- Realizar aplicaciones foliares de té de papaya,

### ***Preparación del Biofertilizante***

Ingredientes y materiales:

- 1 tanque plástico de 200 litros.
- 50 cc de manguera.
- 1 válvula.
- 1 botella plástica.
- 1 palo para mezclar.
- 50 cc de alambre.
- 50 kg de estiércol fresco de bovinos.
- 140 litros de agua.
- 2 litros de leche
- 2 litros de melaza o 2 kilo de panela.
- 2 kilos de cenizas.

### Preparación:

1. Ubicamos el tanque en un lugar con sombra sin exposición al sol.
2. En el tanque de plástico agregamos el estiércol, preferiblemente lo cernimos en un costal de fibra.
3. Agregamos la leche, la melaza y las cenizas.
4. Disolvemos muy bien agregando lo que nos falta de agua, dejando un vacío de 40 cm debajo de la tapa.
5. Cuando el tanque este lleno, procedemos a tapar, pero a su tapa le realizamos un orificio donde colocamos la válvula con la manguera para facilitar la liberación del gas que se genera del preparado y esto lo sellaremos colocando la botella al extremo de la manguera con agua.
6. El biofertilizante estará listo a los 25 o 30 días, para verificar que está listo gracias será por medio de la botella que está en un extremo de la manguera ya que por la liberación del gas este empezará a burbujear, pero cuando ya no haga burbujas significa que está listo para ser utilizado.

Se recomienda la aplicación de 10 litros de nuestro biofertilizante en 200 litro de agua, estas aplicaciones deben ser periódicas cada 20 días. (Galeano, 2006)

### ***Preparación Te de Papaya***

Ingredientes y materiales.

- 1 tanque plástico de 200 litros.
- 10 kilos de hoja de papaya picada.

- Jabón neutro.
- Leña.
- 1 olla grande.

Preparación;

Debemos colocar la olla al fuego con unos 10 litros de agua dejamos que hierva y después colocaremos a cocinar las hojas de papaya por 20 minutos más, dejamos que se enfríe y cernimos, esta mezcla la colocamos en el tanque plástico y completamos los 200 litros con agua.

Se debe aplicar 2 litros en 18 litros de agua, las aplicaciones se deben realizar según las condiciones climáticas (Galeano, 2006).

### **Muerte Descendente (*Phoma sp*)**

Su agente causal se le denomina *Phoma sp*, las condiciones que necesita esta enfermedad son épocas lluviosas y temperaturas bajas entre 18 y 22°C, donde los días tienen poca luminosidad, este hongo penetra por los estomas y aberturas como heridas, después de 6 días del momento de instalarse se observa la aparición de unas manchas las cuales se observan de color negras, opacas, en los ápices de las hojas nuevas. Cuando las condiciones climáticas siguen siendo favorables se inocula el micelio y picnidiosoras de *phoma sp* donde se observa las manchas necrosadas, las lesiones se unen alcanzando diámetro de 3 cm y a los 10 días se observa la formación de picnidios, donde los tejidos del tallo mueren desde el brote hasta la base y están listos para ser propagados ya sea por lluvia o viento (Gaitan *et al*, 2013).



### ***Manejo Agroecológico para Muerte Descendente en el Cultivo de Café***

- La implementación de barreras rompe vientos, lo que nos ayuda a disminuir la diseminación del hongo, la lluvia y la temperatura.
- Cuando la enfermedad se presenta se recomienda la poda de las ramas y los brotes atacados y aplicar biofungicidas.
- Una estrategia para prevenir la enfermedad es cuidar las plantas desde el almacigo el cual se debe hacer bajo sombra.
- Se recomienda la siembra de cultivos transitorios como maíz y frijol, intercalados con el café.
- Sombrío temporal con la leguminosa tephrosia, ya que se experimentó que este sistema reduce la incidencia y severidad de la enfermedad.

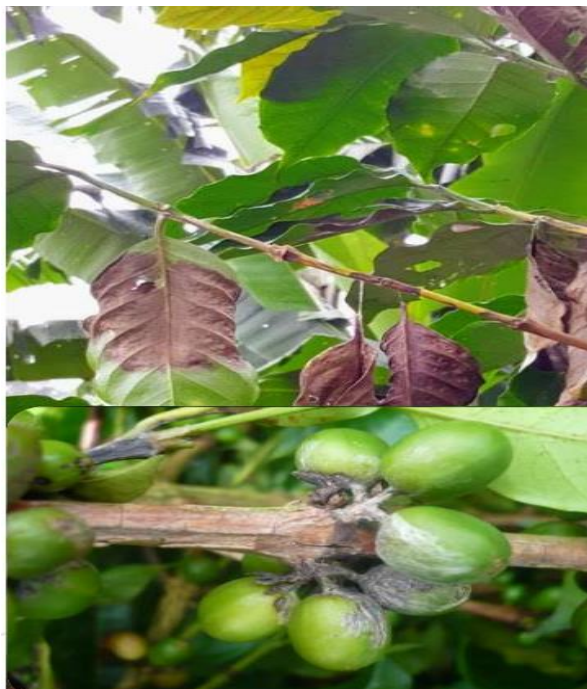
(Menza, Pelaez. 2015)

### **Mal de Hilachas o Arañera (*Pellicularia Koleroga Cook*)**

Según Castro,(s.f.) El agente causal es el hongo *Pellicularia koleroga cook*, el cual se aloja en ramas y hojas en forma de micelio, la diseminación se da durante épocas de lluvias, tanto por viento como por salpicaduras, favoreciendo la formación de nuevos micelios por medio de las basidiosporas ya que encuentran condiciones óptimas como el 90% de humedad y temperaturas entre los 25 y 30°C donde el hongo penetra las células por medio de los haustorios , creando unos hilos blancos donde se afecta , las hojas inician pegándose y después de la invasión se secan provocando la caída de estas, esta enfermedad provoca un ataque ascendente donde inicia por las hojas, frutos y tallos , esta enfermedad no causa la muerte por completo de la planta pero si una disminuciones la calidad y sanidad del cultivo.

## Figura 19

*Daños causados en frutos y hojas.*



*Fuente: (Castro, s.f.)*

### **Manejo Agroecológico para el Mal de Hilachas en el Cultivo de Café**

- Debemos tener lotes con buena aireación donde la sombra este controlada de ser excesiva.
- La poda en las diferentes etapas del cultivo nos ayuda a minimizar el riesgo.
- Cuando la enfermedad se presenta se recomienda que la poda sea una estrategia de control, junto a la recolección de los residuos y los quememos para evitar la diseminación.
- Control de arvenses.
- Aplicaciones de caldo bordelés (pg. 70) de manera prevención se recomienda 100 litros de caldo bordelés para una hectárea (Castro, s.f.).

### **Manejo Agroecológico de Arvenses en el Cultivo de Café**

Un manejo agroecológico de arvenses en el cultivo de un cafetal se fundamenta en disminuir la interferencias de estas de la mano de ayudar a proporcionar condiciones favorables para el respectivo cultivo, pero para iniciar con un plan de manejo de las arvenses debemos de conocer sobre sus características, beneficios, desventajas, la calidad de suelos, el aire, el agua, la resistencia inducida por algunos herbicidas de síntesis química hacia alguna especie, todo con el objetivo de poder implementar un manejo integrado de arvenses, donde nos enfocaremos en favorecer las arvenses de baja interferencia con el cultivo y reducir las arvenses de una alta interferencia al punto donde no afecten al cultivo.

Según Salazar *et al* 2020, señala que al momento de tener un asocio entre las arvenses de bajo impacto en nuestro cultivo se las podrá utilizar como coberturas ya que nos ayuda al cuidado del suelo minimizando erosión y pérdida de fertilidad de este.

Estas técnicas que vamos a exponer van de la mano con las estrategias que se dieron a conocer anteriormente del manejo integrado del suelo.

Donde debemos trabajar de la mano con métodos preventivos como:

**La Rotación de Cultivos.** Ya que nos ayuda cortar los ciclos de crecimiento de las arvenses porque cada cultivo tiene una estrategia diferente para la implementación.

**Cultivos de Cobertura.** El cultivo de café permite la implementación de cultivos asociados dándonos lugar a sembrar cultivos que hagan suficiente follaje con el fin de utilizarlos como abonos verdes o cobertura muerta, logrando así evitar la emergencia de arvenses o también reduce el crecimiento acelerado de estas.

**Cultivos de Cobertura Viva.** Se deben caracterizar por tener raíces superficiales y no tengan un porte alto, en especial se recomienda alguna leguminosa por incorporar el nitrógeno al suelo o también maní forrajero, donde CENICAFE solo recomienda tener el plato libre de coberturas (FAO, 2004).

Según Salazar *et al* 2020, Nos recomiendan las siguientes estrategias de control:

- **Control Manual o Mecánico.** Donde se recomienda para arvenses altas de difícil control el uso de machetes o guadañas, para el corte y que los residuos queden en el cultivo para poder aprovechar estos como abonos verdes, pero no se recomienda erradicar las plantas desde raíz ya que se expone al suelo a posibles erosiones y esto aumenta si es en pendiente pronunciadas.
- **Control Cultural.** Las estrategias recomendadas para limitar el crecimiento de arvenses es la densidad de los cafetos, el sombrío permanente adecuado para el cultivo y las podas regulares.

### **Cosecha y Poscosecha del Cultivo de Café**

El proceso de recolección de café es de 8 a 10 meses después de la floración, sin embargo, este periodo se puede extender o acortar, según las variables climáticas de la zona (IICA, s.f.)

La recolección es el proceso donde se recoge el fruto de forma selectiva, donde se seleccionan los de color rojo brillante, que es su estado óptimo de maduración (IICA, s.f.).

#### **Figura 20**

*Frutos en estado óptimo de maduración*



*Fuente: CRS, Citado por IICA, s.f.*

El café es recolectado en canastos o recolectores de plástico, en este proceso es importante que la persona encargada de recolectar no deje café en el piso.

#### **Procesamiento del Café**

Luego del proceso de recolección, el café es sometido a varios procesos donde este transforma y puede ser almacenado.

Este debe pasar por el proceso de beneficio diariamente, evitando guardar el café en pulpa, este debe ser despulpado inmediatamente después de ser recibido.

En la etapa del beneficio el cual incluye diferentes etapas como lo son: despulpado, remoción de mucilago, lavado y secado.

### ***Despulpado***

Para iniciar con el despulpado que se realiza después de la recolección, esta actividad consiste en separar la cascara del grano, en esta etapa no se necesita agua, ya que los mucilagos facilitan la labor ayudando así a realizar un buen despulpado. Debemos de resaltar la revisión de nuestra despulpadora ya que si no está bien calibrada puede causar perdida de granos, esta actividad se debe realizar en las primeras 6 horas después de la cosecha (Franco, *et al. s.f*).

### ***Remoción de Mucilago***

El mucilago del café puede ser removido por fermentación natural o por vía mecánica, al ser por vía natural se debe dejar en el tanque de 15 a 16 horas, luego de este tiempo se debe lavar con agua limpia retirando los flotes (Puerta, 2000).

La fermentación natural, es un proceso donde el mucilago se desprende del grano, para esta actividad se utiliza tanques de despulpado, esta actividad se da con la ayuda de microorganismos los cuales hacen un ligero aumento en la temperatura ocasionando que la pulpa se separe del mucilago.

Para esta fase debemos reconocer que tendremos mejores resultados si está en buen estado de madurez, hora de inicio y final, donde debemos estar pendiente del proceso y por último el lavado del café, esta fase se da identificando el punto de fermentación bajo diferentes evaluaciones como los es sumergir un palo en el café y si al retirarlo la perforación se la sigue observando significa que está listo para el lavado.

## ***Lavado***

Terminamos con el lavado, lo que nos permite retirar el mucilago fermentado del grano, para esta etapa se recomienda el uso de los tanques tina, donde debemos adicionar el café con el mucilago fermentado y adicionamos el agua para cubrirlo, después se vacía y este proceso se hace durante 4 veces.

La primera agua de enjuague se registra que contienen un 66% de materia orgánica que es muy útil para nuestros cultivos de la finca, así que debemos de utilizarla para las respectivas fertilizaciones. La implementación de esta estrategia de tanque tina nos ayuda a gastar menor cantidad de agua ya que se utiliza de 4 a 5 litros para beneficiar 1 kilo de café y al momento de despulpar no se utiliza el agua favoreciendo notablemente al momento de la fermentación y la transformación de la pulpa en abono (Franco, *et al. s.f*).

En cuanto a las aguamieles y pulpas, deben tratarse. No se debe verter directamente a ríos y quebradas (Puerta, 2000).

En la actualidad se recomienda BELCOSUB (beneficio ecológico y manejo de subproductos) el cual nos ayuda a obtener un café pergamino seco, todo con el objetivo de reducir el consumo de agua en el proceso de beneficio.

El Belcosub tiene:

La despulpadora convencional o gaviota.

El desmucilagador.

Las ventajas que podemos obtener son: reduce la contaminación de beneficio a más del 90%, disminuye el consumo de agua a menos de 1 litro por kilogramo, el secado lo agiliza ya

que se puede iniciar el mismo día, nos permite un aprovechamiento del mucilago o baba para alimentación animal, así que es una excelente alternativa que para pequeños productores es accesible por medio de asociaciones (Franco, *et al.* s.)

## **Figura 21**

### *Módulo Belcosub 1.200*



*Fuente:* (JM Estrada, 2023)

### ***Secado***

Después de esta etapa iniciamos con el secado el cual se puede dar bajo el sol o un secado mecánico, el secado se debe dar al finalizar el lavado, debemos dejar escurrir del tanque y procedemos a realizar el secado, hasta que el café tenga la humedad óptima y lo podemos comprobar por su color y la dureza de la almendra.

### ***Empaque***



El café se debe empacar en sacos de fique con capacidad de 40 kilos.

***Almacenamiento***

Se debe realizar en lugares secos libres de contaminación, donde se los debe colocar en estibas y está listo para la respectiva comercialización.

### **Aprovechamiento de Residuos del Cultivo de Café para Prácticas Agroecológicas**

Es de gran importancia identificar y crear un plan de acción para el manejo de residuos y agentes contaminantes, con el fin de reducir o reciclar los residuos que se generan en el proceso de producción de café pergamino. Así pues, como caficultor se debe evaluar y comprender que actividades pueden causar impacto ambiental, por lo que se debe tomar iniciativas y acciones con el fin de proteger todos los recursos naturales, entre estas acciones se deben tener en cuenta la conservación y recuperación de bosques, protección de las cuencas hidrográficas, plantación de árboles nativos, protección de especies como también la restricción a la caza, entre otros (Farfán, s.f.).

En Colombia en el proceso de beneficio de café, se generan residuos que generan contaminación a las fuentes de agua, como lo son la pulpa y el mucilago. Así pues, la importancia de conocer e implementar diferentes aspectos y tecnologías para manejar los residuos de café, de esta manera contribuir a minimizar la contaminación y además aprovechar los productos de gran utilidad que se obtiene de los mismos.

En Cenicafe (Citado por SENA, 2005) se han evaluado múltiples tecnologías que aportan a minimizar la contaminación, entre estos, se encuentra:

El despulpado sin agua, el proceso de lavado del café en recipientes de fermentación, beneficio del café con manejo de subproductos que lleva por nombre Becolsub y también el tratamiento de aguas residuales del lavado del café (SENA, 2005).

## **Transformación de la Pulpa**

Por medio de la fermentación la pulpa se convierte en una gran fuente de materia orgánica, donde por medio de un proceso con las características adecuadas como humedad, aire y temperatura esta se convierte en humus (SENA, 2005). Lastimosamente en la mayoría de las fincas cafeteras, no se da un manejo adecuado a este importante recurso, siendo desperdiciado y arrojándolo a fuentes de agua lo que genera contaminación. Por lo que Cenicafe (citado por SENA, 2005), recomienda emplear la pulpa para obtener subproductos, indicando los aspectos claves para su transformación.

### ***Almacenamiento de pulpa de café en fosas***

Tiene el nombre de fosa al lugar elaborado especialmente para el almacenamiento de pulpa y lugar en el cual se realizará la descomposición, una fosa debe tener las siguientes características, como una buena ventilación debido a que el primer paso es la fermentación, actividad a la cual aportan las bacterias y para esto se necesita una buena entrada de aire. Con el fin de que el transporte de la pulpa sea fácil la fosa preferiblemente se la debe realizar en la parte baja del sitio donde se realiza el beneficio al café, entre los diferentes tipos de fosa, se encuentran las realizadas en estructura de guadua, adobe o cemento, las cuales deben contar con paredes, techo y el piso con un desnivel aproximado del 2% para favorecer el escurrimiento de agua, agregando un escurridero, el cual aportara a conducir el agua hacia afuera (SENA, 2005).

**Tamaño de la Fosa.** para la construcción de la fosa esta se puede determinar de acuerdo con la producción de café de cada finca (SENA, 2005).

### ***Manejo de la Pulpa***

Para un buen manejo de la pulpa y con el fin de que esta tenga un buen proceso de descomposición y se transforme en abonos, es importante tener presente lo siguiente:

- Evitar transportar la pulpa con agua a la fosa, la pulpa de café requiere aireación, por lo cual se debe mover constantemente (SENA, 2005).
- Añadir regularmente mínimas partes de ceniza o cal.
- Se debe agregar capas de tierra de 3 cm de volumen por cada 40 cm de pulpa, como también es importante, no mezclar pulpa fresca con aquella que ya está en proceso de descomposición (SENA, 2005).
- El proceso de descomposición aproximadamente dura alrededor de 5 a 6 meses dependiendo la cantidad, humedad y manejo que se realice a esta (SENA, 2005).

### ***Cultivo de Hongos Comestibles y Medicinales en Pulpa de Café***

La pulpa de café es una alternativa viable para la producción de hongos comestibles como lo son los del *genaro pleurotus spp*, el cual su nombre común es orellanas, como también hongos medicinales *lentinus edodes* y *ganoderma lucidum* (Rodríguez, 2003, citado por SENA, 2005) hongos que aportan gran cantidad de proteínas.

De acuerdo con estudios se determinó que para los hongos medicinales una relación óptima para su producción es de aserrín de cafeto, borra y pulpa de café, obteniendo rendimientos medios.

### ***Ensilaje de la Pulpa de Café***

Para la producción de abonos orgánicos y hongos comestibles y medicinales, se necesita constantemente pulpa de café, por lo que esta es más abundante en épocas de cosecha, por esta razón de acuerdo con investigaciones de CENICAFE, evalúan y dan a conocer el proceso de ensilaje, método por el cual se busca la conservación de la pulpa, con el fin de que esta pueda ser utilizada en todo el transcurso del año.

Para su elaboración se estima un tiempo aproximado de 25 días, donde la pulpa se debe obtener de un despulpado sin agua, el lugar puede ser tipo fosa, con una altura mínima de 1,5 m, con una leve inclinación para los lixiviados, como también un cobertizo. Luego de tener listo el lugar, se deben agregar capas de pulpa de 20 cm y procede a compactar la pulpa ya sea con los pies o con la ayuda de un pisón, luego de realizar la compactación debe taparse, restringiendo la entrada de aire (SENA, 2005).

### **Mucilago de Café**

El mucilago es una capa gelatinosa que recubre la parte superior de la almendra, los agricultores de fincas cafeteras pequeñas y medianas, remueven el mucilago por medio de fermentación natural, donde tienen a su disposición tanques de tina para el proceso de lavado (Zambrano *et al.*, 2010, citado por Rodríguez, Zambrano & Ramírez, 2013). De acuerdo con investigaciones de Cenicafe, señalan que la pulpa de café significa en un 73,7 % de la contaminación relacionada en cuanto a los subproductos del beneficio y el 26,3 % de contaminación se debe al mucilago fermentado, por lo cual es importante emplear tratamientos para minimizar los daños ambientales.

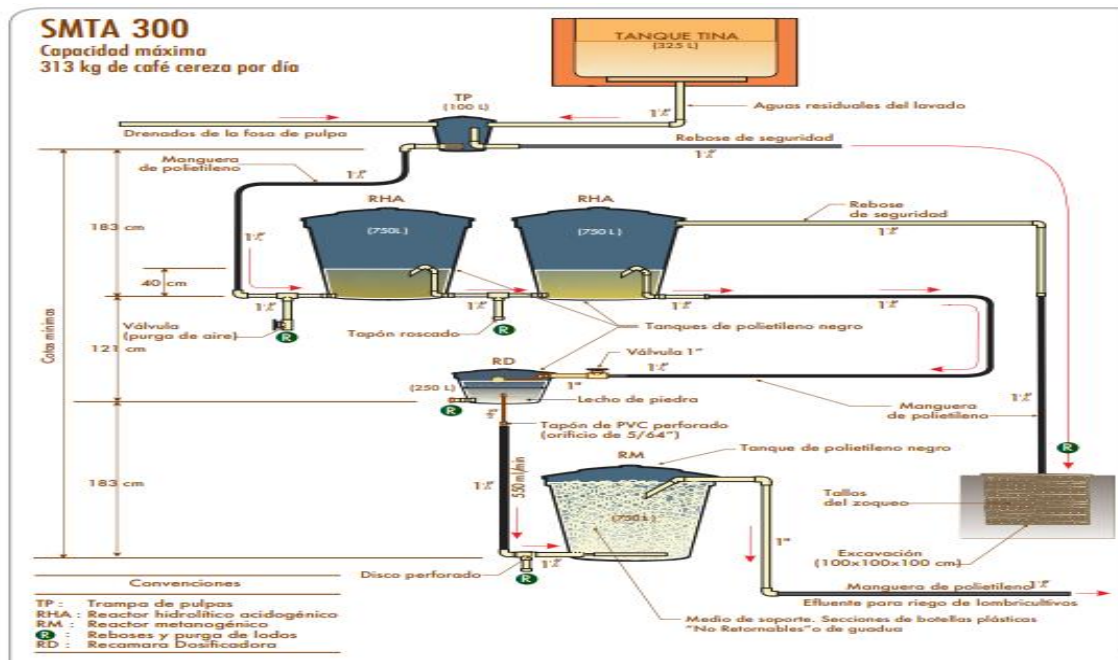
Luego del lavado, donde se desprende el mucilago, se generan las aguas mieles como comúnmente se las conoce, con una alta concentración de contaminación orgánica soluble, por eso la importancia de implementar métodos como son: La tecnología como BECOLSUB (Beneficio Ecológico del café y aprovechamiento de subproductos) el cual está conformado por la implementación de máquinas como la desmucilagadora y lavadora mecánica (Rodríguez, Zambrano & Ramírez, 2013).

Otro método importante es el tratamiento anaeróbico, conocido como los sistemas modulares de tratamiento anaeróbico (SMTA), contribuye a reducir la contaminación ambiental, gracias a su tratamiento biológico de separación de fases hidrolítica-acidogénica de la metanogénica, idónea para lograr altas eficiencias.

En la eliminación de carga orgánica, este sistema se compone de una trampa de pulpas, tanques de polietileno, cámaras dosificadoras. Este sistema ira enterrado en una parte estratégica de la finca (Rodríguez, Zambrano & Ramírez, 2013).

Figura 22

*Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio, referencia 300*



Fuente: (Rodríguez, Zambrano & Ramírez, 2013)

### *Alimentación Animal Utilizando Mucilago de Café*

El mucilago del café puede ser utilizado como alimento complementario para cerdos, lo que reemplazaría un 20% de la parte de concentrado.

Para el empleo de mucilago es importante que este se suministre a partir de los 40 kg de peso del cerdo, como también este debe ser dado momento después que se recoge o de lo contrario ser refrigerado con un periodo de tiempo hasta de tres días (SENA, 2005).

### **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)**

Según resolución ICA 20009 del 2016 las buenas prácticas agrícolas, son un conjunto de diferentes actividades y prácticas aplicadas a la producción de hortalizas, frutas, café y demás cultivos, esto con el objetivo de asegurar la calidad del producto que será entregado al consumidor final, uno de sus pilares es el desarrollo sostenible donde producciones sean amigables con el medio ambiente.

Para que las producciones agrícolas sean sustentables se necesita la asociación de aspectos sociales, tecnológicos, económicos y ecológicos. En el ámbito social se debe garantizar que los sistemas productivos sean incluyentes con la población de la región y así mejorar las condiciones de vida de nuestro entorno. A nivel tecnológico el uso de semillas e insumos y maquinaria adaptada a las necesidades del productor del cultivo y que nos permitan garantizar na producción amigable con el medio ambiente. Frente a los factores económicos se debe llevar registro de gastos de la producción y así realizar la planificación detallada. El objetivo de estos aspectos es garantizar el desarrollo sostenible del área de producción.

Debemos resaltar que para la implementación de las BPA existen lineamientos que conforman el sistema productivo y permiten desarrollar y llevar a cabo producciones de alimentos de calidad e inocuidad en toda la cadena.

Los cuales según la resolución ICA 20009 del 2016 establece requisitos para la certificación en BPA y expone los lineamientos los cuales son:

- Planificación del cultivo.
- Identificación y gestión de riegos.



- Adecuación y mantenimiento de áreas, herramientas e instalaciones.
- Aseguramiento de la calidad del agua.
- Manejo integrado de plagas(MIP)
- Bienestar de los trabajadores.
- Protección del medio ambiente.
- Manejo en cosecha y pos cosecha.
- Gestión documental y trazabilidad.

El proceso de certificación tiene como principal objetivo minimizar la contaminación de aguas como también disminuir la erosión de suelo y desechos de residuos contaminantes, que generan grandes amenazas para el medio ambiente y el cuidado de todos los seres vivos, además entre los beneficios que ofrecen estos procesos en cuanto al cumplimiento de la normatividad planteada, es el mejoramiento de las condiciones laborales, Como también la competitividad, rentabilidad y el reconocimiento al agricultor por desempeñarse ambientalmente, logrando una sostenibilidad de los sistemas de producción.

La certificación de los sistemas productivos de café, es una herramienta que aporta al desempeño Ambiental de las fincas, donde se generan cambios positivos, los cuales serán grandes impactos para la sostenibilidad del sector rural, donde el consumidor final tendrá la certeza de obtener productos provenientes de productores responsables con el medio ambiente.

Entre una de las organizaciones internacionales que maneja aspectos de potencial mejoramiento, donde se adoptan las normas de agricultura se encuentra, Rainforest Aliance, el cual apoya de manera óptima agricultores, productores forestales y a profesionales del agro, impulsando la implementación de prácticas que contribuyan a la preservación del agua, el suelo, el hábitat de la vida Silvestre y los ecosistemas forestales. La aplicación del programa contribuye a los agricultores a planear, adoptar y realizar un manejo eficiente a la finca, reducir la contaminación, proteger el hábitat Silvestre, incrementar la rentabilidad y competitividad para los productores, entre otros. Donde los beneficios que se generarán van más allá de lo económico, es también dar pasos importantes en el ámbito social y ambiental.

## Experiencias Agroecológicas en Otros Países

### Práctica Agroecológica y su Influencia en la Fertilidad del Suelo en la Región Cafetera de Xolotla, Puebla México

Uno de los cultivos de mayor importancia para el centro y sur de México es el cultivo de café (*Coffea arábica L.*), donde el 70% de las áreas cultivadas son manejadas de manera tradicional, así pues, dada la importancia de los agroecosistemas, se determina la importancia de evaluar el impacto que se genera al suelo al implementar prácticas agroecológicas en los sistemas de café de Xolotla Puebla (Contreras *et al* 2019)

Un suelo fértil brinda abastecimiento de los nutrientes necesarios para que los cultivos aseguren un crecimiento y desarrollo óptimo (Beaton & Werner, 2013; García, Havlin, Ramírez & Sánchez, 2012, Citado por Contreras *et al* 2019). En el manejo de sistemas convencionales se generan impactos negativos al suelo, donde no se toman en cuenta múltiples aspectos que van relacionados a este.

De esta manera en la investigación realizada se evalúan el impacto positivo de implementar prácticas agroecológicas en las plantaciones de café (*Coffea arábica L.*) y así poder aportar a la preservación de la biodiversidad como también al progreso de la comunidad.

Xolotla se encuentra al sur del municipio de Pahuatlán en el estado de Puebla, México, donde la mayoría de su comunidad se dedica al cultivo de café, para identificar las prácticas que implementan, se aplicó una encuesta a 79 productores de café en el año 2016, obteniendo así información socioeconómica y de sus prácticas agrícolas manejadas. Además, se tomaron muestras de suelos para evaluar las características de este y también se determinó la actividad biológica presente (Contreras *et al* 2019).

Como resultado en las prácticas agrícolas manejadas por los habitantes de Xolotla se encontró que el 71% aplicaba prácticas agroecológicas con una baja unión a productos externos y el otro 29% se determinó como implementación de prácticas agroindustriales. En cuanto a la fertilidad de suelo evaluada se obtuvo como resultado que los suelos donde los productores aplicaban actividades agroecológicas, con valores más altos en cuanto al Nitrógeno, Potasio y calcio, fueron más alta a diferencia a los que no implementaban estas prácticas. Ahora bien, en los factores fisicoquímicos como valor de materia orgánica, intercambio catiónico, pH, se encontró una desigualdad relevante, siendo óptimos para aquellos caficultores que implementan practicas agroecológicas.

De acuerdo con Dufumier, (2014, citado por Contreras *et al* 2019) señala que las practicas agroecológicas contribuyen a la conservación y optimización de los componentes de fertilidad del suelo. Además, Khakajabadi (2008, citado por Contreras *et al* 2019) argumenta que la aplicación de abonos orgánicos conlleva a múltiples beneficios para la cosecha, como también el de contribuir al aumento de materia orgánica y actividad biológica, mejora de la estructura del suelo y previene la erosión de este (Contreras *et al* 2019).

## **Perú**

Perú es un país que se ha dado a conocer como productor de café orgánico donde según IFOAM (federación internacional de agricultura orgánica), expone que este país está en el segundo puesto con la oferta de café orgánico, en el cual se reporta que Perú tiene registrado 169.078 hectáreas, representado las 45,81% de la producción de café orgánico a nivel mundial la cual está en 768.445 hectáreas. Según la junta nacional del café (JNC) Perú viene trabajando 30 años por medio de cooperativas y asociaciones , con el objetivo de mejorar los

precios a los productores y poder tener un acceso directo a los mercados internacionales, ya que vieron que el café orgánico, es darle un valor agregado, que en la actualidad está dando excelentes resultados, para el año 2020 se exportó 1,350,000 quintales, certificados con diferentes sellos que complementan el proceso de productos orgánicos y se reporta que este tipo de categoría de café sumó 260 millones de dólares (Junta nacional del café, 2022).

Las prácticas agrícolas que se llevan a cabo en las zonas cafeteras peruanas se las clasifica como culturales, al tener una crisis económica donde es difícil acceder a los diferentes créditos bancarios por parte de los pequeños productores y que no podían acceder a fertilización química ni tampoco el uso de agroquímicos, ellos iniciaron las producciones con el uso de abonos orgánicos, biofertilizantes, utilizando estrategias del cuidado del suelo, de enemigos naturales donde la producción es totalmente manual y el secado es al sol, permitió tener producciones de café orgánico sostenible, en el 2018 Prom Perú una estrategia donde su objetivo era promocionar la marca cafés del Perú, café con marca propia, tradición, origen y especialidad, permitió que los pequeños caficultores los cuales producían café orgánico, posicionaran al café peruano como un café de alta calidad. (Junta nacional del café, 2022).

En el país peruano se identifica que 223.00 familias son pequeños agricultores, donde sus extensiones se clasifican entre 3 y 5 hectáreas, resaltando la importancia de cooperativismo, ya que les ha permitido que sus cosechas se comercialicen a mejores precios, resaltando el papel importante de las asociaciones porque estas comercializan las producciones directamente, algunas tienen instituciones financieras, asistencia técnica de calidad, permitiéndoles un rendimiento en incremento de sus cultivos y uno de sus mayores logros fue acceder a los mercados de café especiales (Junta nacional del café, 2022).

## **Etiopia**

Se la conoce como país originario del café , donde se produce uno de los mejores cafés, resaltando su producción orgánica, implementando estrategias y técnicas que han pasado de generación en generación , esto sucede ya que el café esta incrustado en la estructura social y cultural de los habitantes de Etiopia, el café lo cultivan de forma sostenible ya que se cultiva como café de jardín, es plantado cerca de sus casas , lo intercalan entre otras plantas o cultivos e implementan los sistemas semiforestal donde se realiza un corte de malezas y arbustos , lo que permite la regulación de sombra y así poder introducir las plántulas de café.

Se resalta la organización de los pequeños caficultores de Etiopia, en cooperativas con el fin de apoyar y capacitar a sus integrantes en base a las buenas prácticas agrícolas y su recolección y procesamiento, con el ánimo de conservar la calidad de su producto. Según Perfect Daily Grind (2019) nos da a conocer el proceso natural del lavado donde los caficultores colocan las cerezas sobre una superficie plana bajo el sol con el fin de secarla, durante 4 semanas se realiza un rastrillado cuidadoso para que se sequen uniformemente, anteriormente se realizaba este proceso en el suelo , pero en la actualidad se realiza sobre redes las cuales son construidas con bambú y al eliminar la piel seca , el café se clasifica a mano, permitiendo tener un control más minucioso, la implementación de nuevas técnicas agrícolas pero agroecológicas les ha permitido aumentar su producción , pero conservando su sabor, textura y aroma, siendo uno de los cafés más apetecidos en el mundo, todo esto ha permitido que las familias de los caficultores de etiopia tenga una buena calidad de vida, les ha permitido enviar a sus hijos a escuelas, construir sus viviendas y mejorar o ampliar sus cultivos , resaltando que la conservación de sus

tradiciones de la mano de las buenas prácticas agrícolas han permitido traer grandes beneficios en su comunidad (National Geographic, 2020).

## Conclusiones

La implementación de prácticas agroecológicas para el cultivo de café en Colombia es mínima, una de las razones es a causa de la poca información y falta de asesoría por parte de entes encargados, lo que ha llevado a los agricultores a depender solamente de técnicas convencionales y el uso de agroquímicos indiscriminadamente, causando efectos adversos para el desarrollo y bienestar de las comunidades, ya que hoy en día se presenta sobre explotación de suelos sin algún cuidado de ellos, lo que a futuro provocara una crisis alimentaria.

La agroecología es una estrategia óptima que contribuye a la conservación y equilibrio ecosistémico, permitiéndonos mejorar la fertilidad de los suelos y el desarrollo sostenible de los cultivos, siendo esta la mejor alternativa para poder contrarrestar los impactos negativos que han ocasionado los sistemas convencionales. Las técnicas agroecológicas nos ayudan a fortalecer las producciones agrícolas a través del tiempo, minimizando costos, preservando la biodiversidad y aportando al desarrollo de las familias de los caficultores.

Por medio de la presente recopilación de información, se obtuvo conocimientos y conceptos, que contribuyen a producir café agroecológicamente, especialmente para los pequeños y medianos agricultores para que tengan a la mano información, confiable y aplicable y ellos desarrollen prácticas a un menor costo, como la elaboración de abonos orgánicos, fungicidas e insecticidas naturales, siendo una base esencial para un mejor desarrollo del cultivo, de igual forma mejorar la economía del agricultor en equilibrio con el medio ambiente.



### Referencias bibliográficas

- Alcaldía municipal de la Unión Nariño (2019) *Municipio de La Unión*. <http://www.launion-narino.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alumina, M (2012). Alternativas agroecológicas para el manejo del café.  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3251/1/TESIS.pdf>
- Arcila, J. (2007). Capítulo 2 -Crecimiento y desarrollo de la planta de café. *Cenicafe.org*.  
[https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas\\_de\\_produccion.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas_de_produccion.pdf)
- Arcila, J. (2007). Capítulo 3 –Factores que determina la productividad del cafetal. *Cenicafe.org*.  
[https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas\\_de\\_produccion.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas_de_produccion.pdf)
- Benavides Arteaga, V. y Dulce Delgado, J. (2019). El cultivo del Café (*coffea arabica L.*) en Nariño. Cartilla divulgativa.  
<https://sired.udenar.edu.co/6518/1/CARTILLA%20DIVULGATIVA%202020%20OK.pdf>
- Bustillo, P., Cárdenas, M., Villalba, G., Benavides, M., Orozco, H., Posada, F. (1998). Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (ferrari) en Colombia, Chinchiná, *CENICAFE*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/848/1/Portada.pdf>
- Campos, O. (2020) Manejo Integrado de la Araña Roja del Café *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: *Tetranychidae*).  
<https://www.anacafe.org/uploads/file/ed691d0285f4405dad78382e48da0814/Boletin-Tecnico-CEDICAFE-Febrero-2020-01.pdf>

Castro. B. (s.f.) Mal de hilachas o Arañera (corticium koleroga cooke), *Cenicafe*.

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/993/19/17.%20Mal%20de%20hilachas%20Ara%C3%B1era.pdf>

Cesar, T., Criollo, H., Garcia J., Muñoz, J., Lopes, J., Benavides, V. Dulce, J. (2019) El cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Nariño. San Juan de Pasto: *Editorial Universidad de Nariño*.

<https://sired.udenar.edu.co/6518/1/CARTILLA%20DIVULGATIVA%202020%20OK.pdf>

Criollo Escobar., García Álzate, J., Muñoz Belalcazar, J., López Gómez, J., Benavides Arteaga, V. y Dulce Delgado, J. (2019) El cultivo del Café (*coffea arábica* L.) en Nariño. Cartilla divulgativa.

<https://sired.udenar.edu.co/6518/1/CARTILLA%20DIVULGATIVA%202020%20OK.pdf>

Cifuentes, A. (2018). Desarrollo y evolución de la investigación agroecológica en Colombia.

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/4142/Art%C3%ADculo%20de%20Revisi%C3%B3n%20Agroecolog%C3%ADa.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Contreras, A., Sánchez, P., Romero, O., Rivera, J., Ocampo, I. y Conrado, J. (2019) Prácticas agroecológicas y su influencia en la fertilidad del suelo en la región cafetalera de Xolotla,

Puebla. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-62662019000100119](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662019000100119)

Constantino., L. Florez, J., Benavides, P. y Bacca, T. (2011) Minador de las hojas del cafeto una plaga potencial por efectos del cambio climático.

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/330/1/avt0409.pdf>

DANE (2021). *Comercio internacional, estadísticas de exportaciones*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>

Farfan, F. (s.f) Las buenas prácticas agrícolas en la caficultura. Capítulo 12. *Cenicafe*.

<https://www.cenicafe.org/es/documents/buenasPracticasCapitulo12.pdf>

FAO (2011). Elaboración y uso del bocashi. Ministerios de agricultura y ganadería.

<https://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>

FAO, (2015). Memoria del seminario científico internacional, manejo agroecológico e plagas y enfermedades del café. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2015/09/manejo-agroecologico-de-la-roya-del-cafe.pdf>

FAO (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales.1-144. <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>

Federación Nacional de cafeteros (1958) Manual del cafetero Colombiano. *Cenicafe*

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/831/1/01.%20Historia%20del%20café.pdf>

Federación nacional de cafeteros (2023). Cafés suaves, variedades cultivadas en Colombia.

<https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/cafes-suaves/>

Fedeorganicos (2021) En Colombia exportamos 95% de la producción orgánica»: Presidente de Fedeorgánicos. *Agronegocios*. <https://www.agronegocios.co/agricultura/en-colombia-exportamos-95-de-la-produccion-organica-presidente-de-fedeorganicos-2773418>

Gaitán, Á., Rivillas, C., Castro Caicedo, B., & Cristancho Ardila, M. A. (2013). Manejo integrado de enfermedades. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual

- del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura (Vol. 2, pp. 143–178). *Cenicafé*. [https://doi.org/10.38141/cenbook-0026\\_22](https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_22)
- Gaitan, L. (s.f.) ¿Una taza de café? Colombia, tierra de café y caficultores. *Cenicafe*. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4257/1/01.pdf>
- Galeano, J. (2006). Evaluación de alternativas de manejo para la mancha de hierro, en el cultivo de café. *Universidad nacional Agraria*. <https://repositorio.una.edu.ni/1993/1/tmh20g151.pdf>
- Gil, Z. (2020) Las cochinillas de la raíz: manténgalas controladas en su cafetal. *Cenicafe* [https://www.cenicafe.org/es/documents/PR\\_Cochinillas.pdf](https://www.cenicafe.org/es/documents/PR_Cochinillas.pdf)
- Giraldo, M., Galindo, L. y Benavides, P. (2011) La Arañita roja del café Biología y hábitos. *Cenicafe*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0403.pdf>
- González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias\\_ambientales\\_de\\_la\\_aplicacion\\_de\\_fertilizantes.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf)
- Herrera, J. C., & Cortina, H. A. (2013). Taxonomía y clasificación del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano: *Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura (Vol. 1, pp. 117–121)*. *Cenicafe*. [https://doi.org/10.38141/cenbook-0026\\_07](https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_07)
- ICA (2016). Resolución 02009 por medio de la cual se establecen los requisitos para la certificación en buenas prácticas agrícolas en producción primaria de vegetales y otras

especies para consumo humano. <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/resoluciones-derogadas/res-020009-de-2016.aspx>

IICA (s.f.) Guía práctica de caficultura. <https://iica.int/sites/default/files/2020-11/impresion%20GPCAFI%2010.2020.pdf>

Junta Nacional del café –JNC. (2022) Perú y Etiopía lideran producción mundial del café orgánico. <https://juntadelcafe.org.pe/peru-y-etiofia-lideran-produccion-mundial-de-cafe-organico/>

Menza, H. Peláez, M. (2015). Alternativas para el manejo cultural de la muerte descendente del cafeto. Avances técnicos, Cenicafe. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0456.pdf>

Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino (2004) Manual de Compostaje. [https://www.miteco.gob.es/images/es/Manual%20de%20compostaje%202011%20PAGINAS%201-24\\_tcm30-185556.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/Manual%20de%20compostaje%202011%20PAGINAS%201-24_tcm30-185556.pdf)

National Geographic. (2020). Etiopía, considerada la cuna del arábica, tiene una cultura cafetera comentada sobre un ritual ancestral. <https://www.nationalgeographic.es/mas-alla-del-grano/etiopia-considerada-la-cuna-del-arabica-tiene-una-cultura-cafetera-cimentada#:~:text=Etio%3%ADa%20es%20una%20de%20las,pasado%20de%20generaci%3%B3n%20en%20generaci%3%B3n.>

Ormeño, M; García, R; Garnica, J; Ovalle, A. (2017) Manejo agroecológico del cultivo de café. *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas*. [https://www.researchgate.net/publication/325108614\\_Manejo\\_agroecologico\\_del\\_cultivo\\_de\\_cafe](https://www.researchgate.net/publication/325108614_Manejo_agroecologico_del_cultivo_de_cafe)

Ordoñez, R., Navia, F. y Ballesteros, W. (2019) Tipificación de sistemas de producción de café en La Unión Nariño, Colombia.

[https://www.researchgate.net/publication/334782460\\_Tipificacion\\_de\\_sistemas\\_de\\_produccion\\_de\\_cafe\\_en\\_La\\_Union\\_Narino\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/334782460_Tipificacion_de_sistemas_de_produccion_de_cafe_en_La_Union_Narino_Colombia)

Perfect Daily Grind. (2019). Yirgacheffe, Sidamo y Otros: Una Guía de Los Cafés de Etiopía.

<https://perfectdailygrind.com/es/2019/10/01/yirgacheffe-sidamo-y-otros-una-guia-de-los-cafes-de-etiofia/>

Puerta, G. (2000) beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida.

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/561/1/avt0276.pdf>

Puerta, G (2016). Calidad física del café de varias regiones de Colombia según altitud, suelos y buenas prácticas de beneficio. *Revista Cenicafe* 67 (1): 7-40.

<https://www.cenicafe.org/es/publications/1.Calidad.pdf>

Puerta G. (2003). Especificaciones de origen y buena calidad del café de Colombia. Avances técnicos *Cenicafe* 316. 1-8 <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/388>

Restrepo J., Ángel D. y Prager M. (2000). Agroecología.

[https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/Agroecologia.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf)

Rosset, P y Altieri, M. (2018). Agroecología, ciencia y política. Perspectivas agroecológicas. 1-208. <http://celia.agroeco.org/wp-content/uploads/2018/12/Rosset-y-Altieri-texto-completo-sin-portada-1.pdf>

Rodríguez-Valencia, N., Zambrano Franco, D. A., & Ramírez, C. A. (2013). Manejo y disposición de los subproductos y de las aguas residuales del beneficio del café. En

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano:

*Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 3, pp. 111–136).

Cenicafé. [https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4347/1/cenbook-0026\\_31.pdf](https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4347/1/cenbook-0026_31.pdf)

Rueda, G., Constantino, L., Gil, Z., Ortega, O. y Benavides, P. (2018) Enemigos naturales el minador de la hoja del cafeto.

[https://www.researchgate.net/publication/330797202\\_Natural\\_enemies\\_of\\_the\\_coffee\\_leaf\\_miner\\_Leucoptera\\_coffeella\\_Lepidoptera\\_Lyonetiidae](https://www.researchgate.net/publication/330797202_Natural_enemies_of_the_coffee_leaf_miner_Leucoptera_coffeella_Lepidoptera_Lyonetiidae)

Salazar, L., Hincapié, E., Menza, H, & Torres, F. (2020). Manejo de arvenses en los sistemas de producción de café. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café (pp. 150–196). Cenicafe.

[https://doi.org/10.38141/10791/0002\\_5](https://doi.org/10.38141/10791/0002_5)

Soletto, M. y Tellez, J. (2007) Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, Compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*coffea arabica L*) variedad caturra. <https://repositorio.una.edu.ni/2020/1/tnf04s717.pdf>

SENA (2005) Manejo y aprovechamiento de productos derivados del beneficio ecológico del café.

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/839/1/Manejo%20aprovechamiento%20productos%20derivados.pdf>

SENA (2005) Manejo Integrado de Plagas del Café. Módulo de formación 3.

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/835/1/Manejo%20integrado%20plagas.pdf>

Solórzano, J. (2004) Color, tipo de trampa y tipo de señuelo para la captura de la broca del café (*Hypotehemus Hampei*) Ferrari (Coleóptera: *Curculionidae: Scolytinae*) En Costa Rica.

<https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/CostaRicaSolorzano.pdf>

TECNHCAFE, (2020).Boletín técnico, ojo de gallo (*Mycena Citricolor*) Y su manejo

integrado,[https://issuu.com/satihcafe/docs/bolet\\_n\\_no.\\_12\\_ojo\\_de\\_gallo\\_y\\_su\\_manejo\\_integrado\\_](https://issuu.com/satihcafe/docs/bolet_n_no._12_ojo_de_gallo_y_su_manejo_integrado_)

Villegas, C., Benavides, P., Zabala, G. y Ramos, A. (2009) Cochinillas harinosas asociadas a las raíces del café: descripción y biología. Programa de investigación científica.

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/391/1/avt0386.pdf>