



Manual de producción sostenible de café

EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Presentación

La producción y comercialización del café constituye una de las actividades agrícolas de importancia para la República Dominicana, debido a los aportes económicos, sociales y a la sostenibilidad de los recursos naturales renovables. Esta actividad productiva ocupa un área aproximada de 1.6 millones de tareas y genera anualmente más 300,000 empleos en el manejo de las plantaciones y la cosecha de café. En el plano ambiental, se valora su influencia sobre la conservación de los recursos hídricos y de los suelos, así como en la protección de la biodiversidad en las zonas de montaña.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) a través del Programa Centroamericano de Gestión Integral de Roya del Café (PROCAGICA) apoya los esfuerzos regionales y nacionales para el control de la enfermedad, con el propósito de reforzar la capacidad de resiliencia de los caficultores ante la prevención al cambio climático mediante la introducción de prácticas agrícolas sostenibles y la diversificación de los patrones de cultivo.

En esta línea de acción, el PROCAGICA-RD procura elevar la producción, productividad y competitividad del subsector cafetalero dominicano en las zonas de intervención, mediante la renovación de plantaciones de café y el fortalecimiento de la capacidad de respuesta de técnicos y caficultores. Para este propósito es necesario disponer de un manual para la producción sostenible de café como un referente técnico y material de consulta de los técnicos. En este sentido, el manual constituye una herramienta de trabajo con tecnologías e informaciones actualizadas para la producción sostenible de café. El mismo servirá de apoyo al Agente de Desarrollo Cafetalero (ADC) en la implementación de la metodología de Control de Puntos Críticos que se incluye en la Guía para El Extensionista del Sector Cafetalero Dominicano, como un aporte del programa para mejorar el servicio de extensión agrícola del INDOCAFE.

El manual está estructurado por 10 capítulos. El primero aborda la planta de café, que incluye la taxonomía y estructura y el desarrollo. El segundo se centra en los factores agroecológicos a tomar en cuenta para el establecimiento de un cafetal. El tercero describe todo el proceso para la producción de las plantas de café a nivel de vivero. El cuarto capítulo a las prácticas para el establecimiento de un cafetal, que incluye acondicionamiento del terreno, conservación de suelos, trazado y marcado de café, siembra y densidad poblacional, manejo de arvenses y fertilización. En el quinto se describe las prácticas para la renovación de un cafetal con manejo de tejidos. El sexto hace énfasis en el establecimiento de sistemas agroforestales tecnificados con café. En el séptimo se describen las plagas y enfermedades y su manejo. El octavo se centra en el manejo de cosecha y poscosecha. El noveno se refiere al mercado del café y el décimo a las referencias bibliográficas utilizadas como apoyo para la elaboración de este manual.

Este manual se elaboró con el apoyo financiero de La Delegación de la Unión Europea en República Dominicana bajo el marco del Componente de República Dominicana del Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roya del Café (PROCAGICA-RD). Las ideas de los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de las instituciones que apoyaron este manual. Se autoriza la reproducción parcial y total de la información contenida en este documento, siempre y cuando se cite la fuente.

AUTORES

Jose Miguel Romero
y Josefina Camilo

FOTOGRAFÍAS

Felino Bueno
y José Miguel Romero

REVISORES

Héctor Jiménez, Braulio Batista,
Toribio Contreras, Quisqueya Pérez,
Efraín Camilo, Samuel Baltensperger,
Benjamín Toral, Marco Luis González,
Luis Feliz, Luz Mañán, Ricardo Rivera
Amadeo Escarramán y Ana María Arcila.

Tabla de contenido

PRESENTACIÓN

01

1

LA PLANTA DE CAFÉ

07

p7	1.1	Taxonomía
	1.1.1	Principales especies y sus características
p8		Coffea Arábica
		Coffea Canephora
p9	1.2	Estructura y Desarrollo de la Planta
	1.2.1	Sistema radicular
	1.2.2	Tallo
	1.2.3	Ramas
p10	1.2.4	Hojas
	1.2.5	Flor
p11	1.2.6	Fruto
p12	1.3	Variedades

2

FACTORES AGROECOLÓGICOS

17

p17	2.1	Factores y elementos climáticos
	2.1.1	Altitud
	2.1.2	Temperatura
p18	2.1.3	Precipitación
	2.1.4	Luminosidad
	2.1.5	Viento
p18	2.1.6	Humedad Relativa
	2.2	Suelo
p19	2.2.1	Textura
	2.2.2	Estructura
p20	2.2.3	Topografía
	2.2.4	Profundidad efectiva
	2.2.5	pH

p ₂₁	3.1	Selección de la semilla
p ₂₂	3.2	El Germinador
	3.2.1	Condiciones para el establecimiento del germinador
	3.2.2	Preparación del germinador
	3.2.3	Tamaño de los germinadores
	3.2.4	Desinfección del germinador
p ₂₃	3.2.5	Postura de las semillas
	3.3	Vivero
	3.3.1	Sombra del vivero
P ₂₄	3.3.2	Tipos de viveros
		a) Viveros en fundas
P ₂₅		b) Vivero al suelo
P ₂₇		Ventajas del vivero al suelo
		Establecimiento de viveros en tubetes

p ₂₈	4.1	Acondicionamiento del Terreno
	4.1.1	Barreras muertas
p ₂₉	4.1.2	Barreras Vivas
	4.1.3	Siembra en contorno
	4.1.4	Terrazas individuales
	4.1.5	Cajuelas
	4.1.6	Acequias de laderas
p ₃₀	4.1.7	Zanjas de infiltración
p ₃₁	4.2	Trazado y Marcado de Café
	4.3	Hoyado y Siembra de Café
	4.4	Densidad de siembra
p ₃₂	4.5	Arvenses en el cafetal
	4.5.1	Tipos de arvenses en los cafetales
p ₃₃	4.5.2	Ciclo de las arvenses
	4.5.3	Tipo de crecimiento
	4.5.4	Manejo de las arvenses
p ₃₅	4.6	Nutrición de la planta de café
p ₃₆	4.6.1	Análisis de Suelo
	4.6.2	Análisis Foliar
p ₃₇	4.6.3	Deficiencias minerales en café
p ₃₉	4.6.4	Fertilización del cultivo
p ₄₀	4.7	Encalado del suelo

5 | RENOVACIÓN DEL CAFETAL

41

p41	5.1	Manejo de tejidos
p42	5.2	Intervención de la plantación
	5.3	Sistemas y tipos de podas
	5.3.1	Podas de formación de la planta
p43	5.3.2	Podas de renovación la planta
p44	5.3.3	Sistemas de poda
p45		Poda por hileras
p47	5.3.4	Épocas para realizar las podas
	5.3.5	Deshije del café
p48	5.3.6	Resiembra y ajuste de plantación
	5.3.7	Fertilización

6 | SISTEMAS AGROFORESTALES

49

p50	6.1	Tipos de sistemas agroforestales
	6.2	Establecimiento de la sombra en el sistema agroforestal
p51	6.3	Manejo de los árboles sombreadores
	6.3.1	Poda de los árboles
	6.4	Sombra en el cafetal
p52	6.5	Ventajas de la sombra

7 | PLAGAS Y ENFERMEDADES

53

p53	7.1	Plagas
	7.1.1	Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>)
p56	7.1.2	Minador de la hoja (<i>Leucoptera coffeella</i>)
p57	7.1.3	Cochinilla harinosa, (<i>Planococcus citri</i>)
p58	7.1.4	Escama verde (<i>Coccus viridis</i>)
	7.1.5	Ratas y ratones
p59	7.1.6	Grillos (<i>Acheta assimilis</i>)
	7.1.7	Gallina Ciega (<i>Phyllophaga spp</i>)
	7.1.8	Barrenador del tallo (<i>Xylosandrus compatus</i>)
p60	7.1.9	Nemátodos (<i>Pratylenchus spp</i> y <i>Meloidogyne spp</i>)

p61	7.2	Enfermedades
	7.2.1	Roya (<i>Hemileia vastarix</i>)
p64	7.2.2	Ojo de Gallo o Gotera (<i>Mycena citricolor</i>)
p65	7.2.3	Mancha de Hierro (<i>Cercospora coffeicola</i>)
	7.2.4	Mal de Hilachas (<i>Pellicularia koleroga</i>)
	7.2.5	Antracnosis (<i>Colletotrichum spp</i>)
p66	7.2.6	Mal de Talluelo (<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium sp</i> y <i>Fusarium sp.</i>)
p67	7.2.7	Pudrición de Raíces (<i>Rosellinea sp</i>)

8 | COSECHA Y POSCOSECHA DE CAFE

68

p68	8.1	Cosecha
	8.1.1	Estimación de la cosecha
p70	8.1.2	Planificación de la cosecha
	8.1.3	Recolección del café
p73	8.2	Poscosecha
	8.2.1	Beneficiado del café
p74	8.2.2	Actividades de ajustes y limpieza preventivas en instalaciones y maquinarias
	8.2.3	Beneficiado por vía húmeda
p86	8.2.4	Vía Semi Húmeda (Café Honey o Mieludo)
p87	8.2.5	Vía seca

9 | CALIDAD Y MERCADEO DEL CAFÉ

91

p94	9.1	Grados de calidad del café
	9.2	Clasificación del café verde
p96	9.3	Normas nacionales de café
	9.4	Mercados de exportación y certificaciones de café
p97	9.4.1	Requisitos para la exportación de café desde la Republica Dominicana
	9.4.2	Certificaciones de café

10 | BIBLIOGRAFÍA

100

1.1 TAXONOMÍA

El café tiene su origen en los bosques tropicales de África. Pertenece a la familia de las Rubiáceas, la cual está formada por 500 géneros y más de 6.000 especies. Dentro de la tribu *Coffeae*, *Coffea sp* y *Psilanthus sp* son los dos géneros más relacionados (Leroy, 1980).

El género *Coffea*, es el de mayor importancia económica y está conformado por 103 especies, de las cuales 41 tienen su origen en África continental y 59 son silvestres en la isla de Madagascar. Las plantas tienen un porte que va desde pequeños arbustos hasta árboles de tamaño considerable. Su madera es dura y densa, sus inflorescencias son flores hermafroditas con corolas blancas o ligeramente rosadas. El fruto se clasifica como una drupa indehisciente, formado por dos semillas. Cada semilla tiene una grieta muy característica, la cual se conoce como la “sutura *coffeanum*” (Davis et. al, 2006 citado por Herrera y Cortina, 2013).

De todas estas especies, sólo cuatro se cultivan ampliamente y constituyen los cafés comerciales: café arábigo (*Coffea arábica*); café robusta (*Coffea canephora*); café liberiano (*Coffea libérica*) y café excelso (*Coffea excelsa*).

1.1.1 PRINCIPALES ESPECIES Y SUS CARACTERÍSTICAS

COFFEA ARÁBICA

Coffea Arábica es la especie más cultivada a nivel mundial. Tiene su origen en las tierras altas de Etiopía, en elevaciones que oscilan entre 1,350 a 2,000 msnm. Es un arbusto o árbol pequeño liso y de hojas lustrosas. Las hojas son relativamente

pequeñas, pero varían en anchura, promediando de 12 a 15 cm de largo y más o menos 6 cm de ancho, de forma oval o elíptica, acuminadas, cortas, y agudas en la base.

Las flores son fragantes, de color blanco o cremoso, subsésiles o pediceladas. Tiene

una autofecundación de 90 a 95%, lo cual permite la obtención de poblaciones homogéneas por reproducción sexual (Nutman, 1993). Las semillas tienen un tamaño que varía de 8.5 a 12.7 mm de largo.

COFFEA CANEPHORA

Esta especie es nativa de los bosques ecuatoriales de África, desde la costa oeste hasta Uganda y la parte sur del Sudán, lo mismo que de la parte de África occidental, entre las latitudes de 10° norte y 10° sur, en elevaciones desde el nivel del mar hasta más o menos 1000 metros de altura. La planta es un árbol o arbusto vigoroso de copa amplia, hojas grandes corrugadas y frutos pequeños (Herrera et. al, 2012 citado por Cortina et. al, 2013).

Las flores son blancas, algunas veces ligeramente difusas con rosa, en dos racimos

axilares, sésiles, con o sin brácteas con hojas y corola con 5 a 7 lóbulos. Las bayas son elipsoides con más o menos de 8 a 16 mm y con estriadas cuando están secas. El café en la taza es amargo y tiene alto contenido de cafeína.

Esta especie tiene varias características favorables:

- a) baja cantidad de fruta para la proporción de grano seco 3.5:1 en comparación de 5.6:1 para el café arábigo);
- b) alta capacidad productiva y
- c) buena capacidad para retener el fruto en el árbol por algún tiempo después de la madurez.

1.2 ESTRUCTURA Y DESARROLLO DE LA PLANTA

1.2.1 SISTEMA RADICULAR

El sistema radicular en la planta de café se forma con el inicio de la germinación de la semilla. Lo primero que se desarrolla es la radícula, la cual origina la raíz principal, y de ésta se desarrolla todo el sistema radicular.

La planta de café desarrolla una raíz principal (pivotante) que puede alcanzar entre 50 y 60 cm de profundidad. De esta raíz se forman dos tipos de raíces: axiales que

sirven para dar anclaje a la planta y laterales, de las cuales se forman las raicillas por donde se absorben los nutrientes en la solución del suelo.

El sistema radical del café es relativamente superficial, encontrándose el 52% de las raíces absorbentes en los primeros 10 centímetros de profundidad; el 80% de ellas en los primeros 30 centímetros de suelo; y el 96% en los primeros 50 centímetros de profundidad del suelo (Arcila et. al, 2007).

La raíz es el principal órgano de la absorción de agua y minerales, y el anclaje al suelo de las plantas. Un buen sistema radicular favorece el desarrollo vegetativo y productivo de la planta de café.

1.2.2 TALLO

La planta de café tiene por lo general un solo tallo con nudos y entrenudos. En los primeros 3 a 4 nudos de una planta joven sólo brotan hojas. En el ápice del tallo se forman los nudos, hojas y se produce el crecimiento vertical de la planta (crecimiento ortotrópico). Mientras que en el ápice de las ramas ocurre la formación de nudos, hojas y el crecimiento lateral de la planta (crecimiento plagiotrópico). En cada nudo formado en el tallo se desarrollan dos axilas foliares opuestas. En cada axila se producen cuatro a cinco yemas seriadas, las cuales se denominan laterales o axilares. La primera yema produce los brotes que crecen horizontalmente (ramas primarias), y la segunda brotes verticales o chupones. Las otras yemas permanecen latentes y eventualmente pueden formar flores/frutos (Arcila et. al., 2007).

1.2.3 RAMAS

La formación de las ramas es el crecimiento inicial de una planta de café. En el quinto nudo del tallo, se observa la aparición de la primera rama lateral. Las ramas laterales primarias se originan de yemas en las axilas de las hojas del tallo principal. Estas ramas se alargan continuamente y se producen a medida que el eje central madura. Las ramas primarias plagiotrópicas, dan origen a otras ramas que se conocen como secundarias y terciarias, las cuales producen normalmente yemas vegetativas.

1.2.4 HOJAS

En las hojas se producen procesos que son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, como son la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. En las plantas de *Coffea arábica* las hojas son opuestas, elípticas, de color bronce o verde claro cuando son jóvenes y se tornan verde oscuro a medida que se desarrollan. El color de las hojas en los primeros estados de desarrollo es una característica que permite diferenciar las variedades de café.

Las hojas son glabras (sin pelos) y cubiertas por una capa cerosa en el haz. El sistema de nervaduras es reticulado, con una nervadura central de 9 a 12 nervaduras secundarias en ambos lados, recurvadas y sobresalientes en el envés. Los bordes son enteros y levemente ondulados (Florez, et. al, 2013). Claudia Patricia Flórez Ramos;

La estructura foliar se refiere a la conformación y la disposición de las diferentes partes que conforman las hojas y su ubicación en la planta de café, entre las que se citan las siguientes: Claudia Patricia Flórez Ramos; Lizardo.

EL PECIOLO

Es el órgano que da soporte a la lámina foliar uniéndola con el tallo. Su función principal es el transporte de agua, sales minerales y azúcares desde el tallo hacia la hoja y desde ésta hacia los demás órganos de la planta.

LAMINA FOLIAR

Está formada por la epidermis superior (haz) y la inferior (envés) la cual está protegida por la cutícula. También por el mesófilo, el cual está estructurado por los parénquimas de empalizada y esponjoso.

La estructura foliar del café varía dependiendo de la especie, edad de la plantación, estado fitosanitario y condiciones ambientales. En las hojas se producen por efecto de la fotosíntesis los carbohidratos, los cuales sirven para la formación de los órganos de la planta. El desarrollo vigoroso y sano de las hojas se traduce en un buen funcionamiento de la planta que se expresa en la capacidad productiva y en la calidad del café.

1.2.5 FLOR

La flor del café está formada por una corola con cinco lóbulos, un cáliz, cinco estambres y el pistilo (Ovario, estilo y estigma). En la base de la corola se encuentra el ovario, en el cual se forman dos óvulos. Estos óvulos cuando son fecundados se producen dos semillas de café. La flor se une a la inflorescencia mediante el pedicelo. Los estambres se insertan entre los lóbulos a través de filamentos cortos. Cada estambre posee

una antera que contiene cuatro sacos polínicos. Las flores abren temprano en la mañana y permanecen abiertas entre 2 y 3 días aproximadamente. Una vez fertilizadas, las anteras se tornan de color café. Después de 2 días la corola blanca y todas las demás partes de la flor caen, dejando el ovario al descubierto, dando inicio a la formación del fruto.

Las flores del café se forman a partir de yemas seriadas, localizadas en las axilas foliares. Estas axilas foliares se encuentran en los nudos de las ramas plagiotrópicas y con menor frecuencia en los nudos de los brotes ortotrópicos. Cada nudo presenta dos axilas foliares opuestas. En cada axila se forman de tres a cuatro yemas. Cada yema posee un tallo corto denominado pedúnculo, el cual presenta varios nudos en los que se insertan dos hojas diminutas y opuestas, denominadas brácteas, en cuyas axilas se producen alrededor de cuatro botones florales. Este conjunto constituye la inflorescencia, denominada también glomérulo (Arcila, 2004).

La floración del café depende de la variación de factores genéticos y ambientales. La humedad en el suelo, la temperatura y radiación solar, son los factores ambientales principales. Los cambios en las lluvias y en la amplitud térmica influyen la distribución de la floración, lo cual se expresa en el número de recolecciones de café durante el periodo de cosecha.

1.2.6 FRUTO

El fruto del café es definido como una baya drupácea, conformada por la pulpa, epidermis o exocarpio y el mucilago o mesocarpio que es una sustancia azucarada que recubre los dos granos enfrentados con cara plana. La almendra que es de donde se extrae la bebida, está cubierta por dos capas: pergamino o endocarpio, que es dura y frágil y por una película plateada. (Puerta, 2005). En el fruto bien desarrollado, el endocarpio forma finalmente el pergamino de la semilla.

SEMILLA

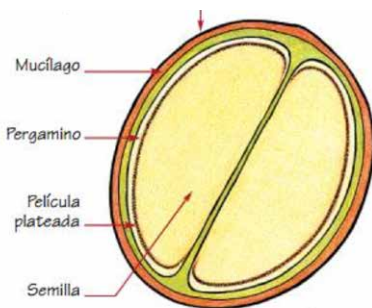
La semilla es el órgano a partir del cual se forma una nueva planta. Su formación se inicia con la fecundación en la flor. En el caso del café, el fruto formado tiene un par de semillas, una por cada lóculo o cavidad. Según la variedad de café y las condiciones ambientales prevalecientes, la semilla alcanza la madurez fisiológica entre 180 a 330 días después de fecundación dependiendo de la variedad y la zona cafetalera (Florez, et. al, 2013). Claudia Patricia Flórez Ramos; La semilla es una nuez, de forma oblonga, plano convexa y de tamaño variable (10 a 18 mm de largo y 6.5 a 9.5 mm de ancho (Arcila et. al, 2007).

Está formada por las siguientes partes:

- a)** Película plateada: constituida por células fusiformes de tamaño pequeño que recubren al endospermo;
- b)** Endospermo: es el tejido de reserva que constituye el mayor porcentaje de la semilla. El embrión lo utiliza como fuente de nutrientes durante sus primeros estados de desarrollo, cuando aún no han emergido los cotiledones.
- c)** Embrión: se encuentra sobre la cara convexa de la semilla. Está conformado por un hipocotileo (Parte del eje por debajo del cotiledón) que da origen a la radícula y un epicotileo (Parte del eje por encima del cotiledón) a partir del cual se originan los dos cotiledones (Velásquez, Arcila y Aristizabal, 2003).



Variedad Típica



Composición del fruto del café

Para el desarrollo de la planta la semilla es un insumo básico. Desde la fecundación hasta la madurez fisiológica de la semilla, la planta debe disponer de la humedad y los nutrientes requeridos en el suelo para la mejora de la productividad y la calidad del café.

1.3 VARIEDADES

Desde antes de entrada al país de la roya del café en la década de los años ochenta del siglo pasado, en la mayoría de las zonas cafetaleras las principales variedades son Típica y Caturra, con base en el área de producción. A partir del 2011, se produjo la reaparición de este hongo con una alta incidencia en todas las zonas productoras. Ante esta situación, el subsector cafetalero impulsó, dentro de la estrategia de manejo de la enfermedad, un cambio varietal con la siembra de manera escalonada de variedades introducidas resistentes.

Según el mercado de café, se recomienda las variedades siguientes: Caturra y Catuaí. También, las variedades introducidas en los últimos 10 años (Lempira, Costa Rica, Obatá, Tupí, Acauá, y Castillo, entre otras). Es importante tener informaciones de los resultados registrados sobre el comportamiento de estas variedades en las zonas productoras.

TÍPICA

Es una variedad de porte alto con entrenudos largos y brote bronceado. El ángulo de las ramas es abierto. Los frutos son grandes y de color rojo y amarillo. Tiene una capacidad productiva media y la calidad de taza es excelente. Es susceptible a la roya del café.

CATURRA

Esta variedad tiene su origen en una mutación espontánea que se produjo en una plantación de la variedad Borbón en el Estado de Minas Gerais de Brasil. La planta es de porte bajo, con entrenudos cortos, tallo grueso y poco ramificado. Tiene brotes verdes, hojas elípticas y frutos de color rojo y amarillo; ramas laterales cortas y abundantes con ramificación secundaria, lo que da a la planta un aspecto vigoroso y compacto. Tiene una alta capacidad productiva y una buena calidad en la taza. Es susceptible a la roya del café.

CATUAÍ

Esta variedad proviene del cruzamiento entre las variedades Caturra y Mundo Novo en Brasil. La planta es de porte bajo, entrenudos cortos y muy vigorosos. Tiene brotes verdes, hojas elípticas y frutos de color rojo y amarillo; ramas laterales con muchas palmillas; alta capacidad productiva y una buena calidad en la taza. La maduración del fruto es mediana a tardía. Es susceptible a la roya del café.

OBATÁ

Esta variedad corresponde al grupo de los sarchimores, que es el resultado del cruzamiento entre la variedad Villa Sarchi y el híbrido de Timor. La planta es de porte bajo, muy vigorosa, con entrenudos cortos y buena ramificación secundaria. Tiene brotes verdes, y frutos grandes de color rojo y amarillo; ramas laterales muy largas; alta capacidad productiva y buena calidad en la taza. La maduración del fruto es media a tardía. Es resistente a la roya del café.

TUPÍ

Esta variedad es un sarchimor. La planta es de porte bajo y entrenudos cortos. Tiene brotes bronceados y frutos grandes de color rojo; ramas laterales muy largas; alta capacidad productiva y buena calidad en la taza. La maduración del fruto es precoz. Es resistente a la roya del café.



Variedad Caturra



Variedad Obatá



Variedad Catuai



Variedad Tupi

ACAUÃ

Esta variedad es un sarchimor. La planta es de porte bajo y entrenudos cortos y buen vigor. Tiene frutos grandes de color rojo, alta capacidad productiva y buena calidad en la taza. La maduración del fruto es tardía. Es resistente a la roya del café y tolera sequía.



Variedad Acauã

CASTILLO

Esta variedad pertenece al grupo de los catimores, que es el resultado del cruzamiento de la variedad Caturra y el híbrido de Timor. Es un compuesto formado por 29 líneas de café. La planta es de porte mediano, con entrenudos cortos. Tiene brotes bronceado oscuro, frutos grandes de color rojo; ramas laterales largas y con mediana ramificación secundaria. El grano es grande con más de 80 % de café supremo. Tiene una alta capacidad productiva y una buena calidad en la taza. Es resistente a la roya y a la enfermedad de la cereza del café (CBD).



Variedad Castillo

LEMPIRA

Esta variedad pertenece al grupo de los catimores. La planta es de porte mediano, con entrenudos cortos, tallo grueso y poco ramificado. Tiene brotes marrón rojizo, hojas elípticas, frutos grandes de color rojo; ramas laterales largas y con mediana ramificación secundaria; alta capacidad productiva y una calidad media en la taza. La maduración del fruto es temprana. Es resistente a la roya del café. En Honduras la resistencia a la roya fue suplantada por nuevas razas del hongo.



Variedad Lempira

COSTA RICA 95

Esta variedad pertenece al grupo de los catimores. La planta es de porte mediano, con entrenudos cortos, tallo grueso y poco ramificado. Tiene brotes marrón rojizo, hojas elípticas, frutos grandes de color rojo; ramas laterales largas y con mediana ramificación secundaria. Tiene una alta capacidad productiva y una calidad de taza media. La maduración del fruto es precoz. Es resistente a la roya del café.



Variedad Costa Rica 95

2.1 FACTORES AGROECOLÓGICOS

2.1.1 ALTITUD

La altitud es un factor climático de importancia para el desarrollo de las plantas por su efecto en la variación de la temperatura. El café se adapta en zonas con altitudes que van desde los 500 hasta 1,400 msnm en el país. En general, para producir cafés de buena calidad se recomienda el establecimiento del cafetal sobre los 700 msnm.

2.1.2 TEMPERATURA

Es uno de los elementos climáticos que más afecta la fisiología del café. La tasa fotosintética, el desarrollo foliar y la formación de botones florales están influenciados en forma directa por la temperatura. El rango óptimo para el cultivo de café oscila entre 18°C a 22°C. Cuando se registran temperaturas por debajo de 18°C se promueve el crecimiento vegetativo y se reduce la tasa de diferenciación floral del café (Jaramillo, 2005). Si la temperatura es mayor a 22°C se acelera el crecimiento vegetativo afectando la floración y fructificación.

Los cambios diarios expresados en la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima es definida como amplitud térmica, la cual influye en la floración. Cuando la amplitud térmica es superior a 10°C, se promueve la floración (Ramírez, et. al, 2011).

2.1.3 PRECIPITACIÓN

La planta de café crece bajo una amplia gama de condiciones de precipitación pluvial. La precipitación anual óptima para el cafetal varía entre 1,600 a 1,800 mm, con una buena distribución. Un período corto de sequía se considera favorable a la floración del café. Contrario a esto, el exceso de lluvia no promueve la floración. Las deficiencias hídricas favorecen la floración, pero limitan el crecimiento vegetativo y el desarrollo normal del fruto (Arcila y Jaramillo, 2003).

2.1.4 LUMINOSIDAD

El café es una planta de días cortos, lo que significa que florece cuando la noche tiene una duración mayor que el día. Además del fotoperiodo, el brillo solar es otro componente de la luminosidad de importancia para la planta. Es un indicador de la cantidad de la energía lumínica recibida en la superficie terrestre. Se considera como un factor climático de acumulación, cuando interactúa con la cantidad de biomasa disponible en hojas, determinando la productividad potencial del cafetal. El proceso de acumulación de biomasa del cultivo de café depende fundamentalmente de la cantidad de energía recibida, absorbida y redistribuida por la planta. En general, para un buen desarrollo del café, el brillo solar óptimo es de 4 a 7 horas de luz/día.

2.1.5 VIENTO

Este elemento climático tiene una gran importancia, ya que aumenta la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de las plantas a medida que aumenta su velocidad. Corrientes de aire muy fuertes resecan y rompen hojas, brotes tiernos y yemas florales. El efecto negativo del viento se reduce con la plantación de árboles sombreadores dentro del cafetal.

2.1.6 HUMEDAD RELATIVA

El rango favorable para el desarrollo del café oscila entre el 70 – 85%. Períodos prolongados de alta humedad relativa favorecen el desarrollo y la incidencia de plagas y enfermedades.

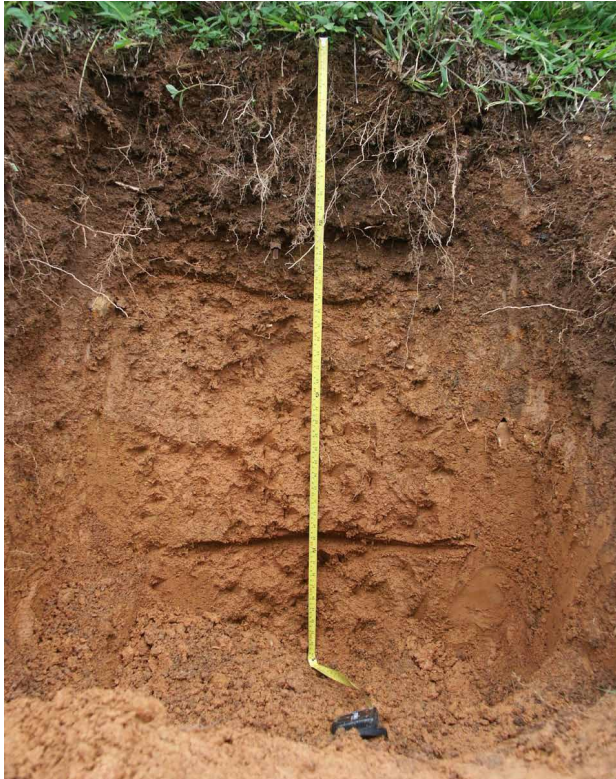
2.2 SUELO

Es un cuerpo natural en forma de perfil, formado por una mezcla variable de minerales meteorizados, agua, aire, materia orgánica y micro-organismos, que proporciona a las plantas:

- a) Elementos esenciales (nutrientes), para su crecimiento y producción.
- b) Un medio de almacenamiento y aprovisionamiento de agua.
- c) Oxígeno para la respiración de las raíces y para los microorganismos que habitan en el mismo.
- d) Soporte mecánico para su anclaje.

Los componentes principales que forman el suelo son:

- a) Minerales, que representan el 45% del volumen total
- b) Agua y aire juntos, que representan el 50%;
- c) Materia orgánica, que representa el 4% y
- d) Organismos bióticos, que representan el 1%.



Perfil de suelo

2.2.1 TEXTURA

Está relacionada con la proporción de partículas sólidas como son arena, limo y arcilla. Dependiendo de la mayor proporción de estas partículas los suelos pueden ser arenosos, limosos, arcillosos. Los suelos francos, con una proporción similar de arena, arcilla y limo, son los más apropiados para el cultivo del café.

2.2.2 ESTRUCTURA

Es la forma que toman las partículas del suelo al agregarse unas a otras, debido básicamente, a la actividad microbiana y a las cargas magnéticas de las partículas de arcilla. La estabilidad y consistencia de los agregados, depende del contenido y tipo de arcilla.

La aireación, el drenaje y la penetración de las raíces en el suelo, depende en gran medida de su estructura, las cuales son: Laminar, Prismática, en Bloques y Granular. Desde el punto de vista agrícola, la estructura granular es la más adecuada.

2.2.3 TOPOGRAFÍA

Es el grado de inclinación del terreno. En general, se recomienda el establecimiento del cafetal en suelos con pendiente por debajo de 40 %. En pendientes superiores a este valor, se favorece el lavado de suelos y nutrientes y se hace más costosas las labores del cultivo del café.

2.2.4 PROFUNDIDAD EFECTIVA

La profundidad del suelo para el desarrollo normal de la planta de café, debe ser igual o mayor a 0.7 metros debido a que las raíces pueden llegar a esa profundidad sin encontrar obstáculo alguno. En la mayoría de las zonas cafetaleras del país, los suelos tienen una profundidad que varía de 0.5 a 0.7 (IDIAF, 2010).

2.2.5 PH

El pH es el del grado de acidez y alcalinidad de los suelos. El valor del pH expresa la concentración de los iones libres de hidrogeno en la solución de suelo. Este factor es determinante para el desarrollo del cafetal debido a su influencia en la solubilidad y absorción de los nutrientes en la solución de suelo.

Para el café, el pH óptimo del suelo varía de 5.5 a 6.5. Cuando es menor de 5.5, se debe evaluar los contenidos de manganeso (Mn) y de aluminio (Al), entre otros nutrientes. Si el nivel de estos elementos es alto provoca toxicidad en la planta. Además, afecta la población y las actividades de los microorganismos en la mineralización de la materia orgánica (CENICAFE, 2016).

Los suelos de las principales zonas cafetaleras del país, se clasifican en fuertemente ácidos, medianamente ácidos y ligeramente ácidos con un pH promedios de 4.68, 5.56 y 6.8, respectivamente. Los suelos calificados como fuerte y mediamente ácidos predominan en la Cordillera Central, mientras que los ligeramente ácidos se localizan en la Cordillera Septentrional y en las Sierras de Neyba y Bahoruco (IDIAF, 2010).

Para el establecimiento de un cafetal se debe seleccionar una zona productora apropiada, para lo cual es necesario tomar en cuenta la relación suelo-clima y el cambio climático (variación de la temperatura y de los patrones de lluvia). El clima y el suelo requeridos combinados con un buen manejo del sistema de producción, contribuyen con el desarrollo del cafetal mejorando la producción y calidad del café.

3.1 SELECCIÓN DE LA SEMILLA

Para la producción y selección de la semilla de café de calidad, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

> Seleccionar plantaciones de una sola variedad para evitar la mezcla de semillas de diferentes variedades. Las plantaciones deben tener las características genéticas y agronómicas de la variedad de café seleccionada.

> Cosechar frutos maduros.

> Realizar la prueba de flote, depositando el café uva en agua. Separar los frutos que floten antes del despulpado.

> Despulpar el café uva el mismo día de la recolección. Utilizar una máquina despulpadora limpia y bien calibrada, para no contaminar y romper las semillas.

> Fermentar el café despulpado durante 12 a 24 horas dependiendo de la temperatura ambiental.

> Lavar las semillas con agua limpia de 2 a 3 veces hasta para retirar el mucilago.

> Secar la semilla al sol en piso de cemento o en zarandas durante 2 a 4 horas. Continuar el secado en un lugar sombreado y ventilado, hasta alcanzar el 25 % de humedad aproximadamente.

> Almacenar la semilla en lugar adecuado con temperatura de 27°C y 80% de humedad.

> Separar las semillas defectuosas (caracoles; triángulos; elefantes; granos pequeños, negros, rotos) y cualquier material extraño.



3.2 EL GERMINADOR

Es el lugar donde se colocan las semillas para su germinación o crecimiento hasta que estén listas para ser trasplantadas al vivero. Según la variedad seleccionada en una libra de semilla se obtienen 1,200 a 1,800 semillas viables y 1,000 a 1,200 plántulas de café.

3.2.1 CONDICIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL GERMINADOR

- > Establecimiento al aire libre y protegido del sol
- > Agua disponible para el riego
- > Proximidad al vivero
- > En un lugar que no facilite el encharcamiento del suelo.
- > Protección de animales

3.2.2 PREPARACIÓN DEL GERMINADOR

El germinador no requiere condiciones de fertilidad del suelo, debido a que las semillas germinan y las plántulas se sostienen utilizando sus propias reservas. Las principales características del sustrato es que sea suelto, sin resistencia al desarrollo de la raíz, a una profundidad no menor de 6 cm. El material recomendado como sustrato es la arena fina de río lavada y desinfectada.

3.2.3 TAMAÑO DE LOS GERMINADORES

Dependiendo de la cantidad de plántulas a producir se debe determinar el área de los germinadores. En general se recomienda, las dimensiones siguientes: 1.0 m de ancho x 0.20 m de alto por no más de 20 m de largo. Se debe dejar un pasillo de 0.40 m a 0.50 m, lo que permite realizar las labores de manejo en el proceso de germinación. Se recomienda sembrar una libra de semilla por m² de germinador.

3.2.4 DESINFECCIÓN DEL GERMINADOR

La desinfección del sustrato es muy importante para obtener plántulas libre de enfermedades, principalmente Mal del Talluelo (*Rhizoctonia solani*). Se debe utilizar dos a tres galones por m² de agua muy caliente, o productos químicos recomendados. No se debe regar las semillas inmediatamente después de la desinfección del sustrato.

3.2.5 POSTURA DE LAS SEMILLAS

Debe realizarse con una anticipación de 45 a 60 días antes del trasplante. Se debe humedecer el sustrato antes de colocar las semillas. En general, se recomienda sembrar la semilla a chorrillo mediante la construcción de surcos a una profundidad de 1.5 a 2.0 centímetros y separados de 5.0 a 7.0 centímetros. Otra opción es la siembra

al voleo, para la cual se debe tener en cuenta el número de semilla a sembrar por m² del germinador. Luego se debe colocar una cubierta preferiblemente de material vegetal para conservar la humedad del sustrato. La cubierta debe retirarse a los 30 a 40 días cuando las semillas hayan germinado.

La siembra de semilla de calidad, la desinfección del sustrato y la humedad son factores que se deben tomar en cuenta para la producción de plántulas sanas y con buen desarrollo.

3.3 VIVERO

Es el lugar donde se colocan las plántulas para su desarrollo, hasta que alcanzan las condiciones requeridas para trasplantar al campo. Para el establecimiento de un vivero, se deben tomar en cuenta las siguientes condiciones:

- > Terreno con topografía plana
- > Disponibilidad de agua
- > Suelo con buen drenaje
- > Fácil acceso
- > Localizado lo más cerca posible del lugar seleccionado para el establecimiento del cafetal

3.3.1 SOMBRA DEL VIVERO

Se recomienda utilizar sombra controlada que puede ser natural o artificial. La sombra natural es la proporcionada por árboles existentes en el área donde se establezca el vivero.

La siembra de semilla de calidad, la desinfección del sustrato y la humedad son factores que se deben tomar en cuenta para la producción de plántulas sanas y con buen desarrollo.

Para la sombra artificial es necesario construir un almacén de madera o de tubos galvanizados, distanciados de 2 a 4 m con una altura de 2.10 a 2.40 m. Los materiales más utilizados para proveer la sombra son: palmas y sarán. El porcentaje de sombra depende de la ubicación del vivero. En general varía de 30% en zonas altas a 60 % en zonas bajas.

3.3.2 TIPOS DE VIVEROS

A) VIVEROS EN FUNDAS

En el país, las fundas más utilizadas son de polietileno, color negro, 6 x 8 pulgadas, calibre 200, con doble fuelles y perforadas (12-14 perforaciones).

PREPARACIÓN DE SUSTRATO Y LLENADO DE FUNDAS

Para la preparación del sustrato se debe realizar lo siguiente:

- > Utilizar suelos provenientes de lugares no cultivados, de textura franca o franco arcilloso, con buen contenido de materia orgánica.
- > Analizar el suelo químicamente para conocer su fertilidad y biológicamente para determinar la presencia de organismos patógenos que puedan afectar la planta de café.
- > Agregar materia orgánica descompuesta, en una proporción que dependerá del material que se utilice. Mezclar tres partes de suelo con una parte de gallinaza, pulpa de café y estiércol de vaca. En los casos de materia orgánica de chivos y ovejos la proporción es 5:1 y para lombricompost 7:1. Para prevenir la incidencia de enfermedades y de otros organismos se recomienda desinfectar el sustrato antes de llenar la funda.

COLOCACIÓN DE LAS FUNDAS

Las fundas se colocan en la superficie del suelo. Para lugares secos y donde el riego es escaso, las fundas deben ser enterradas por lo menos hasta la mitad de su tamaño, para mantener la humedad dentro de ella.

Hay diferentes modalidades de colocación de fundas; la más recomendada es la colocación de hileras dobles separadas por 10 cm y formando bloques de 3 hileras dobles. Cada hilera doble ocupa 20 cm de ancho aproximadamente. La separación entre bloques debe ser de 40 a 50 cm para facilitar las labores de manejo.



Germinador de café tapado



Vivero con sombra artificial

ARRANQUE DE LAS PLÁNTULAS

A los 45 a 60 días las plántulas alcanzan la etapa de fosforito. Primero se debe irrigar el sustrato y luego arrancar las plántulas de manera cuidadosa para que las raíces no sufran daños. Se debe seleccionar las plántulas que presenten buen desarrollo, tallo de color verde y con buen sistema radicular.

Para realizar el trasplante de la plántula a la funda en el vivero es necesario regar el germinador con anterioridad para facilitar su extracción sin provocar roturas de la raíz. Se recomienda lo siguiente:

- > Seleccionar las plántulas en la etapa de fosforito. Este tipo de plántula facilita el enraizamiento, produce un mayor desarrollo de la planta y menos pérdida en el trasplante.
- > Eliminar plántulas con doble raíz o cualquier otro defecto.
- > Cortar la raíz principal a una longitud de dos pulgadas.
- > Hacer un hueco amplio y profundo para darle buena distribución a la raíz.
- > Trasplantar las plántulas de café de manera que el cuello de la misma quede al nivel del sustrato en el germinador. Se recomienda trasplantar una plántula por funda.
- > Presionar el suelo para evitar posibles bolsas de aire.

B) VIVERO AL SUELO

Esta modalidad de vivero es poco utilizada en el país. Consiste en producir plantas directamente al suelo y a plena exposición solar.

Las condiciones ideales para su establecimiento son las siguientes:

- > Terrenos ubicados a una altitud superior a 500 m.
- > Topografía plana o ligeramente inclinada. En terreno plano se debe construir un drenaje.
- > Suelos francos o francos arcillosos, fértiles y buen contenido de materia orgánica.
- > Disponibilidad de agua para la instalación del sistema de riego.



Café germinado

Dimensiones de los canteros

- > Largo: no más de 30 m
- > Ancho: 1.10 a 1.40 m
- > Altura: Desde ras de suelo hasta 15 cm.
- > Ancho de pasillos: 40 a 50 cm
- > Cuadro de siembra con separaciones de 20 x 20 cm y 25 x 25 cm, colocando 2 o 3 fosforitos o mariposas, si es de trasplante. Si la siembra es directa se debe colocar de 2 a 3 semillas por hoyo.

MANEJO

La primera actividad para el establecimiento del vivero es arar el terreno y luego construir los canteros y sistemas de drenajes. Las demás actividades son similares a las del vivero en fundas, como son control de malezas, fertilización, manejo de plagas, enfermedades y nemátodos.

PODA DE RAÍZ

Consiste en cortar la raíz pivotante a 12 centímetros de profundidad, desde la base del tallo. El corte se hace con un palín bien afilado, colocándolo a 12 cm del tronco, formando un ángulo de 45° con el suelo e introduciéndolo de un solo golpe hasta cortar la raíz. Luego hacer palanca para reventar las raíces laterales. Esta práctica debe realizarse dos meses antes del trasplante al campo, cuando el 90% de las plantas hayan desarrollado dos o más pares de cruces.

Antes de la poda debe regarse el cantero durante tres días consecutivos, así como durante los tres días siguientes. Luego se mantiene el riego hasta que la guía de la planta vuelva a tomar su posición vertical.



Trasplante de vivero en funda

VENTAJAS DEL VIVERO AL SUELO

- > Bajo costo de producción por planta.
- > Plantas más vigorosas.
- > Más plantas por unidad de superficie.
- > Facilita el transporte de la plantas.

C) VIVEROS EN TUBETES

Consiste en el uso de tubetes plásticos o conos maceteros para la producción de plantas. Es una tecnología que tiene como ventaja la reducción de costos de producción por planta, ya que requiere de menor espacio, tiempo, volumen de suelo, fertilizantes, plaguicida, agua, mano de obra y costo de transporte.

ESTABLECIMIENTO DE VIVEROS EN TUBETES

- > El umbráculo debe ser igual al utilizado en viveros en fundas.
- > Preparación de la mesa: se construye con malla ciclónica calibre 9 mm y agujeros de 2 pulgadas; de 1.20 m de ancho y el largo requerido.

La malla debe fijarse en estructuras metálicas de 1 m de altura y 1.20 de ancho. Al centro de la mesa reforzar, con una varilla de 3/8 pulgadas como soporte del peso de los tubetes. Entre mesas se deja un espacio de 0.50 m.

Colocación de los Tubetes

Los tubetes deben colocarse dejando un orificio vacío entre plantas. En estas condiciones un metro cuadrado de malla tiene capacidad para 128 tubetes.

La siembra puede hacerse bajo las siguientes modalidades: semilla, pregerminada, fosforito y Mariposa. En la siembra de la semilla, se debe colocar una al centro de cada tubete, a 1.5 cm de profundidad. Cuando se trasplanta el fosforito o mariposa, se debe abrir un hoyo en el centro del tubete y sembrar la plántula al mismo nivel que tenía en el semillero, evitando la siembra con la raíz doblada.

Por lo general, las plantas producidas en tubetes están listas para la siembra en el campo, entre 6 a 7 meses después de trasplantadas.

Para la producción de plantas sanas y vigorosas en el vivero se debe realizar un buen manejo que incluya disponibilidad de humedad y de nutrientes en el sustrato, y control de arvenses, plagas y enfermedades. La siembra de una buena planta contribuye con la mejora de la productividad y producción de café en la finca.

4.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Dada la importancia del suelo para las plantas, se deben implementar prácticas que favorezcan su conservación, siendo las más comunes: construcción de barreras muertas y vivas, siembra al contorno, terrazas individuales, acequias y zanjas de infiltración. Además el uso de coberturas vegetales. En el terreno seleccionado se debe realizar una labor de chapeo para la eliminación de las malezas. Como prácticas de conservación de suelo, se recomienda las siguientes:

4.1.1 BARRERAS MUERTAS

Con los materiales disponibles se debe construir barreras muertas en contra de la pendiente. La distancia de entre barreras debe ser de 6 a 10 metros según la pendiente del terreno, como se indica en la tabla 1.

Pendiente (%)	Distancia (m)
5	25
10	20
15	18
20-25	15
30-35	12
40-55	9
60	6

Distancia de las barreras según la pendiente de terreno



Barrera Muerta

4.1.2 BARRERAS VIVAS

Son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso, que se siembran siguiendo una línea en contorno. Este tipo de barreras tiene como objetivo principal reducir la velocidad del agua de escorrentía y retener el suelo.

El material utilizado como barrera viva, debe manejarse para evitar la proliferación excesiva. Las especies más recomendadas son:

- > Limoncillo de té (*Cymbopogon citratus*)
- > Pachulí (*Vetiveria zizanoides*)
- > Sinfitun (*Borragus officinalis*)
- > Titonia (*Tithonia diversifolia*)
- > Jengibre (*Zingiber officinale*)
- > Piña (*Ananas comosus*)

4.1.3 SIEMBRA EN CONTORNO

Consiste en disponer las hileras en forma transversal a la pendiente en curvas al contorno. Cada hilera de plantas constituye una barrera que disminuye la velocidad del agua de escorrentía.

4.1.4 TERRAZAS INDIVIDUALES

Las terrazas individuales son pequeñas plataformas de forma circular, con un diámetro de entre 60 y 80 Cm., donde se siembran las plantas. Sobre estas, se realizan las prácticas culturales y su principal función, consiste en reducir la velocidad de las aguas de escorrentía, favoreciendo su infiltración.

4.1.5 CAJUELAS

Son excavaciones rectangulares de 50 a 60 cm. de longitud por 20 cm. de ancho y 20 cm. de profundidad, que se construyen a una distancia aproximada de 40 cm. del lado arriba del tronco de la planta. Se recomiendan para terrenos con suelos franco arenoso y arenoso con pendientes mayores de 20%.

Tiene tres finalidades:

- A)** Servir de depósito del abono aplicado.
- B)** Retener la materia orgánica.
- C)** Captar el agua de escorrentía.

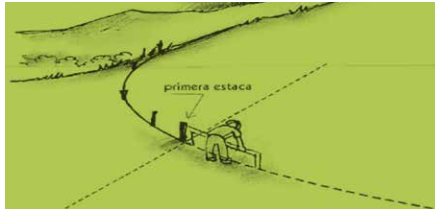
4.1.6 ACEQUIAS DE LADERAS

Son pequeñas zanjas que se construyen contra la pendiente. Consisten en canales de 0.30 metros de ancho en el fondo, con taludes de 1 grado de inclinación, profundidad y desnivel variables; que se construyen a distancias diferentes de acuerdo a la inclinación del terreno.

Son de 20 – 30 centímetros del borde superior a la acequia y a lo largo de ella se siembra una barrera viva con el objetivo de filtrar el agua que llegue al canal, logrando disminuir la cantidad de material que en él se depositan.

4.1.7 ZANJAS DE INFILTRACIÓN

Son zanjas que se construyen a nivel en suelos de textura arenosa, con la finalidad de retener el agua de escorrentía, facilitando su infiltración.



Trazado de línea guía con caballete

El suelo es un recurso natural valioso para el desarrollo del cafetal. En el establecimiento de la plantación es recomendable la aplicación de las diferentes prácticas para su conservación.

4.2 TRAZADO Y MARCADO DE CAFÉ

El trazado del cafetal depende de la inclinación que tenga el terreno y del marco de siembra a utilizar. En terrenos con más de 10% de inclinación, se debe trazar la línea guía a curva de nivel en la parte más ancha y superior mediante el uso del nivel tipo A o del caballete. En cada punto de las patas del nivel o del caballete se coloca una estaca en la línea guía.

A partir de la línea se trazan las hileras de siembra del café utilizando dos varas. La primera vara tendrá una longitud según la distancia establecida entre las hileras de café y la segunda según la distancia entre plantas dentro de la hilera. En la unión de las dos varas debe haber un ángulo de 90°, para mantener fijo dentro de lo posible la distancia entre hileras. Otra herramienta que se puede utilizar, en la T construida con tubos PVC de media pulgada. La sección de mayor longitud corresponde a la distancia entre hileras y la menor a la distancia entre plantas. Las dimensiones dependerán del marco de plantación seleccionado.



Siembra de hileras



Trazado y marcado de café

4.3 HOYADO Y SIEMBRA DE CAFÉ

En los sitios de siembra de café se debe construir un hoyo de 20 cm de ancho por 25 cm de profundidad. El hoyo se debe hacer 2 o tres semanas antes de la siembra. Se recomienda la aplicación de materia orgánica, si está disponible en la finca. Esto facilita su meteorización y crea un hábitat adecuado para la planta.

Para la siembra se debe quitar la funda plástica de la planta con cuidado. La planta se debe colocar en el hoyo y rellenar con tierra los espacios y luego apisonar la tierra alrededor de la planta. Es conveniente que la base del tallo de la planta este al mismo nivel de la superficie del suelo. Antes de la siembra, se debe observar bien la raíz principal. Si esta doblada, se debe cortar.

4.4 DENSIDAD DE SIEMBRA

Para variedades de porte bajo, el marco de plantación más utilizado es de 2 metros entre hileras y 1 metro entre plantas, para una densidad de siembra de 314 plantas por tarea (5,000 ptas/ha). Para variedades de porte alto también existen otras opciones, pero el más utilizado es 2 metros entre hileras y 1.5 a 2 metros entre plantas, igual a 157 a 210 plantas por tarea (2,500 a 3,355 pta/ha).



Hoyo de café



Planta de café sembrada

4.5 ARVENSES EN EL CAFETAL

Se denomina malezas a aquellas plantas que interfiere con el cultivo, afectando negativamente el sistema productivo. Estas interfieren con el libre desarrollo de los cafetos al competir por humedad, aire, luminosidad, espacio y nutrientes. En ocasiones pueden convertirse en plantas hospederas de plagas, enfermedades y nematodos.

Dado que existen malezas que favorecen la sostenibilidad del cafetal y que son un componente para la protección de los suelos contra la erosión y la conservación de los recursos hídricos, se recomienda usar el concepto de arvense, que significa “planta acompañante de los cultivos o prados” sin discriminarlas entre buenas o malas (Salazar e Hincapie, 2007).

4.5.1 TIPOS DE ARVENSES EN LOS CAFETALES

HOJAS ANCHAS

Son plantas cuyas hojas tienen limbos muy desarrollados. Entre ellas se encuentran Broquelejos (*Potomorphe umbellata*), Pringamosa (*Urera baccifera*), Cadillo alfiler (*Bidens pilosa*) y Juana la blanca (*Borrea laevis*).

HOJAS ESTRECHAS O GRAMÍNEAS

Son plantas con tallos huecos y divididos con nudos. Sus hojas son largas y sus flores tienen formas de espigas. Se incluyen hierba de guinea (*Panicum maximum*), la pata de gallina (*Eleusine indica*) y la grama (*Digitaria spp.*).



Maleza hoja ancha



Maleza hoja estrecha

CIPERÁCEAS

Son plantas que se parecen a las gramíneas, pero el tallo no está dividido con nudos. Entre estas se incluyen el coquillo (*Cyperus rotundus*) y el junquillo (*Cyperus spp.*).

4.5.2 CICLO DE LAS ARVENSES

ANUALES: son aquellas que florecen y producen semillas una vez durante su ciclo de vida, luego mueren. Para su control es recomendable hacer chapeos antes de que las malezas florezcan, para evitar que sus semillas caigan al suelo y se reproduzcan.

BIANUAL: Estas completan su ciclo de vida en un período de dos años. El primer año crecen vegetativamente y en el segundo año florecen, producen semillas y finalmente mueren.

PERENNES: son aquellas que tienen gran capacidad de regeneración y pueden multiplicarse por tallos, rizomas y semillas. Sus órganos persisten en el suelo y son de difícil control.

4.5.3 TIPO DE CRECIMIENTO

Las arvenses pueden ser rastreras, arbustos y trepadoras.

RASTRERAS: Crecen a ras del suelo y en lugares donde hay mayor penetración de luz.

ARBUSTOS: son plantas de crecimiento medio, generalmente invasivas, como la Caliandra (*Callindra calothyrsus*) y el Lino criollo (*Leucaena leucocephala*) y que por mal manejo se convierten en malezas.

TREPADORAS: crecen sobre las plantas y pueden llegar a cubrir el café por completo, como el Cundeamor (*Momordica charantia*) el bejuco Cepu (*Mikania sp.*) y la Batatilla (*Ipomoea spp.*).



Ciperácea

4.5.4 MANEJO DE LAS ARVENSES

En el manejo de las plantas consideradas arvenses se utiliza el control manual, químico, biológico y el uso de coberturas. El método de control más se utiliza en el país es el manual. También se usa el método químico y la combinación de ambos métodos.

CONTROL MANUAL

El control manual consiste en la eliminación de las malezas utilizando el machete. En cafetales bajo sombra y en zonas muy inclinadas se recomienda la eliminación de las arvenses en el tronco de la planta y realizar chapeos entre las hileras. Con el control manual se eliminan las malezas utilizando el machete u otras herramientas. En plantaciones nuevas y de renovación con poda de café, se deben realizar tres a cinco chapeos por año según el nivel de infestación de las arvenses. En plantaciones de

café en producción se debe realizar dos a tres chapeos por año. El primer chapeo se realiza después de finalizada la cosecha; el segundo, tres a cuatro meses después del primero y antes de la floración y el tercero tres meses después del segundo y antes del inicio de la cosecha. El chapeo de las arvenses se debe realizar de 3 a 5 cm sobre el suelo, para mantener un nivel de cobertura vegetal adecuado que contribuya con su conservación.

Como la mayoría de las fincas de café del país están ubicadas en zonas con una topografía inclinada y suelos muy expuestos a la erosión, se debe descartar las prácticas de control de arvenses que dejen el suelo desnudo.

USO DE COBERTURAS

En las áreas de la finca donde hay mucho arrastre, cuando llueve, es recomendable sembrar plantas de cobertura fáciles de manejar, como el Borragus officinales (Sinfitum) y plantas leguminosas de fácil manejo. Estas plantas además evitan el crecimiento de arvenses.

CONTROL QUÍMICO

Consiste en el uso racional de herbicidas, los cuales actúan alterando el proceso fisiológico de las arvenses, reduciendo o eliminando su desarrollo normal. Los herbicidas, se clasifican en pre- emergentes, los que se aplican antes que germinen las arvenses o cuando esta tenga 2 a 3 cm de altura. Post – emergentes, los que se aplican cuando las arvenses tienen de 25 – 30 cm de altura.

En plantaciones nuevas y de renovación con poda de café, se debe realizar dos a cuatro aplicaciones de herbicidas por año según el nivel de infestación de las arvenses. Se debe tener buenas medidas de precaución para no afectar a la plantación. Es conveniente la realización de un deshierbo manual (tronqueo) alrededor de las plantas pequeñas para evitar quemaduras en las hojas por efecto de la aplicación de los herbicidas. En general, se recomienda no utilizar el control químico en plantaciones de café menores de dos años.

En plantaciones de café en producción se debe realizar dos a tres aplicaciones de herbicidas por año según el nivel de infestación de las arvenses, la época de aplicación del fertilizante y el inicio de la cosecha. Los productos recomendados y el tipo de arvense que controla son los siguientes:

Herbicida	Tipo de malezas que controla	Modo de acción
Glifosato	Hojas anchas y gramíneas	Sistémico
2,4-D amina	Hojas anchas	Sistémico
Paraquat	Hojas anchas y gramíneas	Contacto
Diurón	Hojas anchas y gramíneas	Sistémico

Herbicidas, tipos de arvenses que controla y modo de acción

Según la disponibilidad de mano de obra en la zona cafetalera, nivel de infestación y tipos de las arvenses predominantes y la época de aplicación del fertilizante, se recomienda la realización de un manejo integrado combinando los métodos de control manual y químico.

4.6 NUTRICIÓN DE LA PLANTA DE CAFÉ

La fertilización es uno de los factores importantes que permiten que los cultivos puedan desarrollarse normalmente y expresar todo su potencial de producción. Existen 16 elementos químicos (nutrientes) que son indispensables para el crecimiento y desarrollo las plantas. Tres de ellos, carbono, hidrógeno y oxígeno, son asimilados por éstas del agua o del aire. Los 13 restantes deben ser absorbidos del suelo, en los que se incluyen los macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; y los micronutrientes boro, cobre, hierro, manganeso, zinc, cloro y molibdeno.

Es importante considerar que, en general, el cultivo del café se desarrolla en zonas de montaña con pendiente y alta precipitación lo que provoca erosión del suelo. Además, desde el punto de vista químico, la gran mayoría de los suelos cafetaleros son de pH moderado a

fuertemente ácidos, con las consiguientes limitaciones en la disponibilidad de nutrientes.

Los nutrientes son absorbidos desde la solución del suelo, en cantidades proporcionales a los requerimientos de la planta, según el estado de desarrollo en que se encuentre. Así, los mayores requerimientos de fósforo los tiene el cultivo después de la cosecha. La demanda de nitrógeno coincide con el mayor crecimiento vegetativo de la planta, y los requerimientos de potasio se intensifican durante el período de crecimiento y madurez del grano. Esta información es vital para programar las aplicaciones de fertilizantes en épocas oportunas y con una adecuada relación de nutrientes.

La etapa de desarrollo del fruto del café dura en promedio 238 días después de la fecundación. Esta etapa de producción es crítica y el

cafetal debe tener disponibles todos los nutrientes requeridos, un adecuado abastecimiento de agua y un buen control fitosanitario.

Todos los nutrientes absorbidos por la planta son importantes para el desarrollo

del café. Por tanto, una adecuada fertilización durante el ciclo anual de producción es clave para obtener buenos resultados de producción y calidad. Para una eficiente fertilización en el cultivo del café se deben considerar los siguientes aspectos:

4.6.1 ANÁLISIS DE SUELO

El análisis de suelo es una importante herramienta de diagnóstico para determinar el pH y la disponibilidad de los nutrientes. Esta es la base para elaborar fórmulas de fertilización que incluyan los nutrientes deficitarios y evitar aquellos que en menor requerimiento y en alta disponibilidad, pudieran ser tóxicos o afectar el rendimiento y la calidad del cultivo.

El análisis de suelo también ofrece informaciones sobre desbalance de cationes, especialmente sobre el calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K). Además proporciona las concentraciones de elementos que pueden ser tóxicos como el caso del aluminio (Al), hierro (Fe) y manganeso (Mn). Es importante que el muestreo de suelos que sea representativo del área a fertilizar.

4.6.2 ANÁLISIS FOLIAR

El uso del análisis foliar alternado o simultáneo con el análisis de suelos aporta suficientes informaciones para el diseño de programas de fertilización a corto y a mediano plazo.

Al igual que con el análisis de suelo, un correcto muestreo es indispensable para que el análisis arroje datos confiables y representativos del área muestreada. Debe tomarse hojas completas del tercer o cuarto par, contando desde el ápice hacia adentro en las ramas laterales de la parte media del árbol. Se debe hacer un muestreo del 5 al 10% del total de las plantas de café. Es recomendable realizar el muestreo antes de la floración. El área o superficie que representa cada muestra completa dependerá de la topografía y fertilidad aparente del terreno.

La planta de café requiere de nutrientes suficientes para el desarrollo de todo su potencial productivo. La aplicación de fertilizantes es una de las prácticas que más contribuye con el crecimiento, desarrollo y la productividad del cafetal. El nitrógeno, fósforo y potasio son los nutrientes que más requiere la planta de café. En menor medida se incluyen el calcio, magnesio y azufre; así como otros microelementos (hierro, zinc y boro). El programa de fertilización (tipo de abono, cantidad y momento de aplicación) depende de la disponibilidad y cantidad de nutrientes en el suelo y del desarrollo de la plantación de café. Se debe tener en cuenta que los suelos de la mayoría de las zonas cafetaleras del país son pobres en fósforo, zinc y cobre (IDIAF, 2010).

4.6.3 DEFICIENCIAS MINERALES EN CAFÉ

NITRÓGENO

Las hojas adultas presentan una clorosis uniforme que avanza de la base hacia el ápice y de la vena central hacia los bordes. Cuando la deficiencia es severa la clorosis se torna más amarillenta y abarca todo el limbo. Las hojas jóvenes pueden mostrar una clorosis a lo largo de los bordes. Para corregir la deficiencia de nitrógeno se debe aplicar materia orgánica como pulpa de café descompuesta, lombricompost, gallinaza, y otros. También aplicar un fertilizante rico en nitrógeno como la urea o sulfato de amonio.

FÓSFORO

Hojas con clorosis leve uniforme y color verde limón opaco, que se torna rojizo en hojas más viejas. Estas a menudo muestran una clorosis entre las venas. Para corregir la deficiencia de fósforo se debe aplicar un fertilizante rico en fósforo como el superfosfato triple, roca fosfórica entre otros.

POTASIO

Las hojas adultas más viejas presentan una clorosis amarillenta, a manera de una banda cerca del borde; las venas pueden mostrar igual coloración. Un hilo amarillento limita la necrosis del borde y del ápice. Para corregir la deficiencia de potasio se debe aplicar un fertilizante con alto contenido de potasio, como el compost, lombricompost y otras fórmulas compuestas.

CALCIO

Las hojas jóvenes presentan un color verde pálido cerca de los bordes; a lo largo de la vena central permanece el color verde. Las hojas adultas pierden su condición de rigidez y cuelgan. La deficiencia de calcio se corrige mediante la aplicación de enmiendas al suelo a base de cal agrícola al inicio de la época lluviosa.

MAGNESIO

Las hojas adultas exhiben una clorosis que en casos severos se torna de color amarillento mate, que se destaca en la región comprendida entre la venación primaria.

AZUFRE

Hojas jóvenes de color verde claro y angosto. Las nervaduras secundarias aparecen hundidas y las secciones que limitan sobresalen en relieve cóncavo. En hojas de mayor tamaño la clorosis se torna amarillenta. Para corregir la deficiencia de Azufre se debe aplicar materia orgánica descompuesta. Además se recomienda el uso de fertilizantes simples a base de sulfatos.

HIERRO

Hojas jóvenes de tamaño mayor que el normal, muestran una clorosis generalizada de color verde amarillento hasta blanquecino, sobre la que se destacan las nervaduras de color verde. Para corregir la deficiencia de hierro se debe mantener adecuados niveles de pH, y buenas condiciones de drenaje en el suelo.

BORO

La deficiencia de este elemento provoca la muerte de las yemas apicales y se manifiesta con el desarrollo de nuevos brotes en forma de "Palmillas". Las hojas adultas presentan clorosis color verde opaco, que se extiende del ápice hacia la base, abarcando un tercio o más de la hoja; la parte que retiene el color verde típico mantiene el brillo. Para corregir la deficiencia de este elemento, se recomienda aplicar boro por vía foliar.

MANGANESO

Hojas jóvenes crecen de manera irregular y presentan una clorosis parcial o total sobre la que se destaca un retículo formado por una banda fina color verde, que contiene las venas secundarias y terciarias. Esta deficiencia se corrige con aplicaciones foliares de sulfato de manganeso.

ZINC

Hojas jóvenes de tamaño normal o de menor tamaño, muestran una clorosis color verde pálido uniforme y un retículo verde a veces difuso. Cuando la deficiencia progresa las hojas aparecen angostas y ocurre crecimiento en roseta; la clorosis se acentúa y se localiza especialmente entre las venas secundarias. Para corregir la deficiencia de zinc se recomienda la aplicación por vía foliar de sulfato de zinc quelatado.

4.6.4 FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

a) Plantación nueva

En los primeros tres años del establecimiento del cafetal, se recomienda el programa de fertilización siguiente: en el momento de la siembra, se debe aplicar en el fondo del hoyo una onza de Superfosfato Triple o de la fórmula 16-20-0. El abono se debe cubrir con un poco de tierra y luego se siembra la planta. En el primer año de la plantación, se debe realizar adicionalmente al menos tres aplicaciones de una onza de abono por planta de las fórmulas 16-20-0, 15-15-15 y 17-6-18, según los resultados del análisis de suelo. La primera y segunda aplicación se debe realizar a los dos y cuatro meses después de la siembra, respectivamente. La tercera aplicación se debe hacer a los tres a cuatro meses después de la segunda aplicación.

En el segundo y tercer año se recomienda realizar tres aplicaciones con las fórmulas siguientes 14-7-14, 17-6-18 y/o 12-8-14. En cada aplicación se debe utilizar dos onzas por planta. En el tercer año en la primera y segunda aplicación se usa dos onzas por planta y en la tercera tres onzas. Las aplicaciones de abono se deben realizar cada tres a cuatro meses según la distribución de las lluvias en cada zona. Las épocas de aplicación debe ser de la manera siguiente: La primera después de la cosecha; la segunda después de la floración principal y la tercera antes de la cosecha.

Para cada tipo de plantación de café, el abono se debe aplicar en semicírculo o media luna a una a dos cuartas (20 - 40 cm) alrededor de la planta en la parte superior del suelo en terrenos con pendiente; luego se debe cubrir con hojarasca para evitar que se pierda o se lave.

b) Café en producción

Durante el período de cuatro a 10 años después de la siembra y/o poda del café, se recomienda el programa de fertilización siguiente: realizar tres aplicaciones de tres onzas por planta de las fórmulas 12-8-14, 14-7-21, 14-7-21 + micros, 16-6-21 y 15-4-23. La primera después de la cosecha; la segunda después de la floración principal y la tercera antes de la cosecha, según la distribución de la lluvia en cada zona.

4.7 ENCALADO DEL SUELO

A nivel del suelo existen condiciones físicas, químicas y biológicas que pueden limitar el desarrollo de la planta de café. Uno de los factores limitantes es la acidez del suelo. Los suelos de la mayoría de las zonas cafetaleras del país son fuerte y medianamente ácidos. Estos suelos se localizan principalmente en la Cordillera Central.

En fincas con suelos ácidos se recomienda la aplicación de enmiendas inorgánicas a base de cal agrícola. Los tipos de cal recomendadas comúnmente, son el carbonato de calcio (CaCO_3) y carbonato de magnesio (MgCO_3). En menor medida, se puede utilizar hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$. El ion hidroxilo ($-\text{OH}$) generado en la reacción de la cal con el agua es el que corrige la acidez del suelo (CENICAFE, 2016).

En general, se recomienda la aplicación de ocho onzas carbonato de calcio por planta cada dos a tres años. Esto contribuye a reponer el calcio en el suelo y a mantener un pH y una saturación del aluminio en niveles adecuados para el cultivo de café. Es conveniente aplicar la cal al menos dos meses antes de la fertilización, para favorecer la disponibilidad de los nutrientes en la solución de suelo.



Aplicación de abono



Cal agrícola

El manejo adecuado de un cafetal requiere de la toma de decisiones correctas en el momento oportuno para mantener a través del tiempo una productividad igual o superior a un quintal por tarea de café oro para lograr la sostenibilidad económica de la actividad productiva. Una adecuada fertilización durante el ciclo anual del cultivo es clave para obtener buenos resultados de producción y calidad del café.

La producción comercial de café generalmente dura de 20 a 25 años. La plantación tiene un primer ciclo de producción de cuatro a diez años. Los primeros cinco años corresponden a una plantación nueva y el periodo restante al mantenimiento de una plantación en producción. Después de este periodo la plantación envejece y se reduce significativamente su capacidad productiva, por lo que se requiere una nueva etapa de producción con la renovación de la plantación.

Cuando la planta tiene una alta producción de frutos, sólo una pequeña proporción de los recursos de la planta estarán disponibles para el nuevo crecimiento vegetativo. Este crecimiento será el sustento de la próxima floración y cosecha. A este comportamiento de la planta de café se le denomina bianualidad (Orozco, 1995). En el caso de las plantaciones viejas, con muchos tejidos improductivos, la variación de la producción de café de un año al otro es más acentuada que en el caso de plantaciones nuevas.

Para la renovación del cafetal se utilizan dos alternativas:

a) sustitución del cafetal viejo con siembra nueva. Esta estrategia de manejo incluye la eliminación de las plantas viejas y el establecimiento de un nuevo cafetal. Las prácticas de manejo que se utilizan corresponden a las descritas en el establecimiento de un cafetal.

b) renovación del cafetal viejo con poda de la plantación. Esta estrategia de intervención se realiza cuando la plantación tenga más de 10 años y la productividad sea muy baja. Por lo general se pueden realizar dos ciclos de renovación de poda de tejidos.

5.1 MANEJO DE TEJIDOS

El manejo de tejidos (poda) constituye una práctica de manejo de la plantación de café con gran impacto en la mejora de la productividad. Ayuda a la formación de los tejidos nuevos necesarios para el desarrollo de los nudos productivos. Debido a esto, es necesario modificar los hábitos naturales del crecimiento de la planta cada cierto número de años para estimular la formación de tejido nuevo, y con ello el logro de una buena producción que mejore la rentabilidad de esta actividad productiva.

Cuando un cafetal está fisiológicamente agotado debe ser renovado mediante un manejo de tejidos o poda de las plantas. Con la aplicación de esta práctica se elimina el tejido viejo e improductivo y se obtiene tejido joven y productivo. La poda permite renovar el

tejido agotado, regula el nivel de producción, ayuda al control fitosanitario y la racionalización del uso de los fertilizantes y plaguicidas (San Juan y López, 1991 y Ramírez, 1994).

La poda consiste en el corte o eliminación de partes de la planta con el propósito fundamental de inducir al arbusto a generar mayor cantidad de tejido productivo (madera nueva) y evitar la existencia de tejido agotado e improductivo. De esta relación depende la productividad de un café y por ende de un cafetal.

5.2 INTERVENCIÓN DE LA PLANTACIÓN

La producción de la planta de café depende principalmente del número de ramas primarias o secundarias y de los nudos productivos formados en esas ramas. La producción de estas ramas después de 4 ó 5 cosechas se reduce en forma significativa, debido a la disminución progresiva de los tejidos nuevos, los cuales se forman el año anterior (gráfica 1). Los nudos productivos se mueven año a año hacia el extremo de las bandolas (crecimiento plagiotrópico) y en sentido vertical del tallo (crecimiento ortotrópico), acumulando números de nudos improductivos y defoliados de la cosecha anterior (Rodríguez, 1996). Normalmente se produce una competencia entre los dos tipos de crecimiento debido a que cuando en un año ocurre una alta producción, los árboles crecen poco. Esto determina que la producción del año siguiente será

reducida y viceversa, lo cual explica la alternancia del volumen de producción. Este cambio bianual de la producción es mayor en cafetales viejos (Rena et. al., 1998).

El café es una planta perenne y normalmente alcanza su máxima productividad entre los cuatro a los seis años. A partir del sexto año la plantación se deteriora paulatinamente y su productividad disminuye a niveles que reduce la rentabilidad de la actividad productiva. Si la renovación del tejido productivo no se realiza la producción se reduce cada año, debido al deterioro físico de las plantas y a la competencia por espacio y luminosidad dentro del cafetal. En estas condiciones, se debe recomendar realizar renovaciones periódicas del cafetal con poda de la planta.

5.3 SISTEMAS Y TIPOS DE PODAS

5.3.1 PODAS DE FORMACIÓN DE LA PLANTA

Las podas de formación tienen como finalidad modificar la arquitectura de la planta de café para que las partes productivas se mantengan accesibles y de esa manera facilitar la recolección del café. Estos tipos de podas se recomiendan principalmente en plantaciones de café de variedades con bajo potencial productivo, de porte alto y plantadas a un solo eje. Entre estas podas se encuentran las siguientes:

a) Descope herbáceo o poda Colombia

Este tipo de poda consiste en realizar un descope de la yema apical para estimular el desarrollo de ramas plagiotrópicas, que se renuevan periódicamente por medio de podas. Se debe dejar la planta de café a libre crecimiento durante los tres primeros años y descopar a una altura de seis pies. Con este manejo las plantas, que a su vez, muestran capas sucesivas de ramas secundarias y terciarias. Este es un tipo de poda se recomienda principalmente en variedades de porte alto.

b) Agobio o poda de Guatemala

Esta poda consiste en inclinar el eje principal hasta el ras del suelo, en donde es sostenido severamente por una estaca o amarrado al tronco de un árbol cercano. Con esta flexión de la planta se estimula el desarrollo de yemas vegetativas que originan nuevos brotes. Cuando estos hayan alcanzado un tamaño conveniente (15 – 25 cm) se seleccionan los dos o tres más vigorosos y mejor ubicados, eliminándose los restantes.

c) Candelabro o poda de Costa Rica

Con este tipo de poda se eliminan los meristemas apicales, es decir, los puntos de crecimiento en los extremos de los ejes verticales u ortotrópicos, por medio de cortes sucesivos, dando a la planta la forma de candelabro.

5.3.2 PODAS DE RENOVACIÓN LA PLANTA

Con este tipo de podas se busca el mantenimiento de las plantas en su máxima producción mediante la renovación del tejido agotado. Existen diferentes tipos de podas de renovación que consisten en eliminar diferentes proporciones de la parte aérea de la planta. Los tipos de podas son las siguientes:

a) Poda baja o de recepa

Consiste en la eliminación de la parte aérea de la planta, realizando el corte a la altura de 30 – 40 cm. del suelo. Este es el tipo de poda más drástico, ya que se elimina gran cantidad de madera y es recomendado cuando el cafeto presenta un agotamiento total.

El corte debe ser limpio y sin desgarre. Para que esto sea posible, debe eliminarse (descargarse), preferiblemente con el machete ó colin, toda la parte aérea de la planta, varias pulgadas por encima de donde se hará el corte ligeramente inclinado con la sierra, a la altura recomendada.

b) Poda alta, rock and roll o descope leñoso

En esta se elimina el material agotado a través de un corte alto en la planta, dejando el resto de los tejidos sin podar. En las variedades de porte bajo el corte se realiza a una altura aproximada de 1 metro y en las de porte alto 1.20 metros. Con esta práctica, se estimula el crecimiento plagiotrópico (hacia los lados) en ramas secundarias y terciarias, también se consigue un estímulo para el crecimiento ortotrópico (vertical).

5.3.3 SISTEMAS DE PODA

A) PODA SELECTIVA

La poda selectiva consiste en aplicar un tipo de poda de renovación (poda baja o poda alta) a plantas individuales dentro de un lote de producción. A cada planta se realiza un manejo diferente, dependiendo de su estado o vigor vegetativo. Cuando la poda es parcial, se eliminan las ramas que quedan agotadas después de la cosecha. Si el agotamiento es completo, se emplea la poda de recepa (baja). Normalmente en una misma plantación se combinan las dos modalidades y requiere de mano de obra especializada. Este sistema de poda generalmente se usa en plantaciones pequeñas.



Poda Baja

Con la aplicación de este sistema de poda, las plantas de diferentes edades quedan dispersas y distribuidas irregularmente en la finca, aunque se generan grupos de plantas de diferentes edades, su proporcionalidad es variable y no contribuye a una producción estable, ya que se aumenta la fluctuación entre las cosechas. Este sistema puede emplearse en explotaciones pequeñas, con bajas densidades de siembra y con buena disponibilidad de mano de obra.



Poda Alta

B) PODAS SISTEMÁTICAS

Consisten en aplicar a un grupo de plantas una poda de renovación como la zoca normal, la zoca pulmón, la poda rock and roll o la poda calavera, entre otras. Este grupo de plantas puede estar constituido por un surco o un lote. Si estas podas se practican en forma programada, cada determinado número de años, se establecen grupos de plantas de diferentes edades y en iguales proporciones en una plantación, con lo cual se estabiliza la producción en la finca.

Poda por hileras

Se realiza una poda baja, sola o combinada con una poda alta por hileras en ciclos de tres a cinco años y se complementa con una resiembra en los sitios sin plantas o donde la planta podada no respondió adecuadamente. Para aplicar el sistema es necesario hacer grupos de hileras según el número de años de duración del ciclo. En cada grupo se numeran las hileras, para definir el orden de intervención.

Ciclo de Tres Años

En este ciclo se recepa cada año la tercera parte de la plantación. Se forman grupos de tres hileras en toda la finca, numeradas del 1 al 3. En el primer año se podan todas las hileras número 1, en el segundo año las 2 y en el tercer año las hileras 3.

Ciclo de Cuatro Años

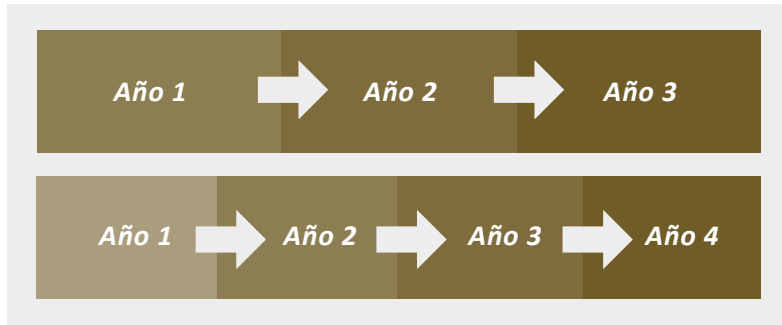
Este consiste en la formación de grupos de cuatro hileras, enumeradas del 1 al 4. En este se podan las hileras en el orden 1, 3, 2, 4. En el primer año se podan todas las hileras número 1, el segundo año las 3, en el tercer año las 2 y en el cuarto año las hileras 4.

Ciclo de Cinco Años

En este caso los grupos que se forman son de 5 hileras, las cuales se enumeran del 1 al 5 y con diferencia de ordenamiento para la ejecución de la poda en el orden siguiente: 1, 3, 5, 2, 4. Con este tipo de intervención no se podan dos hileras consecutivas el mismo año. Se elimina el 20% de la plantación, lo cual hace menos drástica este programa de poda.

Este sistema poda de café se originó en Hawái (Palma, 2001). La ventaja que tiene, es que siempre hay producción de café y los costos de renovación se dividen en los años programados.

La principal desventaja que presenta este sistema es que se eliminan plantas muy vigorosas dentro de la hilera que le corresponde la poda, con la consiguiente pérdida de cosecha al siguiente año, lo que explica su escasa adopción por los pequeños y medianos productores.

Diagrama de la poda por lote a tres y cuatro años

Poda por lote

Es la poda baja de un área de café en la finca durante un periodo de tres a cinco años. Se completa con la resiembra de los sitios sin plantas o donde la planta podada no produjo brotes hasta lograr la densidad deseada. Se realiza en periodos de tres a cinco años, como se observa en la gráfica 2.

*Poda por hileras**Poda por lote*

VENTAJAS

Las plantas de las diferentes edades están concentradas en un área. No se requieren podadores expertos. Permite la mecanización de la poda mediante el uso de motosierra (ahorro en la mano de obra). Facilita el desarrollo adecuado de las plantas de resiembras. La producción es estable y continua debido a la estratificación de la finca por edades de cafetal. Mayor eficiencia en las labores de desyerbo y fertilización y permite el establecimiento de un cultivo intercalado en el área intervenida.

DESVENTAJAS

Falta de producción en el área intervenida por 1 o 2 años. Se requiere una inversión inicial alta. Existe una mayor exposición del suelo a la erosión hídrica.

5.3.4 ÉPOCAS PARA REALIZAR LAS PODAS

La mejor época para realizar la poda a los cafetos es inmediatamente termina la cosecha, ya que de acuerdo con el comportamiento del crecimiento vegetativo, en este período el cafeto se encuentra en estado de reposo y desprovisto de flores y frutos.

El inicio de la poda está relacionado directamente con las condiciones de clima, suelo y manejo. El potencial productivo del cafeto después de varias cosechas consecutivas, comienza a declinar por el agotamiento de los tejidos.

Para mantener un sistema de cultivo que permita lograr una productividad sostenida, se ha establecido que la mejor época para el inicio de las podas de producción es después de 4 a 5 cosechas.

5.3.5 DESHIJE DEL CAFÉ

El primer deshije se realiza a los tres a cuatro meses después de la poda. Se debe seleccionar los brotes más vigorosos, dejando uno o dos por eje. Estos brotes de estar ubicados dos a tres pulgadas por debajo del corte del tallo.

El segundo deshije se debe realizar uno o dos meses después del primero. El tercer deshije se realiza cuatro a cinco meses después del segundo. En cada deshije se debe eliminar los nuevos brotes, lo cual favorece un mayor crecimiento de los brotes seleccionados.

5.3.6 RESIEMBRA Y AJUSTE DE PLANTACIÓN

En el área de café podada, se debe completar la cantidad de plantas necesarias en los espacios libres o en cada tronco de café que no produjo brote. En el caso de una sobrepoblación, se debe eliminar las plantas sobrantes hasta tener la cantidad adecuada según la variedad de café.

La resiembra y el ajuste de la densidad de plantación mantienen la cantidad adecuada de plantas y contribuye con la mejora de la productividad del cafetal.

5.3.7 FERTILIZACIÓN

En los primeros tres años de la renovación del cafetal con poda de la planta, realice el programa de fertilización siguiente: En el primer año, se recomienda una aplicación de abono después del segundo deshije con dos onzas por tronco de café de las fórmulas 14-7-14, 17-6-18 y/o 12-8-14.

En el segundo año después de la poda, se recomienda la fertilización del café podado, según el programa de fertilización de una plantación en producción.

La planta de café sólo produce en tejidos nuevos. Después de la sexta cosecha, la producción tiene una tendencia hacia la baja debido a que la planta tiene muchos tejidos viejos. Se recomienda la renovación de la plantación mediante aplicación de los sistemas y tipos de podas según el tamaño de la finca. En esta etapa de la plantación, la renovación con manejo de tejidos es más económica que el establecimiento de un nuevo cafetal.



Deshije de café

Los sistemas agroforestales constituyen una forma de uso de la tierra en la que existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, en las cuales una es leñosa perenne y la otra tiene fines agrícolas (Somarriba, 1987). En el caso de los cafetales en sistemas agroforestales, los árboles seleccionados deben aportar la menor utilidad, ya que no deben causar pérdidas en la productividad del café, por máspreciado que sea su servicio ambiental. La combinación de los arboles con el café puede ser simultánea o secuencial en término de tiempo y espacio.

Los sistemas agroforestales con café, son prácticas de uso y manejo de las plantaciones que asocian el cultivo con especies maderables, energéticas, de servicios, forrajeras, frutales, cultivos de ciclo corto y animales de manera simultánea y secuencial o temporal. Estos sistemas favorecen permiten en el ecosistema, un equilibrio con el medio ambiente en una zona determinada. Constituyen una opción para la producción de café en un ambiente de clima cambiante, que satisface las necesidades en la finca y que diversifica y mejora el nivel de ingresos de la familia cafetalera.



Café con aguacate y guineo



Café con guama y guineo

6.1 TIPOS DE SISTEMAS AGROFORESTALES

Los tipos de sistemas agroforestales tecnificados con café recomendados son los siguientes:

1) Sistema Agroforestal Secuencial (SAS), es una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos. Caso de café con musáceas y guama como árbol sombreador;

2) Sistema Agroforestal Simultáneo, es la integración simultánea y continua con cultivos perennes. Caso de café con musáceas, árboles maderables y frutales.

Para el establecimiento de sistemas agroforestales tecnificados con café debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) objetivo de plantar árboles de sombrío en el cafetal;
- b) la especie arbórea que debe establecerse como sombra;
- c) los servicios y productos se esperan de los árboles;
- d) Conocer las características del sitio donde se establecerán los árboles;
- e) ubicar los sitios en la finca donde se espera mayor beneficio de los árboles de sombra;
- f) Identificar aquellos árboles que se desarrollan bien en las condiciones de la finca; (7) Tener un listado de las especies a elegir;
- g) Planificar las prácticas de manejo de los árboles seleccionados (*Farfán, 2007*).

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Naranja agria	<i>Citrus sinensis</i>
Toronja	<i>Citrus grandis</i>
Zapote	<i>Pouteria zapota</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Roble	<i>Catalpa longissima</i>
Caoba hondureña	<i>Swietenia macrophylla</i>
Capá prieto	<i>Cordia alliodora</i>
Guama	<i>Inga vera</i>
Gravilea	<i>Grevillea robusta</i>
Acacia	<i>Acacia magium</i>

Especies de árboles recomendados para un sistema agroforestal tecnificado con café

6.2 ESTABLECIMIENTO DE LA SOMBRA EN EL SISTEMA AGROFORESTAL

Junto con el establecimiento del cafetal se debe sembrar los árboles mediante los criterios de un sistema agroforestal tecnificado. En el caso de la guama como árbol de sombra permanente, se recomienda, la siembra a un marco de plantación de 10 a 12 m entre hileras por 8 a 10 m entre plantas dentro la línea de siembra, según la altitud de la finca. También se debe establecer la siembra de musáceas como guineo y plátano como sombra provisional. Las musáceas se deben plantar a un marco de plantación de 6 m entre hileras y 3 m entre plantas dentro de la hilera de siembra. En este sistema agroforestal las musáceas son plantas de sombra productiva.

6.3 MANEJO DE LOS ARBOLES SOMBREADORES

En el sistema de agroforestal con café, la sombra tiene un efecto sobre la intensidad y calidad de luz solar, ya que actúa como un filtro, regulando la fotosíntesis y la respiración de la planta. En la mayoría de cafetales, el nivel de sombreado es variable, observándose algunas áreas con muy poca sombra y otras con demasiado. Esto se debe a diferentes factores como son la intensidad del sombrío, el nivel de sombra o el porcentaje de cobertura y la distribución de la sombra, la cual depende de la estructura del árbol, de su arquitectura, de la forma y el desarrollo de las copas, la distancia de siembra y del manejo dado a los árboles (Muschler, 2000).

6.3.1 PODA DE LOS ÁRBOLES

En cafetales en producción, según el tipo el árbol de sombra, se debe realizar una poda cada uno a dos años después de la cosecha, eliminando las ramas próximas a las plantas de café. Este manejo permite el mantenimiento de un nivel de sombreado adecuado dentro del cafetal, lo cual contribuye con la estabilización de la producción y la mejora la calidad del café en la taza. El material que resulta de la poda de los árboles de sombra se debe colocar sobre cada barrera muerta.

6.4 SOMBRA EN EL CAFETAL

La densidad de la sombra puede variar según las condiciones agroclimáticas de cada lugar y del árbol sombreador. La sombra de mayor densidad es la de cobertura entre un 50-70% y la de menor densidad de 25 a 30% (Aguilar 2012). El nivel de sombra en el cafetal depende de factores ambientales como la precipi-

tación, las horas luz, la humedad relativa, la nubosidad, como también de la arquitectura o las características de la especie vegetal seleccionada como sombrío, de características edáficas y de la competencia por nutrientes y agua que la especie arbórea ejerza sobre el cafetal (Beer, 1998, citado por Arcila, et. al, 2007).



Poda de guama



Sombra en el cafetal

6.5 VENTAJAS DE LA SOMBRA

La cobertura que ofrece los árboles de sombra al cafetal tiene varias ventajas como son: protección de la plantación de la acción directa de los rayos solares; disminuye la pérdida de agua del suelo y de la planta de café; regula la temperatura de la plantación y del suelo, permitiendo un adecuado desarrollo del follaje y raíces, mejorando el aprovechamiento de los elementos nutricionales; reduce la erosión del suelo; disminuye la población de malezas; incrementa la cantidad de materia orgánica en el suelo, mejorando los niveles de fertilidad; estabiliza la producción de café evitando un agotamiento prematuro del cultivo; se produce una maduración lenta y homogénea de los frutos, mejorando la calidad de la bebida; se aumenta el peso y el tamaño del grano y protege la plantación de la acción directa de los vientos (Anacafe, 2003). Además, considerando los efectos del cambio climático (aumento de la temperatura y variación de los patrones de lluvia), la sombra aumenta la resiliencia del sistema de producción de café. La resiliencia es la capacidad que tiene un ecosistema para soportar las perturbaciones sin perder sus propiedades fundamentales.

El establecimiento de los sistemas agroforestales tecnificados con café permiten la diversificación de la producción y del ingreso familiar, garantizan las reservas alimentarias para la familia, reducen los requerimientos de insumos de la plantación, aumentan la tolerancia a plagas y enfermedades de la plantación, aseguran la sostenibilidad de la actividad productiva, mejoran y mantienen la diversidad biológica, protegen y conservan el suelo y aumentan la resiliencia del cafetal. Se debe seleccionar los árboles sombreadores, maderables y frutales que estén adaptados en cada zona cafetalera.

7.1 PLAGAS

Las plagas son insectos asociados a los cultivos, cuyo nivel de daño es capaz de provocar pérdidas significativas en los rendimientos y la calidad. En el caso de café la broca y el minador de la hoja son las principales plagas insectiles del café.

7.1.1 BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*)

A partir de la detección de esta plaga en 1995, en la República Dominicana surge la necesidad de eficientar el manejo integrado, para lo cual se requiere de conocimientos básicos de las características de la misma, condiciones de su desarrollo y prácticas de manejo.

CARACTERÍSTICAS Y DAÑOS DE LA BROCA DEL CAFÉ

El daño que provoca esta plaga ocurre cuando las hembras, para reproducirse, perforan la corona o disco del fruto de café, abren una galería donde ponen sus huevos que, al eclosionar, se convierten en pequeñas larvas que se alimentan del fruto, provocando su caída, deterioro y pérdida de peso. Una hembra puede poner de 30 hasta más de 100 huevos durante su vida, que puede durar desde 35 hasta más de 150 días (García, 1994).



Broca perforando el fruto

MANEJO INTEGRADO DEL INSECTO

El manejo integrado de broca es la mejor forma de control. Sus componentes son:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| > Cosecha | > Control biológico |
| > Control cultural | > Control etológico |
| > Muestreo | > Control químico |
| > Control manual | |

COSECHA

Un buen control de broca, inicia con la realización de una buena cosecha. Además, evitar, en lo posible, la caída de frutos al suelo o dejarlos en la planta. De esta forma se reduce la disponibilidad de granos en el cafetal que sirven para la alimentación y reproducción del insecto.

CONTROL CULTURAL

La regulación de sombra, el manejo de tejido productivo y un adecuado control de malezas, permite mayor proyección de luz y circulación de aire, favoreciendo la producción de café y proporcionando un ambiente negativo al desarrollo de la broca.

MUESTREO

El muestreo es un referente para conocer la infestación y distribución de la broca en el cafetal. Sus resultados orientan para decidir el control a implementar. En zonas bajas y medias (hasta 800 m.s.n.m) se debe realizar el muestreo 2.5 - 3.0 meses después de la floración principal. En zona alta (arriba de 800 m.s.n.m) muestrear a los 3 - 3.5 meses después de la floración principal.

En cada cafetal hasta de 45 tareas (3.0 hectáreas); sobre 30 cafetos, en toda el área, se debe tomar una rama de la parte media de cada cafeto y contar todos los frutos de las 30 ramas, y de estos contar el número de frutos brocados. El porcentaje de infestación se obtiene dividiendo el número total de frutos brocados dentro del total de frutos de las 30 ramas, multiplicado por 100.

Para fincas con producción alta, 2 % de infestación requiere una intervención de control. Para fincas con producción baja, la intervención de control se debe realizar cuando el nivel de infestación sea 5 %.

CONTROL MANUAL

Es la práctica más importante de control de broca. Consiste en recolectar los frutos que quedaron en la planta (repela) y en el suelo (pepena) al terminar la cosecha. Con esto, se saca del cafetal una gran cantidad de brocas, reduciendo así los daños en la cosecha del año siguiente.

El control manual se complementa con el graniteo o repase, que consiste en cortar los frutos brocados que provienen de "floraciones locas". Estos frutos se sumergen en agua hirviendo durante cinco minutos. En ambos casos, el fruto recolectado es aprovechable.

CONTROL BIOLÓGICO

Los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Phymastichus coffea*, y los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metharizium anisopliae*, constituyen opciones para mantener baja la población de la broca (García, 1996).

**CEPHALONOMIA
STEPHANODERIS**

Los adultos de este parasitoide son tan pequeños como la broca y tienen la apariencia de pequeñas hormigas con alas. Para su reproducción, una hembra del parasitoide, penetra al fruto por la perforación que hace la broca. Selecciona larvas y pupas de broca, sobre las cuales pone un huevo que al desarrollar sale una larva que destruye el huésped de broca. Al completar su desarrollo (22-25 días), el parasitoide sale a buscar otro fruto brocado para continuar su multiplicación.



Fruto con Bauveria



Trampeo para la boca



Hoja con daño de minador

La liberación constante de estos parasitoides en el campo, regula las poblaciones de broca. La producción de estos en laboratorio, es realizada por el INDOCAFE como un servicio proporcionado a los caficultores.

BEAUVERIA BASSIANA

Este hongo, cuando se aplica como mico insecticida, causa epidemias sobre poblaciones de broca si las condiciones ambientales (humedad, temperatura) son apropiadas. Formulaciones comerciales o formulaciones artesanales de laboratorio pueden ser utilizadas. De 1.5 a 2 litros por hectárea es recomendado.

CONTROL ETOLÓGICO

El uso de trampas, es una alternativa muy eficiente para el control de broca. El sistema se basa en capturar las brocas que se encuentran en frutos que quedan en el suelo y en la planta cuando la cosecha termina. Las trampas se colocan entonces al finalizar la cosecha y se retiran cuatro meses después. Colocar 16 trampas por hectárea (una por tarea), en el café, a una altura de 1.20 metros.

Una trampa consta de dos componentes: **1.** El cuerpo de la trampa, de las cuales existen varios diseños artesanales que el caficultor puede fabricar utilizando materiales plásticos desechables como "dobles litros". **2.** El difusor, que contiene 20 mililitros del atrayente compuesto por la mezcla de metanol y etanol en iguales proporciones.

CONTROL QUÍMICO

Cuando las poblaciones de broca son altas, existe la alternativa del control químico como acción inmediata y de último recurso. La eficiencia del insecticida depende de la aplicación oportuna. El momento de aplicación es cuando las brocas han iniciado el canal de perforación en los frutos. Su utilización debe ser dirigida a los “focos de infestación” y limitada a un programa de manejo integrado. Se debe evitar aspersiones generalizadas innecesarias.



Hoja con larvas de minador

7.1.2 MINADOR DE LA HOJA (*Leucoptera coffeella*)

El adulto es una mariposa pequeña de 3 mm de largo, de color gris, con manchas oscuras en la punta de las alas. Las pupas están cubiertas de dos bandas de seda blanca unidas en el centro formando una letra “H”.

La mariposa pone los huevos sobre las hojas. Al eclosionar, las larvas se introducen y alimentan de los tejidos foliares, viviendo en una galería o túnel que hace en la hoja. Las larvas son blancas con la cabeza negra y mide aproximadamente 5 mm.

La incidencia y severidad del minador de la hoja es favorecida por periodos prolongados de sequía y por el incremento de la temperatura. Por cada grado de aumento de la temperatura de un año a otro son mayores los daños en el cafetal (Lomelli et. al, 2010, citado por Constantino et. al, 2011).

MANEJO

Se debe realizar un muestreo de hojas y contar el número de larvas. Para esto se seleccionan dos plantas por tarea y se observan las hojas de las bandolas ubicadas en la parte de la planta. Se cuenta el total de hojas y el número de hojas con síntomas del ataque del minador. Finalmente se divide el número de hojas con minador entre el total de hojas y se multiplica por 100. Según el nivel de incidencia y de larvas de la plaga se debe tomar la decisión de control. El nivel crítico para realizar un control químico en plantaciones adultas es de 30 % de incidencia y 15 larvas vivas en 100 hojas.

La realización de las labores de deshierbo, poda y fertilización en el tiempo adecuado disminuye la intensidad del ataque del minador. Como es una plaga de época seca, el inicio de las lluvias disminuye su población.

Existen varios enemigos naturales, siendo los más eficientes los parasitoides de las familias *Braconidae* y *Eulophidae*. En el país existen varios enemigos naturales como son *Polistes spp.*, *Polybia spp.* Además de depredadores como arañas y aves.

En casos de ataques extremos se puede recurrir al control químico, utilizando productos sistémicos o traslaminares. Antes de realizar la aplicación de insecticidas es recomendable realizar un muestreo para determinar el nivel de parasitismo causado por los enemigos naturales. El muestreo se debe realizar de la siguiente manera: en forma sistemática entre hileras o según la distribución existente, se debe

elegir 60 plantas centrales. Si el área seleccionada tiene 60 surcos, se evalúa una planta por surco; si tiene 30 surcos, se toman dos plantas por surco; y si tiene 120 surcos, se toman una planta cada dos surcos. En cada planta se selecciona una rama productiva del tercio medio, en la cual se contabiliza el número de hojas totales y aquellas afectadas por minador. Para cada área o lote se determina el porcentaje de hojas con minador de acuerdo con el total de hojas, con la siguiente relación (Rueda, 2016):

Porcentaje de hojas minadas =

$$\frac{\text{Total de hojas con minas por rama} \times 100}{\text{Total de hojas por rama}}$$

7.1.3 COCHINILLA HARINOSA, (*Planococcus citri*)

El adulto es de color blanco, en su estado inmaduro, el insecto se desplaza con facilidad por medio de la planta, a medida que llega al estado adulto se fija en los tejidos más tiernos donde succiona la savia.

La cochinilla se desarrolla en los paquetes florales y yemas, debido a que atacan los tejidos donde se desarrolla el fruto. Los frutos atacados, con el tiempo se secan y caen sin completar su desarrollo. Si se localizan en las yemas terminales pueden provocar su muerte.

La cochinilla secreta una sustancia azucarada que atrae las hormigas y facilita el desarrollo del hongo *Fumagina* (*Capnodium sp*), cubriendo bandolas, hojas y frutos, que es el efecto característico del ataque de este tipo de insecto. Además provoca una disminución de la fotosíntesis.

MANEJO

Existen varios enemigos naturales, los más importantes son las mariquitas del género *hipodamia* y las *chrysopa sp*. En ataques localizados, se debe asperjar con extractos naturales, jabón o aceite agrícola.

7.1.4 ESCAMA VERDE (*Coccus viridis*)

El adulto es de color verde claro, de cuerpo suave y redondeado, protegido por una concha semitransparente. El estado juvenil de este insecto es móvil, mientras que el adulto es sedentario. Se alimenta introduciendo su estilete en los tejidos tiernos de la planta, succionando la savia.

Ataca los tejidos jóvenes y detiene el desarrollo de la planta; estos insectos atacan tanto en viveros como plantas adultas. El ataque de escamas es más frecuente en periodos de sequía y en plantaciones con deficiencias nutricionales. Ataques fuertes favorecen el desarrollo de fumagina (*Capnodium* spp).

MANEJO

Se recomienda mantener la plantación en buen estado nutricional y libre de hierbas hospederas. Existen varios enemigos naturales para esta plaga, como son los parasitoides de la familia Aphelinidae y encyrtidae, y el hongo *Verticillium lecanii*. En caso de ataques localizados se puede asperjar con extractos naturales, jabón o aceite agrícola. Para ataques severos se debe utilizar insecticidas sistémicos.

7.1.5 RATAS Y RATONES

Estos vertebrados son unas de las plagas que provocan grandes daños en las zonas cafetaleras del país, donde el control de arvenses es escaso y la producción de banano (*Musa* spp) es elevada y permanente. El daño principal que provocan es la quiebra de ramas y la caída de café maduro.

MANEJO

Las ratas y ratones, se controlan con un buen manejo de arvenses y la producción de bananos asociados al cultivo del café. El control químico se realiza mezclando Walfarina (Walfarina-Walfarin), con maíz molido o con alimento de engorde de pollo, en proporción de una libra de Walfarina por 15 libras de maíz o alimento de pollo. Agregar 4 cocos secos guayados. Además puede utilizarse super-caid, (Bromadiolona) mezclado con arroz blanco, a razón de dos cc del producto por libra de arroz. Ambos productos se colocan en fundas plásticas o en galones plásticos con tres ventanas. La cantidad de cebos depende de la población de ratas.

7.1.6 GRILLOS (*Acheta assimilis*)

El adulto es de color marrón o negro, con manchas amarillas, miden de 20 a 25 mm de largo, sus patas delanteras y mandíbulas están bien desarrolladas. Estos insectos son de hábitos nocturnos. En las primeras etapas de desarrollo del café en viveros el insecto corta las plantas a ras del suelo. En plantas adultas cortan brotes y hojas.

MANEJO

El control debe hacer mediante la colocación de cebos impregnados de insecticida.

7.1.7 GALLINA CIEGA (*Phyllophaga spp*)

El adulto es un escarabajo de color marrón rojizo, su tamaño varía entre 12 a 25 mm de longitud, según la especie. La hembra coloca sus huevos en el suelo a una profundidad de 2 a 10 cm. Al eclosionar, las larvas se alimentan de las raíces de las plantas debilitándolas y causando pobre desarrollo. Las larvas son de color cremoso en forma de "C" y miden de 20 a 45 mm. La cabeza es de color marrón oscuro y está provista de fuertes mandíbulas.

Cuando los ataques son fuertes, en plantaciones jóvenes, se observan síntomas de estrés similares a los causados por falta de agua o nutrientes.

Para determinar la incidencia de la plaga se muestrean 25 sitios por cada 16 tareas, excavando un hoyo al pie de la planta de 30 x 30 x 20 cm

y contando el número de larvas presentes. El nivel crítico para hacer un control es de una larva por muestra en una plantación de 1 a 2 años y de 12 larvas por muestra en plantaciones de 4 años.

MANEJO

Existen patógenos como *Metarhizium popilliae* y *Bacillus thuringiensis* y algunos ectoparasitoides como *Tiphidae* y *Scoliidae* que pueden controlar.

Los productos químicos más recomendados son los de acción sistémica.

7.1.8 BARRENADOR DEL TALLO (*Xylosandrus compatus*)

Es un escarabajo de cuerpo delgado y antenas largas, (el doble de su cuerpo). Mide unos 3 cm de largo por 8 mm de ancho; café claro, con manchas blancas irregulares en las alas. La larva mide unos 4.5 cm de largo; de color blanquecino, cuerpo anillado, sin patas y provistas de mandíbulas muy fuertes, que le permiten morder el tejido duro del cafeto. La pupa es de color café y de tamaño similar al adulto (Anacafe, s/f).

El daño al café lo hace la larva al barrenar el interior del tronco y la raíz principal; al principio no se nota, pero conforme las galerías progresan la planta muestra síntomas de marchitez, amarillento y decaimiento general. Un ataque de barrenador puede provocar la muerte del café. Lo que revela su infestación es la presencia de un volcancito de aserrín al pie del cafeto, que cae por el agujero que el insecto barrenador va haciendo dentro del tronco.

Como prácticas de control cultural se recomienda después de la cosecha, proceder al arranque de las plantas barrenadas y las que muestren síntomas de muerte. Las plantas se arrancan con todo y raíz pivotante. Si al podar aparece el tronco con un agujero, es necesario buscar el insecto para destruirlo.

El Control químico se realiza en la época de caliente, utilizando el método de inyección, de preferencia con jeringa a través del orificio de salida del aserrín y luego sellar el agujero con arcilla (barro) para mayor eficiencia del insecticida. La solución se prepara con uno de los dos insecticidas siguientes:

Insecticida recomendado

> Fomix

> Clorpirifos

7.1.9 NEMÁTODOS (*Pratylenchus spp* y *Meloidogyne spp*)

Los nemátodos son organismos microscópicos y con apariencia de pequeñas lombrices delgadas e incoloras que viven en el suelo en el área de raíces de forma parasita. Los dos principales géneros de nemátodos que afectan el café en las zonas cafetaleras del país, son *Pratylenchus* y *Meloidogyne* (García, 2004).

Las plantas afectadas muestran síntomas de debilidad, clorosis y deficiencia de nutrientes. En las raíces se observan lesiones y/o agallas, pocas raicillas y podredumbre.

MANEJO

En vivero se realiza desinfección del suelo de los germinadores y fundas, utilizando agua caliente, solarización o fumigación química. Tener precaución al transportar material de siembra. La medida más importante de prevención es la injertación de café con el método Reina.

En plantaciones de fomento, si la producción es baja y las plantas están muy afectadas por nemátodos, el uso de nematicidas es generalmente antieconómico. En estos casos, se recomienda la renovación del cafetal con plantas injertadas (Reina), práctica que minimiza el impacto de los nemátodos y prolonga la vida productiva de las plantaciones.

7.2 ENFERMEDADES

Las enfermedades son provocadas por hongos o microorganismos asociados a la planta que afectan su desarrollo y reducen la producción y calidad del café. Las enfermedades que se presentan en las zonas cafetaleras son las siguientes (Reyes, et. al, 2000):

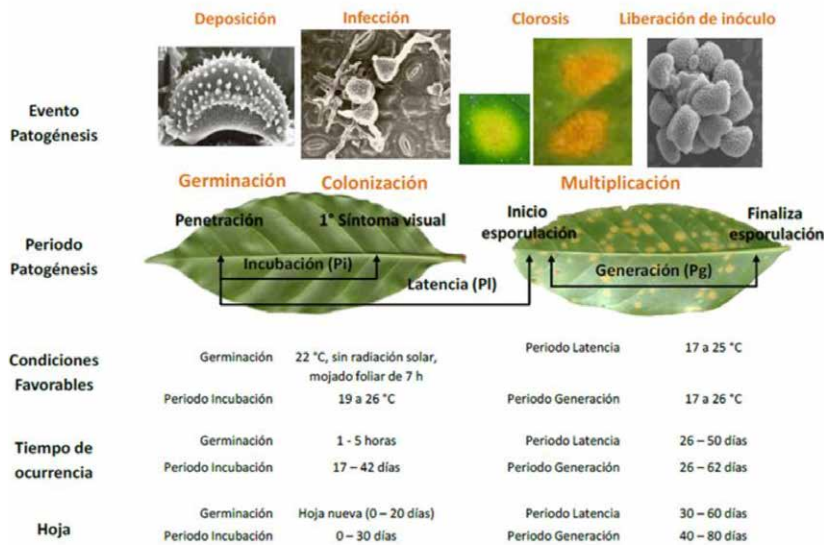
7.2.1 ROYA (*Hemileia vastatrix*)

La roya es la enfermedad foliar más importante del café en el país, afectando la mayoría de las plantaciones comerciales con variedades susceptibles al hongo. Se desarrolla solamente en las hojas y se reproduce con facilidad y rapidez en los ambientes húmedos y sombríos, favorecido por temperaturas entre 21 y 27 °C. La cantidad de follaje de las plantas, así como el inóculo inicial y el estado nutricional son determinante en la severidad de la enfermedad.

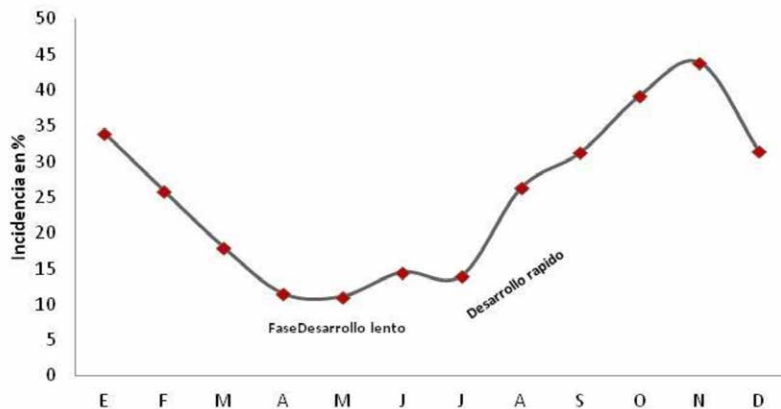
La roya se manifiesta en el envés de las hojas con manchas circulares cubiertas de un polvillo amarillo. Las hojas atacadas sufren necrosis parcial y se desprenden prematuramente, lo cual provoca un debilitamiento de las plantas, disminución de la producción y la calidad del grano, provocando finalmente la muerte.



Hojas con roya



Ciclo biológico de la roya del café. Fuente Calderón, 2012.



Comportamiento de la roya del café en la República Dominicana. Fuente Pérez et. al, 2017. Curva comparativa de la roya del café en la República Dominicana, Satcafe 2014-2017

MANEJO

Previo al control químico es necesario hacer un muestreo para determinar la incidencia y la severidad de la roya en el cafetal. Para determinar la incidencia de la enfermedad, se debe dividir la finca en lotes de 16 a 48 tareas y seleccionar 2 plantas en cada tarea. En cada planta, se seleccionan las bandolas del centro. Se cuenta el total de hojas y el número de hojas con roya. Finalmente se divide el número de hojas con roya entre el total de hojas y se multiplica por 100. Según el nivel de incidencia de la enfermedad se recomienda el manejo siguiente:



Hoja con Ojo de gallo

Fase reproductiva ó preparación de la planta para la cosecha	ABRIL	FLORACION PRINCIPAL	0 a 5%	Para los colores azul y verde, aplique fungicidas preventivos. Para los colores naranja y rojo, aplique fungicidas curativos.
	MAYO	DESARROLLO DEL FRUTO DESDE ACUOSO A CONSISTENTE	5%	
	JUNIO		5 a 10%	
	JULIO		10 a 20v%	
Cosecha	SEPTIEMBRE	INICIO DE COSECHA	> 20%	En la precosecha u cosecha, aunque la incidencia de la roya sea alta, no aplique fungicidas.
	OCTUBRE			
	DICIEMBRE	FINALIZACION DE LA COSECHA		
	ENERO			
	MARZO			
Después de la cosecha	Realice las prácticas culturales recomendadas después de la cosecha y el monitoreo de roya			

FUNGICIDAS RECOMENDADOS POR EL INSTITUTO DOMINICANO DEL CAFÉ	
INGREDIENTES ACTIVOS RECOMENDADOS	TIPO DE ACCIÓN
> Hidróxido de cobre	> Preventivo
> Cyproconazole	> Curativo
> Cyproconazole + Azoxistrobin	> Curativo + Preventivo
> Cyproconazole + Tryfloxistrobin	> Curativo + Preventivo
> Epoxiconazole + Piraclostrobin	> Curativo + Preventivo
> Epoxiconazole	> Curativo
> Tryfloxystrobin + Propiconazol	> Preventivo + Curativo

Además del control químico, un buen programa de fertilización, la regulación de sombra y la poda del café favorece el manejo de la enfermedad. Para el control químico, los productos recomendados se deben aplicar al inicio de la temporada lluviosa según el nivel de infección y severidad de la enfermedad.

7.2.2 OJO DE GALLO O GOTERA (*Mycena citricolor*)

Este hongo afecta cafetales con exceso de sombra y alta humedad. Esta enfermedad ataca hojas y frutos. En las hojas se observan manchas redondas de color marrón claro. Cuando son viejas se desprende el centro de la mancha formando un agujero. En épocas de lluvia, el hongo fructifica sobre las manchas, desarrollando estructuras de color amarillo brillante, con forma de alfiler, que caracteriza la enfermedad.

MANEJO

La adecuada regulación de sombra, poda sanitaria de los cafetos, control de malezas y buena fertilización reducen significativamente su desarrollo. En ataque severo se debe complementar con aspersiones a base de cobre.

7.2.3 MANCHA DE HIERRO (*Cercospora coffeicola*)

El hongo ataca las hojas y frutos. Las hojas afectadas manifiestan un pequeño punto clorótico, que luego se transforma en una mancha marrón con el centro de color grisáceo sobre el cual se observan puntos de color negro. Los frutos afectados manifiestan manchas ovaladas, hundidas y con el centro grisáceo.

En condiciones adversas la enfermedad permanece latente en la planta y prospera en presencia de alta temperatura y humedad relativa. En las plantaciones o en el vivero, este hongo ataca más severamente a las plantas expuestas al sol. El daño principal es la defoliación de las plantas.

MANEJO

Se debe proporcionar condiciones adecuadas de iluminación y un buen programa de fertilización. Para su prevención, se recomienda la utilización de productos a base de cobre.

7.2.4 MAL DE HILACHAS (*Pellicularia koleroga*)

Esta enfermedad se presenta en las hojas, ramas y frutos en forma de telaraña de color blanco grisáceo. Las hojas afectadas se cubren de un micelio grueso que se extiende por el pedúnculo y llega hasta las ramas. Las hojas se secan, se desprenden de la planta y quedan colgando del micelio, de ahí su nombre. Por lo general, los cafetales establecidos en zonas de baja altitud, con exceso de sombra y humedad son los más afectados.

MANEJO

Se debe eliminar la fuente de inóculo al inicio de las lluvias, podando los cafetos, regulando la sombra y construyendo zanjas de drenaje. Para su prevención se recomienda el uso de productos a base de cobre.

7.2.5 ANTRACNOSIS (*Colletotrichum spp*)

Este hongo ataca en época fría, siendo más común en lugares cercanos a hondonadas, ríos y arroyos. La enfermedad se desarrolla con mayor facilidad en cafetales abandonados y en tejidos afectados por otra enfermedad o por daños físicos.

En los frutos verdes el hongo produce manchas color marrón, típicamente hundidas, haciéndolo tomar un color negro, momificándolos o provocando su caída temprana. La enfermedad causa también muerte de flores y ramas tiernas. El hongo sobrevive en los tejidos muertos de las ramas y frutos momificados; su desarrollo se ve favorecido por la lluvia, temperaturas entre 20 y 30 °C, humedad relativa alta y rocío.

MANEJO

Se recomienda utilizar medidas dirigidas a mejorar las condiciones climáticas de la plantación (exceso o falta de sombra), para evitar el desarrollo del patógeno. En presencia de los síntomas y condiciones favorables se recomienda la aplicación de productos cúpricos.



Hoja con mancha de hierro



Frutos y bandolas con antracnosis

7.2.6 MAL DEL TALLUELO (*Rhizoctonia solani*, *Pythium sp* y *Fusarium sp*)

Esta enfermedad es producida por un complejo de hongos que impiden la brotación de las plántulas después de la germinación de las semillas o causar su muerte. Se presenta en los germinadores cuando las plantitas están en estado de fosforito y mariposa; en forma de lesiones color café en la base del tallo, que se extiende hasta estrangularlo. Se manifiesta en focos de plántulas marchitas. La alta humedad y las bajas temperaturas favorecen el desarrollo de la enfermedad.

MANEJO

Se recomienda un manejo preventivo en el germinador, utilizando un substrato nuevo, el cual debe ser desinfectado, con agua hirviendo o aplicando producto químico. Se debe evitar exceso de humedad en el substrato.

7.2.7 PUDRICIÓN DE RAÍCES (*Rosellinea sp*)

Esta enfermedad no presenta síntomas en los estados iniciales. Su desarrollo es lento y en estados finales manifiesta amarillamiento, marchitez, caída de hojas y muerte regresiva. La marchitez se observa principalmente en períodos secos y en las horas más caliente del día. En las lesiones radicales se observan grupos de filamentos de micelio, que inicialmente son blanquecino y luego negruscos. En cortes a la raíz, pueden observarse puntuaciones o líneas ennegrecidas. La enfermedad se transmite mecánicamente de planta a planta, principalmente por el uso de herramientas infectadas. Es favorecida por condiciones de alta humedad y pH ácido.

MANEJO

Se debe evitar el golpeo del tronco de la planta durante el laboreo. En focos infectados se recomienda la erradicación de las plantas enfermas y las aparentemente sanas a su alrededor, luego quemarlas. Los hoyos que quedan se deben tratar con cal y evitar la siembra durante un tiempo prolongado.

Uno de los factores que más afecta la producción de café son los daños causados por las plagas y enfermedades. En general, la enfermedad y las plagas insectiles más importantes en la caficultura dominicana son la roya del café, broca del café y el minador de la hoja por el nivel daños que producen. Se recomienda utilizar las estrategias y métodos de control más apropiados en cada caso.

Los mercados internacionales cada día son más exigentes con la calidad del café que demandan, lo que requiere por parte de los países productores el compromiso de un manejo adecuado de los procesos de cosecha y pos cosecha que favorezcan la preservación de las condiciones organolépticas y apariencia física del café, que influyen de manera directa en el precio. Del mismo modo, se recomienda adoptar la cultura de llevar con precisión los registros que permitan la trazabilidad del café producido, su procedencia y los procesos a que ha sido sometido el lote mercadeado..

8.1 COSECHA

La cosecha es la entrada al proceso de transformación del fruto del café (cereza o uva) a café pergamino seco. Dentro de la cadena productiva del café es una de las etapas más arduas, costosa y delicadas, por lo que deben observarse las buenas prácticas en el manejo para asegurar el rendimiento y calidad del producto.

Los periodos de cosecha están asociados con la estacionalidad de las floraciones y las características propias del cultivo. En la República Dominicana. la época de cosecha

varía según la zona cafetalera, dependiendo de la altitud sobre el nivel del mar, clima, manejo de la plantación y las variedades cultivadas. Por lo general, la cosecha se inicia en las zonas bajas en agosto y concluye en junio en las zonas altas.

La cosecha de café es el resultado de la conjugación de varios elementos, como son: la capacidad instalada, los recursos económicos con que se cuentan para asumir los costos fijos y variables y disponibilidad de mano de obra.

8.1.1 ESTIMACIÓN DE LA COSECHA

El estimado de la cosecha es un cálculo aproximado de la masa de café a manejar en un periodo-cosecha, depende de varios factores: la intensidad de la floración, fructificación, estado fitosanitario de las plantaciones, entre otros.

Se realiza en tres momentos importantes. El primero cuando han cuajado los frutos, el segundo cuando los frutos han alcanzado su desarrollo fisiológico y tercero cuando los mismos inician el proceso de maduración, justo antes de iniciar el graniteo. La información generada en cada uno de estos momentos permite ajustar el estimado final.



Recolección de café



Café maduro recolectado

Son varios los métodos utilizados para la estimación de cosecha, siendo los más comunes los siguientes:

-Observación por experiencias anteriores, donde prima la propia experiencia del productor y los registros que conserva.

-Estimación directa en campo. Es un método con base estadística que da como resultado un cálculo más objetivo y preciso.

MÉTODO DE LA ESTIMACIÓN DIRECTA EN CAMPO:

- Dividir la finca en tres partes, un lote de la parte de mayor producción de la finca, otro de la parte donde se visualice una producción regular o promedio y el último que represente la zona de menor producción.

- Caminar el lote en forma de zig zag y al azar elegir 10 plantas en cada lote.

- Cada planta elegida se divide de manera imaginaria en tres estratos: alto, medio y bajo. En cada uno de los estratos se escoge una bandola, se cuenta el número total de frutos y se anota en la hoja de registro de campo.

- Se cuentan las bandolas productivas en las 10 plantas seleccionadas en cada lote.

Teniendo la información base se procede al cálculo del total de frutos por lote.

Un buen estimado de cosecha le facilita al productor la planificación de las actividades propias de la recolección y beneficiado del café, los recursos y la periodicidad con que los va a necesitar, aportándole además elementos para la proyección de la cosecha del año siguiente. Así mismo, aporta información sobre la cantidad de plantas productivas con que cuenta y desde ahí trazar la estrategia para la implementación de un plan de mejoramiento del cafetal que le garantice mayores rendimientos.

8.1.2 PLANIFICACIÓN DE LA COSECHA

Constituye las actividades a desarrollar previo al inicio de la cosecha, con el objetivo de reducir el riesgo de errores que pudieran afectar el rendimiento y la calidad del fruto a recolectar: La planificación incluye lo siguiente:

- a. Analizar los registros de los estadios florales y las observaciones en campo.
- b. Diseñar un cronograma de recolección por lote conforme a los estadios de maduración observados.
- c. Estimar materiales necesarios para realizar la cosecha (sacos u otros empaques).
- d. Calcular el número de recolectores necesarios asumiendo el rendimiento promedio diario de un recolector, logística de alimentación y transporte si fueren necesario.
- e. Preparar los caminos de acceso internos del cafetal, eliminando las malezas y arbustos para facilitar el desplazamiento de los recolectores.
- v Organizar el primer pase para recolectar frutos con defectos importantes tales como: secos, sobre maduros, enfermos, entre otros.

8.1.3 RECOLECCIÓN DEL CAFÉ

Consiste en recoger de forma oportuna los frutos de café que han completado su ciclo biológico en la planta, es decir, en su punto óptimo de maduración, que se alcanza a los 264 días, aproximadamente posterior a la floración. (Arcila, 2003).

La recolección del grano beneficia de manera directa la economía del productor. Está técnicamente comprobado y documentado que los frutos verdes o pintones y casi secos o secos no dan el rendimiento esperado, debido a que no tienen el peso adecuado.

En adición a esta práctica, es preciso programar los pases necesarios para evitar la sobre maduración y la permanencia de los frutos en la planta que sirven de hospederos a la broca del café.

RECOLECCIÓN MANUAL

La cosecha selectiva o picking es el método por elección de los que apuestan a calidad, promoviendo la recolección de frutos maduros uno a uno, minimizando el riesgo de mezcla de frutos en diferentes estados de maduración que perjudican la apariencia física del café y la calidad organoléptica del mismo. Conforme a las normativas internacionales voluntariamente aceptada por los productores de cafés especiales, es permisible un máximo de 2.5% de cafés verde en un lote de café.

Durante la madurez fisiológica del fruto del café se producen las alteraciones físicas – químicas determinantes del color, composición de proteínas y carbohidratos, firmeza y tamaño del grano. Seguida por la de madurez organoléptica, que otros prefieren llamar madurez comercial, en esta etapa es donde el fruto alcanza el nivel de color, textura, aroma, sabor entre otros que le definen como comestibles (Marín et. al, 2003).

La determinación del punto de madurez óptimo es crucial para realizar la recolección adecuada del fruto. Empíricamente se determina cuando el fruto presenta color rojo brillante. Para mayor precisión se recomienda el monitoreo de los lotes realizando pruebas de la determinación del grado Brix.

Los grados Brix, determinan básicamente el cociente de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en líquidos. Se miden utilizando un refractómetro.

En café se utilizan para conocer el contenido de azúcar presente en el fruto, que se relaciona con el grado de madurez de los granos. Ese punto se logra cuando la medición de grados Brix se encuentra en el rango comprendido entre los 15 – 24 grados (Marín et. al, 2003).

Tradicionalmente la recolección manual del café se hace de manera no planificada lo que afecta el rendimiento de los recolectores y el incremento de costos para los productores.

Se han realizado investigaciones respecto al tiempo y movimiento en la recolección de café, con el propósito de buscar herramientas que permitan hacer la actividad más eficiente, en tal sentido se han planteado las buenas prácticas siguientes:

- a.** Distribuir los equipo de recolectores por lotes
- b.** Marcar los sacos con una identificación única por recolector y el lote asignado.
- c.** Al inicio de cada jornada de recolección insistir con los recolectores de que solo deben ser recolectados los frutos que se encuentren en su punto óptimo de maduración, los frutos secos o pintones debe recolectarse y echarse en una bolsa diferente que se les dará un tratamiento pos cosecha diferente.
- d.** Al inicio de la cosecha realizar la cosecha inicial o graniteo, normalmente durante este proceso se recolecta aproximadamente el 15% de granos enfermos, dañados por broca, secos o aquellos que no alcanzaron su desarrollo fisiológico completo. Que se tratan de manera separada a los cafés de primera.

e. Priorizar los lotes que tienen mayor concentración de frutos maduros para evitar la sobre maduración.

f. Si se ha detectado infestación por broca, identificar el o los lotes con mayor grado de severidad y darle preferencia en la recolección. El café recolectado debe ser manejado de manera separada de los demás, para evitar la propagación.

g. Iniciar en una hilera y recolectar toda la parte frontal de las plantas que la componen. Al final devolverse en la misma dirección para cubrir la otra cara de la planta.

h. En cada planta iniciar desde arriba hacia abajo en forma de zig zag.

i. En las ramas recolectar los frutos maduros en la dirección del tronco hasta el extremo final de la rama. La recolección deber ser de manera individual cuidando no desprenderle las hojas, ya que afecta los brotes donde se consolida los frutos de la cosecha venidera. Una vez completado un saco, se debe amarrar para evitar propagación de broca y colocar en el lugar convenido, cuidando que no se exponga al sol y que no tenga contacto directo con la tierra.

Al final de la cosecha se debe realizar la repela, donde se recolecta frutos maduros y verdes que se tienen que separar en el despulpado.

La recolección de granos maduros facilita el proceso de beneficiado del café y es determinante en el rendimiento y la calidad del café en la taza. Es preciso, además, tomar las medidas para garantizar la inocuidad del café recolectado, para lo cual el productor debe prever el mecanismo que garantice la limpieza de los utensilios a emplearse en la recolección, libre de residuos de agroquímicos u otro producto contaminante.

La recolección de café maduro aumenta la conversión de uva a pergamino seco y conserva la calidad del grano, lo que produce una mayor ganancia para el caficultor.

8.2 POSCOSECHA

8.2.1 BENEFICIADO DEL CAFÉ

El procesamiento de los frutos del café o cereza se desarrolla por varias vías, siendo las más utilizadas las siguientes:

A) VÍA HÚMEDA

Mediante este método se obtienen los cafés suaves o lavados, reconocidos en el mercado por excelente calidad, resaltando atributos tales como: aroma, sabor y acidez en la taza. Se distinguen dos fases:

- **Fase húmeda que comprende:** recolección, recibo, despulpado, desmucilaginado (fermentación), lavado, clasificación y secado de café hasta obtener el 12% de humedad.

- **Fase seca:** se produce la transformación de café pergamino a café oro. Incluye el almacenamiento, descascarado (pilado), trillado, clasificación y envasado del café.

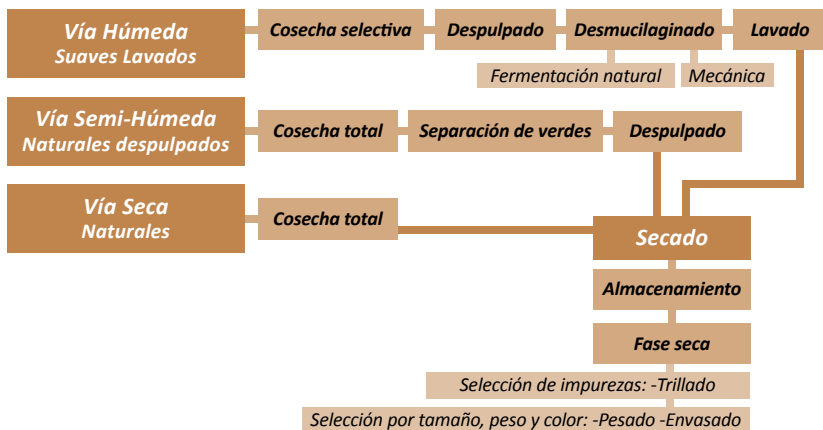
B) VÍA SEMI-HUMEDA

Con este método el café se despulpa y seca. Es conocido como café semi lavado o natural despulpado.

C) VÍA SECA

Es el resultado son los cafés denominados naturales, caracterizados por una alta concentración de azúcares que ofrecen una bebida con menor acidez, buen cuerpo, dulzor y aroma.

El flujo del proceso de beneficio de café según el diagrama siguiente:



8.2.2 ACTIVIDADES DE AJUSTES Y LIMPIEZA PREVENTIVAS EN INSTALACIONES Y MAQUINARIAS

Antes de iniciar la cosecha, se requiere del mantenimiento de las instalaciones y la graduación de las maquinarias del beneficio tanto la fase húmeda como la seca para evitar el deterioro de la calidad del producto a procesar.

En la planta del beneficio húmedo se precisa revisar con especial cuidado lo siguiente:

- a.** La camisa de la despulpadora, verificando que no tenga puntos rotos, para prever que se piquen o rompan los granos
- b.** Graduación del pechero de la despulpadora, ajustándolo al tamaño promedio de la fruta y cuidando que no tenga desgastes. Los pecheros flojos dejan pasar mucha pulpa o granos junto al café despulpado y si por el contrario están muy ajustados, rompen y aplastan los granos afectando el aspecto físico del café pilado.
- c.** Percatarse que todas las partes sujetas a movimiento estén ajustadas, engrasadas y limpias.
- d.** Garantizar el aprovisionamiento de agua potable, libre de olores y sabores extraños.
- e.** Prever el tratamiento que se le dará a las aguas mieles y la pulpa del café.

Al finalizar cada proceso se debe limpiar el área de recibo, las despulpadoras y demás maquinarias que hayan sido utilizadas durante el despulpado.

La planta de elaboración en la fase seca del beneficio, se debe tener presente:

- a.** Que las maquinarias estén ajustadas, engrasadas y limpias
- b.** Los almacenes libres de plagas
- c.** Toda el área limpia y sin ningún tipo de obstáculo que limite el libre movimiento

8.2.3 BENEFICIADO POR VÍA HÚMEDA

En la preparación de café lavado la fase húmeda es considerada como una de los más costosas, delicadas y críticas, en él se conserva, deteriora o daña la calidad natural del café cosechado. Como todo proceso tiene una entrada, el fruto del café, que es transformado para lograr como resultado un café en condiciones inócuas, con buen aspecto físico y características organolépticas propias de la variedad y zonas de producción.

A) RECIBO Y CLASIFICACIÓN DE LOS FRUTOS DEL CAFÉ

Los frutos del café son recibidos diariamente de los recolectores utilizando medidas de peso o volumen para determinar la cantidad recibida. Se recomienda la utilización del peso porque aporta mayor exactitud y agilidad al proceso. El punto de recepción de café debe estar acondicionado para recibir la totalidad del café cosechado cada día, los frutos recibidos dependiendo del nivel de tecnología del beneficio serán recibidos en tanques o tinas de flotes, tolvas húmedas o tolvas secas.

Para evitar deterioro en la calidad se sugiere un estricto control en el recibo de los frutos, de preferencia solo aquellos que se encuentre completamente maduros. A partir de un contenido de café verde por encima del 2.5% se aprecia un rechazo en taza por encima del 30%, por defectos como sucio, fermento, stinker, tierra y otros sabores desagradables y una reducción de un 7% en el rendimiento de café cereza a café pergamino seco (Oliveros, 1994).

Por otra parte, para evitar desperfectos mecánicos en las maquinarias que incidan en los costos de mantenimiento, se debe tener especial cuidado en recibir los frutos libres de hojas, palos u otros elementos extraños. Se recomienda equipar el beneficio con un sistema de control previo a la entrada del área de despulpado que permita la separación de objetos extraños que puedan dañar el equipo, como es el caso del canal despedregador y el sifón. En pequeños beneficios, algunos productores optan por colocar imanes en las tolvas de las despulpadoras para atrapar metales como clavos, tuercas, tornillos o cualquier otro metal que pudiera deteriorar la maquinaria.

La inspección y clasificación antes del despulpado es una actividad de especial importancia durante el proceso. La clasificación puede hacerse por densidad en agua, para separar los granos maduros de los granos verdes, sobre maduros y secos y/o materiales extraño.

Para la clasificación del café en fruta la técnica más utilizada es la de separación por flotación, que consiste en la inmersión de la masa de café fruta recibida en tinas (tanques) con abundante agua, los de menor peso (los inmaduros, secos, verdes y afectados por insectos) flotan y son retirados para tratarlos de manera separada, el café maduro al tener mayor peso se mantiene en el fondo y es transferido a las tolvas para el despulpado.

Las instalaciones mecanizadas, utilizan tolvas húmedas que con ayuda del agua transportan los frutos de café hacia la zaranda hidráulica de separadores de verdes, mediante este mecanismo los frutos de mayor peso (maduros) son conducidos a una máquina despulpadora donde se inicia el proceso. Los de menor peso flotan y por arrastre son conducidos hacia otra máquina despulpadora para darles un tratamiento por separado.

Resulta beneficioso para el control de la calidad desde el punto de recibo tomar muestras aleatorias y determinar el porcentaje de café verde, seco o sobre maduro contenido en la misma. Se sugieren métodos sencillos y prácticos, como los siguientes:

-Método aritmético: se toma la muestra y se cuenta el total de los frutos que contiene. Separar y cuantifican los frutos verdes, secos y sobre maduros. Se divide el total de frutos defectuosos entre el total de frutos de la muestra y se multiplica por 100.

-Método por peso: toma la muestra y se pesa, se clasifican los frutos, se pesan y se calcula el porcentaje. Comparar resultados con la Tabla y valorar la calidad del corte.

-Prueba de uniformidad por volumen: se realiza utilizando una tabla diseñada para tales fines que se introduce en la masa de café que al extraerlo permite realizar el conteo de frutos inmaduros, secos, sobre maduros, expresándolo en porcentaje.

Los frutos identificados como defectuosos deben ser procesados de manera separada ya que el resultado es un café de calidad inferior que no debe ser mezclado con el café de calidad. El peso de un grano negro es el 20% en relación al maduro y un verde un 53%. Se requiere recolectar 91 granos verdes o 223 granos negros para obtener 100 gramos de café cosechado, en comparación con 49 granos de café maduro.

B) DESPULPADO DE CAFÉ

Esta etapa consiste en la separación del exocarpio o pulpa del grano de café por el efecto lubricante que le aporta el mucilago o miel. Con el despulpado se produce la primera transformación física del grano sin alterar sus características fisiológica o química.

El despulpado se produce mediante un mecanismo de fricción y presión ejercido por el cilindro contra el pechero y la camisa de la despulpadora. El despulpado debe realizarse dentro de las 6-8 horas posterior a su recolección, para evitar que el fruto entre en su proceso de fermentación natural y deterioro su calidad.

Para asegurar la calidad del café despulpado se requiere observar las siguientes prácticas:

- > Mantener en buen estado la camisa de la despulpadora
- > Rectificar el cilindro
- > Ajustar el pechero, según el tamaño del fruto
- > Despulpar solo el café maduro
- > Limpiar diario la despulpadora, después de la jornada
- > Analizar la calidad física del café despulpado diariamente.

Para la evaluación de la calidad del despulpado de la maquina se debe hacer lo siguiente:

Café despulpado

- > Tomar una muestra y contar los granos que contiene
- > Separar los granos mordidos, con pulpas adheridas, frutas enteras
- > Cuenta los granos separados
- > Aplica la siguiente formula:
(Total de granos separados ÷ total granos de la muestra) X 100
- > Si el 5% de los granos salen rotos, revise la camisa y calibre la despulpadora.

Pulpa de Café

- > En la fosa de la pulpa tomar tres muestras en tres momentos diferentes del proceso despulpado.
- > Con la presencia de un solo grano de café, es una alerta para la revisión de la despulpadora.

Antes de iniciar el despulpado se debe supervisar la limpieza y el buen funcionamiento de la despulpadora. Se recomienda despulpar el café uva mismo día, con un máximo de 10 horas después de la recolección para evitar pérdidas en la calidad y peso del grano.

C) DESMUCILAGINADO

El mucilago o mesocarpio es la capa delgada que queda expuesta al ser despulpado el café y adherida al endocarpio o pergamino. El agua retenida en el grano varía de acuerdo con las condiciones climáticas que prevalezca durante la recolección lo que retrasa el secado y puede originar defectos físicos y organolépticos en la bebida.

Además del agua, el mucilago contiene sustancias químicas como: azúcares, levaduras, encimas y bacterias entre otras, que facilitan su fermentación natural incrementando el riesgo de contaminación por hongos. Este proceso se desarrolla tradicionalmente mediante dos vías:

Fermentación natural: Consiste en la desintegración del mucilago que mediante la acción de las enzimas naturales. Se hace soluble en el agua y se desprende mediante el lavado. Es un proceso bioquímico que llevan a cabo diversos microorganismos; los cuales, en condiciones adecuadas de temperatura, se alimentan de los azúcares que contiene el mucilago, lo que provoca su descomposición y desprendimiento durante la fermentación del café (Roa, 1994).

La fermentación natural puede realizarse utilizando los métodos siguientes:

a) Aeróbica: se desarrolla con la presencia de oxígeno y en seco. El café es colocado en recipientes o pilas de fermentación permitiendo que al contacto con el aire los microorganismos se desarrollen y aceleren el proceso de fermentación. El tiempo y la temperatura se convierten en variables crítica del proceso. Dependiendo del comportamiento de variables tales como: temperatura del ambiente, la humedad y la masa de café que se maneje puede durar entre 15- 24 horas y en algunos casos puede extenderse hasta 36.

b) Anaeróbica: mediante este proceso la fermentación se desarrolla con el volumen de café sumergido en agua.

Para facilitar el proceso de fermentación y asegurar la homogeneidad del mismo, se precisa que la masa de café a fermentar sea distribuida de manera uniforme en las tinas y se mantenga un monitoreo constante durante el tiempo que dure la actividad. Este monitoreo exige la observación del drenaje y la realización de pruebas para determinar el tiempo en que debe ser suspendido para pasar al proceso siguiente.

La prueba de que un café se encuentra en su punto óptimo de fermentación se determina por varios métodos, como son:

> **Método del orificio en la masa:** consiste en sumergir la estaca en varios puntos de la tina de café. Si al sacarla, las paredes del agujero se mantienen, ya da punto de fermento.



- > **Verificación al tacto:** se debe tomar un puñado de café del interior de la pila, lavarlo en agua limpia. Si al frotarlo entre las manos, se escucha un sonido cascajoso y no queda mucílago en la ranura del grano, eso indica la finalización del proceso.
- > **El Fermaestro:** es un dispositivo que mide de manera precisa y objetiva el punto de finalización del proceso de fermentación del café. Es un cono perforado de 500 ml que llenado completamente de café recién despulpado, se coloca en la masa de café a fermentar. Al perforarse el cono se produce el drenaje de los fluidos generados durante la fermentación. Esto provoca una disminución de la masa dentro del cono y cuando llega al volumen deseado se establece como punto de óptimo de fermentación.

Para asegurar la calidad del café se requiere la implementación de buenas prácticas de higiene que garanticen la inocuidad del producto, para lo cual es necesario contar con estructuras para la fermentación construidas con paredes lisas preferiblemente con cantos boleados, protegidas de las radiaciones solares directas y de las lluvias, con drenaje adecuado ya que entre más pronto quede el café sin agua, mejor será su fermentación, rejillas de drenaje para las mieles y profundidad no mayor a un metro.

Así mismo, deben mantenerse limpias las paredes y el fondo debe estar libre de granos rezagados, sedimentos de aguas mieles o cualquier otro residuo de fermentaciones anteriores. La capacidad de las tinas debe corresponderse con la cantidad de café a manejar diariamente, teniendo en cuenta el tiempo máximo de fermentación.

Antes del lavado del café se debe determinar el punto óptimo de fermentación usando los métodos de la estaca y de verificación al tacto. Si la fermentación está incompleta se mancha el grano, provoca post fermentación en el almacén y se dificulta la clasificación del café.

Desmucilaginado mecánico: Mediante este sistema se elimina el mucílago por medios físicos o mecánicos y su posterior lavado. Con su uso se reduce de manera considerable el consumo de agua, se garantiza un flujo continuo del proceso e incrementa los rendimientos sin afectar negativamente la calidad.

El sistema de remoción del mucílago por medios mecánicos o desmucilaginator sustituye al fermentado natural. En este caso, el mucílago se desprende del grano mediante un mecanismo de fricción y sometido de manera continua al lavado mediante la inyección de agua a presión conducida por el cilindro vertical que se encuentra dentro del desmucilaginator. En

la parte externa se encuentra una lámina troquelada que permite la evacuación de la mezcla de mucílago agua y restos de pulpa.

Con este proceso se reduce de manera significativa el tiempo de separación del mucílago y el lavado del café, disminuye el consumo de agua y el impacto ambiental de los subproductos.

Requiere de un secado inmediato, debido a que pueden quedar residuos de mucílago en la ranura y retardar el proceso de secado puede provocar sobre fermento. Está comprobado que con un secado inmediato se puede obtener un incremento en el rendimiento entre el 1 al 2%.

Como todo proceso mecanizado exige control y mantenimiento, por lo que se recomienda a intervalos constantes sean tomadas muestras del café a la salida del desmucilaginator y hacer la prueba de conteo de defectos por peso, como referencia se ofrecen los siguientes parámetros:

Tamaño de la muestra 113.39 g (0.25 libra)	Granos picados, quebrados o pelados	≤1%
	Granos con mucílago	≤1.5%

D) LAVADO DE CAFÉ

En esta etapa se suspende de manera definitiva el proceso de fermentación y se retira por completo el mucílago y ácidos presentes mediante el uso de agua limpia, incolora, inodora y con pH neutro entre 6-7. El café lavado tiene una apariencia limpia y un olor agradable. Este proceso se desarrolla en tinajas o canales de correteo con compuertas, siempre que no se use el desmucilaginator mecánico.

Procedimiento de lavado

- > Asegurar el abastecimiento de suficiente agua con las características antes descritas
- > Agregar agua abundante y agitar la masa de café con el uso de paletas plásticas o de madera.
- > Drenar el agua.
- > - Repetir actividades 2 y 3 tres veces de manera consecutiva

Se debe realizar prueba para determinar el desprendimiento del mucilago de grano. Para esto se debe tomar un puño de café lavado, apretar y si se escucha un sonido como cascajo y no se siente pegajoso, el café listo para pasar al proceso siguiente.

Inmediatamente finalizado el proceso de lavado se realiza la selección por calidades del café pergamino lavado por densidad. En este punto son separados todos los cafés de menor peso que flotan en las tinas o canales de correteo.

Principales daños asociados al lavado inadecuado

No.	Causa	Consecuencia
1	Agua con residuos contaminantes	- Alteración en el color natural del grano. - Sabores desagradables en la taza.
2	Lavado incompleto	- Fermentación posterior por resto de mucilago en la superficie del grano. - Mancha superficie. - Olor a sucio y sabor a fermento.

Tabla 5. Causas y efectos del lavado inadecuado

E) SECADO

El secado es la remoción de la humedad del producto hasta alcanzar un contenido de humedad en equilibrio con el medio ambiente, o hasta un nivel de humedad adecuado de manera que, durante el almacenamiento la disminución de la calidad del producto por microorganismos u otros agentes sea prácticamente despreciable. Conforme a las normas aceptadas internacionalmente el nivel de humedad óptimo para un café pergamino debe ser entre el 11 al 12%.



Secado al sol

Posterior al proceso de lavado, el café pergamino maneja altos niveles de humedad externa que son aprovechados por los microorganismos para contaminar el café. Para minimizar el riesgo de presencia de fermentos, Ocratoxina A (OTA) y hongos, el café debe ser sometido al proceso de secado de manera inmediata.

La clave de este proceso es encontrar el punto de equilibrio, un exceso de secado es tan grave como un secado insuficiente, un exceso de secado repercute en el rendimiento y calidad del café, manifestada en pérdida de atributos de café, como son: aroma, acidez y frescura del café.

Esta actividad es una de las más exigentes para asegurar la inocuidad, atributos sensoriales y aspectos físicos. Para alcanzarlo se debe diseñar e implementar un riguroso plan que incluya, diseño, ubicación, operación de los secaderos y capacitación del personal.

Etapas del proceso de secado

Presecado En esta etapa mediante el fenómeno de evaporación se elimina el agua que queda en la parte externa del grano, reduciendo la humedad de 55% a 36-38%.

Secado Es la estabilización de la humedad del grano a niveles mínimos aceptados (11- 12%) que aseguren la preservación de la calidad del café durante su almacenamiento. Ambas etapas pueden ser desarrolladas por vía natural o al sol, mecánica o una combinación de ambas.

Secado natural o al sol Se coloca el café pergamino húmedo en los secaderos (patios de cemento, túneles o camas africanas) en capas de 2-3 cm, para que por la acción del aire y el sol se evapore la humedad superficial del grano. La primera fase de este proceso donde la humedad superficial del grano se evapora se le conoce como Oreado.

Secado en patio La estructura del patio debe ser construida con base de cemento bien pulido, libre de grietas, con pendiente suficiente para facilitar el drenaje y su tamaño será en función de la masa de café a secar. Ubicados en un lugar donde la radiación solar sea recibida de manera directa y las corrientes de aire no arrastren olores que puedan contaminar el café y aislada para evitar la entrada de animales.

El café pergamino lavado se coloca en capas de 2-3 cm de espesor que debe ser removido de manera constante con la ayuda de un rastrillo o paleta especial. Al inicio del proceso el pergamino se encuentra totalmente adherido al grano y a medida que va evaporando el agua se convierte en una capa que al ejercerle presión puede ser desprendida, por lo que se requiere de mucho cuidado al momento de realizar el movimiento para no maltratarlo.

Dependiendo de horas de exposición solar este proceso dura de 5-7 días. Durante los primeros tres días debe ser removido cada 3-4 horas, las subsiguientes al menos 2 veces al día con el objetivo de lograr un secado homogéneo de toda la masa de café.

Durante el transcurso de la manipulación del secado, se debe evitar el re humedecimiento que se produce por llovizna o en las noches mediante la absorción de del aire frío. Para lo que se recomienda concentrar la masa en pilas en la parte más alta del patio o secadero y protegerla con lonas.



Secado en túneles

Túneles El secador solar tipo túnel es una estructura construida en madera o en tubos de hierro, con cubierta plástica para proteger al café de la lluvia. La estructura cuenta además con la ventilación adecuada que permite la circulación del aire. Las prácticas de manejo es la misma que el secado a pleno sol, exceptuando el retiro diario del café y las previsiones en épocas de lluvia.

Secado mecánico Por medio del secado mecánico se logra la reducción del porcentaje de humedad del grano desde un 53-55% al 11-12% en un tiempo relativamente corto de 18 a 24 horas a temperatura de 50 grados Celsius.

El secado mecánico puede realizarse en secadoras estáticas (silos), en rotativas (guardiolas) o en secadoras verticales, que son alimentadas de calor de manera indirecta mediante hornos que utilizan como combustión la cascarilla de café o leña en algunos casos.

Dependiendo del nivel de tecnificación del beneficio, el proceso inicia con el presecado. El café pergamino lavado es trasladado por medio de ductos al compartimiento de presecado, donde por fuego indirecto se baja el nivel de humedad hasta un 36%. Luego es descargado a la secadora donde el café es secado de manera uniforme debido al movimiento constante del café dentro del silo o por la nivelación automática que se realiza en el piso de las secadoras verticales.

En la etapa del secado es donde pueden producirse la mayor cantidad de defectos en el café si no se hace correctamente. El secado debe ser un proceso continuo, con temperaturas que no excedan los 45°C en la masa de café. Es un proceso lento, lo cual asegura una buena calidad del grano, sin que se alteren las características físicas y organolépticas.



Secado mecánico

Se debe evitar que el café se rehumedezca luego del secado. Se recomienda dejarlo reposar para no empacarlo caliente en los sacos definitivos.

Pruebas de humedad Es importante determinar el contenido de humedad de los granos para comprobar el punto de secado, lo que impacta en el rendimiento, el peso varía en función de la humedad. Son varios los métodos que se emplean: indirectos utilizando equipos electrónicos o detectores de humedad y el empírico, auxiliado de métodos rústicos.

Los principales métodos empíricos son:

- > A la vista, se considera como en punto de secado óptimo cuando el grano del café libre de pergamino alcanza el color verde-azulado.
- > Prueba del diente: si al retirar el pergamino y morder el grano, le queda la marca del diente, está en el punto; si por el contrario el diente se hunde en el grano, está húmedo.
- > Prueba del martillo: se coloca el grano con la hendidura hacia abajo si al golpearlo le queda la marca está seco, si se quiebra es muestra de resecamiento y si se aplasta está muy húmedo.
- > - Prueba de navaja o cuchillo: si se parte el grano y saltan las partes, está en punto de secado esperado, si no se deja partir es reseco y si al partirlo no brincan es prueba de humedad.

Defectos asociados a la calidad del secado

Defecto	Causa	Consecuencia
Grano cristalizado	Temperaturas muy altas	Afecta apariencia física del grano. Grano coloración opaca y grisácea. Baja la acidez.
Granos sobre secados	Exceso tiempo secado	Afecta apariencia física. Sabor a madera, carente de acidez.
Granos flojos	Secado incompleto, exceso humedad	Afecta apariencia física. Ligera pérdida de sabor, aroma y acidez.
Granos mohosos	Falta de movimiento en patios o por amontonamiento de café húmedo	Sabor terroso, sucio mohoso y algunas veces sabor a vinagre. Puede presentar presencia de Ocratoxina A.
Granos contaminado	Mal estado de los hornos de combustión, el humo pasa a la masa de café	Afecta apariencia física . Sabor a leña.

F) AGUAS RESIDUALES

La pulpa y el mucílago representan el 100% de los residuos que se generan durante el proceso de beneficio húmedo de café. La sola construcción de una fosa techada para la descomposición de la pulpa evita el 74% de la contaminación hídrica, si el transporte de la pulpa se realiza por gravedad o mecánicamente, sin la utilización de agua.

La fosa techada debe ser construida con capacidad suficiente para almacenar la cantidad generada en el año cosecha, que luego de su descomposición pueda ser aprovechada como abono orgánico en la finca.

Recomendaciones técnicas para el manejo de la pulpa:

- > Agregar cal viva.
- > Evitar exceso de humedad.
- > Agregar otros materiales orgánicos
- > Voltear periódicamente.
- > Utilizar para producir humus de lombriz

Tratamiento de las aguas mieles Para no contaminar los ríos y quebradas próximos a los beneficios, se debe tomar conciencia sobre el manejo de las aguas mieles que se producen en la fermentación y lavado del café.

Una forma económica y técnicamente viable para reducir el riesgo de contaminación hídrica es la construcción de fosas de infiltración. Las fosas deben colocarse a una distancia mínima de 30 metros de quebradas o ríos con pendiente suficiente.

Se recomienda construir fosas o lagunas cuyo tamaño dependerá del volumen de agua a verter, para facilitar la sedimentación y digestión de los sólidos, además de la evaporación y filtración del agua. Se pueden hacer aplicaciones con cal, la cual actúa en la reducción de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y como regulador del pH.

8.2.4 VÍA SEMI HÚMEDA (CAFÉ HONEY O MIELUDO)

Es una forma relativamente nueva de preparar el café. Está considerado como una combinación de los métodos húmedos y secos de beneficiado del café. El proceso de beneficiado difiere del café lavado en que es eliminada la etapa de fermentación

y lavado; En este caso, el café despulpado se somete al proceso de secado con el mucílago adherido. Este café es secado en patios, camas africanas y en el menor de los casos en secadoras mecánicas.

El café honey se caracteriza por un sabor único, destacándose un dulzor peculiar y sabores afrutados. En el mercado se conocen tres tipos de honey: Honey Amarillo, Honey Rojo y Honey Black. La diferencia en calidad está definida por la cantidad de luz recibida y el tiempo de secado.

Estos tipos de café requieren de monitoreo constante, para evitar la sobre fermentación y la aparición de moho. Este esfuerzo es muy bien recompensado en el mercado, ya que son unos de los cafés mejor cotizados.

8.2.5 VÍA SECA

El método por vía seca (también llamado el método natural) es el más antiguo y el más sencillo y requiere poca maquinaria. Este método consiste en secar la cereza entera.

Su elaboración comprende tres etapas básicas: limpieza, secado y descascarillado.

Secado Los frutos recolectados, son expuestos al sol en un patio o secadero para eliminar la humedad retenida en el mucilago. Es necesario estar removiendo continuamente el café a con palas y tapar si llueve.

Descascarillado Consiste en la separación por medio mecánico de la corteza seca y el pergamino de los granos. El café así obtenido se puede clasificar por medios electrónicos para eliminar los granos negros (mal fermentados).

Clasificación Normalmente para su comercialización el café se clasifica por tamaño mediante su cribado, antes de ser envasados en sacos normalmente de 60 kilos.

El método de vía seca se usa para el 90% de café arábica que se produce en el Brasil, para la mayoría del café que se produce en Etiopía, Haití y Paraguay.

También para algunos arábicas que se producen en la India y en Ecuador. En la República Dominicana esta vía de procesar café sólo se aplica a los cafés de inferior calidad.

A) ALMACENAMIENTO DEL CAFÉ

Las metas del almacenamiento del café son mantener y retener el valor comercial del producto. Además, preservar la integridad del grano por el tiempo más largo posible sin afectar

de forma severa su calidad original (Monroig, 2015).

El almacenamiento adecuado del café es clave para conservar su calidad.

Según investigaciones, el café pergamino seco de buena calidad con humedad del 10 al 12%, se conserva almacenado hasta por 6 meses en ambientes con temperatura inferior a 20°C y humedad relativa de 65 a 70%. A medida que aumentan el tiempo, la temperatura y la humedad relativa del ambiente de almacenamiento, la calidad del café se deteriora más rápidamente, el efecto puede no apreciarse en el pergamino, pero sí en la almendra y en la bebida.

El control de las condiciones de humedad relativa y la temperatura de los almacenes o bodegas es de vital importancia en la preservación

de la calidad del café pergamino almacenado. Esta variable es la de mayor riesgo en el almacenamiento, provoca el ataque de hongos como el *Penicillium* y el *Aspergillus*, que reducen el contenido de materia seca, decoloran del grano y en casos más severos se presentan micotoxinas.

Para la protección contra los cambios en las condiciones ambientales, se recomienda el almacenamiento del café en su estado pergamino seco envasados en sacos de yute, bolsas plásticas o en combinación del saco con la bolsa plástica en su interior.

Así mismo, la bodega o almacén debe cumplir con algunos requisitos mínimos:

- > Mantener limpio, seco y con suficiente ventilación
- > Colocar las estivas organizadas por lote, debidamente identificadas, indicando: procedencia, fecha de entrada almacén y número de lote.
- > Dejar suficiente espacio entre estiva y estiva (pasillos)
- > Los envases de café deben ser colocados sobre paletas que aseguren la separación del piso y a unos 40 cm de separación de las paredes.
- > Proteger la entrada de insectos, roedores y pájaros
- > No almacenar junto a otros productos
- > Llevar registro de control sanitario efectuado en el almacén

B) PROCESO DE PREPARACIÓN DE CAFÉ VERDE

Café verde es el grano o semilla del café al que se le ha quitado las diversas capas que lo cubren. Se le llama almendra, café oro verde, café verde o café crudo.

Este proceso consiste en eliminar el pergamino del café almacenado hasta colocarlo en café listo para la venta interna o para la exportación, esta última según los requerimientos establecidos en el contrato.

Proceso:

- > Seleccionar el café que va conformar el lote, teniendo en cuenta la calidad contratada.
- > Depositar el café seleccionado en tolvas o depósitos. Dependiendo el nivel de tecnificación del beneficio puede: bajar por gravedad de la tolva o desde el depósito es subido mediante elevadores hacia el molino, donde se le ha retirado la cascarilla obteniendo el grano color verde. Esa etapa del proceso se le llama comúnmente pilado.

El café pilado es sometido a un proceso de clasificación, que puede hacerse por dos vías:

a. Manual, utilizando mano de obra especializada, donde se le ha retirado al café todos los granos defectuosos para obtener un café homogéneo con buen aspecto físico. Este proceso se le denomina comúnmente trillado a mano.

b. Mecánico: el café pilado es pasado por una maquina clasificadora. En el mercado se conocen varios tipos de clasificadoras, pero las más comunes son:

Disimétricas (tipo Olliver), clasifica por peso las calidades de café (primera, segunda y tercera).

Ópticas, puede clasificar el café por color y tamaño del grano. Tiene diferentes cribas o tamiz que van desde 20 hasta 14.

C) PRUEBA DE RENDIMIENTO

Tomar una muestra de 300 gramos de café pergamino, pillarlo y pesar el café verde obtenido. Luego calcular el porcentaje de merma:

$$\frac{(\text{Peso del pergamino} - \text{Peso del café verde}) \times 100}{\text{Peso del pergamino}}$$

El cálculo estimado de merma permitirá controlar el rendimiento del café.

D) ENVASADO DEL CAFÉ PROCESADO

El café clasificado es envasado en sacos de yute con peso de 60 kilos netos o en grain pro cuando es para exportación. Las estivas deben ser identificadas indicando la fecha del proceso, destino, número de sacos y lote.

Así mismo, conforme lo establece el Reglamento 819-02 del entonces Consejo Dominicano del Café, los sacos deben ser marcados como sigue:

“PRODUCTO DE LA REPUBLICA DOMINICANA”

Tipo de café:

Número de lote:

Exportador: (y cualquier otra denominación comercial especial adoptada por los exportadores para determinado tipo de café) **Código OIC y No. Partida.**

Tanto el código del exportador como el de la Organización Internacional del Café (OIC) son asignados al exportador al momento de registrarse en el Instituto Dominicano del Café (INDOCAFE).

La calidad del café es el resultado de un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico-químicas propias del café hasta el momento de su transformación y consumo. Definiendo el óptimo estado de éste en la prueba de taza.

La calidad significa para el café una garantía de inocuidad, implicando así ausencia de contaminantes química y/o microbiana, entre otras, requiriendo que la producción del producto (café) sea seguro para el consumo humano.

El nivel de calidad desde el punto de vista del consumidor puede ser la calidad esperada de un producto, la calidad inducida por una marca, clase o procedencia y calidad efectiva, la cual mide las características del café.

Para un producto como el café las características sensoriales son muy importantes generando sensaciones de rechazo o aceptación. Donde se utiliza la percepción por los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído) con los cuales describen, analiza, mide e interpreta, convirtiendo la evaluación sensorial o análisis organoléptico (catación del café) hasta ahora en el método más eficiente para evaluar la calidad del café. ***El catador utiliza sus sentidos evaluando intensidad y calidad de los atributos que conforman la bebida:***

La Vista: detecta forma, apariencia del producto, color, etc.

Tacto: se puede detectar el grado de dureza del grano tostado, en el caso del café, al hacer presión sobre ellos con los dedos.

Olfato: Este es el sentido más complejo a los efectos de un estudio para la degustación. Toda una sinfonía de olores se encontrará en la Fragancia y el Aroma del café donde dependiendo de su concentración y umbral de percepción ligado a su composición en compuestos volátiles, se formará la mayor parte de ellos durante el proceso de tueste. Se han determinado según investigaciones más de 900 componentes en la fracción volátil del café.

Gusto: Dentro de la boca, con la lengua podemos detectar los sabores básicos (ácido, dulce, salado, amargo).

Oído: Al escuchar la crepitación (sonido “crack” durante el proceso de tueste.

Cada laboratorio de catación puede utilizar un formato propio, siempre y cuando se evalúen los siguientes aspectos y/o descriptores:

Fragancia: Es el olor del café de la muestra molida sin adición de agua.

Aroma: Es el olor del café que nos da una impresión general de la muestra ya molida una vez agregada el agua. Se debe apreciar acercando la nariz lo más cerca posible a la superficie de la taza utilizando una cuchara para romper la espuma. Aquí se confirman los aspectos positivos o negativos percibidos en la fragancia. El término fragancia y/o aroma es usado principalmente para caracterizar los olores del café. Existen también malos olores que pueden ser molestos y causa de rechazo ya que afectan la calidad del producto.

Acidez: Describe la impresión gustativa causada por la presencia de ácidos orgánicos en la infusión de café. Existen diferentes tipos de ácidos que se describen como: cítrico, agrio, vinoso, fructuoso.

Cuerpo: Es el grosor del sabor, consistencia o espesor del líquido, se incluye la viscosidad, el peso y la textura de la bebida en la boca.

Sabor: Describe la combinación de los atributos y defectos que se hacen presentes en una taza de café, considerando las propiedades: fragancia/aroma, acidez y cuerpo. El catador le otorgará una calificación alta o baja de acuerdo a los estándares de la muestra analizada.

Sabor Residual/Post gusto: El Sabor Residual es la permanencia del sabor en el paladar después de haber expulsado el café de la boca. Este puede ser agradable dejando un sabor dulce y refrescante o desagradable dejando un sabor amargo o áspero.

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES:

Estos aspectos son importantes, pero no necesarios para toda catación.

Dulzura: No todos los cafés presentan esta característica, ya que se observa con más intensidad en los cafés de altura.

Balance: Es la combinación de los atributos de acidez, cuerpo y sabor, cuando se presentan cafés limpios y sanos.

Uniformidad: Puede ser uniforme tanto por atributos y características, como en defectos y/o contaminaciones, el catador la puede catalogar como positiva o negativa.

Taza Limpia: La no presencia de defectos en las tazas de una muestra.

DEFECTOS: Son los sabores negativos o malos que bajan la calidad del café. Los defectos de taza que se pueden presentar entre otros son:

- **Terroso:** Predomina el sabor a tierra húmeda en la taza, producto de frutos atacados por enfermedades fungosas, exceso de humedad o por mal almacenamiento del grano seco.

• **Mohoso:** Este defecto aparece especialmente por almacenar café con un alto porcentaje de humedad (arriba del 12%). Además, se da mucho en lugares muy húmedos y con altas temperaturas, condiciones especiales para el desarrollo de hongos.

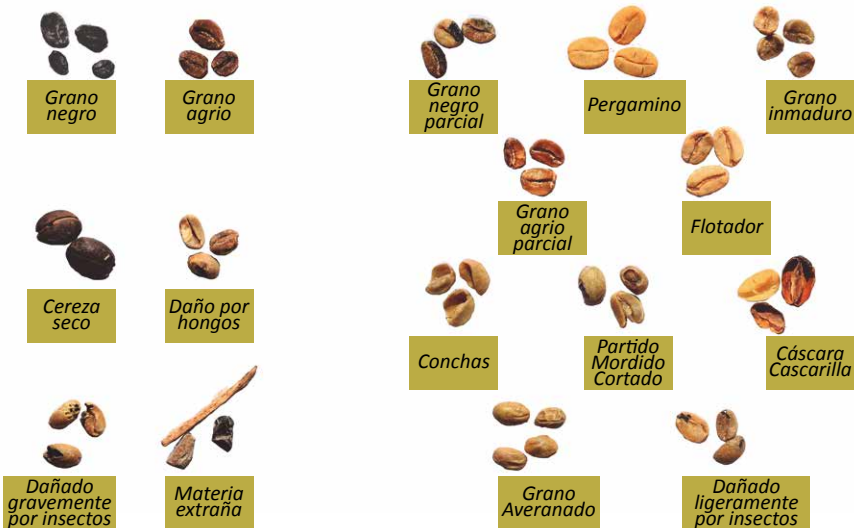
• **Fenólico:** Sabor medicinal, es un defecto pesado y pronunciado, por tal razón, muy castigado. Es provocado por frutos que por causa del viento o la lluvia se caen al suelo y se lastiman; al permanecer en el suelo por algún tiempo son atacados por hongos. Otras causas pueden ser frutos secos que se han quedado en la mata de café.

• **Sobrefermentado:** Es uno de los defectos más castigados, causado por retraso en el despulpado o por no lavar el café en su punto correcto de fermentación o por amontonar el café recién lavado, a veces por falta de capacidad instalada en patios o secadoras. Además, puede ser provocado por no utilizar correctamente las aguas recirculadas.

Estos atributos y/o defectos son calificados en escalas numéricas y a la vez descritos a través de adjetivos que ilustran sus cualidades o deficiencias, obteniendo así: el perfil de taza.

La evaluación profunda de las características, atributos, defectos y/o contaminantes en una taza de café ayuda a definir según la escala de calificación de la SCA (Asociación de Cafés Especiales) el perfil de sabor del café, utilizando una escala numérica previamente determinada y un vocabulario descriptivo definido.

Referencia de Defectos



Defectos de Categoría 1 o Primarios

Defectos de Categoría 2 o Secundarios

9.1 GRADOS DE CALIDAD DEL CAFÉ

En el laboratorio de café Raúl H. Melo del INDOCAFÉ se sigue el protocolo de la Asociación de Cafés Especiales (SCA) para establecer el grado de calidad del café, que es la siguiente:

88.00 -100.00	Grado 1
75.00 - 87.99	Grado 2
62.00 - 74.99	Grado 3
50.00 - 81.99	Grado 4
< = 49.99	Grado 5

9.2 CLASIFICACIÓN DEL CAFÉ VERDE

El café verde es clasificado para la exportación con el objetivo último de producir una infusión de mejor calidad y conseguir el precio más alto. Sin embargo, cada país productor tiene su propio sistema que puede aplicar también para establecer

normas (mínimas) para la exportación. Es necesario que el productor comprenda las preferencias en cuanto a la clasificación y las exigencias del mercado al que se dirige el producto.

La Calidad y Clasificación del café también suele basarse en algunos de los siguientes parámetros:

- a)** La bondad de la naturaleza (suelo, clima, altitud, variedad botánica, tipo de proceso (vía húmeda o seca = lavado o natural), Tamaño del grano (calibre de la criba), a veces también forma y color del grano, Número de defectos (imperfecciones).
- b)** Los métodos y procedimientos del cultivo (Buenas Prácticas Agrícolas).
- c)** Densidad de los Granos.
- d)** El proceso de buenas prácticas de manufactura en el beneficiado húmedo.
- e)** Método de elaboración.
- f)** Sabor, características.
- g)** Condiciones de almacenaje, transporte y limpieza.
- h)** Olor y Defectos físicos.
- i)** La preparación de la bebida.

Estos son los *Perfiles por zonas* en el caso del país: *Seis tipos de café*, cada uno determinado según la zona o la región donde es producido.

Café Tipo Baní	Café Tipo Barahona
Café Tipo Ocoa	Café Tipo Cibao
Café Tipo Azua	Café Tipo Cibao Altura o Juncalito (café cultivado desde los 750 m.s.n.m. en adelante)

La Altura determina características especiales en el café. A mayor altura el proceso de formación y maduración es más reposado permitiendo un desarrollo de sustancias que lo diferencian.

El color del grano puede darnos un indicio de la procedencia, condición del suelo y envejecimiento.

Son características Físicas medibles: el Tamaño (ISO 4150), Densidad (ISO6669) y Humedad (ISO 6673).

Tamaño del grano de café: Consiste en la separación por tamaño de los granos de café a partir del tamizado de una muestra de 350 g. La malla especificada solo permite por debajo de ella un 5%. Esto permite determinar si se trata de una mezcla o de una muestra de una sola procedencia. *Mayor densidad el grano es más duro y de menor tamaño.*

Densidad: El café fresco procedente de altura tiene como característica una estructura del grano más densa que la del café originario de lugares de producción más bajos o de café viejo.

Esta evaluación se realiza en un laboratorio a través del *método de caída libre*.

Ejecución: Llenar la torva hasta 2,5 mm abrir la portilla y dejar caer libremente. Enrasar el recipiente con una regla y pesar el recipiente con el contenido.

$$\text{Cálculo } D = \frac{M2 - M1}{V}$$

Siendo:

M1= Peso en gramos del recipiente de medición vacío

M2 = Peso en gramos del recipiente de medición lleno de granos de café

V= la capacidad en litros del recipiente de medición

Humedad: Para garantizar la calidad del café no se debe pasar del 12% de humedad. Humedades mayores para almacenar o comercializar el café, ocasionan que: El café en poco tiempo cambia su característica original de taza, Aumenta el crecimiento de microorganismos (hongos, bacterias, mohos).

El café con un contenido de humedad adecuado (10 y 12%), preserva mejor la calidad hasta por seis meses, después de su elaboración).

142 g de la muestra es utilizado para este equipo.

La medición se realiza por triplicado, se saca el promedio y se multiplica por un factor si aplica.

Cálculo de la merma: La merma se calcula con base en la fórmula siguiente:

$$\frac{\text{Café pergamino seco} - \text{Café oro} \times 100}{\text{Café pergamino seco}}$$

9.3 NORMAS NACIONALES DE CAFÉ

Como toda actividad nacional el procesamiento, comercialización e industrialización del café tiene régimen regulatorio a los que debe en el caso de reglamentos y normativas emanadas de los organismos competentes para asegurar la calidad y equidad del negocio del café.

Además existen las llamadas normas nacionales que tienen carácter voluntario de cumplimiento que son adoptadas por las empresas que se sienten comprometidas con la calidad del producto que ofrecen.

Dentro de los reglamentos y normativas vigentes tenemos:

- 1.** Reglamento 819-02, sobre la Recolección, el beneficiado, la clasificación, la exportación y la industrialización del café. Este reglamento es de cumplimiento obligatorio y traza las pautas para cada uno de los procesos citados en el mismo.
- 2.** Normativas de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE), se ofrecen toda la documentación de manera virtual para la exportación de café.
- 3.** Resolución 407 de la Organización Internacional del Café (OIC) que establece los requisitos de calidad para el café de exportación.
- 4.** Clasificación de defectos de la SCAA.
- 5.** NORDOM 819 LMR CAFÉ, que establece los límites máximos de residuos de plaguicidas permitidos para el manejo del café o cafeto (*Coffea L*)
- 6.** NORDOM 707, Café y sus productos. Vocabulario
- 7.** NORDOM 708, Café de Valesia, Requisitos
- 8.** NORDOM 709, Café verde. Requisitos
- 9.** Otras NORDOM especializadas para pruebas sensoriales y físicas más utilizadas en laboratorios.

9.4 MERCADOS DE EXPORTACIÓN Y CERTIFICACIONES DE CAFÉ

Las variables que determinan el precio de café en la Bolsa de New York bajo el contrato "C", son la oferta y la demanda de café a nivel mundial, las especulaciones, la tasa de cambio y el inventario a nivel mundial.

Según datos ofrecidos por la Organización Internacional del Café (OIC) para el 2019, la oferta de café la componen los países produc-

tores a nivel mundial, dentro de los que se encuentran en orden de importancia: Brasil, Vietnam, Colombia, Indonesia, Honduras, Etiopía, La India, Uganda, Perú y México. La demanda mundial la determinan los países consumidores, entre los que se encuentran: Estados Unidos, Alemania, Japón, Francia, Italia, Canadá, Rusia y España.

Para corregir la sobre oferta de café que durante año se ha venido registrando y que de manera dramática ha afectado los precios, se apuesta a promover el incremento en el consumo de café. Generando un cambio de estrategia de marketing, los productores empiezan a tomar conciencia de la importancia de la calidad para obtener primas superiores en los precios, promoviendo los cafés de origen y sellos diferenciados.

Hoy día la nueva tendencia apunta hacia consumidores jóvenes valoran no solo la calidad de la bebida, sino que exigen la diversificación en la preparación de las mismas, de ahí la proliferación de cafeterías que apuestan a satisfacer las exigencias de los nuevos consumidores.

9.4.1 REQUISITOS PARA LA EXPORTACIÓN DE CAFÉ DESDE LA REPUBLICA DOMINICANA

Una persona física o jurídica que desee insertarse en el mercado mundial de café como exportador debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Registrarse en Instituto Dominicano del Café (INDOCAFE) como exportador. Aquí se le asignara un número único o código de exportador
2. Ingresar a la página WEB de la Dirección de Aduana, www.aduanas.gob.do
3. Solicitar acceso a la Ventanilla Única de Exportación (VUCE)
4. Llenar el formulario de declaración, anexar solicitud, factura, contrato si lo hubiere y aviso de embarque (con la información cantidad de sacos, partida, lote, fecha de salida, puerto de salida)
5. Coordinar la toma de muestra del café
6. Pruebas de laboratorio
7. Otorgamiento del permiso de embarque
8. Recoger comprobación de realización de embarque
9. Emisión de Certificado de Origen
10. Tramitación documentos para fines de pago

9.4.2 CERTIFICACIONES DE CAFÉ

El término diferenciado, está referido básicamente a los diferentes sellos de certificaciones con que se comercializa el café verde lavado o transformado. Los sellos de certificación brindan seguridad de que el producto cumple con los requisitos, normas y exigencias del cliente.

Los beneficios de consumir productos con sellos de certificación, son entre otros: credibilidad del origen y método de procesamiento, acceso a la identificación y rastreabilidad del producto, garantía de que están libres de plagas y agroquímicos no permitidos y materias.

Los sellos de certificaciones aumentan cada día, debido a las constantes exigencias de consumidores responsables, preocupados no solo por la certificación orgánica per se, origen de los sellos, sino por un sistema de producción que garantice a los pequeños productores la sostenibilidad, conservación del hábitat de aves, reptiles y toda forma de vida asociadas al café.

Aunque en esencia, todos los sellos de certificación tienen objetivos comunes, cada uno tiene particularidad, así tenemos ambiental, bio, ecológica, verde, orgánica.

Los Cafés especiales, son tendencias de consumo que se especializan, con un término que se refiere a la “más alta calidad de los granos de café. Con un valor agregado que puede convertirse en un salvavidas de pequeños productores en todo el mundo. Se consumen en el mundo aproximadamente 13 millones de sacos de cafés diferenciados o especiales.

Los sellos de certificación más conocidos son: Orgánico, Fairtrade (Comercio Justo) Fair Trade Certified (Comercio Justo USA), Rainforest Alliance, UTZ Certified, Global Gap, USDA Organic, IMO, entre otra.

El café orgánico: producido bajo sombra y sin aporte de sustancias químicas artificiales, como ciertos aditivos, pesticidas y herbicidas. La producción debe estar amparada por un certificado que acredite el método de producción.

Comercio Justo o FAIRTRADE: se basa en asegurar las condiciones mínimas de sustentabilidad de los pequeños productores y sus comunidades, procurando precios justos en sus productos.

Es una alternativa para pequeños agricultores y trabajadores asalariados en los países subdesarrollados, los cuales, han visto su desarrollo económico y/o social restringido por las condiciones de mercado. Los pequeños productores pueden participar en el Comercio Justo si están constituidos en organizaciones, ya sean estas cooperativas, asociaciones u otras formas de organización capaces de contribuir al desarrollo económico y social de sus miembros y sus comunidades, y que estén bajo el control democrático de sus miembros.

Con el crecimiento del Comercio Justo, los consumidores no solo quieren un producto que viene de pequeños productores, sino que el mismo cumpla con requisitos que le garanticen un alimento y/o bebidas producidos con criterios medioambientales, inocuos, respeto a las leyes y normas socialmente aceptadas. Los consumidores

demandan garantías en cuánto a la trazabilidad del producto, para los cuales productores y compradores tiene que cumplir una serie de normas, definidas como criterio genérico, los cuales son evaluados anualmente por la certificadora Flo-Cert.

Comercio Justo garantiza al productor un precio mínimo, además de la prima o premio adicional por venta con el sello de comercio justo.

Café bajo sombra: este sistema productivo promueve la producción de café junto a árboles y producto perenne, protegiendo el medio ambiente y las cuencas hídricas de las zonas cafetaleras.

Bird Friendly o amigo de los pájaros: es una certificación de café orgánico que además de crecer bajo sombra ofrece el ambiente propicio para el hábitat de aves migratorias en lugares tropicales que se consideran determinantes para la conservación del medio ambiente.

Café femenino: promueve y defiende la participación de la mujer en las actividades asociadas al cultivo y comercialización del café. Se promociona como una herramienta para el empoderamiento de la productora, su familia y la comunidad.

Café Femenino, refuerza los criterios de Comercio Justo, pues entre los requisitos, la productora debe ser parte de una asociación democrática, registrada en Comercio Justo y tener la certificación orgánica. Esto significa que la Marca café Femenino, les agrega otro valor, además de la prima social de comercio Justo y el sobreprecio de la certificación orgánica.

Denominación de Origen (DO): es un signo distintivo que identifica un producto como originario del país o de una región o localidad del territorio nacional, cuando la calidad, reputación u otra característica del mismo sea imputable, fundamentalmente a su origen geográfico, teniendo en consideración. Además, otros factores naturales y humanos que incidan en la caracterización del producto. (INAPI 2017). Tienen duración indefinida mientras prevalezcan las condiciones que le dieron origen.

En República Dominicana existe el primer sello de café especial: *Denominación de Origen Protegida Café de Valdesia*, único con reconocimiento por la unión europea. Otros sellos distintivos están en proceso de la certificación: Café de la Denominación de Origen Café Barahona, Denominación de Origen Café Juncalito, Marca de Certificación Café Monte Bonito y Sello distintivo de la Región de San Juan en proceso de elección del nombre.

Indicación Geográfica: Indican un vínculo entre el producto y su lugar de origen específico, sino también unos métodos de producción especiales y unas cualidades del producto que lo hacen diferente.

Bibliografía

ANACAFE. 2003. La sombra en el cultivo de café. En sitio internet:www.anacafe.org. Revisado el 25 de marzo del 2019.

Anacafe. s/f. Plagas y su control. En sitio de internet: https://www.anacafe.org/glifos/inde.x.php=Caficultura_ControlPlagas#Escamas
Revisado el 15 de junio de 2019

Aguilar, R.M. 2012.
Importancia de la sombra en el cultivo de café. ANACAFE. Guatemala.

Arcila P., J. 2004. Anormalidades en la floración del cafeto. Avances Técnicos No. 320. CENICAFE, Colombia. 8 p.

Arcila, P., J.; Jaramillo, R., A. 2003. Relación entre la humedad del suelo y la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. Avances Técnicos No. 311. CENICAFÉ, Colombia. 6 p.

Arcila P., J.; Farfán V., F.; Moreno B., A.M.; Salazar G., L.F.; Hincapié G., E. 2007. Sistemas de producción de café en Colombia. CENICAFE. Colombia. 309 p.

Gabriela Calderón, 2012. Ciclo biológico (patogénesis) de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix) . Roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk / Br. Ficha Tecnica No 40 <http://www.cesaveson.com/files/docs/campanas/vigilancia/fichas2016/ROYAcafeto.pdf>

Cenicafe. 2016. La acidez, una limitante común para la producción de café. Avances Técnicos 466. CENICAFE, Colombia. 12 p.

Constantino, L. M; Florez, J, C; Benavides, P; Bacca, T. 2011.
Minador de las hojas del cafeto. Una plaga potencial por efecto del cambio climático. Avances Técnicos 409. CENICAFE, Colombia. 12 p.

Cortina Guerrero, H.A; Acuña Zornosa, J.R; Moncada Botero, M, P; Herrera Pinilla, J. C; Molina Vinasco, J. M. 2013. Variedades de café. In: Manual del Cafetero Colombiano. Tomo I. CENICAFE, Colombia. pp 170-203.

Farfán Valencia, F. 2007. Sistemas agroforestales. In: Sistemas de producción de café en Colombia. CENICAFE, Colombia. pp 162-201.

Florez Ramos, C, P; Ibarra Ruales, L. N; Gómez Gil, L. F; Carmona González, C. Y; Castaño Marín, A; Ortiz, A. (2013). Estructura y funcionamiento de la planta de café. In: Manual del Cafetero Colombiano. Tomo I. CENICAFE, Colombia. pp 118-122.

Herrera Pinilla, J.C y Cortina Guerrero, H.A. (2013). Taxonomía y clasificación del café. In: Manual del Cafetero Colombiano. Tomo I. CENICAFE, Colombia. pp 124-169.

García, A. (2004). Nematodos del café; Diagnostico en República Dominicana. CODOCAFE/IDIAF. República Dominicana

García, A. (1994). Lucha Biológica Contra la Broca del Café (*Hypothenemus hampei*), una alternativa viable para Guatemala. ANACAFE, Guatemala. p 4- 5.

IDIAF. 2010. Caracterización de suelos en zonas cafetaleras de la Republica Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. 125 p

Leroy, J.F. 1980. Les grandes lignées de caféiers. In IX Colloque Scientifique International sur le Café, pp 473-477. Londres, Inglaterra.

Marín López, S. M.; Arcila Pulgarín J.; Montoya Restrepo E. C.; Oliveros Tascón C. E. 2003. Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L. var. Colombia). CENICAFE, Colombia. 54(3):208-225.

Monroig, M. 2015. El Almacenamiento del café. En sitio de internet: https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1896/El_almacenamiento_del_cafe_1.pdf. Revisado el 25 de abril del 2019.

Muschler, R.G. Árboles en cafetales. 2000. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal. Módulo No. 5. Turrialba, CATIE. 139 p.

Nutman, F.J. 1993. The root system of *Coffea arabica* L.: Root system in typical soil in British east Africa. Journal of experimental agriculture (1):271-284.

Oliveros T., C. E; Sanz U., J.R.; Ramirez G., C. A; Tibauiza V., C.A. 2013. Ecomil, Tecnología de bajo impacto ambiental para el lavado del café. Avances técnicos 432. CENICAFE, Colombia. pp. 2-8

Orozco, G., L. 1995. Funciones de producción de café. Santa Marta: Sociedad internacional de biometría para Centro América, Caribe, Colombia y Venezuela. pp.11-15.

Palma, M.R. 2001. Manual de Caficultura. Instituto Hondureño del Café. Tegucigalpa, Honduras. pp 91-101

Pérez. 2019. Guía de respuesta para el manejo de la roya del café, de acuerdo con la fenología del cultivo y la incidencia de la enfermedad. Unidad para el manejo de la roya del café, Indocafe (Mimeografiado)

Puerta Q., G.I.; Rios A., S. 2011. Composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafé* 62 (2): 23-40.

Ramírez, J. E. 1994. Sistemas y edades de inicio de la poda de cafetos (*Coffea arábica*) cv. Catuaí. *Agronomía Costarricense* 18(1):61-65.

Rena, A.B.; Nacif, A. De P.; Guimaraes, P.T.G.; Pereira, A.A. 1998. Poda do cafeeiro: Aspectos morfológicos, eco fisiológicos y agronómicos. *Informe Agropecuario* 19(193):71-80.

Reyes, M; Contreras, T y Pérez Q. 2000.

Principales plagas del café en República Dominicana. In: *Manual del caficultor dominicano*. República Dominicana. pp 183 –235.

Roa M., G.; Oliveros T., C. E.; Álvarez G., J.; Ramirez G., C. A.; Sanz U., J. R.; Davila A., M. T.; Álvarez H., J. R.; Zambrano F., D. A.; Puerta Q., G. I.; Rodriguez V., N. 1999. Beneficio ecológico del café. Chinchiná : CENICAFE, Colombia. 273p.

Rodríguez A, O.M. 1996. Estudio de seis sistemas de poda en café (*Coffea arábica*) variedad Catuaí. *Noticiero del café*. Costa Rica.

Rueda, G.D.; Constantino, L.M.; Montoya, E.C.; Ortega, O.; Gil, Z.N y pablo BenavidesMachado, P. 2016. Diagnóstico de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia, Colombia. *4 Revista Colombiana de Entomología* 42 (1): 4-11.

Salazar, L. F; Hincapie, E. 2007. Las arvenses y su manejo en los cafetales. In: *Sistemas de producción de café en Colombia*. CENICAFE, Colombia. pp 102-131.

Somarriba, E. 1987. Investigación agroforestal del proyecto UNU/CATIE 1979- 1987. Turrialba, CATIE. Costa Rica. 30 p.

San Juan, J. R.; López, E.E. 1991. Evaluación de tres planes de fertilización combinados con poda B. F. a ciclo de cinco años. XIV Simposio de la Caficultura Latinoamericana. PROMECAFE. Panamá. 73 p.

Velásquez, G., P.; Arcila, J.; Aristizabal, L., M. 2003. Relación entre el proceso de beneficio de la semilla de café *Coffea arábica* var. Colombia y el disturbio de la raíz bifurcada. *CENICAFE* 54(4):316-328. Colombia.



Calle Francisco Prats Ramírez No.251
Ens. Evaristo Morales, Distrito Nacional,
Santo Domingo, República Dominicana.
T : (809) 533-1984
C : info@indocafe.gob.do



UNIÓN EUROPEA

AUSPICIADO POR EL COMPONENTE DE
REPÚBLICA DOMINICANA DEL PROGRAMA
CENTROAMERICANO DE GESTIÓN INTEGRAL
DE LA ROYA DEL CAFÉ