



INIA
Instituto Nacional
de Investigaciones
Agrícolas

INSTITUTO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

Manejo agroecológico del cultivo de café

María Angélica Ormeño
Rosaima García
José Camilo Garnica
Adrián Ovalle

PUBLICACIÓN DIVULGATIVA

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas es un instituto autónomo, creado de acuerdo a la Gaceta Oficial N° 36.920 del 28 de marzo de 2000, adscrito al Ministerio de Agricultura y Tierras por decreto N° 5.379 de Gaceta Oficial N° 38.706 del 15 de Junio de 2007.

De acuerdo con el Reglamento de Publicaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, aprobado por la Junta directiva en su sesión N° 126, según resolución N° 1456 de fecha 18 de febrero de 2010, esta es una Publicación Divulgativa.

Publicaciones Divulgativas: contienen información sobre datos comprobados y actualizados de investigación, los cuales tienen aplicación práctica por parte de los productores agrícolas. Son escritos por investigadores, técnicos y especialistas en comunicación y dirigidos a los productores agrícolas. Están redactados de manera sucinta y sencilla, utilizando en lo posible los términos de uso común por los productores a quienes van dirigidos. Este tipo de publicaciones comprende, preferentemente, la información útil y completa para cada una de las fases de un cultivo (preparación del terreno, variedades, épocas de siembra, riego, fertilización...) o bien sobre el manejo y cuidado de animales (destete, crianza, alimentación, vacunación, desparasitación y otros). También procedimientos acerca de la toma de muestras de suelo, plantas, aguas, entre otros, por parte de los productores. Adoptan la forma de revistas, hojas, despleables, cartas circulares y folletos.

Ormeño, MA; García, R; Garnica, JC; Ovalle, A. 2017. Manejo agroecológico del cultivo de café. Maracay, Venezuela, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 168 p.



**INSTITUTO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS**

Manejo agroecológico del cultivo de café

María Angélica Ormeño*
Rosaima García*
José Camilo Garnica*
Adrián Ovalle*

*INIA. Mérida. Venezuela.

PUBLICACIÓN DIVULGATIVA

© Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - INIA, 2017

Dirección: Edificio Sede Administrativa INIA. Avenida Universidad, vía El Limón, Maracay, estado Aragua. Venezuela.

Teléfonos:

Oficina de Publicaciones No Periódicas (+58) 0243 2404770

Oficina de Distribución y Venta de Publicaciones (+58) 0243 2404779

Zona Postal: 2103. Municipio Mario Briceño Iragorry.

Página web: <http://www.inia.gob.ve>

Equipo editorial Publicaciones No Periódicas INIA

Gerente de Investigación: José Lucas Peña.

Editora Jefe de Publicaciones no periódicas: Jessie Vargas

Editor: Elio Pérez.

Diseño Diagramación y montaje: Sonia Piña y Ofsman Sosa.

Responsable para esta publicación

Editor responsable: Elio A. Pérez S.

Diseño gráfico: Sonia Piña

Impresión y encuadernación: Taller de Artes Gráficas del INIA

Hecho el Depósito de Ley

Versión digital

Depósito Legal: AR 2018000026

ISBN: 978-980-318-353-0

Esta obra es propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, publicada para el beneficio y la formación plena de la sociedad, por ello se permite el uso y la reproducción total o parcial de la misma, siempre que se cite al autor y la institución, conforme a las normas de citación vigentes y no se haga con fines de lucro.

Contenido

Agradecimiento	5
Introducción	7
Selección de una buena semilla de café	11
¿Cómo saber que plantas seleccionar?	11
Manejo de la semilla	13
Establecimiento de germinadores	17
Selección del sitio	17
Época de establecimiento	18
Tipos de germinadores	18
Preparación de sustrato	23
Desinfección del sustrato para germinador y vivero	23
Siembra de la semilla	27
Establecimiento de viveros	33
Duración de las plantas en el vivero	33
Selección del sitio	35
Materiales requeridos	35
Trasplante a la bolsa	37
Pasos para el establecimiento del vivero	40
Manejo agronómico del vivero	41

Preparación de abonos orgánicos	51
Té de estiércol	51
Vermicompost de lombriz líquido	53
Lixiviado de raquis de plátano	54
Conservación de suelos	57
Erosión	58
Prácticas de siembra	61
Sistemas agroforestales	65
Trasplante de la planta de café al campo	73
Densidad de siembra	73
Trazado	74
Métodos de siembra	74
Hoyadura	81
Fertilización en campo	83
Fertilidad del suelo	83
Encalado	86
Fertilización	88
Rehabilitación y mantenimiento de cafetales	95
Manejo y control ecológico de las malezas (arvenses)	95
Poda	98
Resiembra	106
Manejo integrado de enfermedades e insectos plaga	109
Enfermedades más comunes	110
Insectos plaga más comunes	125
Glosario de términos	157
Bibliografía consultada	165

Agradecimiento

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los productores de las Redes Socialistas de Innovación Productiva (RSIP) de Café Agroecológico del sector La Victoria, municipio Antonio Pinto Salinas, y de Café Orgánico del sector Río Bonito parte Alta, municipio Caracciolo, Parra y Olmedo, por su valiosa colaboración en los ensayos de investigación sobre el manejo agroecológico del café en vivero. Así como también al productor independiente Emergildo Vera, sector Mesa Las Palmas, municipio Antonio Pinto Salinas, al técnico jubilado, José Camilo Garnica por su asesoría y experiencia sobre el manejo del café y, finalmente, al profesor Dennys Gómez del INIA Táchira, por su contribución con el material fotográfico utilizado para el diseño de la carátula de esta publicación.

Introducción

El cultivo de café (*Coffea arabica*) es originario del norte de África, de allí pasó a Europa y se extendió por Asia y América. Fue introducido en Venezuela en el siglo XVIII, las primeras plantas de café fueron sembradas a orillas del río Orinoco. Posteriormente, se sembró en Caracas y desde allí se difundió a las zonas montañosas del país, como la Serranía Central, los Andes y el Oriente, sin embargo, es en Los Andes donde el cultivo alcanza su máximo desarrollo. El café junto con el cacao se convirtió en un factor económico muy importante en la sociedad colonial.

Durante el siglo XIX y hasta el año 1920 el café alcanzó sus máximos de exportación en 82.800 toneladas, disminuyendo drásticamente con el auge de la explotación petrolera, llegando a 489.100 kilogramos en la cosecha del año 1983-84. Actualmente, poco o nada se exporta de café y el volumen de producción anual presentó una disminución a partir del año 2010, pasando de 71.090 a 43.012 toneladas para el 2016, en relación con los años anteriores. Sin embargo, los rendimientos han aumentado ligeramente en los últimos tres años, encontrándose en 5.487 kilogramos por hectárea para el año 2016 (MPPAPT, 2017).

Por diversas circunstancias, entre las que destacan el precio del café, la presencia de la broca (*Hypothenemus hampei*) y la poca disponibilidad de mano de obra, muchos agricultores han cambiado el uso de la tierra sembrando otros cultivos, como cacao, cítricos y pastos, deforestando algunos bosques. Por esta ra-



zón, la superficie de siembra de café fue mermando, así como el abandono de las parcelas. Adicionalmente, el cultivo de café ha tenido diversas limitaciones para su producción que se han mantenido en el tiempo, como la poca fertilización, la falta de poda y controles fitosanitarios, plantaciones viejas, falta de asesoría técnica especializada y plantaciones fuera de los rangos de altitud recomendados, por debajo de los 800 o mayor a 1.400 metros sobre el nivel del mar.

Algunas limitaciones presentadas en la producción de café en el año 1988, como el acceso restringido a los créditos, analfabetismo y escaso uso de tecnología por parte de los pequeños productores venezolanos, ya no se consideran como tales, debido a que en la última década ha ocurrido cambios importantes en el país, que han permitido avances significativos en materia sociopolítica y económica. Entre ellos destacan el otorgamiento de los títulos de tierra a los pequeños y medianos productores, lo que permitió legalizar la tenencia de la misma, y el acceso a los créditos públicos o privados, créditos blandos por parte del Estado, el descenso considerable del analfabetismo y el uso de variedades mejoradas.

Sin embargo, el uso de nuevas variedades con potencial para la producción ha estimulado la siembra de plantas de café a plena exposición de sol, con la aplicación de paquetes tecnológicos, que conllevan a la deforestación y al uso excesivo de agroquímicos, ocasionando el deterioro de la calidad de los suelos y aguas, aumentando la susceptibilidad a la erosión de las capas superficiales de los suelos y el riesgo a deslizamientos en masas, cuando las plantaciones se establecen en elevadas pendientes.

El Gobierno Bolivariano, al considerar el cultivo de café como un rubro estratégico, ha diseñado una serie de medidas para impulsar el sector cafetalero, sin embargo, es necesario conocer la situación actual e implementar las medidas necesarias para mejorar la producción, renovar plantaciones viejas e improducti-



vas o aumentar la superficie sembrada con variedades de café mejoradas bajo sombra, que sean tolerantes o resistentes a insectos plaga y enfermedades. Para ello, se pone a disposición esta publicación, como un aporte al fortalecimiento de la Soberanía Agroalimentaria, que presenta los resultados obtenidos en trabajos con las comunidades de diferentes municipios cafetaleros del estado Mérida, ubicadas en diferentes pisos altitudinales.

Sin embargo, el alcance de este manual es más amplio, debido a que las zonas productoras de café del país presentan características agrológicas similares, en cuanto a los tipos de suelos, contenidos nutricionales de los mismos, zonas montañosas con elevadas pendientes, entre otras características, por lo cual, la gran mayoría de las recomendaciones expuestas en esta publicación pueden ser aplicadas en otros sectores cafetaleros del territorio nacional.

Esta publicación incluye los temas siguientes: selección de semilla de café, establecimiento de germinadores y viveros, preparación y uso de abonos orgánicos, aplicación de prácticas conservacionistas de suelos y aguas, haciendo énfasis en el uso de sistemas agroforestales, manejo y control de insectos plaga y enfermedades con prácticas agroecológicas, y mantenimiento de las plantaciones de café hasta la producción.



Si se requiere establecer nuevos viveros, ya sea para aumentar la superficie sembrada de los cafetales o sustituir plantas enfermas, improductivas o viejas, se puede utilizar semillas de la propia plantación o de algún otro sector, siempre y cuando se conozca el tipo de café (misma variedad), rendimiento (alta producción) y estado sanitario fitosanitario de las plantas (enfermedades y plagas).

¿Cómo saber que plantas seleccionar?

- Seleccionar plantas sanas y con buena producción para tomar la semilla (Figura 1).
- Recolectar semillas de una misma variedad de plantas madres seleccionadas, acordes a las condiciones de la unidad de producción.
- Verificar si las semillas son vanas (sin embrión): cosechar 100 frutos maduros de las plantas seleccionadas, luego colocar los frutos en un recipiente con agua y observar si flotan. Si emergen más de siete frutos, estos no sirven para semilla, porque el porcentaje de granos vanos es muy alto. Por el con-



trario, si flotan menos de siete frutos se pueden seleccionar para semilla (Figura 2).

- Recolectar la cantidad de semillas que se necesita, tomando en cuenta que de cinco kilogramos de cerezas se obtiene un kilogramo de semilla; así mismo, un kilogramo de semilla produce entre 2.500 a 3.000 plantas aproximadamente.



Figura 1. Selección de plantas para semillas.

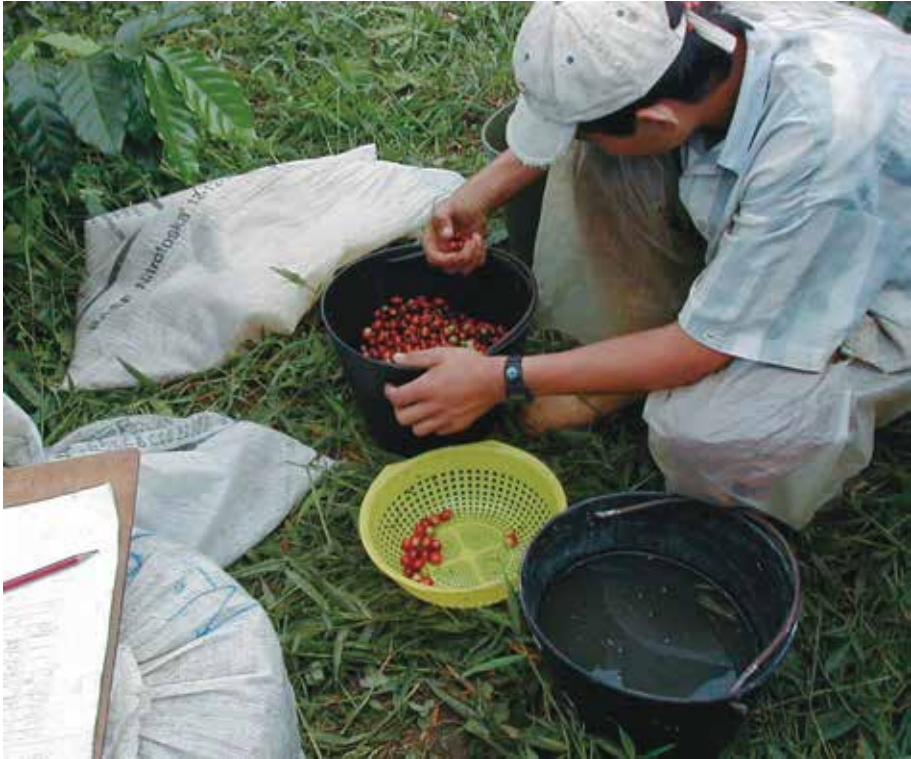


Figura 2. Selección de semilla.

Manejo de la semilla

Las cerezas se deben despulpar con la mano para no dañar el grano, si es mayor cantidad, este proceso se puede realizar con una máquina despulpadora, bien graduada para que no muerda o dañe el embrión de la semilla (Figura 3). Una vez despulpada la cereza, las semillas se dejan en un recipiente o tobo sin agua, de uno a tres días, para que ocurra el proceso de fermentación.



Figura 3. Máquina despulpadora.

Pasado el tiempo de fermentación, se procede a lavar bien las semillas hasta que bote todo el mucílago, así mismo, se deben eliminar todas aquellas que floten. Posteriormente, se colocan a la sombra por poco tiempo para que sequen (Figura 4), una vez secas las semillas, se eliminan los granos que tengan forma de caracol, triángulo, deformes o que le falten pedazos (estén mordidas), esta selección se realiza manualmente (figuras 5 y 6).



Las semillas se deben sembrar lo más pronto posible, después de haberlas seleccionado. Si se necesita guardar durante algunos días, se recomienda meterlas en recipientes de vidrio secos y bien sellados, procurando una humedad de 12%. Las semillas también se pueden guardar en bolsas de papel, que se deben cerrar una vez que estén llenas, y ser almacenadas en frío a una temperatura de 4 °C.

Nota: si hay necesidad de adelantar la germinación, hasta tres semanas, se puede trillar la semilla a mano, teniendo cuidado de no maltratar o herir el embrión.

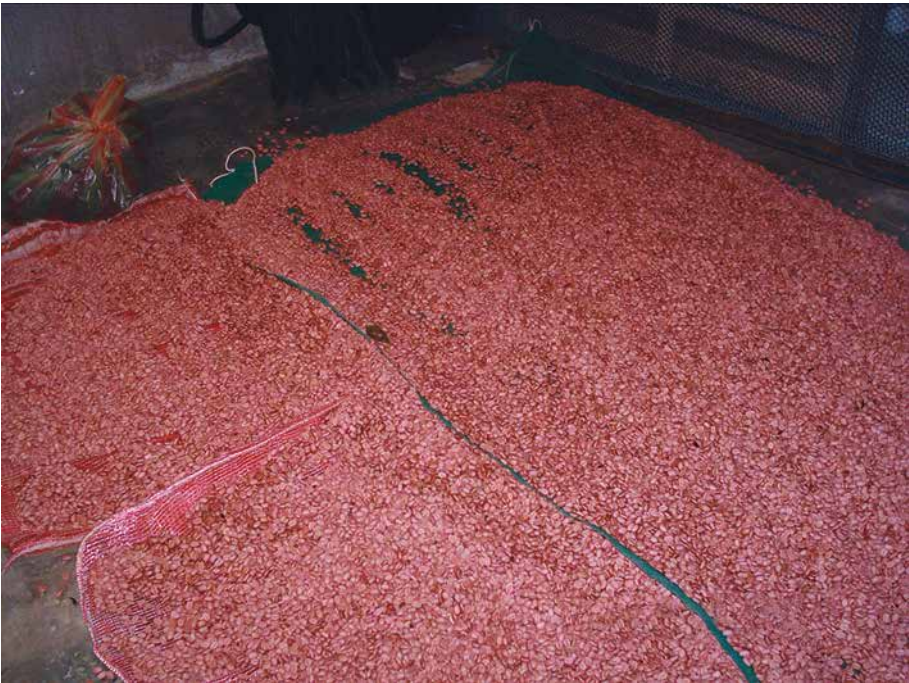


Figura 4. Secado de semilla bajo sombra.



Figura 5. Selección manual de la semilla.



Figura 6. Semilla seleccionada.



Los germinadores son el primer paso para el establecimiento de los viveros. Es el lugar que favorece el proceso de germinación de las semillas, al mantenerlas en condiciones adecuadas de humedad y permite la selección de las mejores plántulas.

Selección del sitio

Un buen germinador (semillero) debe cumplir con los requisitos siguientes:

- Estar próximo a la finca o al sitio de la siembra definitiva.
- Ser de fácil acceso.
- Ser plano o con una pequeña pendiente de 2%.
- Contar con disponibilidad de agua.
- Tener buen drenaje.
- Estar cercado para evitar daños por animales.
- Estar protegido del viento.
- Estar libre de insectos plaga y enfermedades.



- Estar libre de nematodos, parásitos microscópicos, que dañan las raíces del café.

Se debe realizar un análisis previo de nematodos en los suelos o sustratos.

Época de establecimiento

Cuando no se dispone de riego para las plantaciones, los germinadores se deben establecer, considerando la época de lluvia de la zona donde se quiere sembrar el café. Se debe tomar en cuenta que las plantas germinan entre 45 a 60 días, dependiendo de la variedad de café y luego deben estar de cuatro a seis meses en el vivero.

Tipos de germinadores

Los germinadores se pueden construir de forma permanente o temporal, eso dependerá del tipo de material que se utilice para su construcción (figuras 7 y 8). En general, se puede utilizar:

- Bloques o ladrillos para germinador permanente.
- Madera, orillones, tablas, bambú o vástago de cambur, para germinador semipermanente.
- Arena lavada de río.
- Cobertura de hojas de helechos, concha de arroz, aserrín de maderas dulces (figuras 9, 10 y 11).
- En zonas donde llueva mucho se debe disponer de techo que impida el exceso de humedad.
- Para la construcción del techo temporal se pueden emplear hojas de musáceas, pasto, caña, maíz o helecho.



Figura 7. Construcción de germinador con bloque.



Figura 8. Construcción de germinador temporal con borde de piedra.



Figura 9. Germinador con techo de rafia (detalle de la malla).



Figura 10. Alternativa de sombra con sacos.



Figura 11. Cobertura de germinador con helechos.

Las dimensiones del germinador dependerán de la cantidad de plantas que se quiera producir, considerando que un kilogramo de semilla contiene entre 2.500 a 3.000 semillas, de esa cantidad germinarán unas 2.000 chapolas cuando el porcentaje de germinación es de 90%. Se debe estimar 10% más por las plantas que salen deformes, con raíz bifida, cuello de cisne (figuras 12 y 13) y 10% más por las que no germinan.



Figura 12. Tipos de raíces.

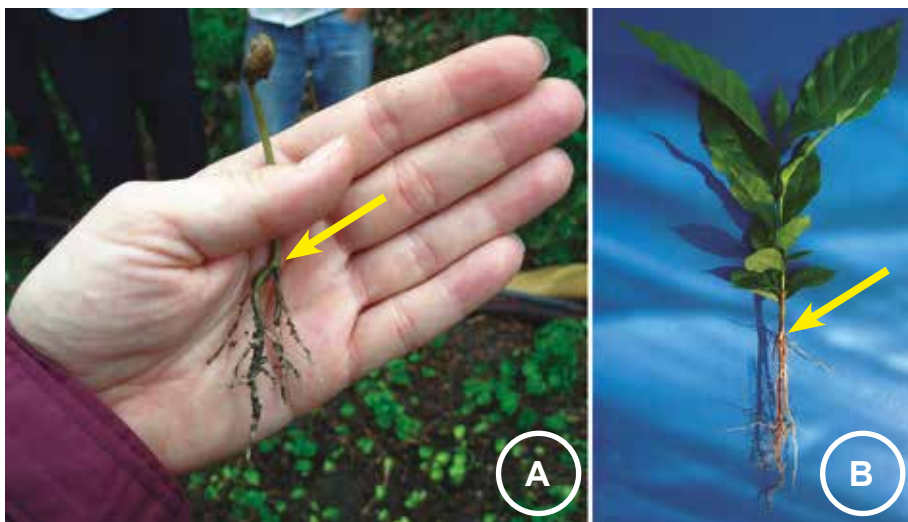


Figura 13. Raíz bífida (doble) en: chapola (A) y plántula (B).



Las dimensiones del germinador deben tener de uno a 1,20 metros de ancho, por un largo no mayor de 15 metros y una altura de 20 centímetros. La distancia entre ellos es de 60 centímetros para permitir el manejo del mismo. El germinador debe estar orientado en dirección este - oeste y ubicado en un lugar donde no haya demasiada corriente de aire, ya que se puede desecar la superficie. En los germinadores, generalmente, se usa arena lavada, fango de río o su mezcla, sin embargo, se recomienda la utilización de sustratos desinfectados.

Preparación de sustrato

Si el suelo a utilizar como sustrato tiene textura media a liviana no es necesario realizar mezclas con arena y abonos orgánicos, porque estos últimos serán aplicados en el desarrollo de las plantas en el vivero.

En el caso de preparar el sustrato, este debe tener una mezcla de tierra, arena y abono orgánico, como pulpa de café compostada, vermicompost de lombriz sólido, gallinaza, bagazo de caña o estiércol de vacuno u ovino. La proporción para la elaboración del sustrato es: dos de tierra, una de arena y una de abono orgánico (Figura. 14).

Desinfección del sustrato para germinador y vivero

Para lograr un buen crecimiento de las plantas y asegurar la calidad futura de los frutos es imprescindible la desinfección de los sustratos para germinadores y viveros a ser utilizados en las primeras etapas del café. Para ello se pueden usar las técnicas siguientes:



Agua hirviendo: consiste en aplicar agua hirviendo sobre la arena de manera que cubra uniformemente, procurando humedecer hasta el fondo (Figura 15), la cantidad dependerá del tamaño del germinador. Esta técnica se debe repetir mínimo unas tres veces.

Solarización: consiste en colocar sobre un plástico transparente o negro el sustrato o arena de forma uniforme y paralela al suelo, con una altura máxima de 15 centímetros. Luego se moja bien con agua, asegurándose que el sustrato o la arena queden mojados en toda su profundidad. Se dobla el plástico en forma envolvente (tipo hallaca), cuidando que quede bien cerrado, para lograr una buena desinfección. Se debe ubicar en un sitio



Figura 14. Preparación de sustrato.



despejado para que reciba una buena radiación solar, la mayor parte del día (Figura 16). Se abre el plástico una vez por semana, se vuelve a mojar bien y se tapa, se repite este procedimiento durante tres semanas.

Aplicar el hongo antagonista *Trichoderma* sp.: una vez realizada la aplicación del agua hirviendo y la solarización, se procede a remover el sustrato, se llena el germinador o las bolsas para el vivero y se aplica el hongo benéfico *Trichoderma*. La preparación se realiza diluyendo 75 gramos de esporas concentradas en 20 litros de agua. Al momento de vaciar la mezcla en la asperjadora de espalda, se debe colocar primero una franela para colar la misma, así se evita que se tape la boquilla. La aplicación se realiza al final de la tarde, con el fin de garantizar la supervivencia de los microorganismos (biológico).

Para lograr un mejor resultado en la desinfección del sustrato, se recomienda combinar la aplicación del agua hirviendo con la solarización, envolviendo el sustrato con un plástico por tres semanas. Posteriormente, se procede a abrir el plástico, se remueve el sustrato, dejando reposar, y luego se aplica el *Trichoderma*. La combinación de estos procedimientos permite eliminar los organismos y microorganismos patógenos, como insectos, hongos, bacterias y nematodos.

Nota: una vez realizada la desinfección del sustrato, se recomienda efectuar el análisis fitosanitario del mismo, antes de proceder a la siembra de la semilla o el llenado de las bolsas para el vivero, con el fin de verificar que este bien desinfectado y libre de nematodos. En este caso, se debe tomar una muestra compuesta de un kilogramo del preparado, tomada de varios puntos del contenedor del sustrato. La muestra se debe llevar a los laboratorios especializados que prestan estos servicios, como los del INIA o Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI).



Figura 15. Aplicación de agua hirviendo al sustrato.



Figura 16. Doblado del plástico para desinfección del sustrato por solarización.



Siembra de la semilla

Antes de realizar la siembra se debe aplicar el hongo antagonista *Trichoderma* sp. en el germinador, al final de la tarde del día anterior, con el fin de asegurar que penetre en el suelo y comience su proceso de multiplicación. Para desinfectar las semillas de café con *Trichoderma*, se procede a preparar una solución en un tobo con agua y se agrega 75 gramos de esporas concentradas de *Trichoderma*, se dejan sumergidas las semillas por 15 minutos (Figura 17).

La siembra se realiza al voleo, asegurándose que las semillas queden bien distribuidas y no queden montadas unas sobre otras, se debe utilizar un kilogramo de semilla por metro cuadrado de germinador. Se cubren las semillas con arena suelta ya desinfectada (Figura 18), colocando sobre estas, hojas de helecho, sacos de fique, de sisal u otros y se aplica riego. También se pueden usar otros recipientes como alternativa artesanal de germinadores, entre ellos gaveras, cajones, cestas plásticas, entre otros (Figura 19).



Figura 17. Desinfección de semilla con *Trichoderma* sp.



Figura 18. Siembra y tapado de semilla.



Figura 19. Germinador artesanal.



Se debe aplicar riego una o dos veces al día, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona. Lo importante es mantener la humedad en el germinador. Cuando empiezan a emerger los fosforitos (Figura 20), a los 30 o 45 días de sembradas las semillas, se retiran las hojas de helecho u otra cobertura y se coloca el techo (si no lo tiene) que debe tener una altura entre 0,80 a un metro, para proteger a las plántulas del sol.

Las plantas estarán en el germinador hasta que formen las chapolas, que son la emisión del primer par de hojas redondas (Figura 21). Se recomienda realizar el trasplante cuando se está formando la chapola, ya que el daño a la raíz es menor. En la Figura 22 se muestran chapolas con raíces adecuadas para el trasplante.



Figura 20. Café emergiendo (formación de fosforitos).



Figura 21. Chapolas de café en el germinador.



Figura 22. Chapolas con raíz adecuada para el trasplante.



Para establecer el vivero se deben considerar varios factores, como la época de lluvia de la zona y la cantidad de plantas que se quieren sembrar. En la zona andina, Sierra de Perijá y otros sectores del país, existen dos períodos de lluvia, el primero es de febrero hasta abril y el segundo de octubre a diciembre. En la región central existe un solo período de lluvias, que va desde junio hasta octubre, por lo que el trasplante debe coincidir con el comienzo de uno de ellos. El tamaño del vivero va a depender de la cantidad de plantas que se desean sembrar.

Duración de las plantas en el vivero

El tiempo de permanencia de las plantas en el vivero va a depender del tipo de manejo y del tamaño de la bolsa que se utilice (Figura 23), por ejemplo, si se usan abonos orgánicos, estos aceleran los procesos vegetativos y las plantas crecerán más rápido. Por otro lado, si se usan bolsas plásticas de poco tamaño, las plantas se deben trasplantar lo más rápido posible al terreno para que no se enrollen las raíces (Figura 24).



Figura 23. Tamaño de las bolsas para vivero.



Figura 24. Raíces de la planta de café que sobresale de la bolsa plástica.



Selección del sitio

El vivero debe cumplir con los requisitos siguientes:

- Estar próximo al sitio de siembra definitivo o la finca.
- Deben estar establecidos en alturas menores de 1.400 metros sobre el nivel del mar.
- Tener fácil acceso.
- Estar contruidos en terreno plano o con una pequeña pendiente de 2 a 3%.
- Disponer de agua suficiente.
- Poseer buen drenaje.
- Estar cercado para evitar daños por animales.
- Estar protegido del viento.
- Estar libre de insectos plaga y enfermedades.
- Estar libre de nematodos que dañan las raíces de la planta de café.

Materiales requeridos

Tierra o sustrato

- Debe ser suelta y cernida.
- Debe tener una textura liviana a media (franco o franco arenoso).
- Estar libre de nematodos y parásitos.
- Tener buen contenido de materia orgánica.



Bolsas

Se recomienda el uso de bolsas de polietileno, con capacidad para un kilogramo de sustrato, con una altura mayor a 20 centímetros (lo que indica que se puede usar la bolsa de 24 o 30 centímetros de alto, si las plantas tienen que estar más tiempo en el vivero) y 10 a 15 centímetros de ancho. Por otro lado, también existen bolsas de 18 y 20 centímetros de altura o se pueden mandar a hacer con la medida que se requiera.

Cuando las plantas van a estar más tiempo de lo previsto en el vivero, porque no se pudo programar el establecimiento del vivero con el período de lluvia para el trasplante, se deben usar bolsas de dos kilogramos y con mayor altura para evitar que las plantas formen el “rabo de cochino”, que es la raíz pivotante (principal) enrollada por falta de espacio para su crecimiento.

Para el llenado de las bolsas se puede utilizar tubos plásticos de PVC, envases plásticos o latas abiertas por ambos lados (figuras 25 y 26).



Figura 25. Materiales utilizados para el llenado de las bolsas.



Figura 26. Llenado de bolsas.

Trasplante a la bolsa

Para realizar el trasplante se debe considerar lo siguiente:

- Las bolsas deben estar llenas hasta el borde de la bolsa (Figura 27) y libres de malezas antes del trasplante.
- Regar el germinador un día antes del trasplante, con el fin de aflojar el sustrato, para sacar con mayor facilidad las plántulas, sin dañar las raíces.
- Aplicar riego a las bolsas, previamente al trasplante.



- Abrir un hoyo en el centro de las bolsas, con una estaca de tres a cuatro centímetros de diámetro y de punta aguda (Figura 28).
- Seleccionar las plántulas más vigorosas, con buenas raíces y abundantes pelos absorbentes, descartando aquellas con raíces bífidas (dobles), deformes o que presenten enfermedades.
- Sembrar una plántula por bolsa, colocando la raíz en el hueco, cuidando que la raíz no se doble y se forme el cuello de cisne (Figura 29), y apretar con los dedos los espacios, para que no queden bolsas de aire en la raíz, porque se puede secar la plántula.
- Cuidar que el cuello de la plántula quede al ras de la superficie de la tierra de la bolsa.



Figura 27. Bolsas completamente llenas.



Figura 28. Abertura de hoyo para el trasplante.



Figura 29. Plántula con cuello de cisne (mal sembrada).



Pasos para el establecimiento del vivero

- Limpiar y aplanar el terreno donde se colocarán las bolsas, dejando una pendiente de 2 a 3%. Si se colocan las plantas directamente sobre el suelo, se debe colocar piedras picadas para evitar la acumulación de agua.
- Colocar las bolsas juntas en filas de 10 bolsas de ancho, sin espacio entre ellas, hasta un de máximo 20 metros de largo.
- Dejar un espacio de 60 centímetros entre calles, para facilitar el trabajo con las plantas y mantenimiento (Figura 30). La calle debe estar cubierta por piedra picada, plástico, aserrín o cascarilla de café desinfectada, para evitar el crecimiento de las malezas (Figura 31).
- Orientar la ubicación de las filas de plantas en dirección a la salida del sol, de este a oeste.



Figura 30. Labores de mantenimiento en el vivero.



Figura 31. Calle del vivero con cubierta de cascarilla de café desinfectada.

Manejo agronómico del vivero

Riego

La frecuencia del riego en el vivero dependerá de las condiciones ambientales de la zona donde se estableció. En la época seca, el vivero se debe regar todos los días, especialmente los primeros tres meses, después se realiza en forma interdiaria (un día sí y otro no), para mantener la humedad de la tierra. Se recomienda regar al final de la tarde o a primeras horas de la mañana. Por lo general, los viveros se establecen en el período seco, por lo que deben contar con agua para riego, para luego ser trasplantadas en el período de lluvias.



En el caso de establecer el vivero en el período de lluvias, el piso del mismo debe tener una mayor pendiente (más de 3%) para asegurar que el agua escurra y no se acumule en el fondo de la bolsa o se empoce en el piso, ya que puede traer problemas de hongos en las plántulas. En este período no se debe regar mientras las bolsas tengan humedad. Se debe aplicar algún bio-controlador (*Trichoderma*) para evitar enfermedades fungosas, como la mancha de hierro, *Cercospora coffeicola*.

Desmalezado

Durante el crecimiento de las plantas, el desmalezado debe ser manual en las bolsas y con ayuda de escardilla en las calles (Figura 32). Si en las calles se coloca piedra picada, aserrín, cascarilla de café desinfectada o plástico se reduce al máximo la presencia de las malezas.

Aplicación de abonos

La aplicación de abonos se puede realizar de la manera siguiente:

Durante el crecimiento de las plántulas: se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, como el té de estiércol o vermicompost de lombriz líquido (Figuras 33), con productos biológicos a base de microorganismos, como la bacteria *Azotobacter* spp., que promueve el crecimiento de las plántulas, o el solubilizador de fósforo, que promueve el desarrollo radicular. La aplicación se puede realizar en forma individual o en mezcla entre ellos.

Se recomienda aplicar en forma combinada el té de estiércol a 20% más vermicompost de lombriz líquida (10%), porque ha dado los mejores resultados en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café (Figura 34, N° 7), así como el té de estiércol (20%) más *Azotobacter* (Figura 34, N° 5).



Figura 32. Control de malezas de forma manual.



Figura 33. Abonos orgánicos: té de estiércol (A) y lombricultivo más toneles con té (B).



Figura 34. Crecimiento y desarrollo de las plántulas de café con la aplicación de diferentes abonos orgánicos.

Aplicación de los abonos

- Aplicar los abonos orgánicos líquidos cuando la plántula presente dos hojas verdaderas (un par de hojas), en dosis de 60 mililitros por planta (un vaso plástico pequeño de café) (Figura 35), una vez por mes, hasta el momento que se vayan a trasplantar las plantas.
- Aplicar en forma foliar la mezcla abonos orgánicos líquidos con asperjadora de espalda, cuando las plantas presenten



más de dos pares de hojas, sin dejar de aplicar en la tierra de la bolsa (Figura 36).

- Realizar la aplicación de los abonos orgánicos líquidos a primera hora de la mañana o al final de la tarde. Si se aplican de forma foliar a plena exposición solar, se pueden quemar las hojas.
- Cuando se aplica la mezcla de té de estiércol (20%) más vermicompost de lombriz líquida (10%), se usa tres litros de té de estiércol, un litro de vermicompost de lombriz líquida y se completa el tobo (18 litros) o asperjadora de espalda con 16 litros de agua.
- Cuando se aplica la mezcla de té de estiércol (20%) más Azotobacter, se usa cuatro litros de té de estiércol, 100 mililitros de Azotobacter y se completa el tobo (20 litros) o asperjadora de espalda con 16 litros de agua.
- La preparación del Azotobacter o del solubilizador de fósforo se realiza disolviendo un litro del producto en 100 litros de agua (Figura 37).
- Colar el té de estiércol antes de preparar la mezcla, con el fin de evitar propagar las semillas de malezas, especialmente de gramíneas.



Figura 35. Aplicación de abonos orgánicos líquidos en forma manual.



Figura 36. Aplicación de abonos orgánicos líquidos con asperjadora de espalda.



Figura 37. Preparación de Azotobacter (A) y solubilizador de fósforo (B).



Plan fitosanitario

Para evitar el ataque de insectos plaga, hongos y enfermedades de debe seguir las indicaciones siguientes:

- Usar variedades de café que sean de alto rendimiento y sean tolerantes o resistentes a los insectos plaga y enfermedades, por ejemplo: la variedad INIA 01 es tolerante a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*). El INIA Táchira, en el año 2012, liberó la variedad de café Monte Claro, la cual es tolerante a los nematodos *Meloidogyne exigua* y *M. incognita*, que afecta a los cafetales, porque forman nudos en las raíces, y al nematodo *Pratylenchus coffeae*, que causa la pudrición de las raíces jóvenes.
- Para evitar la aparición de enfermedades ocasionadas por hongos, se recomienda la aplicación del hongo antagonista *Trichoderma*, *Trichoderma harzianum*, en la desinfección del sustrato, en el trasplante de las plántulas y al mes del trasplante. Si el clima está muy lluvioso o baja la neblina, por varios días seguidos, se debe reforzar la aplicación del *Trichoderma*.
- Preparación y forma de aplicación de *Trichoderma*: mezclar medio sobre de 150 gramos del concentrado INIA en 20 litros de agua, luego filtrar la mezcla con una tela de algodón limpia (franela) (Figura 38), para que no tape la boquilla de la asperjadora. La aplicación se realiza al suelo de las bolsas y a las plántulas, este procedimiento se efectúa a primera hora de la mañana o al final de la tarde. Si está lloviendo, se debe aplicar solo en el suelo, ya que el agua de lluvia facilita la entrada del hongo *Trichoderma* al suelo y favorece su crecimiento.
- Si aparece la mancha de hierro, la cual se presenta por exceso de humedad, se puede usar el oxiclورو de cobre, siguiendo las indicaciones del empaque, si no se ha usado de forma preventiva el *Trichoderma*.



- Usar trampas amarillas pegajosas para el control de insectos plaga, como áfidos, chupadores, mosca minadora, entre otros.
- Aplicar el té de estiércol en el área foliar de las plántulas, para prevenir el ataque de los insectos plaga, debido a su efecto repelente.



Figura 38. Filtrado de *Trichoderma*.



Preparación de abonos orgánicos

Existen diferentes tipos de abonos orgánicos que tienen una efectividad comprobada para el cultivo del café, por lo que su elaboración y aplicación dependerá de los materiales que disponga el productor en su parcela. Los abonos más utilizados son:

- Té de estiércol (té de bosta).
- Vermicompost de lombriz líquido (ex humus de lombriz).
- Lixiviado de raquis de plátano.

Té de estiércol

Se prepara colocando 50 kilogramos de bosta de vaca semisólida (blanda) en una pipa o tonel de plástico de 200 litros y se completa con agua limpia. No se recomienda usar la bosta seca porque tarda más tiempo para estar listo el té. La pipa se debe ubicar bajo sombra y taparse. Se debe remover todos los días para oxigenar el preparado, así los microorganismos que descomponen la bosta actúan más rápido (Figura 39). El tiempo requerido para que el té de estiércol este maduro, varía de acuerdo



con los pisos altitudinales donde se prepare: en las zonas de baja altitud (menor a 500 metros sobre el nivel del mar) es de 40 a 45 días; en zonas intermedias (500 a 1.000 metros sobre el nivel del mar) de 50 a 65 días y a mayor altitud está entre los 65 y 80 días. El Té de estiércol está listo cuando el contenido toma un color marrón oscuro y tiene olor a tierra húmeda (Figura 40). Este abono es rico en fósforo, potasio, calcio y magnesio.



Figura 39. Removiendo la mezcla de bosta y agua para oxigenar el preparado.



Figura 40. Té de estiércol maduro.

Vermicompost de lombriz líquido

Resulta del lixiviado del vermicompost sólido producido por las lombrices de tierra cuando se aplica agua (Figura 41). El líquido se recoge en el extremo de mayor pendiente y se vuelve aplicar sobre el lombricultivo. Este procedimiento se repite entre cinco y 10 veces, hasta que el líquido tome un color ámbar, puede ser claro u oscuro, dependiendo de los materiales del sustrato con que se alimentaron las lombrices y no del número de veces que se recicle el líquido (volver a pasar por el sustrato con lombrices). Es rico en micronutrientes y sustancias estimuladoras del crecimiento, como el nitrógeno, además de otros macronutrientes, no contiene ácidos húmicos, por lo tanto, no se debe llamar humus líquido.



Figura 41. Lombriz de tierra en vermicompost sólido.

Lixiviado de raquis de plátano

Consiste en utilizar los raquis (vástago) o machín, subproductos de la producción de plátano o cambur, que quedan cuando se retiran las manos. Se repican los raquis y se colocan en un tanque de 2.000 litros hasta llenarlo, este tanque debe estar conectado con un filtro a otro tanque de 1.000 litros. Se dejan macerar de dos a tres meses. Cuando el nivel del primer tanque ha bajado, se vuelve a completar hasta arriba con más raquis, en el tanque pequeño se acumulará el extracto, este debe tener una colora-



ción marrón. Antes de usar, se debe hacer un análisis de acidez (pH) y salinidad (conductividad eléctrica - CE). El pH debe ser menor a 8,0 y CE menor a 4,0.

También se pueden utilizar los biológicos Azotobacter y Solubilizador de fósforo, combinados entre sí o con los abonos orgánicos indicados.

Azotobacter: es una bacteria fijadora del nitrógeno atmosférico. Su aplicación permite que las bacterias puedan tomar el nitrógeno que está en el aire, colocándolo en las cercanías de las raíces de las plantas, favoreciendo su utilización en la nutrición de ellas. La efectividad de la fijación de nitrógeno depende de las condiciones del suelo, de la calidad de la cepa de la bacteria y de su uso.

Solubilizador de fósforo: son bacterias que permiten hacer soluble y más aprovechable el fósforo que está fijado en el suelo, por arcillas y materia orgánica, para las plantas.

Actualmente, ambas bacterias son producidas por el INIA, en el Laboratorio de biofertilizantes del Ceniap y son multiplicadas por el INSAI (Figura 42).



Figura 42. Azotobacter y Solubilizador de fósforo.



Conservación de suelos

El suelo es uno de los recursos más importante que se tiene, es por ello, que se debe conservar y mejorar, además de dar soporte a las plantas, brinda los nutrientes a los cultivos, con lo que se puede obtener mayor producción. Para ello, se debe adoptar algunas prácticas que permitan conservar el suelo, el agua y el ambiente, como las siguientes:

Reposición de materia orgánica: con la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes, incorporación de residuos de cosechas, entre otros.

Cobertura vegetal: significa no tener cultivos limpios, el suelo debe tener alguna capa de vegetación o mulch que lo proteja.

Prácticas que permitan controlar la erosión: curvas a nivel, zanjas, entre otras.

Sistemas agroforestales: es un método de aprovechamiento de la tierra que combina la utilización de los árboles para productos y servicios ambientales con los cultivos agrícolas y animales. Se aprovecha mejor el espacio superior, las ramas de los árboles, y espacio inferior, las capas profundas del suelo.

Con el fin de dar un manejo adecuado al suelo es necesario comprender los términos siguientes:



Erosión

La erosión es la pérdida de las partículas del suelo, ocasionando la disminución de la materia orgánica y la pérdida de la permeabilidad del suelo. La falta de vegetación en la plantación ocasiona que el agua corra libremente por la superficie del terreno, arrastrando con ella partículas del suelo y los nutrientes, los cuales se van a acumular en las partes bajas o planas del paisaje. En verano, la velocidad del viento causa el desprendimiento de la capa superficial del suelo, trasladándolo de un lugar a otro, ocasionando su pérdida. Este fenómeno conduce a la formación de cárcavas, perdiendo así parte de la unidad de producción.

Principales causas de la erosión

- Siembra de cultivos limpios en pendientes fuertes, lo cual puede producir deslizamientos en masa (Figura 43).
- Deforestación: eliminación de arbustos y árboles dentro de la plantación o en la cabecera de los ríos (Figura 44).
- El sobrepastoreo: pisoteo de animales pastoreando en elevadas pendientes (Figura 45).
- Los incendios.



Figura 43. Café sembrado en pendiente muy fuerte y sin sombra (A) y Desplazamiento del suelo en masa (B).



Figura 44. Parcela deforestada con moderada pendiente (expuesta a erosión).



Figura 45. Sobrepastoreo.



Prácticas de siembra

Para la siembra en laderas se recomienda seguir algunas prácticas conservacionistas, como:

Siembra en curva de nivel y en tresbolillo: este método de siembra es empleado para preservar los suelos, disminuyendo la velocidad del agua en el terreno, evitando la pérdida de suelo y los nutrientes por escorrentía.

Barreras vivas: consisten en establecer hileras de plantas perennes y de crecimiento rápido, con un sistema radicular denso y fuerte, que no interfiera con el desarrollo del cultivo. Se deben sembrar siguiendo una línea en contorno para plantaciones nuevas (curvas a nivel), con el fin de disminuir la velocidad del agua superficial o de escorrentía, retener el suelo y aumentar la infiltración al suelo. Entre las especies utilizadas para las barreras vivas se encuentran el vetiver, limoncillo, pasto imperial, entre otras. Cualquier especie utilizada como barrera se debe manejar en forma adecuada para evitar el macollamiento excesivo.

Barreras muertas: consiste en la construcción de muros con piedras, troncos o simplemente formar rastrojos a todo lo largo de la curva de nivel, por lo general se hacen de 50 centímetros de ancho y 30 centímetros de alto (Figura 46).

Zanja de infiltración: son canales construidos en curva de nivel, con el fin de captar el agua que escurre por la pendiente, evitando así los procesos erosivos (Figuras 47).

Terrazas continuas: este tipo de terrazas o planadas se adecúan mejor en las plantaciones trazadas en curvas a nivel o en contorno, ya que se construyen a lo largo de los surcos de café. Se elaboran en forma transversal a la pendiente, estableciendo allí la superficie de siembra, se recomienda establecer un cultivo de porte bajo que ayude al sostén de la misma y, a su vez, proporcione algún beneficio al cultivo, por ejemplo, el maní forrajero (*Arachis*



pintoí), cucaracha (*Zebrina pendula*), entre otros (figuras 48 y 49). El costo de construcción es mayor que la terraza individual.

Terraza individual: es una estructura que se hace en cada planta de café y consiste en remover la tierra al pie de la planta (hacer un corte en la pendiente del terreno en forma de ele “L”, ángulo de 90°), aplanando la superficie de esta, procurando que las plantas queden al centro de las terrazas, donde la base forme un pequeño terraplén (circular o semicircular). El diámetro de la terraza dependerá de la distancia de siembra y del área que abarque el desarrollo de la copa de la planta, se recomienda un área aproximada de un metro cuadrado.

Dique de contención: son pequeñas construcciones artesanales que se realizan para el control de cárcavas, dichas construcciones ofrecen una resistencia mecánica y son construidas con palos, muros de piedra o tablas de madera como soporte (Figura 50). La distancia entre diques va a estar determinada por la pendiente y la profundidad de la cárcava.



Figura 46. Barrera muerta (muro de piedra).



Figura 47. Zanjas de infiltración.



Figura 48. Maní forrajero usado como cobertura del suelo.



Figura 49. Cucaracha usada como cobertura.

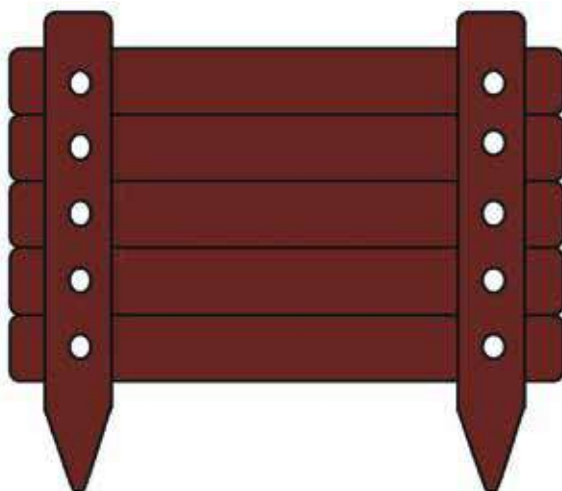


Figura 50. Dique de contención hecho tablas de madera.



Sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales tienen muchas ventajas, sin embargo, deben ser planificados, con el fin de seleccionar adecuadamente las especies que se van a sembrar y las distancias entre ellas, para que no haya competencia por nutrientes, luz, agua o existan efectos alelopáticos (plantas que impiden el crecimiento de otras plantas, como los pinos y eucaliptos). La agroforestería requiere más tiempo para llegar a su plena producción, sin embargo, después pueden dar una producción sostenida por muchos años.

Dentro de los sistemas agroforestales se encuentran los sistemas con cultivos perennes, donde se combinan árboles con cultivos, como café, cacao, té o caucho, y los cultivos semipermanentes, como plátanos, cambures, especias, vainilla, cardamomo, clavos de olor, pimienta negra o jengibre (figuras 51 y 52).



Figura 51. Sistema agroforestal conformado por pardillo, cambur y café.



Figura 52. Cultivo de café bajo sombra.

Ventajas

- Reduce la evaporación, cuyo efecto es benéfico sobre el clima.
- Reducción de las malezas (malas hierbas), porque el espacio está ocupado por diferentes especies de plantas.
- La diversidad de plantas hace que haya una mejor resistencia a insectos plaga y enfermedades.
- Mejor aprovechamiento de la luz del sol, los nutrientes y el agua del suelo, por la combinación de árboles, arbustos y



plantas anuales, en comparación con los espacios donde el café está como un solo cultivo.

- Proveen diversos productos a la familia campesina, como alimentos, leña, madera, forraje, entre otros, los cuales pueden ser para el consumo familiar o venta de los mismos (figuras 53 y 54).
- La producción está mejor distribuida durante todo el año, hay una mayor diversidad de productos, menos períodos de escasez y menos problemas de almacenamiento.
- Son menos destructivos del suelo y menos exigentes en insumos, por lo que se puede obtener una producción sostenida por muchos años.



Figura 53. Cultivo de café con sombra temporal con plantas de cambures.



Figura 54. Asociación de cultivos café - yuca.

Desventajas de la producción del cultivo del café a plena exposición solar

- Alta inversión en fertilizantes.
- La vida útil del cultivo es más corta.
- Se necesita más mano de obra para las actividades de mantenimiento, fertilización y desmalezado, lo que encarece los costos de producción.
- Mayor incidencia de insectos plaga, lo que encarece costos de producción.



- Mayor cantidad de daños por lluvia, sequía o granizo.
- Favorece la erosión del suelo.
- Este tipo de siembra no aporta otros productos, como frutas, madera, forraje, entre otros, a parte del cultivo del café (Figura 55).



Figura 55. Cultivo de café a plena exposición solar.

Ventajas de la producción del cultivo café bajo sombra

El cultivo de café bajo sombra puede producir menos cantidad, en comparación con la siembra a plena exposición del sol, sin embargo, se produce a menor costo y presenta las ventajas adicionales siguientes:



- Mantiene la fertilidad del suelo.
- Las cosechas son menores, pero se mantienen regulares de un año al otro.
- La vida útil del cultivo es más larga, lo que evita perder el tiempo en sustituir el mismo.
- Hay menor pérdida de las plantas por enfermedades, daños del clima o súper producción.
- Hay disponibilidad de productos adicionales que complementan y mejoran la calidad vida de la familia campesina.
- El sabor del café bajo sombra es mejor y más aromático, en comparación al sembrado a plena exposición solar, lo que aporta un valor agregado para la venta o exportación.

Especies de árboles utilizados en la siembra con café

- Pardillo o laurel, *Cordia alliodora*.
- Guamo blanco, *Inga edulis*.
- Guamo rojo, *Inga* sp.
- Cedro, *Cedrela odorata* (Figura 56).
- Bucare mediano, *Erythrina* sp.
- Bucare, Poró o Amapola, *Erythrina poeppigiana*.
- Chachafruto, *Erythrina edulis*.

Nota:

Se utilizan de 100 a 150 árboles de sombra por hectárea, donde cada árbol protege de 16 a 25 plantas de café.



El Bucare, Poró o Amapola se deben podar dos veces al año, durante la floración y la maduración del café, aportando follaje al suelo.



Figura 56. Vivero de cedro para usarlo como sombra en el cultivo del café.



Trasplante de la planta de café al campo

El trasplante de las plantas de café al campo se realiza cuando alcanzan el tamaño ideal en el vivero, 30 centímetros de altura aproximadamente, con varios pares de hojas y que las raíces no excedan el tamaño de la bolsa, para que no se forme el rabo de cochino. Se recomienda efectuar el trasplante en la época de lluvias para asegurar el establecimiento de las plantas en el campo.

Antes de realizar el trasplante se debe tomar en consideración los aspectos siguientes:

Densidad de siembra

La densidad de siembra es el número de plantas por unidad de área de terreno y va a estar determinada por el porte de la variedad a establecer (altura y amplitud de copa), distancia de siembra, pendiente del terreno y las condiciones climáticas presentes en la unidad de producción.

La densidad de siembra tendrá una marcada influencia sobre la capacidad de producción de las plantas, por los efectos que en estas se producen por la competencia con otras plantas de la misma especie o de otras, que se encuentran dentro del mismo espacio del terreno.



Trazado

Consiste en marcar el terreno, con el fin de ordenar la plantación y facilitar las actividades que se realizan, como poda, abonado, recolección de frutos, fertilización, control fitosanitario, acarreo de sacos, entre otros. Para realizar esta labor se debe tener en cuenta las condiciones presentes: clima, relieve, porcentaje de pendiente y tipo de suelo, de manera de emplear el mejor método y diseño, para evitar futuros problemas.

Los materiales necesarios para realizar esta tarea son: estacas, mecatillo, nivel agrícola, cinta métrica y mazo.

Métodos de siembra

Siembra en cuadrícula

Consiste en trazar una cuadrícula en el terreno, por ejemplo: de 1 x 2 metros (Figura 57), es la más recomendable en terrenos planos o con suaves pendientes 10%. La separación entre plantas e hilos depende de la variedad, del clima (humedad relativa), de la pendiente, de la sombra, entre otros. Este sistema de siembra evita los problemas fitosanitarios y, a su vez, facilita las labores cotidianas que se realizan en el cultivo.

Para determinar el número de plantas que se pueden establecer, se aplica la fórmula siguiente:

$$\text{N}^\circ \text{ de plantas} = \frac{\text{Largo del terreno en metros (m)} \times \text{Ancho del terreno en metros (m)}}{\text{Distancia entre planta (m)} \times \text{Distancia entre hilera (m)}}$$

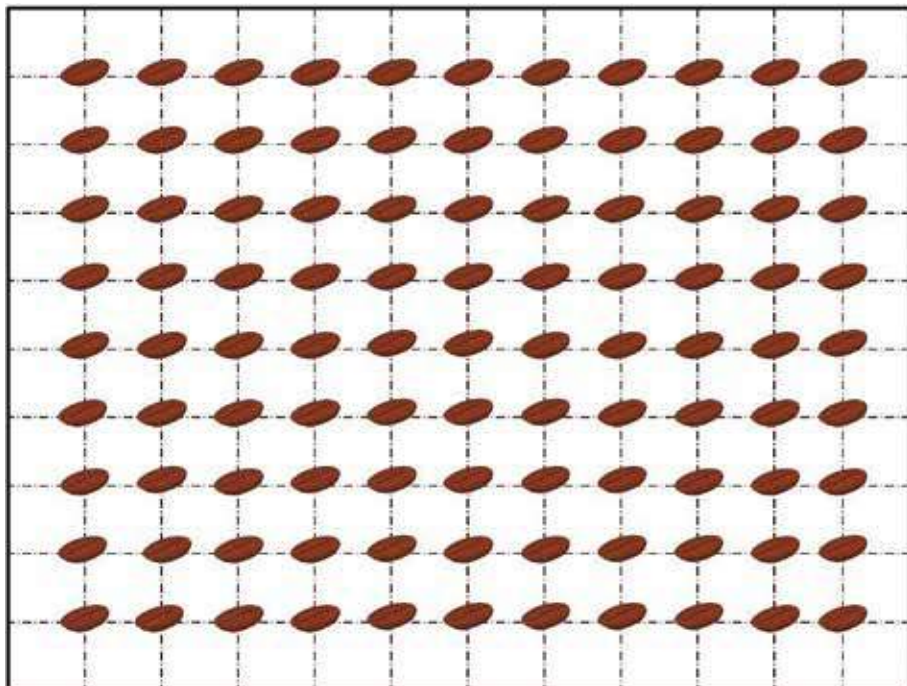


Figura 57. Siembra en cuadrícula.

Ejemplo:

En una parcela o terreno con un desnivel de 7%, 100 metros de largo y 50 metros de ancho. Por las condiciones de suelo, pendiente y porcentaje de sombra la distancia de siembra adecuada es de un metro entre planta y 1,20 metros entre hileras, entonces se dice que:

Largo = 100 metros

Ancho = 50 metros

Distancia entre planta = 1 metro

Distancia entre hilera = 1,20 metros



$$\text{N}^\circ \text{ de plantas} = \frac{100 \text{ metros} \times 50 \text{ metros}}{1 \text{ metro} \times 1,20 \text{ metros}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de plantas} = \frac{5.000 \text{ metros al cuadrado (m}^2\text{)}}{1,2 \text{ metros al cuadrado (m}^2\text{)}}$$

Nº de plantas = 4.166,6 lo que equivale a 4.167 plantas

Siembra en tresbolillo

Este método de siembra se emplea en terrenos planos y con pendientes hasta 45%, y consiste en disponer las plantas de tal manera que queden ubicadas formando un triángulo (Figura 58).

Los materiales necesarios para realizar el trazado en tresbolillo son: estacas, cuerda, cinta métrica, nivel agrícola o caballete con nivel, dos varas de madera y mazo.

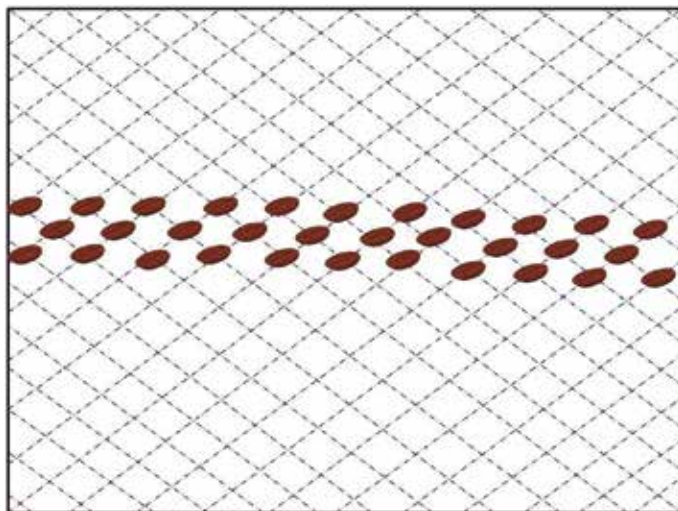


Figura 58. Siembra en tresbolillo.



Para determinar el número de plantas que se necesitan en la parcela, se utiliza la fórmula siguiente:

$$\text{N}^\circ \text{ de plantas} = \frac{\text{Largo del terreno en metros} \times \text{Ancho del terreno en metros}}{\text{Distancia entre planta en metros} \times \text{distancia entre hilera en metros} \times 0,866 \text{ (factor)}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de plantas} = \frac{100 \text{ metros} \times 50 \text{ metros}}{1 \text{ metro} \times 1,20 \text{ metros} \times 0,866}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de plantas} = \frac{5.000 \text{ metros al cuadrado (m}^2\text{)}}{1,0392 \text{ metros al cuadrado (m}^2\text{)}}$$

Nº de plantas = 4.811,39 lo que equivale a 4.811 plantas

Como se puede observar en los dos ejercicios anteriores, al sembrar con el método de tresbolillo se incrementa el número de plantas en 15%, en relación con el método por cuadrícula.

Siembra en curvas a nivel

Este método de siembra consiste en sembrar las plantas dispuestas en hileras en el contorno de la ladera, en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel (Figura 59).

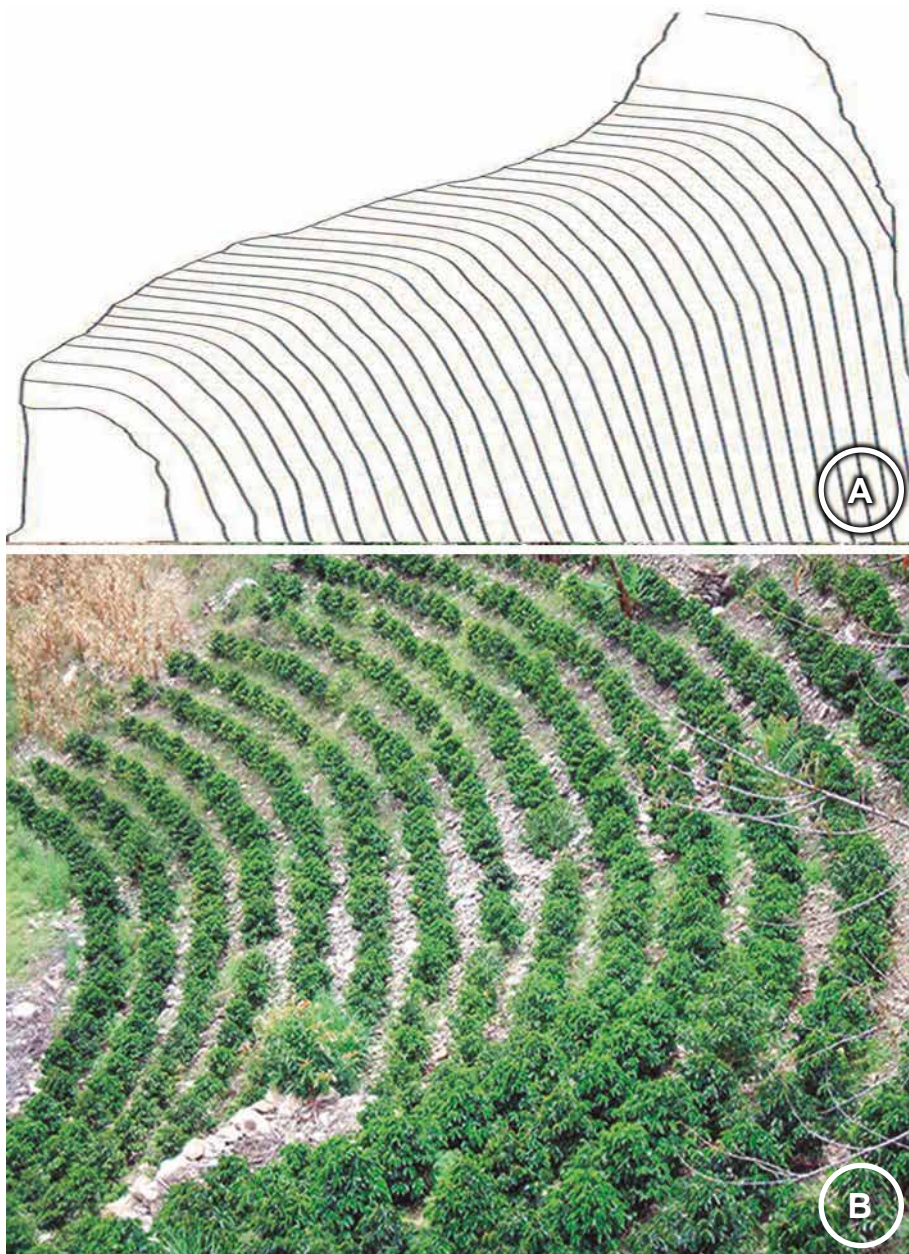


Figura 59. Siembra en curvas a nivel. Esquema del trazado (A) y Plantación de café (B).



Para realizar la siembra en curvas a nivel se requiere los materiales siguientes: estacas, cuerdas, cinta métrica, nivel agrícola, dos varas de madera y mazo.

Nota: para la siembra en curvas a nivel las plantas pueden ir ordenadas en cuadrícula o tresbolillo, siendo este último el más recomendable, ya que evita la pérdida de suelo por escorrentía.

Siembra en curvas a nivel y tresbolillo

Es el método de siembra más utilizada en los andes venezolanos, porque las parcelas presentan elevadas pendientes. Para realizar el trazado se procede a colocar una línea guía desde el punto más alto del terreno y con mayor pendiente, para ubicar la primera estaca, la cual se ubicará al lado de la estaca superior de la línea guía, cuando esté a nivel. Desde allí se va marcando con estacas cada punto de siembra con el nivel agrícola o caballete, hasta llegar al final de la hilera, según la distancia deseada.

Posteriormente, se marca el segundo hilo de siembra, para ello se usan dos varas, previamente cortadas a la distancia deseada, colocando cada extremo de las varas a la estaca correspondiente de la primera línea y se unen en la parte de abajo las dos puntas para formar un triángulo, allí se clava una estaca, siguiendo sucesivamente hasta formar la segunda hilera, que estarán dispuestas a nivel, formando entre sí un tresbolillo. Este procedimiento se repite hasta llegar al final de la ladera. Los materiales necesarios para realizar esta tarea son: estacas, cuerda, cinta métrica, nivel agrícola, dos varas de madera y mazo (Figura 60).

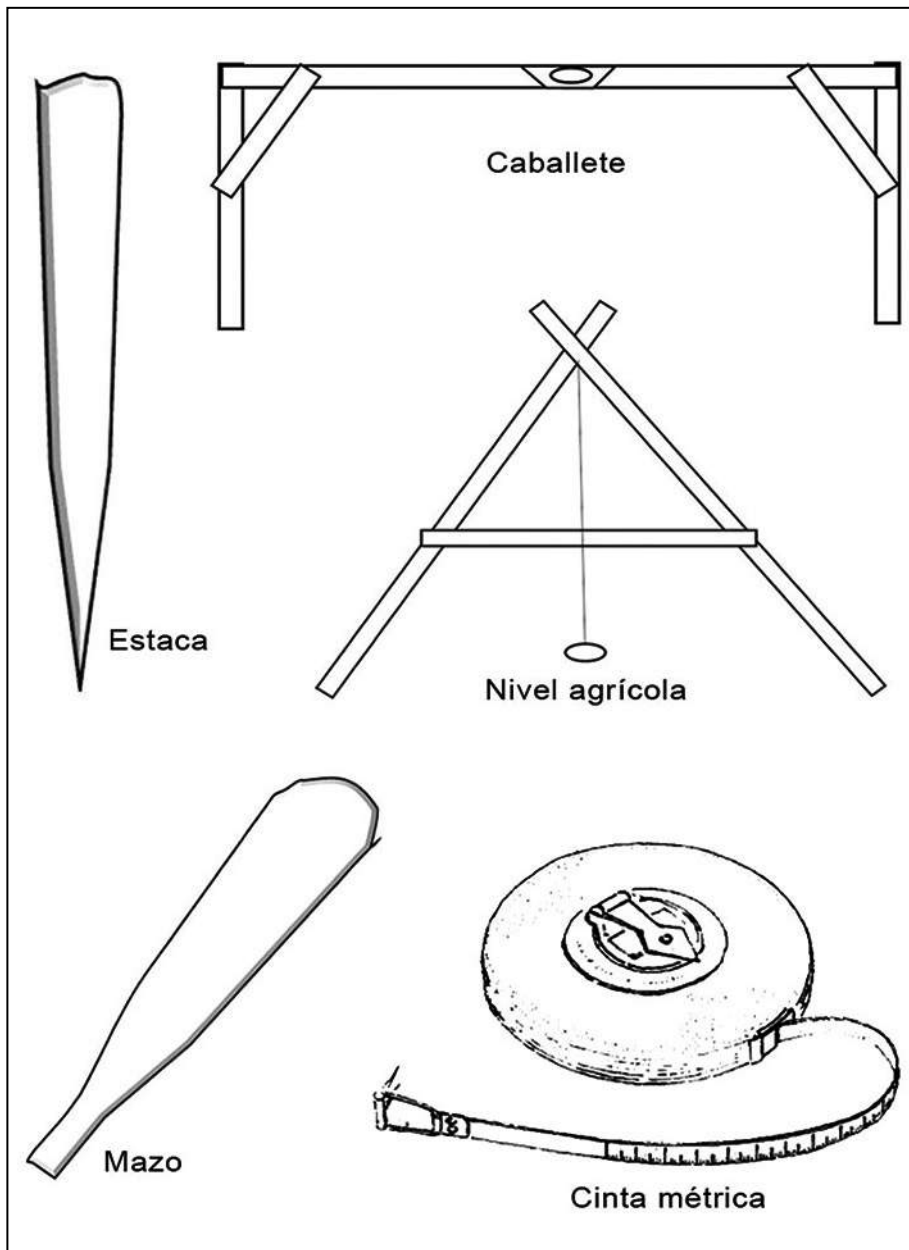


Figura 60. Materiales para realizar la siembra en curvas a nivel y tresbolillo.



Hoyadura

En Venezuela, la mayoría de los suelos donde se desarrolla el cultivo de café son de texturas medias a pesadas, rocosos y poco profundos, por eso es necesario un buen hoyo para asegurar que la planta se desarrolle de forma adecuada. El método de la hoyadura consiste en abrir huecos en el terreno para el trasplante de la planta, se recomienda que los hoyos tengan una dimensión de 20 x 30 x 30 centímetros (Figura 61), con el fin de que las raíces de la planta de café se desarrollen con facilidad y rápidamente en sus primeros estadios de desarrollo, para ello se necesita que el suelo que las rodea esté suelto.



Figura 61. Tamaño adecuado del hoyo para la siembra.



En el país, la fertilización en el cultivo de café es una práctica muy importante, porque la mayoría de los suelos, donde se desarrolla la actividad cafetalera, son pobres de nutrientes. Es por ello que, si se desea tener y mantener una buena producción, es primordial adicionar al suelo los nutrientes necesarios que las plantas van a necesitar para su desarrollo y producción, considerando el uso de los abonos orgánicos y las prácticas conservacionistas para mejorar las propiedades fisicoquímicas, biológicas y fertilidad del suelo.

Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo indica el contenido de nutrientes y la acidez que presenta el suelo, lo que permite hacer un mejor manejo de los mismos. Los suelos de la región andina son fuertemente ácidos, con pH 3,8 a 4,9, por lo que es necesario aplicar cal al momento del trasplante, para permitir que los nutrientes sean asimilados por las plantas. Para ello, se debe aplicar cal agrícola (aporta calcio) o cal dolomítica (aporta calcio y magnesio), de acuerdo con las recomendaciones del análisis de fertilidad del suelo.



Muestreo de suelos con fines de fertilidad y fitosanitario

La toma de muestra se realiza tres meses antes de la siembra, con el fin de conocer la fertilidad de los suelos donde serán sembradas las plantas de café, para ello se procede de la manera siguiente:

- Dividir el terreno por pendiente, color de suelo o por tipo de vegetación (lotes), para determinar cuántas muestras se van a tomar en total.
- Tomar una muestra de suelo compuesta en cada lote, la cual estará constituida por 10 a 15 submuestras, dependiendo del tamaño del lote. Las submuestras se toman en zigzag, al azar y bien distribuidas en cada lote.
- Limpiar de vegetación el área donde se tomarán las submuestras, luego se hace un hoyo de 20 centímetros de profundidad y se coloca la tierra en un tobo (muestra de 0 a 20 centímetros), luego se sigue perforando el suelo hasta los 40 centímetros de profundidad y se coloca ese suelo en otro tobo (muestra de 20 a 40 centímetros). Se realiza este procedimiento hasta completar 10 o más puntos.
- Mezclar bien la tierra de cada tobo (indicado por profundidad), desmenuzando los terrones grandes y eliminando las piedras, pedazos de madera y raíces. Esta es la muestra compuesta que se llevará al laboratorio.
- Tomar una muestra de dos kilogramos de cada tobo; un kilogramo y medio debe ir al laboratorio de fertilidad de suelos (INIA, universidades o privados) y medio kilogramo a los laboratorios de fitopatología (INIA, INSAI o universidades), con el fin de conocer la sanidad del suelo. La muestra de suelo se debe colocar en una bolsa plástica. En el caso de que la tierra esté muy húmeda, la bolsa no se debe cerrar, sino se va a llevar el mismo día al laboratorio.



- Identificar cada muestra con la información siguiente: nombre del productor, número de cédula, teléfono de contacto, fecha de muestreo, número de la muestra y lote respectivo, profundidad de la muestra (por ejemplo: 0-20 centímetros o 20-40 centímetros), localidad del terreno (sector, parroquia, municipio, estado), pendiente del terreno, edad del cultivo (es muy importante para todos los frutales), uso de fertilizantes y enmiendas (tipo, cantidad y última fecha de aplicación), cultivo a sembrar, tipo de terreno (plano o inclinado), si tiene riego, si el suelo se empoza, entre otro aspectos.

En la Figura 62 se muestra el procedimiento indicado para la demarcación del terreno por el tipo de paisaje y vegetación, mostradas en cuatro áreas y la manera cómo se debe distribuir el muestreo (en forma de zigzag, al azar y bien distribuidas), que se hará en cada lote del terreno para tomar las submuestras, con fines de fertilidad y fitosanitario.



Figura 62. Forma cómo realizar el muestreo de suelos en el campo.



Los resultados del análisis de suelo con fines de fertilidad indican: reacción del suelo (pH: acidez o alcalinidad), la textura (%arena, %limo y %arcilla), el contenido de materia orgánica (%MO), el contenido de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) y micronutrientes (zinc, manganeso, hierro, otros), la salinidad (CE), entre otros.

Encalado

En el manejo agroecológico de los cultivos se utiliza la cal agrícola o dolomítica para bajar la acidez de los suelos y el abono orgánico (sólido o líquido) para mejorar las propiedades fisicoquímicas, biológicas y fertilidad del suelo. Sin embargo, cuando los suelos son extremadamente ácidos, como en la mayoría de los sistemas montañosos de Venezuela, se recomienda la aplicación de cal agrícola o dolomítica en el fondo del hoyo, más una cantidad pequeña de fertilizante químico (de acuerdo con las recomendaciones del análisis de suelo) o abonos orgánicos para que las plantas se desarrollen correctamente y en el menor tiempo posible. Posteriormente, se continúa con las aplicaciones de abonos orgánicos al suelo y en forma foliar para el desarrollo de las plantas.

La forma más fácil de aplicar la cal agrícola o dolomítica es durante el trasplante de la planta al campo, en el fondo del hoyo. Luego, se procede a colocar un poco de tierra sobre ella para añadir el fertilizante químico o abono orgánico sólido, agregando después otro poco de tierra para que las raíces no se quemen y de esta forma facilitar a la planta en crecimiento los nutrientes necesarios para su desarrollo.

La cantidad a aplicar de cal agrícola o dolomítica, tanto al momento del trasplante como en plantaciones establecidas, va a depender de la acidez del suelo y la edad de la planta, sin embargo, por experiencia en campo se puede seguir las indicaciones del Cuadro 1.



Cuadro 1. Cantidad de cal a aplicar por planta, de acuerdo con el pH del suelo y la edad de la planta.

pH suelo	Cal agrícola (gramos/planta)	Edad planta
4,2 – 4,7	160	Siembra (fondo del hoyo)
4,8 – 5,3	150	
5,4 – 6,0	130	
6,1 – 6,5	100	
4,2 – 4,7	500	1 a 2 años
4,8 – 5,3	400	
5,4 – 6,0	350	
6,1 – 6,5	250	

En plantaciones establecidas, la cal agrícola o dolomítica se incorpora al suelo y se tapa con tierra para evitar que se lave por efecto del riego o la lluvia. La dosis que se debe aplicar va a depender del pH del suelo y la edad de la planta, de acuerdo con las recomendaciones del análisis de suelo. Se debe esperar dos meses para que la cal se disuelva y baje la acidez del suelo. Es necesario aplicar riego o realizar esta práctica en época de lluvia para facilitar que la cal se disuelva. Posteriormente, se puede aplicar el fertilizante químico o abono orgánico sólido y líquido.

La aplicación de cal agrícola o dolomítica en las zonas planas o de leve pendiente se realiza alrededor de la planta, en un surco de forma de media luna o círculo, donde se proyecte la sombra de la copa de la planta. Mientras que, en las zonas con mayor pendiente, el sitio indicado es en la parte superior de la pendiente, en forma de media luna en el suelo.



Fertilización

La aplicación del fertilizante se debe hacer de acuerdo con el resultado del análisis de fertilidad del suelo. Esta se puede realizar al momento del trasplante, en el fondo del hoyo en la siembra, y en las plantaciones establecidas se incorpora al suelo, en contorno de la planta en forma de media luna o círculo.

En un proceso de certificación orgánica de cultivos, hay que esperar cuatro años sin aplicar venenos ni fertilizantes químicos, por lo que la aplicación de fertilizantes químicos se puede hacer en la siembra o primeros años y después sólo continuar con la aplicación de abonos orgánicos.

En trasplante

- Aplicar el fertilizante químico o abono orgánico sólido en el fondo del hoyo (Figura 63), después de colocar la cal agrícola o dolomítica, colocando un poco de tierra sobre la cal y sobre ellos, antes de colocar la plántula.
- El fertilizante químico puede ser fórmula simple o completa.
- El abono orgánico sólido puede ser cachaza de caña, vermicompost de lombriz sólido, compost, gallinaza compostada u otro, se aplica en dosis de un cuarto ($\frac{1}{4}$) a medio ($\frac{1}{2}$) kilogramo por planta.
- Colocar la plántula en el hoyo, procurando que quede a nivel del suelo, y rellenar con tierra suelta. Se recomienda colocar primero la tierra de los primeros centímetros, porque es la capa que tiene más nutrientes.



Figura 63. Aplicación de fertilizante en el fondo del hoyo.

En plantaciones establecidas

- La aplicación del fertilizante químico o abono orgánico sólido se debe realizar dos meses después de la colocación de la cal agrícola o dolomítica.
- La forma recomendada para la aplicación del fertilizante o abono orgánico sólido en las zonas con mayor pendiente es en la parte de arriba de la pendiente, en forma de media luna (Figura 64). Mientras que en zonas planas o con leve pendiente se aplica alrededor de la planta, en forma de media luna o círculo (Figura 65).



- Se debe abrir un surco en el suelo en forma de media luna o círculo, en la prolongación de la sombra de la copa del árbol (de las ramas más externas).
- Se debe tapar con tierra el fertilizante químico o abono orgánico sólido incorporado al suelo, para que la planta lo aproveche mejor y no se pierdan por lavado, debido al riego o la lluvia.
- En el primer año de las plantaciones nuevas se recomienda aplicar la mezcla de abonos orgánicos líquidos; tres litros té de estiércol (20%) más un litro de vermicompost de lombriz líquido (10%), en dosis de 350 mililitros por planta, aplicado en el suelo, cada dos meses. Su aplicación se debe realizar al final de la tarde.
- Durante el primer año se puede aplicar en forma foliar el lixiviado de raquis de plátano (10%), en dosis de dos litros por bomba o asperjadora de espalda (Figura 66). Se recomienda su aplicación al final de la tarde y alternarlo con las aplicaciones del té de estiércol más vermicompost de lombriz líquido.
- A partir del segundo y tercer año se incrementa la concentración y la dosis de la mezcla de abonos orgánicos líquidos; cuatro litros té de estiércol (20%) más dos litros de vermicompost de lombriz líquido (10%), a 500 mililitros por planta, aplicado en el suelo, cada dos meses. Además, se debe aplicar en forma foliar, con bomba o asperjadora de espalda (Figura 66), la mezcla del té de estiércol (20%) más vermicompost de lombriz líquido. Se recomienda su aplicación mensual al final de la tarde. Adicionalmente, dos veces al año se recomienda aplicar un kilogramo por planta de abono orgánico sólido incorporado al suelo.
- Del cuarto año en adelante, se recomienda incrementar la concentración de la mezcla de abonos orgánicos líquidos;



seis litros de té de estiércol más tres litros de vermicompost de lombriz líquido y aplicar de 600 mililitros a un litro por planta, aplicado en el suelo, cada tres meses. Se debe complementar con aplicaciones foliares del lixiviado de raquis de plátano (10%) o la mezcla del té de estiércol más vermicompost de lombriz líquido, cada dos meses. Adicionalmente, dos veces al año, se debe aplicar un kilogramo por planta de abono orgánico sólido, incorporado al suelo.

- En plantaciones adultas y de baja productividad, se recomienda aplicar fertilizante químico, de acuerdo con el resultado del análisis de fertilidad del suelo, incorporada al suelo (Figura 67). Dos meses después de la fertilización, se comienza aplicar, en forma alternada, la mezcla de abonos orgánicos líquidos; cinco litros té de estiércol más dos litros de vermicompost de lombriz líquido, en dosis de 500 mililitros por planta, aplicado en el suelo, y el lixiviado de raquis de plátano en forma foliar (10%), en dosis de dos litros por bomba o asperjadora de espalda.



Figura 64. Aplicación de fertilizante en terreno con pendiente.



Figura 65. Aplicación de fertilizante en terreno plano.



Figura 66. Aplicación foliar de abono orgánico líquido.



Figura 67. Aplicación de fertilizante en planta adulta.



Como en otros cultivos, para el mantenimiento de los cafetales es necesario asegurar una plantación sana y productiva a través del tiempo, alargando la vida útil de la planta. Para ello, se debe tener en cuenta las labores siguientes:

- Manejo y control ecológico de las malezas (arvenses).
- Poda.
- Resiembra

Manejo y control ecológico de las malezas (arvenses)

La diversidad de plantas existentes en un área determinada y la velocidad con que estas se desarrollan son determinadas por diferentes factores, como el clima y el suelo. Es importante conocer la época de mayor precipitación, con el fin de programar, con anterioridad, las labores que se deben realizar. Entre ellas se encuentran:



Limpieza manual o deshierbe

Esta labor se realiza en forma manual para eliminar las malezas, con escardilla o machete. Se recomienda limpiar el área alrededor de la planta (platoneo) (Figura 68), dejando la cobertura vegetal en las calles para no dejar el suelo desnudo. También se pueden usar máquinas desmalezadoras, cuidando de no acercarse demasiado al tallo de las plantas para no herirlas, ya que puede causar enfermedades por hongos o bacterias, hasta la muerte de la planta. Al crecer las plantas, estas generan ramas que cierran las calles y espacios entre ellas, limitando el desarrollo de las malezas en el suelo.

Para evitar el crecimiento de plantas indeseables, se puede establecer algún cultivo que proporcione cobertura y, a su vez, aporte algún beneficio al suelo, como es el caso del maní forrajero (*Arachis pintoii*), que es una leguminosa perenne procedente del Brasil, se adapta a suelos de baja productividad y se utiliza como cultivo de cobertura por su hábito rastrero, pegado a la superficie del suelo, su resistencia a la sombra, a los cortes permanentes y su alta capacidad de competencia con las malezas (Figura 48), además fija el nitrógeno atmosférico al suelo, el cual estaría disponible para el cultivo, aporte permanente de materia orgánica y se emplea también para la alimentación animal, como los bovinos, caprinos, ovinos y aves.

También se puede usar la cucaracha (*Zebrina pendula*) como cobertura de los suelos, porque presenta un crecimiento rastrero o trepador (Figura 49). Es una planta muy resistente y de fácil propagación, en algunos sitios la consideran una planta invasiva, sin embargo, se emplea como cobertura en cultivos comerciales y como planta ornamental. Es originaria de México.



Figura 68. Platoneo en planta de café de año y medio de edad.



Limpieza de plantas parásitas

Las plantas parásitas son aquellas que obtienen una o varias sustancias nutritivas para su desarrollo desde otra planta, afectando el normal desarrollo de la planta huésped. En algunos casos, puede llegar a causar la muerte de la planta, como es el caso de la tiña, el guatepajarito (Figura 69), entre otras. Es importante eliminar estas plantas dañinas del cultivo de café cuando se presenten. Se recomienda realizar la limpieza en forma manual, teniendo cuidado de no dañar el área de la planta donde se aloja.

Poda

La poda en las plantas de café es una práctica que debe ser obligatoria en el manejo del cultivo. Es fundamental para mantener la arquitectura de la planta y asegurar abundantes cosechas, permitiendo al caficultor una alta rentabilidad a largo plazo. Esta actividad debe ser considerada y convenientemente planificada, para eliminar las ramas improductivas, indeseables y enfermas.

Al momento de realizar la poda, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los cortes deben ser limpios y en forma de bisel.
- Aplicar pasta cicatrizante a todo corte que se haga en la planta.
- Desinfectar las herramientas de trabajo con una solución de cloro a 50%.
- Retirar de la plantación todo resto vegetal que resulte de la poda.
- Fertilizar la plantación después de haber realizado la poda.



Figura 69. Guatepajarito. En planta de café (A) y detalle de cómo se sujeta a la rama de la planta (B).



- La poda de mantenimiento se debe realizar después de cada cosecha.

Tipos de podas en el cultivo de café

Poda de formación

La poda de formación consiste en dar forma a la planta para aprovechar mejor los espacios y la luz. Esta práctica consiste en:

- Eliminar las ramas indeseadas, cuando salen dos tallos principales o chupones. Para realizar esta labor se elimina una de las ramas, haciendo un corte en forma bisel lo más cercano al suelo, curando la herida dejada con pasta cicatrizante.
- Realizar un descope cuando las plantas son de porte muy alto, porque dificulta el manejo fitosanitario y la cosecha. Esta labor se realiza cortando el extremo del tallo principal a una altura de 2,5 metros. El corte debe ser en forma de bisel y, posteriormente, se procede a curar la herida con pasta cicatrizante.

Poda de mantenimiento

- Eliminar ramas improductivas y enfermas para mantener la planta sana.
- Realizar el despalillado, ya que la planta de café no produce en ramas viejas y estas son susceptibles a enfermedades.

Poda de renovación o soca

- Se realiza cuando la plantación es demasiado vieja y no es productiva, sin embargo, se debe considerar si presentó buena producción para hacer la renovación, si la producción no



fue la esperada, es mejor eliminar las plantas y sembrar nuevas.

- Para renovar se debe cortar la planta a una altura de 40 centímetros desde el suelo y limpiar el tallo (Figura 70), con el fin de estimular el crecimiento de nuevas ramas (Figura 71).
- El tallo va a emitir varios chupones, se dejan solo dos, ambos deben estar lo más cercano al suelo y opuesto uno del otro en el tallo (Figura 72).



Figura 70. Poda de renovación o soca en plantas de café.



Figura 71. Ramas en crecimiento en plantas de café.



Figura 72. Selección de chupones en plantas de café.



Preparación de pasta cicatrizante orgánica

La pasta cicatrizante se utiliza después de cada poda para proteger a las plantas del ataque de insectos plaga y enfermedades. Para ello se puede utilizar el alquitrán vegetal o la pasta elaborada de la manera siguiente:

Ingredientes

- Un galón de pintura de caucho barata (colores claros).
- Un kilogramo de cobre (oxicloruro de cobre).
- Macerado de mapurite o ruda.
- Semillas de lechosa o dientes de ajo.
- Recipiente plástico, preferiblemente con tapa.

En la Figura 73 se muestran los ingredientes e implementos necesarios para preparar la pasta cicatrizante.

Preparación

Agregar la pintura de caucho en el recipiente de plástico hasta la mitad, luego se añade el cobre poco a poco y se revuelve hasta que se forme una solución pastosa que permita ser aplicada. Posteriormente, se diluye la solución con el macerado de ruda o mapurite y se agregan las semillas trituradas de lechosa o los dientes de ajo. Se aplica con una brocha, después de realizar la poda (Figura 74). Se recomienda preparar solo la cantidad a utilizar, de acuerdo con el número de plantas a podar.



Figura 73. Ingredientes e implementos para preparar la pasta cicatrizante.



Figura 74. Aplicación de pasta cicatrizante, después de la poda.



Resiembra

La resiembra consiste en la sustitución de las plantas enfermas o muertas, conservando el diseño de la siembra establecida. Esta labor se realiza un mes después del trasplante (en plantaciones nuevas) o después de la poda de renovación, con el fin de completar el número de plantas que deben existir en la plantación y evitar el crecimiento de las malezas en los claros. Al momento de realizar la resiembra, hay que considerar los aspectos siguientes:

- Sembrar plantas de la misma variedad.
- Hacer los hoyos para la siembra de las plantas nuevas (Figura 75).
- Cuidar la sanidad, tanto de la planta como del terreno, para asegurar su supervivencia.
- No sembrar en terrenos contaminados con algún fitopatógeno, principalmente nematodos o cuando se sospeche su existencia, en ese caso, se debe tomar una muestra de suelo y llevarla al laboratorio, con el fin de verificar su presencia. Se pueden usar variedades tolerantes a los nematodos.
- En el caso de sustituir alguna planta, de la cual se sospeche pueda tener alguna enfermedad, esta se debe quemar en el sitio y luego aplicar cal en el lugar donde se encontraba.



Figura 75. Apertura de hoyo para resiembra.



Para obtener buenas cosechas de café, además de hacer una buena selección de las variedades de café, establecer el mejor sistema de siembra y efectuar el debido manejo del terreno, es importante realizar las prácticas preventivas para el control de insectos plaga y enfermedades, con el fin de mantener las plantas sanas y obtener una buena producción, reflejado en el rendimiento de granos por planta.

Sin embargo, existen otros factores que no dependen del productor, como es el clima, el cual afectan las plantaciones por el efecto que causa el exceso de humedad y altas temperaturas, ya que propician el incremento de las enfermedades asociadas al cultivo del café. Para ello, se pueden aplicar diferentes prácticas de manejo de forma preventiva para evitar la propagación de las enfermedades en toda la parcela.

También existen prácticas de manejo curativas, es decir, cuando las enfermedades e insectos plaga se encuentran presentes en las plantaciones, pero son más difíciles de aplicar y costosas, por eso se recomienda el manejo preventivo, ya que es un método más económico y plantea realizar todas las labores del manejo agrícola de manera efectiva y oportuna, con el fin de dificultar la aparición y supervivencia de insectos plaga y enfermedades



Es muy importante conocer cuáles son las principales enfermedades e insectos plaga que atacan al cultivo del café, con el objeto de implementar el debido control y contrarrestar su efecto negativo sobre los rendimientos del cultivo. A continuación, se describen:

Enfermedades más comunes

En germinadores

Mal del talluelo

El mal del talluelo es conocido también como sancocho, es ocasionado por el hongo *Rhizoctonia solani*, que ahorca el cuello de la plántula hasta que su sistema de transporte de agua y alimento colapsa, se marchita y muere. También se puede presentar en plantas jóvenes en viveros (Figura 76).

Manejo

- Utilizar semillas limpias y seleccionadas.
- Sumergir las semillas en una suspensión de esporas del hongo *Trichoderma*, en concentración de 1×10^8 conidios por mililitros (conidios/ml), para su preparación debe consultar las indicaciones que proporciona la casa comercial del producto.
- Sembrar la densidad recomendada para propiciar la aireación entre plántulas.
- Tapar el área sembrada en el germinador con material nuevo y limpio, que no haya tocado el suelo o haber sido lavado con desinfectante.
- Mantener limpias las áreas que rodean a los germinadores, después de la emergencia de las plántulas.



- Aplicar riego oportuno para mantener la humedad. El riego depende del clima de la zona.
- Llevar a cabo prácticas que propicien el desarrollo vigoroso de las plántulas.



Figura 76. Mal del talluelo en plantas jóvenes de café.

En viveros o plantaciones

Antracnosis

La antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum coffeanum*, ataca a las plantas de café en todas sus etapas de desarrollo,



desde el vivero hasta plantas en desarrollo, así como en plantaciones ya establecidas. La antracnosis afecta a las hojas, ramas, flores y frutos del café. Ocasiona la defoliación y muerte regresiva en las ramas, causando la muerte de la planta o disminuyendo su capacidad productiva. El hongo infecta principalmente a las plantas mal nutridas o que sufren de algún estrés, causado por factores climáticos, mal manejo del cultivo o por insectos plaga.

Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas necróticas hundidas y de color oscuro. En las hojas, las manchas se rodean de un halo delgado amarillento que se unen y marchitan los tejidos y órganos. Cuando hay mucha humedad en el ambiente, sobre las manchas aparecen pequeños puntos negros que constituyen las estructuras reproductivas del hongo, denominados acérvulos, que se encuentran dispersos por toda la lesión. En los frutos el daño está asociado a la muerte descendente de las ramas, donde se ennegrecen, se secan y quedan pegados en las ramas (Figura 77). Cuando la infección inicia en frutos verdes, estos se ponen negros y se caen sobre los maduros. Cuando ataca la pulpa, desmejora la calidad del grano, ya que dificulta el despulpado.

Manejo

- Mantener un programa de manejo nutricional adecuado.
- Mantener un control adecuado sobre las malezas o plantas indeseadas.
- Aplicar caldos en plantaciones establecidas, como el sulfocálcico y el caldo viscosa, los cuales ejercen un buen control de la antracnosis. Estos caldos se deben aplicar en dosis de un litro por asperjadora de espalda de 18 litros, la cual rinde aproximadamente para 100 plantas adultas en producción (ver página 119 para su preparación). Ambos caldos son de contacto, por lo tanto, su uso debe ser preventivo, es decir, se debe aplicar antes de la aparición de la enfermedad. Las



aplicaciones se realizan al comenzar la época lluviosa, con una frecuencia de una aplicación por mes o más veces, si el clima está muy húmedo.

- Realizar podas fitosanitarias, eliminando ramas y frutos muy afectados, y quemarlas fuera de la plantación.
- Realizar tres aplicaciones de *Trichoderma* al follaje, en concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml), cada ocho días, hasta observar mejoría. Para su preparación debe consultar las indicaciones que proporciona la casa comercial del producto.



Figura 77. Antracnosis en frutos de café.



Phoma

Phoma es producida por el hongo *Phoma* sp. La sintomatología se observa principalmente en los tejidos jóvenes, como brotes, hojas, ramas y frutos. En las hojas se presentan manchas oscuras, redondeadas con bordes irregulares, cuando las manchas están en los bordes de las hojas se produce un encrepamiento hacia el lado lesionado (Figura 78). Mientras que en los brotes terminales y en las ramas laterales se presenta un necrosamiento descendente, el cual avanza hasta encontrar el tejido lignificado.



Figura 78. Daño causado por phoma a las hojas en plántulas de café.



Las plantas afectadas por phoma presentan un desarrollo anormal, debido a la muerte de las puntas de las ramas y del brote principal, lo cual ocasiona la formación de nuevos brotes y ramas laterales pequeñas, dando una apariencia de rosetas. También afecta los entrenudos del tallo principal de las ramas, produciendo lesiones en forma de anillos concéntricos de color gris o cenizo. En el tallo, se presentan manchas necróticas alargadas con un punto gris en el centro y pueden ocasionar la muerte descendente de la rama.

El fruto también puede ser atacado por el hongo, mayormente, la enfermedad se inicia en el punto de inserción del fruto con el pedúnculo, donde la lesión anilla dicho punto y avanza hacia abajo hasta el extremo opuesto del fruto, la mancha se torna más oscura, y cuando hay bastante humedad la lesión desarrolla un micelio de color blanco.

Manejo

- Mantener un programa adecuado de nutrición de las plantas.
- Aplicar *Trichoderma* en concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml), asperjado al cuello de la planta y alrededor del suelo si se inicia un ataque. También se pueden usar caldos, como el sulfocálcico o el caldo viscosa en concentración de 500 mililitros por asperjadora de espalda de 18 litros.
- Evitar heridas o lesiones a las plantas.
- Eliminar las plantas enfermas, arrancándolas sin tocar las lesiones, se colocan en bolsas y se queman lejos de la plantación.
- Mantener un control adecuado sobre las malezas o plantas indeseadas.
- Realizar tres aplicaciones de *Trichoderma* al follaje, cada ocho días, en concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (co-



nidios/ml), hasta observar mejoría. Para su preparación debe consultar las indicaciones que proporciona la casa comercial del producto.

Mancha de hierro u Ojo de gallo

La mancha de hierro u Ojo de gallo es ocasionada por el hongo *Cercospora coffeicola*, se presenta en cualquier fase de desarrollo del cultivo, desde el vivero hasta en las plantaciones en producción. La enfermedad se manifiesta con mayor facilidad cuando las plantas presentan condiciones de predisposición a la mala nutrición y exceso de exposición solar.

El hongo afecta a las hojas y los frutos del café, se presenta en forma manchas circulares y profundas en las hojas, de color marrón rojizo con el centro de color más claro, parecidas a los ojos de los gallos (Figura 79). Cuando el ataque es muy severo se afecta la lámina foliar, lo que dificulta la fotosíntesis y posterior caída de las hojas y frutos.

Manejo

- Sembrar plantas sanas y vigorosas para iniciar la plantación.
- Mantener un buen manejo de la fertilización nitrogenada, tanto en vivero como en las plantaciones.
- Realizar tres aplicaciones de *Trichoderma* al follaje, cada ocho días, en concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml), hasta observar mejoría. Para su preparación debe consultar las indicaciones que proporciona la casa comercial del producto.



Figura 79. Lesiones causadas por mancha de hierro en hoja de planta de café.

Roya

La roya es producida por el hongo *Hemileia vastatrix*, se presenta en todo el ciclo vegetativo de la planta, tanto en vivero como en plantaciones en producción. La enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas marrones en el haz de las hojas (parte de arriba) y por el envés de ellas (parte de abajo) se observa un polvillo de color anaranjado, que son las estructuras del hongo (Figura 80), síntoma característico de la enfermedad. Cuando el ataque de este hongo es severo las hojas se caen. Este hongo se puede diseminar por el viento, el agua, los insectos y el hombre.



Figura 80. Lesiones causadas por la roya en el envés de la hoja de planta de café.

Manejo

- Sembrar variedades resistentes a la roya, como INIA-01, Araguaney, Monte Claro, entre otras.
- Establecer una distancia de siembra apropiada, de acuerdo con el clima y la sombra presente.
- Realizar en forma adecuada y oportuna la poda y el manejo de la sombra.
- Planificar un programa adecuado de nutrición de las plantas, que incluya encalado y aplicación de abonos.



- Mantener un monitoreo continuo de la incidencia de la roya al iniciar las lluvias, tomando una muestra al azar de 50 plantas por hectárea, procurando la mayor distribución. En cada planta se toma una rama de la parte media, se seleccionan 10 hojas y se cuentan el total de hojas sanas y enfermas, de esta manera se calcula la incidencia de la roya en términos de porcentaje:

$$\text{Incidencia de la roya (\%)} = \frac{\text{Total de hojas enfermas en la rama}}{\text{Total de hojas evaluadas}} \times 100$$

- Aplicar fungicidas a base de cobre (oxicloruro de cobre), una vez que aparezcan las primeras manchas de la enfermedad o cuando la incidencia supere 5%.

Receta para la preparación de caldos

Oxicloruro de cobre: disolver de 500 gramos a un kilogramo en 200 litros de agua, para aplicarlo en media hectárea.

Caldo bordelés: disolver un kilogramo de cobre en 10 litros de agua y un kilogramo de cal en 90 litros de agua, posteriormente, ambos se llevan a 400 litros de agua para aplicarlo a una hectárea.

Caldo viscosa: en 50 litros de agua disolver 500 gramos de sulfato de cobre, 600 gramos de sulfato de zinc, 400 gramos de sulfato de magnesio y 400 gramos de ácido bórico, luego se agrega a la mezcla de 500 gramos de cal agrícola disuelta en 50 litros de agua. Posteriormente, se procede a homogenizar ambas mezclas y se lleva a 400 litros de agua para aplicarla a una hectárea.



Fumagina

La fumagina es causada por el hongo *Capnodium* sp. Se encuentra comúnmente en plantaciones de edad avanzada. Se caracteriza por ser una mancha oscura semejante al polvo de carbón (hollín), la cual se puede desarrollar sobre las hojas, frutos y brotes de la planta de café (Figura 81). Este hongo se desarrolla sobre las excreciones de los insectos chupadores, como áfidos o pulgones, escamas y cochinillas del follaje. Se presenta cuando hay exceso de humedad en las plantaciones. Cuando el ataque del hongo es severo, interfiere con las funciones de fotosíntesis de las hojas y afecta el desarrollo normal de los brotes, provocando un amarillamiento y debilitamiento de la planta de café.



Figura 81. Hojas de la planta de café cubiertas con fumagina.



Manejo

- Propiciar la aireación en la plantación, con podas de mantenimiento, para evitar la acumulación de humedad en las hojas y ramas.
- Planificar un programa adecuado de nutrición de las plantas, de acuerdo con el análisis de fertilidad de los suelos, que incluya encalado y fertilización.
- Realizar un manejo de los insectos que indirectamente provocan la enfermedad, con aplicaciones de aceite blanco (Rocío blanco®) o una solución jabonosa con jabón azul, procurando cubrir todas las ramas y las hojas, por el haz y envés.
- Realizar aspersiones preventivas con *Beauveria basiana* o *Paecilomyces fumosoroseus* en concentraciones de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml), cada ocho días hasta observar mejoría (ajustado de acuerdo con la formulación comercial).

Cáncer del tronco

El cáncer del tronco es causado por el hongo *Ceratocystis fimbriata*. El hongo penetra a la planta a través de heridas y avanza dentro del tejido sano hasta rodear el tallo completamente. La corteza que cubre al tallo se torna de un color marrón y empieza a agrietarse, hasta que se revienta y se abre, esta sintomatología permite identificar las plantas afectadas por el cáncer. Al quitar la corteza o hacer un corte del tronco se observa las manchas necróticas y el tejido infectado (Figura 83). Cuando la enfermedad está en estado avanzado, las hojas se vuelen amarillentas y la planta se marchita, posteriormente las hojas se caen, la planta se seca y muere. La enfermedad afecta en todo el ciclo del cultivo.



Figura 82. Daño causado por el cáncer del tronco en planta de café.

Manejo

- Al realizar la poda, se recomienda hacer bien los cortes y aplicar pasta cicatrizante.
- No causar heridas a la planta de café al momento de realizar las labores de limpieza o desmalezado, sea en forma manual o mecánica.
- Arrancar y quemar en el sitio las plantas enfermas o muertas por cáncer, incluyendo las raíces.
- Desinfectar las herramientas de trabajo con una solución de cloro a 50%.



- Realizar aplicaciones directas al tronco con *Trichoderma*, en concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml), cada ocho días hasta observar mejoría. Para su preparación debe consultar las indicaciones que proporciona la casa comercial del producto.

Llaga negra

La llaga negra es ocasionada por el hongo *Rosellinia bunodes*, se presenta en árboles en producción. Esta enfermedad se reconoce porque forma una especie de llaga en la raíz, la cual al crecer forma una pudrición negra (Figura 83). Afecta inicialmente todo el sistema radicular y, posteriormente, el cuello del tallo hasta causar la muerte de la planta.



Figura 83. Daño causado por llaga negra en raíces de la planta de café. (Foto: Dennys Gómez)



Manejo

- No aplicar abonos orgánicos en exceso.
- Arrancar y quemar en el sitio las plantas enfermas.
- Cuando la enfermedad está en su estado inicial, se debe tratar la zona infectada con cal, en dosis de dos kilogramos por metro cuadrado, o con oxiclورو de cobre, diluyendo un kilogramo en 400 litros de agua por hectárea y aplicando $\frac{1}{2}$ litro por planta.
- Realizar aplicaciones con *Trichoderma* directamente al tronco, bajo concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml), cada ocho días hasta observar mejoría. Para su preparación debe consultar las indicaciones que proporciona la casa comercial del producto.

Gotera

La gotera es causada por el hongo *Mycena citricolor*, afecta comúnmente plantaciones en la fase vegetativa. Se caracteriza por presentar manchas grandes circulares del tamaño de gotas de agua que afectan la lámina foliar. Inicialmente son de color rojo oscuro, luego se tornan café claro con borde oscuro y finalmente se desprende el área afectada de la hoja, dejando una perforación circular u ovalada que puede causar defoliación (Figura 84). También puede afectar a los frutos en varios estados de desarrollo, las lesiones en los frutos son redondas y hundidas, presentando una necrosis del tejido; los ataques severos pueden provocar grandes pérdidas.

Manejo de tipo preventivo o curativo

- Entresacar plantas y podar para lograr una sombra adecuada en los cafetales.



- Proveer de buena aireación a la plantación para evitar el exceso de sombra y humedad.
- Realizar podas sanitarias y destruir el material enfermo cuando se presente una alta severidad de la enfermedad.



Figura 84. Lesiones causadas por gotera en la hoja de planta de café.

Insectos plaga más comunes

Minador de la hoja

El minador de la hoja, *Leucoptera coffeella*, son las larvas las que ocasionan el daño al penetrar las hojas del café, ya que se



alimentan de la parte interna (parénquima) entre las dos epidermis, formando galerías irregulares o minas. Estas lesiones se necrosan y secan, tornándose de color marrón (Figura 85), disminuyendo el área foliar de las hojas. El minador se presenta en la época de sequía, llegando a atacar en viveros y plantaciones.

Manejo

- Mantener una sombra adecuada del cafetal para evitar alta sequía.
- Realizar aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* cuando el insecto se encuentre en la fase larval, que es cuando se alimenta de las hojas.



Figura 85. Daño producido por el minador de la hoja.



Palomilla de la raíz

La palomilla de la raíz es un complejo de especies del género *Dysmicoccus*. Algunas de estas especies ocurren asociadas con el hongo basidiomiceto del género *Septobasidium* y con las hormigas del género *Solenopsis*. Estas especies son consideradas las más dañinas, ya que causan la muerte de las plantas en producción.

Las colonias de la palomilla se inician desde el almácigo en el cuello de la raíz de la planta de café. Ya en el campo, la población aumenta, siendo cuidada y dispersada por las hormigas, conocidas como chispa o polvo de tabaco. Las palomillas que se encuentran en el cuello de la raíz se van desplazando a lo largo de la raíz principal y raíces secundarias (Figura 86), donde las ninfas y adultos succionan la savia y, en la medida que crece la población, se presenta una ligera marchitez, luego una clorosis foliar, que ocasiona una defoliación y muerte de la planta, como consecuencia de haber muerto la mayor parte del sistema radical recubierta por el hongo, generalmente esto ocurre durante o después de la primera cosecha.

Manejo

Realizar aplicaciones dirigidas al suelo, removiendo el plantón, con *Beauveria bassiana*, intercalada con *Trichoderma*, ambos en concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml), más vermicompost de lombriz líquida, preparado en 200 litros de agua. Repetir dos veces más, dejando espacio de ocho días entre cada aplicación. También se puede usar *Lecanicillium lecanii*, siguiendo el procedimiento de aplicación de *Trichoderma*.



Figura 86. Raíces de planta de la café atacadas por palomilla.

Escama verde

La escama verde, *Coccus viridis*, son insectos chupadores, que en sus estados juveniles y adultos succionan la savia de las hojas y tallos tiernos, se alojan preferiblemente en el envés (parte trasera) de las hojas (Figura 87). Las hojas fuertemente atacadas se tornan amarillentas, encrespadas, los brotes y hojas tiernas se deforman. En plantas jóvenes ocurre defoliación y retardo en el crecimiento, durante la producción causan caída de frutos y la calidad de los que permanecen es deficiente.

El daño indirecto se produce por el producto de las secreciones azucaradas de grandes cantidades de insectos, que favorece el desarrollo del hongo fumagina, *Fumago vagans* o *Capnodium* spp. Dicho hongo infesta tallos, ramas, hojas y frutos. En plantas



jóvenes, se reduce el crecimiento de la planta y principalmente el crecimiento de las ramas productivas. Mientras que, en plantas adultas, la pérdida de producción de la cereza se reduce de 10 a 25%, además de ser de baja calidad.

Manejo

Realizar aplicaciones de *Beauveria bassiana*, intercalada con *Trichoderma*, ambos en concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml), más vermicompost de lombriz líquida, preparado en 200 litros de agua, dirigidas a las ramas, hojas y frutos. Repetir dos veces más, dejando espacio de ocho días entre aplicación, asimismo se puede aplicar *Lecanicillium lecanii*, siguiendo el procedimiento de aplicación de *Trichoderma*.

También se recomienda aplicar aceites minerales (Rocío blanco®), en dosis de un litro por 200 litros de agua, aplicado cada 15 días, para provocar asfixia a las escamas al tapar sus espiráculos.



Figura 87. Presencia en la hoja de la planta de café de escama verde en el envés (flecha color rojo) y fumagina en el haz (flecha color amarilla).



Nematodos

Los nematodos son organismos pluricelulares, normalmente microscópicos, con apariencia de pequeños gusanos que se alimentan de las raíces de la planta, llegando a provocar daños importantes bajo condiciones de suelo y clima favorable, tanto en viveros como en plantaciones en producción. Entre ellos se encuentran el *Meloidogyne* sp., que causa malformaciones y agallas en las raíces (Figura 88), y *Pratylenchus coffeae*, *Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis* o *Xiphinema americanum*, que producen perforaciones y ruptura de las raíces.

Los síntomas relacionados con el daño causado por nematodos no se hacen visibles al inicio del ataque. Una vez que se incrementa la población de nematodos, empieza aparecer una gran cantidad de raíces dañadas, las hojas se tornan amarillentas (clorosis) o se marchitan, el crecimiento de la planta se retarda y hay pérdida de los frutos.

Además de la clorosis o marchitez de las hojas, se deben descartar otros factores, como abonamiento deficiente, suelo encharcado, ataque de enfermedades vasculares, insectos plaga del suelo y agotamiento de la planta por edad o por alta producción.

Manejo

- Utilizar plantas de café libres de nematodos para el trasplante.
- Identificar las áreas con historial de afectaciones por nematodos y dejarlas en barbecho de dos a tres años.
- Evitar el establecimiento de plantas hospedantes de nematodos, como hierba mora, batatillo, trébol, entre otras.
- Aplicar cepas de *Paecilomyces lilacinus*, en concentración de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml). En el vivero, se



debe incorporar al sustrato y repetir la aplicación 10 días después del trasplante. En las plantaciones, se debe realizar al momento del trasplante y repetir la aplicación cada 15 días.

- Sembrar variedades de café resistente o tolerante a los nematodos.



Figura 88. Agallas producidas por *Meloidogyne* sp. en raíces de la planta de café.



Broca del café

La broca del café, *Hypothenemus hampei*, es un insecto monófago, exclusivo del género *Coffea*. Se considera como el insecto plaga de mayor importancia en las plantaciones del mundo, ya que genera pérdidas económicas considerables, como consecuencia de la disminución de la producción, el deterioro de la calidad del fruto y del producto procesado, debido a que las hembras adultas y sus larvas ocasionan severos daños a los frutos, los cuales se caen, pierden peso y pueden ser atacados por enfermedades. Adicionalmente, el grano de café adquiere un mal aspecto lo que influye de forma determinante en la calidad del mismo y el precio que se obtiene por este.

Las hembras adultas perforan con sus mandíbulas el fruto por el área de la corona u “ombligo”, construyendo una galería hacia el interior para poner sus huevos y alimentarse, luego las larvas se alimentan de la semilla o cereza del fruto, comiéndose del albumen del grano (Figura 89).

Las fases del desarrollo de la broca son: huevo, larva, prepupa, pupa y adulto, su ciclo de vida es de 23 a 45 días, desde la fase de huevo hasta la adulta. La duración varía de acuerdo con la calidad de la cereza del café y las condiciones climáticas, principalmente la temperatura, cuando es alta se desarrolla rápidamente y si es baja lo hace lentamente. Las hembras adultas pueden vivir entre 35 y 190 días, en cambio, los machos viven en promedio 40 días. La relación entre hembras y machos es de 10:1.

Las brocas que habitan en los granos, durante o después de la cosecha, migran a los frutos caídos en el suelo o vuelan a los que se quedaron en las plantas de café, donde pueden vivir y reproducirse, manteniéndose en estos hasta el nuevo ciclo productivo del cultivo.

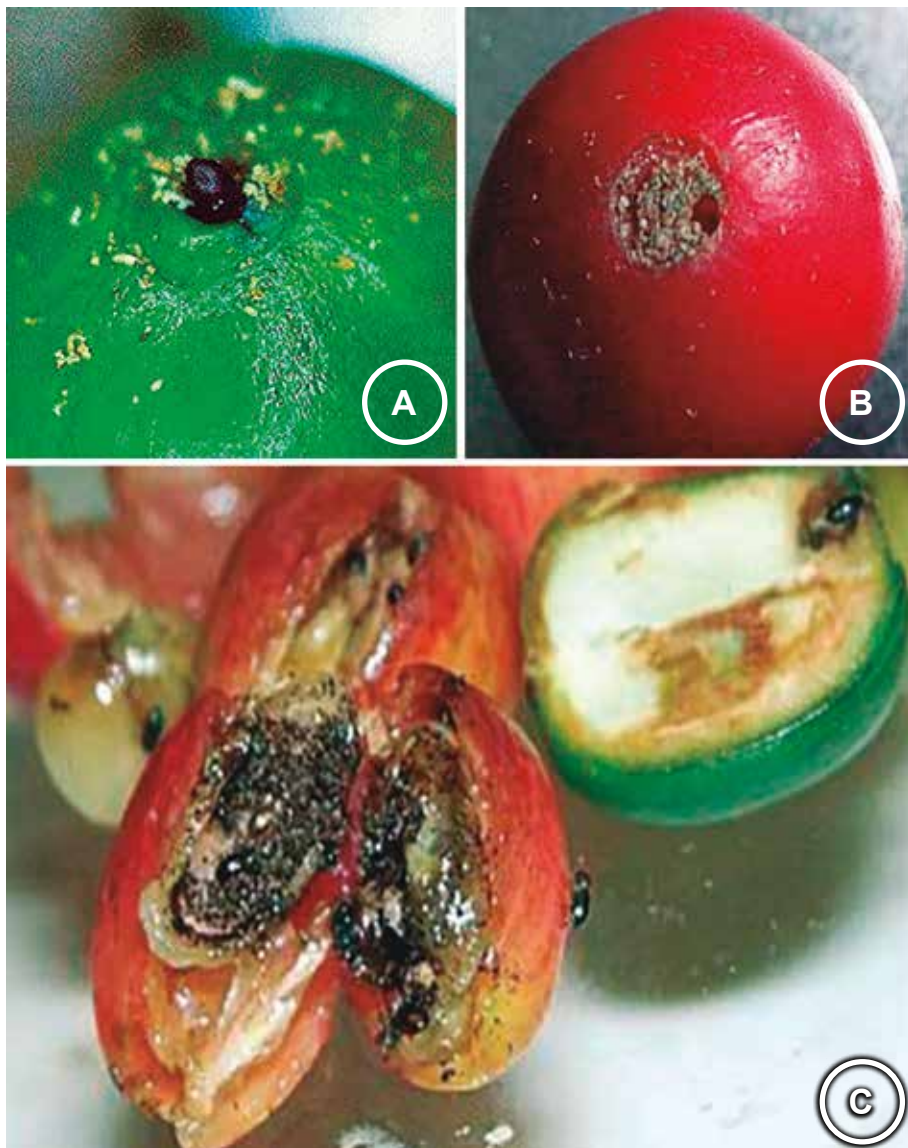


Figura 89. Proceso del ataque de la broca al fruto del café. A) Penetración de la hembra por el ombligo del fruto. B) Perforación del fruto. C) Daño causado por las hembras y larvas en el interior de la cezeza madura y verde.



La broca ataca a los frutos del café en cualquiera de sus estados de desarrollo, verde hecho, pintón, maduro y seco, estén en la planta o almacenados, sin embargo, selecciona para la puesta de sus huevos solos aquellos que presentan la consistencia adecuada para la sobrevivencia de la nueva generación. No ataca a los frutos en estado lechoso, sino cuando ha alcanzado una consistencia. El ataque a los frutos más pequeños produce la caída prematura de estos.

La mayor incidencia de la broca se presenta cuando los frutos se encuentran en estado verde hecho, es decir, están semiconsistentes, entre los 100 a 150 días después que ocurre la floración (19 y 24 semanas), después el ataque se extiende hasta los granos maduros.

Manejo integrado de la broca del café

La broca es un insecto difícil de controlar cuando se utiliza un solo método. En tal sentido, se debe implementar estrategias preventivas y curativas, enmarcadas dentro del manejo integrado de plagas que sea sustentable y económico.

Es importante conocer la incidencia de la plaga en las plantaciones de café en las diferentes fases fisiológicas de las plantas. Para ello, se debe llevar un registro en forma sistemática que permita la planificación del corte y eliminación de frutos prematuros, cosechas y determinación del índice de infestación de la broca, para establecer el método de control más pertinente. En tal sentido, se procede de la manera siguiente:

a) Registro de la floración de la planta de café

Se debe realizar el registro de la floración del cafetal (Figura 90), después de la última cosecha, anotando las nuevas floraciones, así como diferenciar y registrar por fecha las flores tempranas (traviesas), aún sí son pocas flores, y las masivas, después de la producción.



Registro de floraciones

Nombre del productor: _____ Marco de plantación _____
 Estado: _____ Municipio: _____ Parroquia: _____ Finca: _____
 Variedad: _____ Edad de la plantación: _____ Área(ha): _____ Número de plantas: _____
 Localización (msnm y coordenadas) _____

Fecha de registro	% de floración	Actividad	Fecha de realización

Nombre del observador: _____
 Observaciones: _____

Fuente: SASA, 2001-2005

Figura 90. Planilla de registro de floraciones.

Para conocer el estado de la floración se debe recorrer todo el cafetal. Se determina la cantidad de flores presentes y se calcula el porcentaje de ellas, considerando el total de yemas presentes. Los bajos porcentajes de floración se consideran aventureros y dan lugar a frutos prematuros, que deben ser eliminados como tarea de saneamiento o se utilicen en la cría de parasitoides controladores biológicos para la broca. El momento adecuado para realizar esta tarea se estima a partir de los 90 a 120 días, después de que ocurra cada brote floral.

El registro permite, en primer lugar, planificar los momentos de corte y eliminación de frutos prematuros, y los pases de cose-



chas, de acuerdo con la maduración de los frutos. El corte o eliminación de frutos prematuros se recomienda siempre y cuando no afecte más de cinco a 10% de la cosecha. Y, en segundo lugar, determinar el momento oportuno para realizar las aplicaciones de bioplaguicidas o liberaciones de los enemigos naturales de la plaga, así como fijar el plazo para la aplicación del insecticida químico, solo cuando el nivel de infestación supere el umbral de acción de 10%, considerado en Venezuela, cuando el manejo es agroecológico.

b) Determinación de la infestación

La determinación de la infestación es un procedimiento regular de muestreo de la plaga para calcular el índice de infestación, el cual se relaciona con el posible daño en la cosecha y poder tomar las medidas más adecuadas para el control de la broca. Para determinar el índice de infestación se consideran los frutos en desarrollo en las plantas, los frutos cosechados y los frutos que se quedan en la planta o caídos en el suelo.

Evaluación de frutos afectados en la planta (AF): la información se registra en la planilla de observación de plantas afectadas (Figura 91). Para ello, se deben seleccionar cinco puntos en el campo, uno en cada extremo y otro en el centro. En cada punto se seleccionan cinco plantas, para un total de 25 por campo, de cada planta se evalúan dos ramas opuestas y al azar, cuantificando el total de frutos de la rama (TFR) y el total de frutos brocados (TFB).

Infestación de los frutos cosechados: durante el primer pase de recolección de los frutos, se debe seleccionar 50% de los envases que contienen el café cosechado, que es representativo de la producción del cafetal, y se toma al azar dos o tres puños en diferentes profundidades de cada recipiente, luego se extiende cada muestra en una bandeja individual para determinar los frutos sanos y afectados. Se anota el total de frutos recolectados



(TFR) de cada muestra y el total de los frutos brocados (TFB), se procede a calcular el porcentaje de frutos brocados.

Infestación de los frutos caídos al suelo: la información se registra en la planilla de evaluación de los frutos caídos al suelo después de la cosecha (Figura 92). Se recomienda realizar el muestreo de dos maneras; en campos menores de una hectárea, se deben seleccionar cinco lugares en el campo, distribuidos en los cuatro extremos y uno en el centro de ese lote, en cada lugar se seleccionará el área del suelo ocupada por la zona de goteo entre dos plantas opuestas, en dos hileras para un total de 10 plantas por campo. Mientras que, para campos mayores de una hectárea, se incrementa el número de lugares hasta 10 y se seleccionan 20 plantas.

Para cuantificar el número de frutos con broca, se coloca sobre el suelo un marco cuadrado de 50 centímetros por lado (250 centímetros cuadrados) y se cuentan el total de frutos recolectados (TFR), así como total de frutos brocados (TFB), se suman por separado y calcula el promedio por marco, este valor se multiplica por cuatro para expresar el promedio por metro cuadrado.

El índice de infestación por broca (IIB) se calcula por la fórmula siguiente:

$$\text{IIB} = \frac{\text{Total de frutos brocados}}{\text{Total de frutos recolectados}} \times 100$$

Para localizar los sitios de concentración del ataque o los focos de la broca en los campos, se deben hacer los recorridos dentro de la plantación, con el fin de intensificar los esfuerzos para el debido control. Una vez localizados los focos, se toman las muestras al azar, de dos o tres frutos brocados en cada sitio del campo, se abren y determina el grado de penetración de la broca, la presencia de huevos y larvas vivas o muertas. El muestreo permite evaluar la eficacia de las medidas tomadas para su control, al relacionar la población de brocas muertas con el total de brocas encontradas.



Registro de evaluación de frutos caídos al suelo al finalizar la cosecha

Nombre del productor: _____ Municipio: _____ C.I: _____
 Estado: _____ Localización (msnm y coordenadas) _____ Finca: _____
 Marco de plantación _____ Parroquia: _____
 Área(ha): _____ Número de plantas: _____ Edad de la plantación: _____ Variedad: _____

Fecha de observación	Número de tiradas	Granos	Puntos a observar					Total	% Infest.
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5		
	1	Observados							
		Afectados							
	2	Observados							
		Afectados							
	Sub total	Observados							
	% Infestación	Afectados							

Fuente: SASA, 2001-2005

Figura 92. Planilla de registro de la información de la evaluación de los frutos caídos en el suelo después de la cosecha.



c) Establecimiento del método de control: físico o etológico, cultural, biológico y químico.

Control físico o etológico

Este método consiste en la utilización de trampas para regular la cantidad de adultos de la broca dentro de las plantaciones de café.

Uso de trampas para la captura de la broca

Las trampas para la captura de insectos constituyen una herramienta muy útil para la detección, muestreo y captura masiva de plagas, se utilizan como estimadores de la densidad relativa, son fáciles, prácticas y minimizan los esfuerzos en la toma de decisiones del manejo integrado de plagas (MIP). En Mérida, el uso de trampas artesanales para la captura de adultos de broca del café, elaborados con envases plásticos de refrescos y atraentes de alcoholes (etanol y metanol), han dado muy buenos resultados.

Construcción de las trampas

- Usar envases plásticos de refrescos de uno y medio a dos litros (Figura 93).
- Realizar tres ventanas de nueve centímetros de alto por cuatro centímetros de ancho para facilitar la entrada del adulto de la broca.
- Utilizar alambre dulce para colgar el dispensador de alcoholes internamente y externamente para poder sujetar la trampa a la rama de café.
- Colocar en el fondo de la botella aproximadamente 40 mililitros de una solución jabonosa de baja concentración (jabones



neutros o sin mucho olor artificial), para mantener los adultos de la broca en las trampas hasta morir.

- Elaborar los atrayentes alcohólicos utilizando la proporción de tres partes de alcohol etílico o cocuy y una parte del alcohol metanol (Figura 94).
- Colocar las soluciones de alcohol en bolsitas de plástico resistente y sellarla inmediatamente en forma hermética.

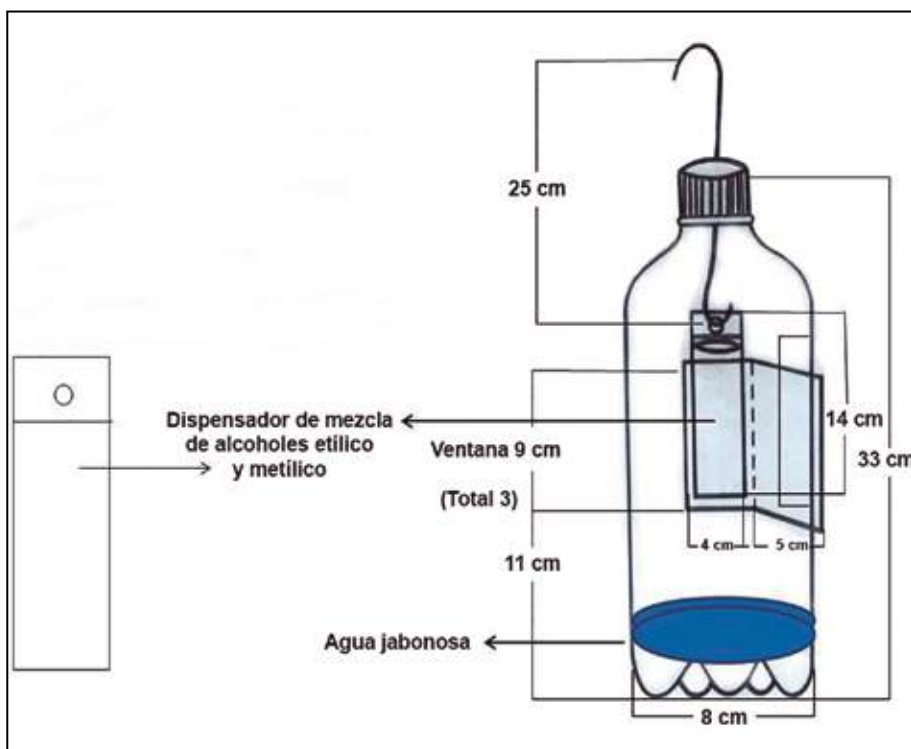


Figura 93. Diseño de trampa artesanal para la captura de adultos de la broca del café.



Figura 94. Tipos de alcoholes utilizados para construcción de trampas.

Ubicación de las trampas

- Colocar de 25 a 37 trampas por hectárea. La trampa se debe ubicar en el tercio medio de la planta (Figura 95), donde haya mayor fructificación, en lugares sombreados o en los sitios identificados como focos de broca. También se pueden situar próximos a los caminos y en los lugares de beneficio.
- Revisar las trampas cada siete o 14 días. Contar y eliminar los insectos capturados en la solución jabonosa. Durante la revisión o cuando sea necesario, reponer la mezcla de alcoholes y la solución jabonosa que se ha disipado en el ambiente.
- Dejar las trampas durante todo el ciclo de producción y después de la cosecha.



Figura 95. Ubicación de las trampas artesanales para la captura de brocas del café en el campo (A, B y C).



Control cultural

Se conoce como control cultural o sanitario todas las labores de carácter agronómico que pueden contribuir a la reducción de los insectos plaga. Comprende las prácticas siguientes:

- Realizar un saneamiento general del ciclo productivo anterior, cosechando todos los frutos quedados en las plantas y recogiendo los que están en el suelo.
- Realizar la cosecha de fructificaciones traviesas, antes de que se inicie la fructificación masiva.
- Recolectar todos los frutos brocados en los focos de infección, presentes en las plantas y en el suelo, antes de realizar la cosecha.
- Cosechar en los momentos adecuados, en función de la maduración de los frutos.
- Poner a hervir inmediatamente todos los frutos brocados cosechados, durante cinco minutos, para matar a las larvas o insecto adulto.
- Utilizar envases herméticos para el traslado de frutos brocados, antes de ponerlos a hervir, para evitar el escape de la broca.
- Realizar el acopio hacia los sitios del beneficio, procurando mantener los sacos cerrados y envueltos en un encerado para evitar la propagación de la broca dentro y fuera de la localidad.
- Mantener las tolvas de recibo cubiertas con tapa, impregnada con grasa para que las brocas que salgan queden atrapadas.
- Colocar filtros de malla en los desagües provenientes del despulpado y del lavado del café para capturar a los adultos de la broca.



- Limitar el acceso a personas y animales a los lugares infestados.
- Evitar el traslado de personas, animales, envases y herramientas desde los campos infestados a los no infestados.
- Procesar la cosecha para la elaboración de compost tapada con un plástico y tratada con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.
- Realizar la renovación de los cafetales improductivos o su eliminación para evitar que existan plantaciones viejas que constituyan focos de broca.
- Establecer un programa de manejo nutricional de las plantas, de acuerdo con el análisis de suelo.
- Controlar las malezas en forma mecánica, evitando el uso de herbicidas químicos, ya que favorece un microclima para los biorreguladores de la plaga.
- Efectuar labores de podas con calidad y en los plazos establecidos.
- Realizar labores de regulación de sombra para garantizar condiciones favorables a la actividad de los parasitoides y una iluminación no preferida por la broca.
- Sembrar coberturas vivas, donde las condiciones lo permitan, con el fin de proporcionar protección al suelo (figuras 48 y 49), favorecer la alimentación y protección de los parasitoides, a través del néctar de las flores y la humedad adecuada, para la actividad de los hongos entomopatógenos.

Control biológico

En la naturaleza existen los llamados organismos benéficos, que se alimentan de los insectos plaga, cuando se produce una rela-



ción proporcional entre ambos, da lugar a un equilibrio ecológico. La utilización de este mecanismo que brinda la naturaleza se conoce como control biológico.

Entre los biorreguladores o biocontroladores de la broca que se han utilizado con éxito, en programas de control biológico clásicos en el mundo, se encuentran:

- Avispita de Costa de Marfil, *Cephalonomia stephanoderis*.
- Avispita de Uganda, *Prorops nasuta*.
- Avispita de Togo, *Phymastichus coffea*.
- Hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.
- También existen otros enemigos naturales, como los nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* spp.

En Venezuela, de estos enemigos naturales, se dispone de biopreparados y productos comerciales a base del hongo entomopatógeno *B. bassiana* y de una reducida cría de *Cephalonomia stephanoderis*.

Uso del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

El hongo *B. bassiana* ataca a los adultos de la broca causando su muerte, el insecto al morir adquiere una apariencia algodonosa de color blanco (Figura 96). Las esporas del hongo que son liberadas en el cafetal, al ponerse en contacto con la broca, germinan y penetran el tegumento del insecto por la acción de unas enzimas, en el interior del cuerpo del insecto el hongo invade los tejidos y libera toxinas causando la muerte en un plazo de tres días. Días después, el hongo sale al exterior del insecto muerto, si las condiciones del ambiente son favorables, lo cubre con una densa capa de micelio y de esporas, que se dispersan por la acción del aire en el cafetal e infestan a otras brocas (Figura 97).

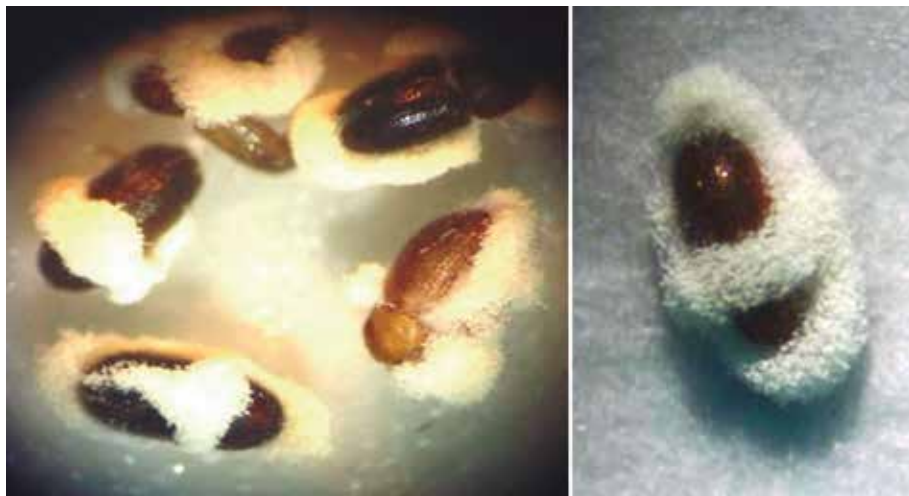


Figura 96. Adultos de la broca del café atacado por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.



Figura 97. Frutos de café con presencia de brocas parasitadas con *Beauveria bassiana*.



Estrategias para la aplicación del hongo: las aplicaciones se puedan realizar en cualquier momento del ciclo productivo del cultivo, sin embargo, para realizar un eficaz tratamiento se deben tomar en cuenta las recomendaciones siguientes:

- La concentración ideal de la solución final para la aspersión de este biopreparado no debe ser menor de 1×10^7 conidios por mililitro (conidios/ml). La dosis dependerá del producto comercial que esté a la venta. En el caso de la *Beauveria* producida por INIA, cuya presentación viene en sobre de 150 gramos, se prepara disolviendo un sobre de *Beauveria* en un tonel de 200 litros de agua. La aplicación se realiza al inicio de la mañana o al final de la tarde (si no va a llover), con bomba o asperjadora de espalda, manual o con motor. Se debe rociar la parte aérea de la planta y el suelo.
- Para preparar el producto, se debe realizar primero una premezcla de la *Beauveria*, disolviendo un sobre en 10 litros de agua, agitándolo bien y agregándole un adherente compatible, si no se cuenta con este utilizar un detergente líquido neutro 0,1% (jabón azul). La premezcla se debe colar con una malla muy fina para no tapar la boquilla de la asperjadora. Luego se agrega en el depósito de la asperjadora y se completa con agua.
- Evitar la mezcla del hongo *B. bassiana* con insecticidas u otros compuestos químicos.
- Evitar que coincidan las aspersiones del producto biológico con la liberación de los parasitoides. Deben transcurrir como mínimo 15 días entre ambas actividades.
- Limpiar y calibrar los equipos para las aplicaciones del hongo *B. bassiana*.
- Usar lentes cerrados, máscara, braga o camisa manga larga y botas durante la aplicación de los productos, así como no



ingerir alimentos, masticar chimó o fumar para no llevarse las manos a la boca y lavarse bien después de terminar la labor.

- Aplicar el hongo *B. bassiana* en horas de la tarde para evitar las radiaciones solares, que pueden afectar las esporas del hongo. Los insectos salen del fruto, después de las 4:00 pm, por lo que se asegura que los mismos se infecten con el hongo.
- Aplicar el hongo *B. bassiana* en los períodos en que las brocas estén volando por el cafetal, después de los 90 o 120 días de la floración principal.
- Realizar aplicaciones preventivas con el hongo *B. bassiana* después de cada cosecha, de manera de disminuir las poblaciones del insecto adulto de la broca que quedaron, los cuales pueden ser una fuente de infestación para el próximo ciclo del cultivo.
- Revisar la población activa de la broca fuera del cafetal, con el uso de las trampas de alcoholes. Cuando la captura es mayor de 100 brocas por trampa, se recomienda la aplicación del hongo *B. bassiana*.
- Si la finca ha experimentado alta intensidad de infestación en el ciclo anterior, se debe aplicar el hongo *B. bassiana* después de la cosecha, repetir justo antes de la floración, luego de la formación de los frutos y cuando estén en estado de garrapatas.
- Cuando las fincas tengan pendientes muy accidentadas y de altas extensiones, se recomienda aplicar obligatoriamente el hongo *B. bassiana* en los focos de infestación.

En la Figura 98 se muestra el proceso de preparación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* para la aplicación en campo.

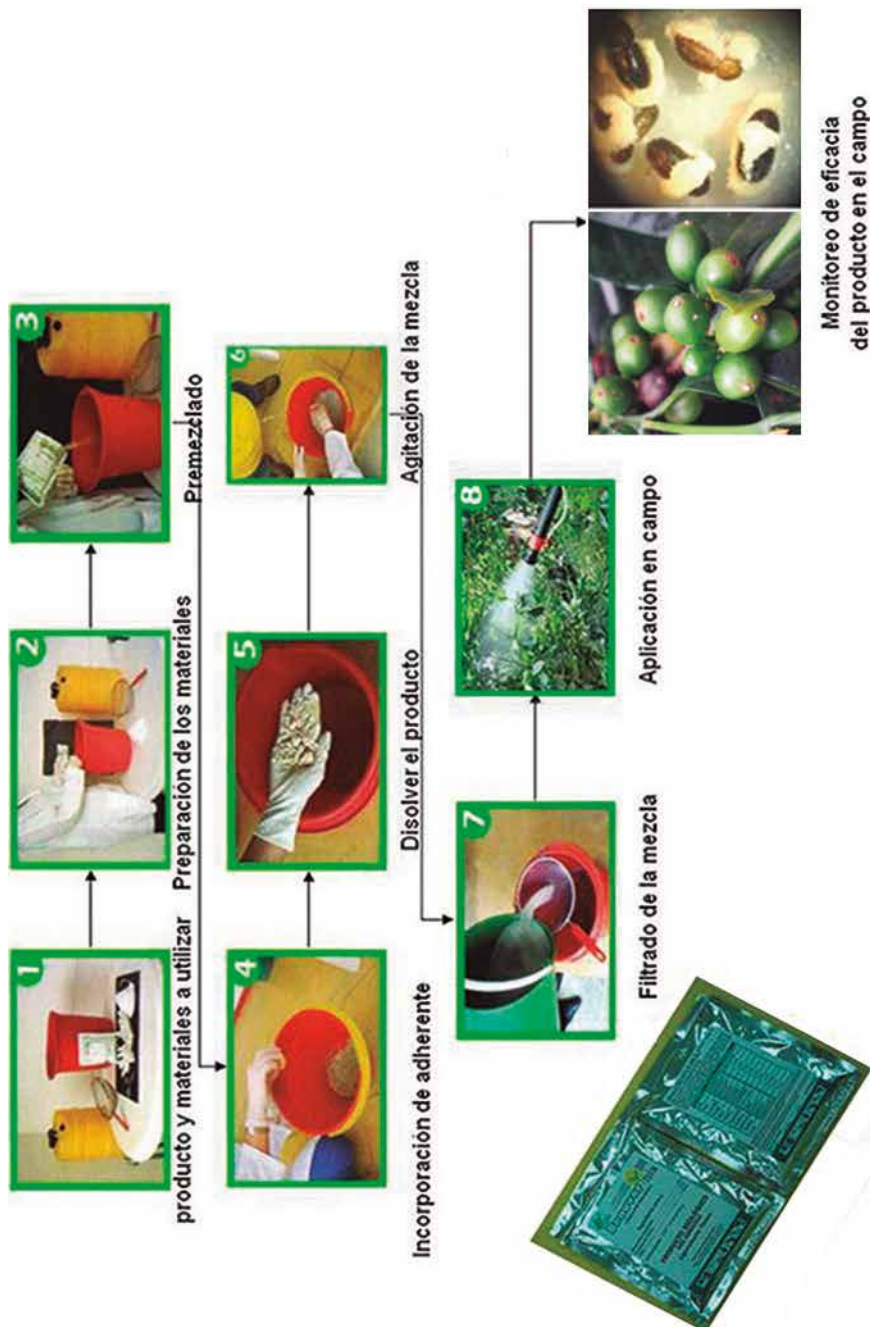


Figura 98. Preparación y aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.



Uso de la avispa de Costa de Marfil

La avispa de Costa de Marfil, *Cephalonomia stephanoderis* (Figura 99), es una avispa parasitoide, cuyo único huésped natural señalado, hasta el momento, es la broca del café. Para su reproducción actúa sobre los estados inmaduros de la broca, por lo tanto, en el campo, busca y localiza los frutos brocados que tengan huevos, larvas y pupas en su interior. La hembra adulta con la ayuda de sus antenas palpa el fruto y se introduce en el interior del túnel formado por la broca, paraliza las larvas grandes, prepupas y pupas con el ovipositor, una vez paralizados, coloca sus huevos sobre ellos.

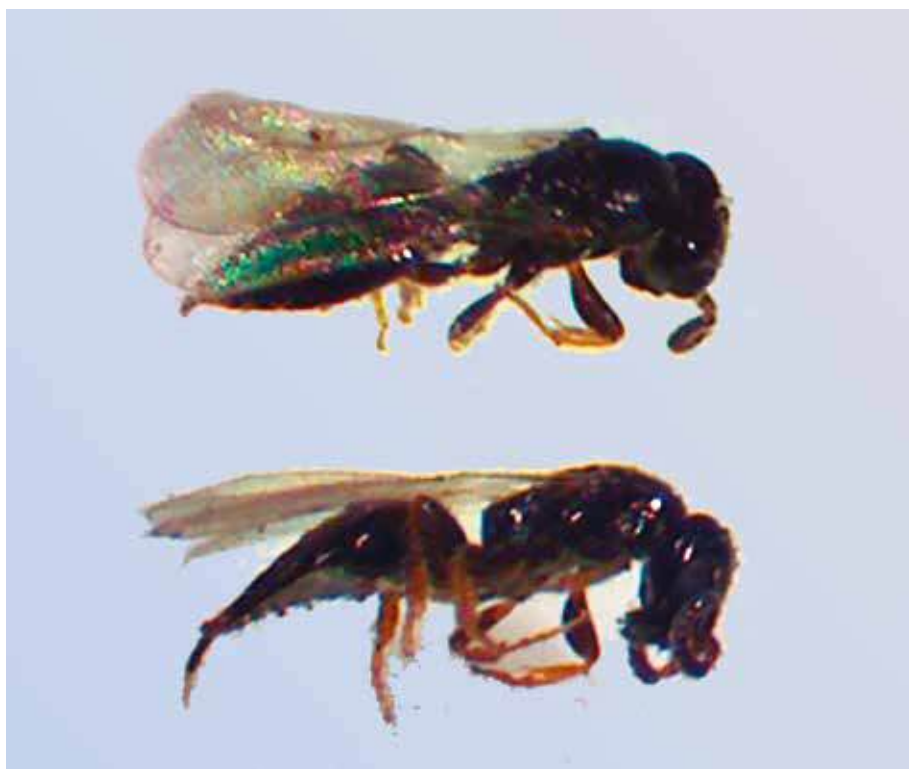


Figura 99. Avispa de Costa de Marfil. (Foto: Luis Piñango)



Las hembras adultas también pueden actuar como predadoras, alimentándose de los huevos y larvas de la broca. Ellas pueden permanecer en el fruto, si la población de la broca es suficiente para asegurar su alimentación y reproducción.

Este parasitoide se libera principalmente en los focos, es decir, en presencia de los estadios de desarrollo de la plaga, tomando en cuenta sus hábitos y capacidad parasítica.

Liberación de la avispa de Costa de Marfil

- La liberación de la avispa parasitoide se puede realizar en diferentes momentos del ciclo productivo del cultivo y con diferentes objetivos, sin embargo, el momento más apropiado para la liberación es en la poscosecha, cuando la población de broca está más reducida.
- En la liberación inundativa se puede utilizar la norma de una avispa por grano brocado.
- El procedimiento para la liberación de la avispa de Costa de Marfil en campo se realiza siguiendo las recomendaciones del laboratorio que lo produce. Este proceso consiste en trasladar a los parasitoides adultos en recipientes hasta las plantaciones de café, ubicándolos en los principales focos de infestación. Para ello, se pueden colocar con un pincel, sacando con cuidado y se colocan en los frutos brocados (Figura 100). También se pueden dejar recipientes abiertos para que los parasitoides salgan por sí solos.
- Después de realizar la liberación de la avispa parasitoide, se debe verificar su establecimiento en el campo, para ello se colectan granos brocados en los mismos lugares donde se realizaron las liberaciones y se colocan en una cámara de emergencia o recipiente protegido con malla (evitando que escapen) para observar la salida del parasitoide (Figura 101).



- Repetir el procedimiento a los 30 y 45 días después de la liberación, se anota la fecha de cada colecta, de las emergencias y la cantidad de parasitoides por día.
- Coordinar las aplicaciones de la avispa de Costa de Marfil con las del hongo *B. bassiana*, ya que se debe esperar unos 15 días entre una aplicación y otra.



Figura 100. Liberación de la avispa de Costa de Marfil en frutos brocados.



Figura 101. Bolsa con granos brocados para verificación de parasitismo.



Control químico

El control químico se recomienda únicamente en las plantaciones donde los muestreos de campo indiquen un alto índice de infestación de cerezas brocadas, superior a 10%, por encima del umbral económico. La aplicación se debe limitar a los focos de infestación de la plaga, bajo asistencia técnica especializada y cumplir todas las medidas de seguridad y protección de los operadores y del ambiente.

El insecticida recomendado para el control químico de la broca debe contener como ingrediente activo Clorpirifos, perteneciente a la familia de los organofosforados, cuya dosis depende de la casa comercial que elabore dicho producto.

Para conocer los resultados de un tratamiento con insecticida químico, se debe realizar un conteo antes de la aplicación y a los cinco días después de esta. Con los valores obtenidos se calcula el porcentaje de control mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ efectividad} = \frac{\text{adultos vivos antes} - \text{adultos vivos después}}{\text{Adultos vivos antes}} \times 100$$



Abonos verdes: es la siembra de plantas de rápido crecimiento que aportan nutrientes al suelo, generalmente, se utilizan las leguminosas, las cuales se siembran en el período de barbecho. Cuando comienza la floración se incorporan al suelo, quedando tapadas para que se descompongan, con el fin de mejorar las propiedades físicas y la fertilidad del suelo, a través del aporte de nutrientes al mismo.

Ácaros: grupo de artrópodos arácnidos de pequeño tamaño, van desde 0,1 a tres milímetros de longitud. Algunos atacan las plantas, otros son parásitos que transmiten enfermedades.

Acequias de ladera: cauce artificial, cavado con el fin de alejar las aguas de lluvias de una zona peligrosa y llevarlas a un desagüe estable.

Arborización: es la introducción de árboles útiles en las parcelas, es decir, el desarrollo de sistemas agroforestales más estables.

Barreras vivas: faja de vegetación, arbustiva o gramíneas con sistema de crecimiento tipo macollas, sembrada generalmente en curvas a nivel para contrarrestar la erosión y detener el arrastre de sedimentos.



Clorosis: es la carencia de la clorofila en las hojas, tomando un tono amarillento. Las causas posibles de la clorosis pueden ser por un mal drenaje, estancamiento del agua, enfermedades (pudrición) o plagas (nematodos) en las raíces, mal desarrollo de las raíces, suelo demasiado alcalino, deficiencias nutricionales de la planta, entre otros factores.

Control biológico: método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en la utilización de organismos vivos, con el fin de controlar las poblaciones de otro organismo.

Control cultural: conjunto de prácticas agrícolas ordinarias, o algunas modificaciones de ellas, utilizadas para prevenir y controlar el ataque de plagas y enfermedades. En el caso de la broca del café, se considera que la recolección permanente de los frutos maduros, sobremaduros y secos rompen el ciclo de vida del insecto y contribuyen en un porcentaje alto en el control del insecto plaga.

Control físico o mecánico: consiste en destruir en forma manual las plagas y las enfermedades. La destrucción se hace a través de cacería, trampas, mallas, barreras de contención, ubicación adecuada de los cultivos, conveniente preparación del suelo y eliminación de plantas o partes afectadas.

Control natural: es el que ejerce la naturaleza, por sí sola, para tener un suelo saludable y un balance ecológico en los cultivos.

Compactación del suelo: se define como la pérdida de volumen que experimenta una determinada masa de suelo, debido a fuerzas externas que actúan sobre él (como el pisoteo, sobrepastoreo, exceso de mecanización, entre otros), es decir, cuando la textura del suelo es apretada y poco porosa (capas duras de suelo).

Cuello de la planta: es el límite entre la raíz y el tallo, donde comienza el crecimiento del tallo.



Cultivos asociados: es un sistema de producción donde se cultivan dos o más especies de vegetales dentro y fuera de la plantación. Para el cultivo del café los más comunes son el cambur, los frutales, el maíz y el frijón, entre otros.

Curvas de nivel: son las líneas marcadas a través de la pendiente, donde los puntos quedan a igual altura, desarrollando una trayectoria horizontal. Se emplean en la siembra de cultivos, construcción de canales y establecimiento de barreras vivas.

Desinfección: es el proceso físico, químico o biológico que mata o inactiva a los agentes patógenos, como bacterias, hongos y protozoos, con el fin de garantizar la sanidad en los sustratos o entes vivos.

Escorrentía: agua sobrante de las lluvias que no alcanza a penetrar en el suelo, se escurre por la superficie en los terrenos con pendientes, concentrándose en cauces naturales hasta llegar a las quebradas y los ríos.

Fitosanidad: corresponde al buen estado de salud de las especies vegetales.

Fungicida: producto o agente que destruye los hongos.

Germinador: es el sitio donde se siembran las semillas de café, contiene las condiciones de humedad y sostén necesarias para que germinen estas, así poder hacer una preselección del material antes de pasarlas a bolsas de vivero.

Guadaña: implemento o equipo mecánico para cortar las malas hierbas a ras de tierra o a la altura deseada, se le pueden insertar diferentes cuchillas para distintos usos.

Hongos entomopatógenos: hongos que ocasionan enfermedades a los insectos plaga para eliminarlos, por ejemplo, el hongo benéfico *Beauveria bassiana* para controlar la broca en el café.



Herbicida: es un producto químico que se utiliza para inhibir o interrumpir el desarrollo de plantas indeseadas, también conocidas como malas hierbas, en terrenos que han sido o van a ser cultivados.

Inoculación: es la aplicación de microorganismos a los sistemas agrícolas, con el fin de producir transformaciones deseables, como una mejor fijación de nitrógeno, un aumento en la adquisición de fósforo, una descomposición más rápida de la materia orgánica, una mayor resistencia a las enfermedades, promover el crecimiento vegetal, o producir efectos negativos a otros organismos, como transmitir enfermedades, causar la muerte, problemas de carácter contagioso, entre otros.

Impacto ambiental: es el efecto positivo o negativo que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.

Mulch: son residuos vegetales que quedan de la cosecha anterior o desmalezada, y se dejan sobre el suelo para que los proteja y mantengan su humedad.

Nematodos: son microorganismos pluricelulares, con forma de gusano, de forma cilíndrica o filiforme, y que habitan bajo el interior del suelo. Algunos nematodos son parásitos de las raíces de las plantas y esto provoca en ellas alteraciones celulares, daños mecánicos y un menor crecimiento. Por lo tanto, los nematodos disminuyen los rendimientos de algunos cultivos.

pH: es un parámetro de medición que se utiliza para saber el grado de alcalinidad o acidez del suelo.

Plaga: cualquier tipo de animal que genera daños económicos y físicos a los intereses de las personas, como su salud, las plantaciones cultivadas que tiene, sus animales domésticos, sus medios naturales, entre otros.



Profundidad efectiva de un suelo: es el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores obstáculos, en busca de agua y nutrientes indispensables.

Reciclaje: consiste en el uso de materiales de desecho, a los que se les pueden dar otros usos, a través de la transformación, mediante procesos fisicoquímicos o mecánicos para obtener una nueva materia prima o producto útil, por ejemplo, el uso de residuos vegetales y animales para la elaboración de abonos orgánicos, como compost, o residuos vegetales para hacer mulch, entre otros.

Reforestación: es el establecimiento de árboles, especialmente de especies autóctonas, en zonas sin vegetación donde los suelos estén expuestos a la erosión. Su principal finalidad es de tipo ambiental, ya que no hay que olvidar que la masa forestal es esencial para el oxígeno que respiramos, regula el clima, es el hábitat natural de especies vegetales y animales, y protege áreas frágiles y no aptas para otros usos (cabeceras de nacientes de quebradas, laderas empinadas). También se puede usar en la producción de madera y leña para la demanda local, bajo un plan de manejo forestal autorizado por el Ministerio de Eco-socialismo y Hábitat.

Renovación: es la labor que permite en el cultivo del café mantener una población joven y productiva. Se aconseja establecer un plan anual, mediante el cual se renueva la quinta parte de la finca, el sistema más económico es la renovación por soca.

Siembras en contorno: Es la disposición de las hileras de cultivo a través de la pendiente, siguiendo las curvas de nivel. Así, cada surco o hilera de plantas forma un obstáculo donde choca el agua de escorrentía para disminuir la erosión.

Sistemas de producción agrícolas: conjunto de prácticas que incluyen insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra



y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios. La población distribuye su espacio de acuerdo con sus medios y finalidades, las cuales aseguran la subsistencia y crean la base de una agricultura comercial

Solarización: tratamiento de desinfección del suelo o sustratos por medio del calor generado de la energía solar capturada, dicho proceso consiste en exponer el suelo o sustratos a los rayos del sol por períodos de tiempo, para eliminar los inóculos naturales de organismos y microorganismos patógenos.

Sustrato: es todo material sólido distinto del suelo, natural, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la misma. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Terrazas: técnica agrícola desarrollada para cortar el perfil de una pendiente de manera escalonada, usando el suelo en forma horizontal para sembrar, sin ningún riesgo significativo de erosión del suelo en las montañas.

Trazado: permite distribuir las plantas en el terreno, ordenándolas de modo que se haga más fácil la realización de las actividades del desmalezado, fertilización, fumigación y la recolección de la cosecha, así como la protección del suelo contra la erosión. Con un buen trazado se aprovecha mejor el terreno, se conoce el número de plantas que hay en cada lote y se facilita la realización de las diferentes labores al cultivo. El trazado se realiza de acuerdo con la topografía del lote.

Umbráculo: son estructuras destinadas a proporcionar protección a las plántulas o plantas, mediante la cubierta de malla, ramas u otro material, dando sombra, resguardando del impacto del sol, permitiendo el paso del aire.



Vivero: lugar donde las plántulas de café permanecen los primeros meses de su desarrollo, con el fin de asegurar un buen manejo para obtener plantas sanas y vigorosas, antes de ir al trasplante en campo.



Baker, PS. 1999. The coffee berry borer in Colombia. Final report of the DFID-Cenicafé-CABI Bioscience IPM for coffee project (CNTR 93/1536A). Chinchiná, Colombia, Cenicafe. CABI. 146 p.

Bustillo, PA; Cárdenas, MR; Villalba, GD; Benavides, MP; Orozco, HJ; Posada, FF. 1998. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café. 134 p.

Camilo, JE; Olivares, FF; Jiménez, HA. 2003. Fenología y reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) durante el desarrollo del fruto. *Agronomía Mesoamericana* (Costa Rica) 14(1):59-63.

CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café, Colombia). 1993a. Especificidad de la broca, ciclo de vida y respuesta a condiciones ambientales. *BROCARTA* (Colombia) no. 2:2.

CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café, Colombia). 1993b. ¿Cómo determinar la infestación de broca en un cafetal? *BROCARTA* (Colombia) no. 5:2.

CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café, Colombia). 2011. Cultivemos café. Manejo integrado del cultivo (en



línea, sitio web). Consultado 20 abr. 2017. Disponible en http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/enfermedades

CIARA (Fundación de Capacitación e Innovación para el Desarrollo Rural, Venezuela). 2012. Preparación de extracto de raquis de plátano. Proyecto de conservación de la biodiversidad en el paisaje productivo de los Andes venezolanos (Terrandina). (Plegable).

Decazy, B. 1990. Descripción, biología, ecología y control de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferr.). In Conferencias conmemorativas 50 años de Cenicafé 1938-1988 (1990, Chinchiná, Colombia). Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café. p. 133-139.

FONAIAP (Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Venezuela). 1988. Paquete tecnológico para la producción de café. Maracay, Venezuela, Fonaiap. Estación Experimental Táchira. 192 p. (Serie Paquetes Tecnológicos No. 6).

Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Enda-Caribe. v. 1, 657 p.

Hernández A; Jacqueline A. 2012. Lumbricultura en las zonas cálidas. Cuadernos de Extensión Rural. N° 7. 3 ed. Maracaibo, Venezuela, Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. 58 p.

INCAFÉ (Instituto Hondureño del Café, Honduras). 1993. Guía para la crianza y el manejo de parasitoides de la broca. Tegucigalpa, Honduras, Incafé. 17 p.

Montoya, SA; Cárdenas, R. 1994. Biología de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en frutos de café de diferentes edades. CENICAFÉ (Colombia) 45(1):5-13.



MPPAT (Ministerio del Poder Popular para Agricultura y Tierras, Venezuela). 2010. Manejo integrado del cultivo de café. Caracas, Venezuela, MPPAT. 78 p.

MPPAPT (Ministerio del Poder Popular para Agricultura Productiva y Tierra, Venezuela). 8 ago. 2017. Estadísticas de producción (correo electrónico). Caracas, Venezuela, MPPAPT.

Olortegui Salas, T. 2012. Manejo integrado de plagas en café. Guía técnica. (en línea). Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Agrobanca. 30 p. Consultado 28 nov. 2016. Disponible en <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-i-cafe.pdf>

Ormeño, MA, Garnica, C; Varela, R. 2008. Recomendaciones para la toma de muestras de suelo con fines de diagnóstico de fertilidad y sanitario. Maracay, Venezuela, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 19 p. (Serie D, No. 9).

Ormeño D, MA. 2011. Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.). Journal of InterAmerican Society for Tropical Horticulture (Brasil) 54:103-105.

Ormeño D, MA; Ovalle, A. 2007. Producción y aplicación de abonos orgánicos. INIA Divulga (Venezuela) no. 10:29-35.

Ormeño D, MA; Ovalle S, AI; Mendoza, D; Dugarte, S; Rojas, S; Varela, JR. 2013. La aplicación de abonos orgánicos mejora la calidad química de los sustratos en vivero de café (*Coffea arabica*). In Quintero Delgado, JJ; Rosas Lobos, EZ, comps. Jornadas de investigación y Tecnología aplicada (2, 2013, Mérida, Venezuela). Memorias. Mérida, Venezuela, Universidad Politécnica Territorial del estado Mérida. p. 149-158.

Ormeño D, MA; Ovalle S, AI; Rey, JC. 2015. Abonos orgánicos como alternativa de fertilización para viveros en dos zonas ca-

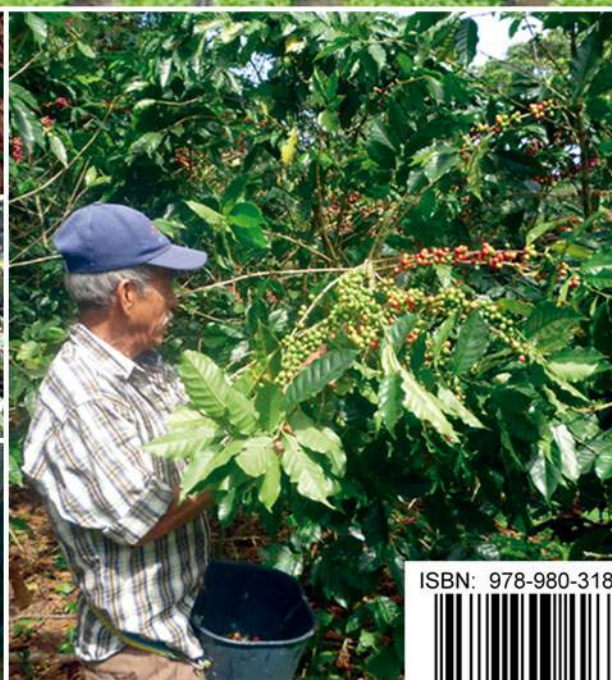


fetaleras de Mérida. *In*: Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo (21, 2015, San Cristóbal, Venezuela). Memorias. San Cristóbal, Venezuela, Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo (SVCS). p. 200-206.

Ormeño D, MA; Zambrano G, Alexis. 2010. Los cultivos asociados al cacao (*Theobroma cacao* L.) como parte de un agroecosistema son una alternativa para el mejoramiento de la calidad de los suelos. *Journal of InterAmerican Society for Tropical Horticulture (Brasil)* 53:26-30.

Ovalle S, A; Ormeño D, MA. 2013. Caracterización de la situación actual del sector cafetalero de la Cooperativa Café Siglo XXI del municipio Antonio Pinto Salinas (Mérida). *In* Quintero Delgado, JJ; Rosas Lobos, EZ, comps. Jornadas de investigación y Tecnología aplicada. (2, 2013, Mérida, Venezuela). Memorias. Mérida, Venezuela, Universidad Politécnica Territorial del estado Mérida. p. 138-148.

Salazar Gutiérrez, MR.; Arcila Pulgarín, J.; Riaño Herrera, NM.; Bustillo Pardey, AE. 1993. Crecimiento y desarrollo del fruto de café y su relación con la broca (en línea). *Avances Técnicos Cenicafe* No. 194. Caldas, Colombia, Cenicafe. 4 p. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Alex_Bustillo/publication/273911415_Crecimiento_y_desarrollo_del_fruto_del_cafe_y_su_relacion_con_la_broca/links/5510321a0cf2a7335e84a222/Crecimiento-y-desarrollo-del-fruto-del-cafe-y-su-relacion-con-la-broca.pdf



ISBN: 978-980-318-353-0



Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la Agricultura Productiva y Tierras

