



Guía Práctica de Caficultura

Créditos

Los conceptos vertidos en los capítulos de la Guía Práctica de Caficultura manifiestan el criterio de sus autores, no la postura oficial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), los trabajos de esta Guía pueden ser utilizados libremente, siempre y cuando se cite la fuente.

Portada

Del grano a la taza.

Instituciones colaboradoras en la realización de este manual:

Consejo Salvadoreño del Café (CSC)

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Unión Europea (UE) a través del Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roca del Café (PROCAGICA)

Catholic Relief Services (CRS)

Fotografías proporcionadas por:

Consejo Salvadoreño del Café (CSC)

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Unión Europea (UE) a través del Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roca del Café (PROCAGICA)

Catholic Relief Services (CRS)



Esta obra se encuentra bajo licencia de Creative Commons Attribution 3.0 Unported. Los usuarios pueden:

- Compartir - copiar, distribuir y transmitir la obra.
- Remezclar - adaptar la obra.

Con la condición de que se dé crédito al(los) autor(es)/institución de la obra, pero no de tal forma que se sugiera que el(los) autor(es)/institución avalan al usuario o el uso que este hace de la obra.

Índice

Presentación	4	3. Procesamiento de café	39
1. Diagnóstico de la finca	5	3.1. Cosecha racional del fruto	40
a. Identificación de la finca	6	3.2. Métodos de procesamiento y su relación con el sabor del café.....	43
1.1. Caracterización de la finca	7	3.3. Secado del café	47
1.2. Diagnóstico productivo	11	3.4. Factores que determinan la calidad de la bebida	50
1.3. Calendario de actividades para el cultivo del café.....	12	3.5. Características y cualidades que se evalúan en la bebida del café	51
1.4. Formato para la elaboración del presupuesto anual.....	13	3.6. Principales defectos de la bebida	55
2. Manejo agronómico del café	15	3.7. Análisis físico del café e identificación de defectos	56
2.1. Condiciones agroecológicas del cultivo de café.....	16	3.8. Tratamiento de subproductos del beneficiado del café ...	59
2.2. Semillero y vivero de café	16	3.9. Anexo 1: Elaboración de camas africanas	61
2.3. Establecimiento de plantaciones	19	3.10. Anexo 2: Fermentaciones controladas y diferentes perfiles de bebida	63
2.4. Fertilización del café	21	4. Registros de costos e ingresos	67
2.5. Manejo de tejidos y rehabilitación de cafetales	24		
2.6. Manejo integrado de plagas y enfermedades	27		
2.7. Uso seguro de agroquímicos	35		

Presentación

El Consejo Salvadoreño del Café, con el valioso apoyo de la Unión Europea y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), a través del Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roya del Café, y el Catholic Relief Services (CRS), pone a disposición del sector esta valiosa guía, con el objetivo de fortalecer toda la cadena de valor del sector cafetalero.

En efecto, esta guía constituye un apoyo técnico fundamental para impulsar los procesos de producción y procesamiento del café. Como institución estamos conscientes de la importancia de apoyar, por medio de la formación, la parte educativa, financiera, agrícola y de comercialización en todo lo relacionado con el café.

Invito a todos a que aprovechen este material, lo pongan en práctica y lo compartan con los interesados, para contribuir a recuperar la productividad del sector y a fortalecer toda la cadena de producción. Sólo así lograremos que la caficultura nacional se convierta en una actividad sostenible que promueva beneficios ambientales, y que impulse el desarrollo económico y social de nuestro querido El Salvador.

#CaficulturaSomosTodos.

Lily Pacas
Directora Ejecutiva
Consejo Salvadoreño del Café

1. Diagnóstico de la finca



a. Identificación de la finca

Nombre de la finca:

.....
.....

Nombre del productor:

.....
.....

Ubicación:

Caserío Cantón

Municipio Depto.

Altura sobre el nivel del mar

Variedad de café Manzanas totales:

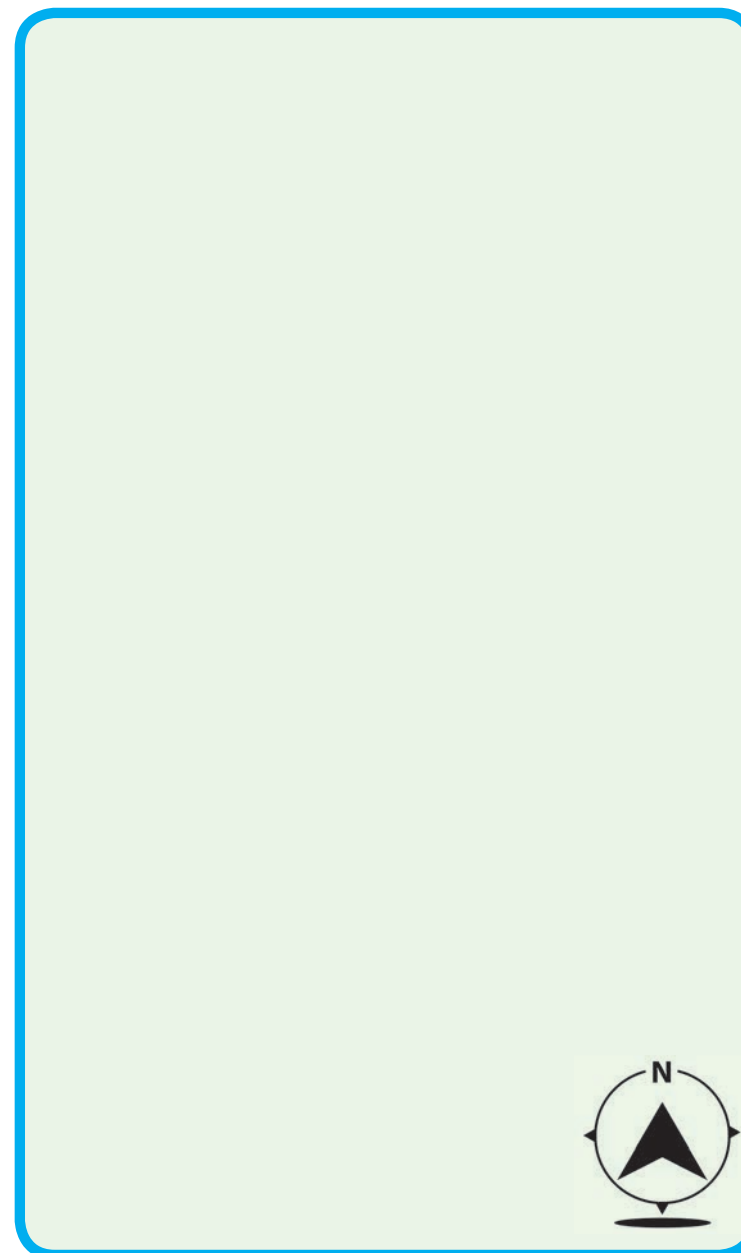
Años de edad del cultivo

Lotes de la finca

Nombre del lote	Área (mz)	Edad del cultivo	Producción última cosecha (qq oro manzana)

Fuente: PROCAGICA El Salvador

Croquis de la finca



1.1. Caracterización de la finca

El diagnóstico de una finca cafetalera implica identificar su potencial de desarrollo a partir de su situación actual. Para ello es indispensable conocer los puntos fuertes y los puntos débiles de la finca. De esa forma se podrán aprovechar las condiciones externas o, si estas son adversas, se les podrá hacer frente con base en las capacidades internas.

La manera más sencilla de abordar el diagnóstico es analizando cuatro aspectos clave del funcionamiento de la finca: aspectos biofísicos, aspectos económico-productivos, aspectos administrativos y aspectos financiero-contables.

1.1.1. Aspectos biofísicos

Es importante que el agricultor conozca las características biofísicas de su finca: la ubicación geográfica, la elevación sobre el nivel del mar, la temperatura y la precipitación promedio, la vegetación, el tipo de suelo y la topografía. Estas características son fundamentales para determinar las variables de la taza, las variedades a sembrar, la densidad de la siembra, la fecha de recolección, la disponibilidad de agua, el tipo de beneficiado y las facilidades de recolección y transporte, entre otros.

La altura sobre el nivel del mar

Esta característica afecta directamente el tamaño, la forma y el sabor del café, pues, entre otros, influye en la precipitación y en la temperatura.

Cuadro 1. Altura sobre el nivel del mar

Estrato	m s. n. m.
Bajío	800
Altura media	800 a 1000
Altura	1000 a 1200
Altura estricta	arriba de 1200

Fuente: PROCAGICA El Salvador

Los suelos

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo determinan la productividad, su fertilidad y las necesidades nutricionales de las plantas. Es aconsejable hacer análisis de suelos cada tres años para poder definir con mayor precisión un plan de fertilización acorde a los requerimientos de la planta.

Hay dos maneras de conocer las características del suelo de una finca (estas formas son complementarias). La primera es la evaluación visual, un método que se basa en la observación visual de las propiedades de la tierra (color, estructura, consistencia, porosidad, profundidad) y que permite tener un indicio de la calidad del suelo. Con este método podemos calificar el suelo como pobre, moderado o bueno. La segunda es analizando los suelos en un laboratorio, método que proporciona información más precisa sobre las características físicas y químicas, como la acidez, el contenido de macro y micronutrientes y la capacidad de intercambio catiónico, entre otros.

La evaluación visual del suelo se hace con metodología de campo, directamente con el productor, mientras que el análisis de laboratorio

requiere de protocolos específicos, tanto para la toma de muestras como para su análisis.

Las variedades

Cada productor debe conocer a fondo las variedades de café que tiene plantadas, pues cada una requiere condiciones diferenciadas que determinan el manejo y la calidad.

La disponibilidad de agua

Si bien los cafetales son una fuente importante de recarga hídrica, la disponibilidad de agua para las actividades de manejo de cafetales está disminuyendo de manera progresiva, lo que suscita conflictos de uso. Por tanto, es necesario saber con cuánta agua dispone la finca para sus labores de cultivo, poscosecha y consumo humano.

1.1.2. Aspectos económico-productivos

Una debilidad generalizada en el manejo de las fincas cafetaleras es la falta de registros que permitan identificar con certeza los resultados productivos y económicos. El diagnóstico productivo permite tener claridad sobre el tamaño de la finca, la extensión que se dedica al cultivo de café y a otros cultivos, saber qué está en descanso y qué en abandono. También, permite identificar el sistema de producción que se está utilizando: sombra, sol, agroforestal. Datos como estos permiten planificar los recursos que se necesitarán para el manejo de la finca a lo largo del año, así como conocer los índices de productividad y rentabilidad de la actividad.

En efecto, existe una relación directa entre el manejo de la finca y los rendimientos obtenidos, entendidos estos como la relación entre la producción y el área cultivada. El registro de rendimientos es importante tanto para conocer los resultados de la finca como un todo, o por tablón, en el caso de fincas grandes, como para realizar trámites bancarios.

Una característica del cultivo del café es la fluctuación de los precios en el mercado internacional. Consultar periódicamente los precios y llevar un registro histórico nos permite visualizar las posibilidades de obtener mejores precios en determinadas épocas y de liquidar las cosechas en otras, cuando mejor convenga.

Otra carencia es la falta de registros de costos de producción. Estos registros nos permiten, al final del año, identificar la rentabilidad o ganancia derivada del manejo del cultivo, comparando la producción y los precios de venta. El registro de costos debe incluir al menos tres categorías: mano de obra, insumos y costos de operación.

Dependiendo del sistema de producción que se implemente en la finca, se podrían generar ingresos adicionales, por ejemplo, vendiendo leña, fruta, subproductos u otro tipo de bienes o servicios. Estos ingresos adicionales apoyan la rentabilidad de la finca.

1.1.3. Aspectos administrativos

La planificación permite ordenar el trabajo del año con base en los requerimientos del cultivo y los objetivos del productor. Las actividades deben planificarse cuidadosamente. De forma paralela, deben identificarse los recursos humanos y financieros que se necesitan para sacar adelante el trabajo; esto incluye la

ubicación en el tiempo de cada actividad, de acuerdo con la fenología del cultivo, así como la duración de la temporada lluviosa y de recolección de cosecha.

Apartir de la planificación de labores, se pueden identificar las necesidades estacionales de mano de obra, insumos, materiales y equipo. Estas son las bases sobre las cuales se prepara el presupuesto y se determina el flujo de caja, pues se pueden identificar los momentos de mayor requerimiento de capital.

El manejo del registro constituye la base fundamental de la administración de la finca.

1.1.4. Aspectos financiero-contables

Una buena gestión financiera necesita tener información veraz sobre aspectos como costos de producción (manejo, recolección, fertilización y control de plagas, entre otros), gastos administrativos, otros costos, ventas, otros ingresos y estacionalidad de las labores y la producción.

Gastos, costos e inversiones

El análisis financiero implica determinar claramente la diferencia entre gastos, costos e inversiones. La diferencia radica en el período en que se utilizan los recursos financieros. El *gasto* es una erogación monetaria que se puede cargar a varios períodos de producción a lo largo del año; es decir, no está ligada directamente a la producción. El *costo* es un recurso que se utiliza directamente en el proceso productivo. La *inversión* es una salida de efectivo que sirve para adquirir bienes de capital que serán amortizados al largo plazo,

es decir, es una erogación que se utiliza para adquirir activos fijos.

En el cuadro 2 se presentan algunos ejemplos que ayudan a aclarar los conceptos anteriores.

Cuadro 2. Gastos, costos e inversiones

Categoría	Ejemplo
Gasto	Pago de personal administrativo, mano de obra permanente, energía eléctrica
Costo	Insumos, mano de obra de recolección, transporte de la cosecha, intereses de crédito de avío
Inversión	Compra de maquinaria, compra de tierra, instalaciones

Fuente: PROCAGICA El Salvador

Los pequeños y medianos productores generalmente no ponen atención al manejo de registros de inversiones, costos, gastos, producción y ventas, algo que, sin embargo, es clave para determinar los resultados financieros de la finca. El primer paso, entonces, es tomar la decisión de hacerlo y mantener registros periódicos y actualizados. Información atrasada, incompleta o poco veraz puede conducir a tomar decisiones equivocadas. Tener claridad sobre los recursos económicos que se necesitan, en función del ciclo de vida del cultivo, nos permite definir el presupuesto de la finca a corto, mediano y largo plazo.

En el caso de cultivos perennes, como el café, para poder identificar las necesidades de recursos hay que conocer la dinámica de desarrollo de la planta, ya que esta pasa por cuatro fases bien definidas: establecimiento, crecimiento, madurez y decremento.

Cuadro 3. Fases del ciclo de vida de los cultivos perennes

Fase	Características
Establecimiento	Los costos son mayores que los ingresos. Ambos son crecientes
Crecimiento	Los ingresos son mayores que los costos. Ambos son crecientes
Madurez	Los ingresos son mayores que los costos. Ambos se consideran constantes
Decremento	Los ingresos son mayores que los costos, pero los ingresos comienzan a reducirse cada año

Fuente: PROCAGICA El Salvador

Presupuesto

El presupuesto es un listado de actividades y costos que reflejan los ingresos (entrada de dinero) y los egresos (salida de dinero) en la finca. Es, también, una herramienta de planificación que ayuda a alcanzar resultados y metas financieras.

El presupuesto permite utilizar los recursos, especialmente el dinero, de una manera más ordenada y eficiente, ya que identifica actividades, insumos, mano de obra, entre otros, y a la vez determinar cuánto se debe invertir en la finca para alcanzar las metas propuestas.

Las preguntas clave al momento de calcular el presupuesto de la finca cafetalera son: *¿cuál es el objetivo o la expectativa de producción?, ¿qué cambio hay que hacer en el manejo del cultivo? y ¿cuánto dinero se necesita para lograrlo?*

De las respuestas a estas interrogantes depende el tipo de actividades que se realicen y el tiempo que se tarde en alcanzar los objetivos. Por ejemplo, plantear un objetivo de rendimiento es clave, tanto para determinar la cantidad y el tipo de insumos que requiere el plan de fertilización, como para identificar las necesidades de mano de obra, entre otros.

En términos sencillos, los pasos para elaborar el presupuesto de la finca cafetalera son los siguientes:

- ✓ Definir la meta de productividad y la rentabilidad, y el plazo para alcanzarlas.
- ✓ Identificar las actividades y el costo de cada una.
- ✓ Proyectar los ingresos y los costos (salidas) esperados.
- ✓ Identificar qué costos o gastos se pueden reducir.
- ✓ Calcular posibles ingresos adicionales.
- ✓ Ajustar el presupuesto con base en el cálculo anterior.
- ✓ Identificar fuentes, costos y condiciones de financiamiento.
- ✓ Hacer ajustes finales al presupuesto.

Las fuentes de financiamiento

Una vez que se ha preparado el presupuesto para un período determinado, hay que identificar las fuentes de financiamiento: recursos propios, recursos de procedencia bancaria o una combinación de ambos.

Un tema clave al seleccionar fuentes externas son las condiciones de financiamiento: la tasa

de interés, las garantías, los períodos de gracia, el plazo y el tiempo total de crédito.

Las condiciones varían de acuerdo con el tipo de crédito que se necesite: avío, inversión, repoblación, renovación, compra de equipo, entre otros, y de ello depende el período de recuperación de la inversión (según sean el flujo de ingresos y el flujo de gastos). En las fincas cafetaleras, una vez iniciada la siembra o la renovación, hay que esperar al menos tres años para empezar a recibir ingresos. De ahí la importancia de contar con un plan financiero que permita mantener el trabajo.

La planificación financiera da respuesta a preguntas como: *¿cuánto hay que gastar o invertir?, ¿de cuánto dinero se dispone?, ¿cuánto hay que pedir prestado?, ¿en qué momento se puede pagar?, ¿en qué riesgos se puede incurrir?*

Si bien la planificación financiera ayuda a ordenar el uso de los recursos, la selección de la fuente de financiamiento está relacionada con la capacidad de endeudamiento e implica valorar qué activos van a respaldar el crédito y cuál es el monto máximo que se puede solicitar; de igual forma, la capacidad de endeudamiento está relacionada con la capacidad de administrar el financiamiento (para no destinarlo a otros usos) y con el historial de cosechas y con la cosecha esperada (para efectos de garantía prendaria).

El plan financiero debe ir acompañado de un plan de manejo de la finca y de un plan de inversión que facilite la preparación del presupuesto para poder atender los compromisos en función de los objetivos y las metas esperadas.

Las limitaciones financieras

Como en toda actividad productiva, las necesidades financieras suelen ser mayores que las posibilidades de obtener recursos financieros. Esta brecha está asociada a factores como el tamaño de finca, el área plantada con café, la exposición a plagas y enfermedades, la caída de precios del café, la variabilidad climática, los elevados cánones de transformación aplicables al café uva, la falta de garantías reales, la falta de información financiera, la escasa formalización para acceder a incentivos fiscales, el débil sistema de seguro agrícola, la inestabilidad en la generación de ingresos, los altos costos de transacción, la falta de servicios de asistencia técnica o de desarrollo empresarial y la limitada vinculación a cadenas productivas, entre otros.

La rentabilidad de la finca

Se espera que el resultado último del manejo de la finca cafetalera, independientemente de su tamaño, sea la generación de utilidades o ganancias. La forma más práctica de saber si la actividad productiva está generando resultados favorables es consultando los registros de las operaciones de la finca, los cuales están en función de:

Cuadro 4. Rentabilidad de la finca

Valor de la producción o ingresos brutos	Producción x precio de venta
Costo total	Costo fijo + costo variable
Ingreso neto	Ingreso bruto - costo total
Rentabilidad	Ingreso bruto entre costo total

Fuente: PROCAGICA El Salvador



► Diagnóstico de finca de productores de la Cordillera Tecapa-Chinameca. Foto: PROCAGICA El Salvador

1.2. Diagnóstico productivo

Es necesario que, al inicio de cada año, hagamos un diagnóstico productivo del cafetal. Para ello, debemos organizar nuestras fincas por lotes.

El objetivo es conocer el estado productivo de cada lote. A partir de esta información, se planifican las actividades anuales.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- En cada lote, seleccionar 10 sitios de muestreo de manera aleatoria.
- En cada sitio, identificar cinco surcos y, en cada surco, identificar cinco plantas.
- En total, serán 25 plantas por sitio.
- Examinar las plantas y hacer las anotaciones respectivas en la tabla de "Resultados del diagnóstico".
- Al final, hacer las sumas respectivas y estimar los porcentajes.

La información que se debe anotar es la siguiente:

Sitio	Plantas en buen estado de producción	Plantas que se deben reparar	Plantas que requieren poda	Plantas que deben eliminarse	Plantas que deben sembrarse	Plantas con brotes nuevos	Falla física	Total de plantas
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Total								
Porcentaje								

Fuente: PROCAGICA El Salvador

Los resultados de este diagnóstico le informarán sobre el estado de su cafetal, sobre las plantas en producción, las plantas improductivas y la ausencia de plantas. Con ello, se deberá establecer el plan de acción respectivo.

Al determinar cuántas plantas están en producción, cuántas tienen brotes nuevos

o cuántas deben podarse, también se podrá saber cuántas deben fertilizarse y qué porcentaje debe repararse.

Luego de determinar cuántas plantas deben podarse, se debe definir que técnica de poda se va a utilizar en cada lote.

Si sabemos cuántas plantas hay que eliminar o sembrar, podemos definir el tamaño del vivero que se va a establecer y la cantidad de plantas que se deben adquirir.

1.3. Calendario de actividades para el cultivo de café

N°	Actividad	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Monitoreo de la Roya												
2	Monitoreo de la Broca												
3	Recolección												
4	Poda de café												
5	Regulación de sombra												
6	Control cultural de Broca												
7	Control de plagas												
8	Deshije												
9	Semilleros y viveros												
10	Traza de siembra												
11	Siembra de vivero												
12	Control de maleza												
13	Establecimiento de obras de conservación de suelos												
14	Fertilización foliar												
15	Fertilización del suelo												

Fuente: PROCAGICA El Salvador

1.4. Formato para la elaboración del presupuesto anual

N.º	Actividad	Señale el tipo de costo			Fecha a realizarse	Unidad de medida	A. Cantidad	B. Costo unitario	Costo total AxB	Revisar avance		
		Mano de obra	Insumos	Otros costos						Realizado	No realizado	Observaciones
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
Requerimiento total de la inversión												

Fuente: PROCAGICA El Salvador

Bibliografía consultada

Unión Europea, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roca del Café, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova. Cuaderno para el control de costos. (pp.1)

Gustavo Álvarez, V. 2012 . Herramientas para orientar estrategias de poda de café de pequeños productores en Corquín, Copán, Honduras. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Escuela de Posgrado, Turrialba, Costa Rica.

TechnoServe Inc. 2016. Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. El Salvador. (pp.28)

2. Manejo agronómico del café



2.1. Condiciones agroecológicas del cultivo de café

El éxito en el manejo agronómico de una finca de café está relacionado con múltiples factores y con la manera en que estos se combinan (diagrama 1). Algunos factores no se pueden controlar, como el clima y el tipo de suelo, pero otros dependen de las decisiones del productor y muchas veces se relacionan con el mercado y con las tecnologías disponibles, como la variedad de las plantas, el tipo de sombra, los programas de fertilización y las prácticas culturales.

Diagrama 1
Condiciones cultivo de café



Fuente: PROCAGICA El Salvador

Es importante que el productor lleve a cabo prácticas culturales que favorezcan el desarrollo de las plantas, regulen el comportamiento de las plagas, controlen la retención de humedad y los procesos de maduración, y velen por el microclima y la biodiversidad.

Las principales variables agroecológicas que inciden en la producción de café son las siguientes:

La altitud (metros sobre el nivel del mar):

Tiene un efecto directo sobre la temperatura, la radiación y la precipitación. La altitud óptima para el cultivo de café se localiza entre los 500 y los 1700 m s. n. m. Una forma de adaptarse a estas condiciones es seleccionar una variedad que pueda expresar todo su potencial en las condiciones dadas por esta variable.

La precipitación anual:

Es un factor no controlable que afecta la producción, tanto por su cantidad como por su distribución, a lo largo del año. La falta de agua durante los períodos de desarrollo del cultivo limita el crecimiento y la productividad. Las sequías muy prolongadas provocan la defoliación y pueden conducir a la muerte de la planta. El exceso de lluvia, por su parte, favorece el crecimiento de malezas y algunas plagas, por lo que el control fitosanitario resulta difícil y costoso. Estas variaciones propician la presencia de plagas como barrenadores, ojo de gallo y roya.

La temperatura:

El promedio anual más beneficioso para el café está entre los 17 y los 23 °C. Las temperaturas bajas provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes, mientras que las altas generan estrés hídrico y defoliación.

La humedad relativa:

Debe ser menor al 85%. Si es muy alta favorece el desarrollo de enfermedades fúngicas. El microclima que produce la sombra, el desarrollo de la planta y el manejo adecuado de las malezas inciden en la regulación de la humedad relativa.

El viento:

Los vientos fuertes provocan la desecación y el daño mecánico del tejido vegetal. Es por ello que se deben establecer barreras rompevientos.

2.2. Semillero y vivero de café

2.2.1. Etapa de semillero

El semillero es el sitio donde se crean condiciones ideales para la germinación, la emergencia y el crecimiento de las plántulas de café. Este período dura entre 60 y 90 días. El sitio deberá contar con suficiente agua para el riego diario y ser de fácil acceso.

Las camas de siembra deben construirse usando arena de río, colada y lavada. La arena favorece el desarrollo de las raíces y facilita el arranque para el posterior trasplante al vivero o criadero de café.

El ancho sugerido es de 1.0 m, la altura de 0.20 m y el largo, lo que se estime necesario. Un metro de largo es suficiente para sembrar una libra de semilla y de ella se obtendrán unas 1000 conchas seleccionadas. Cuando se hace más de una era, se deberá dejar una calle de 0.40 a 0.50 m para poder circular.

Se debe construir una ramada de 2.5 m de alto para proporcionar un 50% de sombra.



► Semillero en etapa de fosforito. Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez" (ENA) Foto: PROCAGICA El Salvador

Desinfección

Para prevenir el ataque del “mal del talluelo”, causado por el hongo *Rhizoctonia solani* (agente causal del mal del talluelo posemergente), y el ataque de nematodos, es necesario desinfectar el sustrato, algo que puede lograrse de varias maneras:

Desinfección por solarización

Consiste en tapar el sustrato con plástico y dejarlo a pleno sol por 8 horas para alcanzar los 70 °C y eliminar los patógenos presentes.

Desinfección con agua hirviendo

Se aplica agua hirviendo a razón de 3 a 4 galones por metro cuadrado. Es aconsejable esperar cuatro días y después picar la arena para que escapen los gases que se producen con la descomposición de los organismos muertos. Luego se puede proceder con la siembra.

Desinfección con agroquímicos

Se usan productos específicos para esta actividad, siguiendo las indicaciones del fabricante, a fin de no dañar el proceso de germinación después de haber sembrado las semillas.

Siembra de la semilla y cuidados del semillero de café

Antes de proceder con la siembra, se deben regar y nivelar las camas; el trazo de los surcos debe hacerse transversalmente. Los surcos deben tener una separación de 5 a 7 cm y una profundidad de 1.5 cm.

Las semillas se colocan a chorro seguido, evitando que queden montadas una sobre otra. Se apretará la semilla contra el fondo del surco y se cubrirá con arena tratada.

Luego de la siembra, se cubrirán las camas de las eras con zacate picado, granza de arroz o sacos desechados pero lavados, para evitar que el agua de riego descubra la semilla.

Uno de los cuidados principales del semillero es el riego diario. Habrá que supervisar constantemente el semillero para detectar problemas y poder tomar las medidas correctivas a tiempo.

Cuando las plantas comienzan a emerger, aproximadamente 50 días después haber sido sembradas, se deberá retirar la cobertura. Hay que eliminar las plantas afectadas por el mal del talluelo. Si se presentan problemas de mancha Cercospora, causada por *Cercospora coffeicola*, se debe regular la sombra y, de ser necesario, hacer aplicaciones periódicas de caldo bordelés.

Las plántulas estarán aptas para el trasplante entre 60 y 90 días después de haber sido sembradas. Se deben seleccionar únicamente la que presentan el mejor desarrollo, un buen sistema radicular y están libres de plagas y enfermedades.



► Proceso de Injertación en el cultivo de café, Cordillera Chinchontepec. Foto: PROCAGICA El Salvador

2.2.2. Etapa de vivero

Se pueden hacer tres tipos de vivero, que se diferencian por el costo del manejo antes y durante la siembra, el tiempo que está la planta en el vivero y el tamaño de la planta que se obtiene. Veamos:

Vivero tradicional

- ◆ En bolsas de 6 x 11, 7 x 11 ó 9 x 12.
- ◆ Las bolsas son de bajo costo y durables, pero se usan una sola vez.
- ◆ Se obtienen plantas fuertes y vigorosas.
- ◆ Se necesita mayor extensión de terreno para un manejo adecuado.
- ◆ Las plantas se colocan en el suelo y no se necesita ninguna estructura especial.

Vivero en bolsas de 7" x 4"

- ◆ Se utilizan bolsas de polietileno de tamaño reducido.
- ◆ Con un metro cúbico de sustrato se llenan de 2000 a 2500 bolsas.
- ◆ La planta se puede sembrar a partir de los seis meses.
- ◆ Las plantas se colocan en el suelo y no se necesita ninguna estructura especial.

Vivero en tubete

- ◆ El tubete es un cono de polipropileno, negro grisáceo, de 13 cm de altura y 150 cm³ de capacidad, con estrías internas y abierto en la parte inferior.
- ◆ Se reducen los costos de producción por planta, porque, comparado con otras modalidades de vivero, está claro que requiere menos espacio, menos tiempo, menos volumen de suelo, menos plaguicidas, menos agua, menos mano de obra y los costos de transporte también son menores.
- ◆ Se requiere una estructura de metal con malla ciclón que sirva de sostén a los tubetes.

Principales cuidados

El sustrato

Entre los elementos clave para el éxito del vivero está el sustrato, el cual debe cumplir con cualidades como ser poroso, para permitir buena aireación; tener un adecuado contenido de materia orgánica; ser suelto y sin compactaciones internas; y tener una buena retención de humedad y nutrientes. Todo esto para favorecer el desarrollo de las raíces de las plantas.

Se recomienda un sustrato con 40% de suelo franco (suelo "suelto"), 30% de materia orgánica o pulpa de café descompuesta y 20% de material orgánico grueso (hojarasca, mantillo de cafetal, cascarilla de café, madera de coco molida, otros). Se puede agregar a la mezcla 10% de material inerte, que por lo general es cascajo blanco (piedra pómez).

La fertilización

La calidad de la planta depende de la nutrición y el desarrollo de tejidos que se favorezcan durante la etapa de semillero y de vivero.

Por tanto, se buscan fórmulas que aporten aminoácidos con elementos menores, principalmente zinc, boro, hierro y calcio. Las dosis varían de un producto a otro, por lo que es necesario leer la etiqueta antes de hacer la aplicación.

La aplicación de fertilizantes foliares puede hacerse cada 30 días. No se debe abusar de ellos, ya que pueden causar un desbalance entre el área foliar y el sistema radicular. Cuando las plantas tienen un mayor volumen de hojas en relación con la cantidad de raíces, las plantas sufren de acame. El principal propósito de la etapa de vivero es el desarrollo radicular.

2.2.3. El injerto en el café

Consiste en insertar la yema de una variedad comercial sobre un patrón de café Robusta (*Coffea canephora*) para aprovechar su abundante desarrollo radicular, que lo hace tolerante a las plagas del suelo y resistente a condiciones climáticas adversas. Si se mantienen las características de la variedad comercial se podría mejorar la calidad de la taza.

Condiciones adecuadas

Generalmente se usa la variedad Nemaya u otra variedad de Robusta como patrón. La variedad a injertar puede ser de tipo comercial, como Bourbon, Pacas, Pacamara, Geisha, Caterra o Típica, entre otras.

El patrón se debe sembrar 15 días antes que la variedad comercial (la yema), así, cuando el patrón (Robusta-Nemaya) tenga de 70 a 75 días, estará en estado de concha o mariposa, y la variedad comercial (la yema) tendrá de 55 a 60 días y estará en estado de patacón o fosforito.

Pasos para realizar el injerto

- Se hace un corte en el centro del tallo del patrón.
- Se hacen dos cortes longitudinales de 2 cm de largo, en forma de cuña.
- En la plántula a injertar, se hace un corte de 5 cm debajo de los cotiledones
- Se hace un corte a cada lado del tallo, en forma de cuña, para que coincida con el corte del patrón.
- Se unen el patrón y la plántula a injertar, asegurándose de que los cortes coincidan.
- La unión se cubre con cinta autodegradable, como Parafilm.
- Posteriormente, se coloca la raíz en un recipiente con agua y un fungicida.
- Se debe sembrar en vivero, con la humedad adecuada y garantizando un riego constante.
- Cuarenta días después, se puede retirar la cinta autodegradable.
- Continuar con el plan de manejo en vivero.



► Semillero de Café, Finca Los Pirineos, Cordillera Tecapa - Chinameca
Fuente: CSC

2.3. Establecimiento de plantaciones

Al momento de establecer una plantación de café se deben considerar las condiciones ambientales y las áreas donde se pondrá el nuevo cultivo. La altitud óptima para el cultivo del café es de 600 a 1400 m s. n. m. La temperatura recomendable es de 19 a 21 °C y la pluviometría anual, de 1500 a 2000 mm.

La profundidad efectiva del suelo debe ser de 40 a 60 cm, la textura, franca, el drenaje, bueno, y el pH, de 5 a 6, preferiblemente.

En zonas protegidas no podrán establecerse nuevas áreas de cultivo. También conviene tener un plan de trabajo donde se puedan definir los pasos a seguir y los tiempos, así como los insumos y la mano de obra que se van a necesitar.

Las actividades a realizar serán las siguientes:

2.3.1. Limpieza del terreno

Al hacer las 'limpias' se recomienda evaluar los árboles presentes en el terreno, pues algunos, como las leguminosas, podrán proporcionar sombra a las plantas nuevas. Se debe tener cuidado con los árboles maderables, ya que algunos pueden estar en peligro de extinción o tener restricción de tala.

Hay que sacar la leña de las parcelas para facilitar la movilización a la hora de realizar otras actividades; los trozos pequeños deben colocarse contra la pendiente, para evitar la erosión. También, estos trozos pueden utilizarse como estacas para fijar los distanciamientos entre una siembra y otra.

De igual forma, hay que proteger las fuentes de agua o el recorrido de los ríos, dejando un trecho de entre 50 y 100 m, a partir de las márgenes, con cobertura boscosa.

En caso de que el terreno sea un cafetal viejo, habrá que eliminar las plantas de raíz.

2.3.2. Distanciamiento de siembra

Cuanto mayor sea el número de plantas por área, mayor será la producción, pero esto no significa que una población densa sea la mejor alternativa para todos los caficultores.

Algunos estudios han demostrado que es preferible dejar un distanciamiento menor entre surco y surco y uno mayor entre calle y calle para que entre más luz y haya una mejor aireación. De esta forma se contribuye a controlar el ataque de plagas y enfermedades.

En general, la densidad de las plantas dependerá del distanciamiento de la siembra (que está relacionado con la variedad), del sistema de manejo de tejidos y de las condiciones del suelo, entre otras.

Así, variedades de porte bajo, como Caturra y Catuaí, se pueden establecer a distancias de 2 m x 1 m, variedades de porte intermedio, como Cuscatleco, Lempira y Costa Rica 95, a distancias de 2.5 m x 1 m y variedades de porte alto, como Pacamara, a distancias de 2.5 m x 2 m (Romero 2018).

2.3.3. Variedades

Entre las variedades más establecidas en El Salvador, y que se reconocen por su calidad en taza, están la Pacamara, la Bourbon y la Pacas, mientras que las variedades tolerantes son la Catimor, la Catisic, la Costa Rica 95 y la Sarchimor, entre otras. Es importante conocer la procedencia de las semillas para garantizar la calidad de la variedad que se va a establecer. La World Coffee Research elaboró un catálogo donde se pueden consultar las características de algunas variedades (WCR 2018).

Actualmente, existen muchas variedades de café. Algunos caficultores tienen como objetivo sembrar variedades tolerantes a enfermedades como la roya, mientras que otros prefieren variedades reconocidas por su calidad, aunque tengan que invertir un poco más en el manejo de la enfermedad.

Las principales características que se deben considerar al seleccionar la variedad son las siguientes:

Mercado objetivo

Es importante determinar la demanda de los consumidores y el acceso a los mercados, ya sea de cafés especiales o genéricos. No hay que olvidar que el mercado, además de la variedad, también pide buenas prácticas y ciertos métodos de procesamiento.

Condiciones ambientales

La altitud afecta el metabolismo de las plantas, razón por la cual se debe estar al tanto de las características y las necesidades de la variedad que se va a establecer. Recordemos que se trata de una inversión a largo plazo.

La latitud influye directamente en las condiciones agrometeorológicas de la zona, sobre todo en la temperatura.

El rendimiento y el comportamiento de las variedades varían según la altura.

Características genéticas

La genética de la variedad influye en parámetros como la primera cosecha, la arquitectura, el rendimiento, la época de maduración, la demanda de nutrientes, la tolerancia a las plagas, la adaptabilidad al distanciamiento de la siembra.

Disponibilidad de recursos

La inversión en las prácticas de manejo de la plantación varían según las variedades que se utilicen, el sistema de manejo y las condiciones agroecológicas.

Cada variedad o híbrido demandará planes de fertilización, programas de manejo de tejido y de sombra, distanciamientos y métodos de procesamiento, entre otros, específicos.

2.3.4. Establecimiento del cultivo

La pendiente es un factor determinante a la hora de hacer el trazado. Cuando es mayor al 5%, deben establecerse curvas a nivel, trazando una línea guía desde la parte más alta del terreno para, luego, con la ayuda de un nivel tipo A, colocar estacas en cada pata a 1 m de distancia. Las estacas funcionan como guía.

Esta tarea se hace para prevenir la erosión de los suelos y evitar el arrastre en la época lluviosa.

El diseño de la plantación debe permitir que los trabajadores realicen con facilidad sus actividades.

Al momento de establecer la plantación de café, se debe considerar la puesta en marcha de obras y prácticas que favorezcan la conservación y el manejo de suelos y agua. Por ejemplo, se pueden sembrar barreras vivas, como izote y zacate, que proporcionan materia orgánica y humedad en la época seca. Sin embargo, hay que tener

cuidado de que las especies que se seleccionen no entren en competencia con las plantas de café. Otra opción son las barreras muertas, como los cercos de piedra, las terrazas individuales y los zanjones. Todas las prácticas deberán establecerse contra la pendiente y la cantidad de obras dependerá de la pendiente y de los recursos económicos del caficultor.

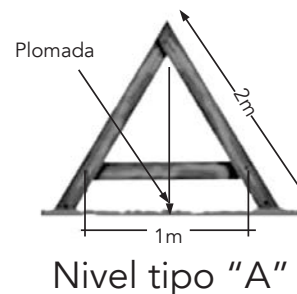
El cajuleado

Es una estructura de 60 cm de ancho por largo y profundidad, que se instala en los cafetales para almacenar agua y materia orgánica.

El ahoyado

Es recomendable hacer un hoyo de 30 cm de ancho por 30 cm de largo y 30 cm de profundidad, llenarlo de materia orgánica y aplicarle cal antes de la siembra, de acuerdo a las recomendaciones derivadas del análisis de suelos.

Al momento de sembrar, la planta deberá ser despojada de la bolsa en que viene quitándosela desde la parte inferior, con cuidado de no dañar las raíces. Luego se debe



► Uso de nivel tipo "A" para establecimiento de cafetales, Instituto Nacional Ernesto Flores (INEF). Foto: PROCAGICA El Salvador

colocar la tierra, presionando para eliminar las bolsas de aire.

La sombra

Si el área sembrada no tiene suficiente sombra durante los primeros años, se puede sembrar gandul (*Cajanus cajan*) o higuero (*Ricinus communis*), que son de crecimiento rápido. El gandul puede proporcionar nitrógeno mientras se establece la sombra permanente. La sombra ayuda a conservar la materia orgánica y la materia orgánica ayuda a mantener la estructura del suelo y a retener los nutrientes.

Si bien los árboles de sombra ayudan a retener la humedad del suelo y a favorecer la infiltración del agua, en zonas muy secas o donde se presentan períodos prolongados de sequía, en los cafetales hay que evitar sembrar densidades muy altas de árboles de sombra (más de 42 árboles por manzana), porque, en esas condiciones, los árboles transpiran más agua de la que pueden contribuir a retener e incluso pueden llegar a competir por agua con el cultivo.

2.4. Fertilización del café

Si las plantas de café tienen acceso a los nutrientes que necesitan para desarrollarse óptimamente, se incrementan las posibilidades de obtener el máximo potencial productivo de la variedad o híbrido. De ahí la importancia de diseñar un plan de fertilización que corresponda a las proyecciones de rendimiento, a los resultados de los análisis de suelo y a la etapa en que se encuentre el cultivo.

Antes de fertilizar, es preciso hacerse cuatro preguntas básicas. A estas preguntas se les conoce como la 4R. Veámoslas:

1R: ¿Qué voy a aplicar?

Antes de elegir la fuente de nutrientes que vamos a aplicar, tenemos que tener un análisis de suelo. El análisis de suelo nos permite conocer la textura del suelo, el pH, el contenido de materia orgánica, la disponibilidad de nutrientes, los elementos tóxicos, los antagonismos, etcétera. Las muestras deben tomarse de manera adecuada y analizarse en un laboratorio especializado.

2R: ¿Cuánto voy a aplicar?

El análisis de suelo nos permite establecer las dosis adecuadas, según la demanda del cultivo. Y no hay que olvidar el fraccionamiento de las aplicaciones.

Las dosis dependen del rendimiento esperado, de la capacidad de inversión del productor y de las recomendaciones que arroja el análisis de suelos.

3R: ¿Cuándo lo voy a aplicar?

El plan de fertilización debe contemplar todas las etapas del cultivo y planearse para un período de tiempo no mayor a cinco años.

Hay que determinar cuándo absorben las plantas los nutrientes; es decir, se debe establecer

la demanda de nutrientes según la etapa fenológica. También hay que considerar los aspectos logísticos de la aplicación: el tamaño de la finca, la disponibilidad de mano de obra y las condiciones climáticas, entre otros.

4R: ¿Dónde lo voy a aplicar?

Se debe tomar en cuenta el crecimiento radicular del cultivo, así como el tamaño y la dirección del crecimiento de las raíces.

También hay que considerar la corrección del pH, la aplicación de fertilizantes sólidos (químicos y orgánicos) y elementos menores y la incorporación de materia orgánica.

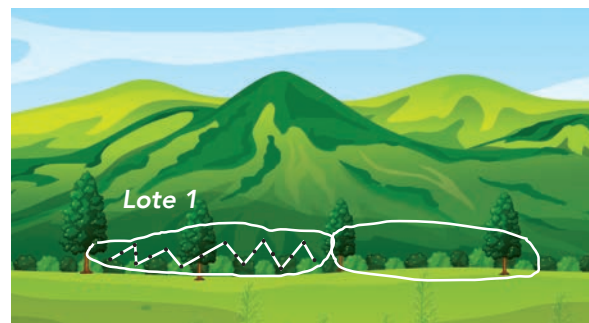
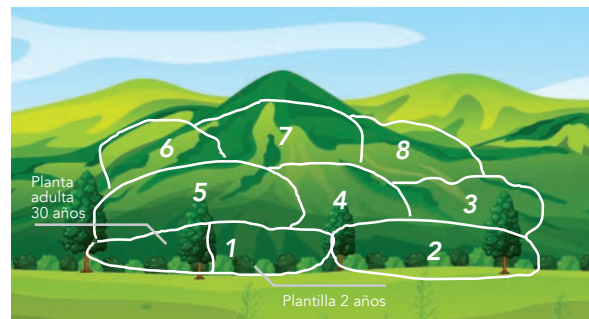


► Aplicación de enmiendas calcáreas, Cordillera Chinchontepec. Foto: PROCAGICA El Salvador

2.4.1. Muestreo del suelo

Criterios para la toma de muestras de suelo

- ◆ Las parcelas donde se vaya a hacer el análisis del suelo deben ser homogéneas en términos de pendiente, textura, pedregosidad, color del suelo, edad del cultivo, producción esperada y variedad. Se debe verificar que el terreno no se haya abonado, o se le hayan aplicado fuentes de enmiendas o materia orgánica, recientemente.
- ◆ El área a muestrear puede ser de ½, 3, 5 y hasta 10 manzanas.
- ◆ En cada parcela o tablón identificado, se debe hacer un recorrido en forma de zigzag y ubicar de 15 a 20 puntos para la toma de submuestras.



► Distribución de lotes para muestreo de suelos, según condiciones edafológicas y de cultivo

Pasos para el proceso de muestreo

- ◆ La época de muestreo de suelo va de diciembre a mayo. Se eligen estas fechas porque el suelo se ha vaciado de elementos nutricionales por haberse extraído la cosecha.
- ◆ Identificar el árbol a muestrear.
- ◆ Limpiar la plazuela del árbol.
- ◆ La muestra se tomará en la banda de abonamiento; si se trabaja con azadón o palín, el hoyo se hará en "V" y a una profundidad de 0-20 cm.
- ◆ En uno de los lados de la "V", extraer, desde la superficie hasta el fondo, una tajada de 2.5 cm de espesor de suelo.
- ◆ Colocar la porción de suelo en un balde plástico limpio, y, al terminar el muestreo, mezclar el suelo y, a la vez, eliminar impurezas, como piedras, raíces y terrones.
- ◆ Extraer una porción de una libra de suelo y colocarla en una bolsa doble, previamente identificada con una etiqueta, para ser enviada al laboratorio.
- ◆ Para determinar la presencia de aluminio, se toma una muestra en el extracto inferior del mismo sitio, pero a una profundidad de 21-40 cm.
- ◆ Ambas muestras se identifican por separado. Es recomendable georreferenciar el sitio donde se tomó la muestra.
- ◆ Se envían las muestras al laboratorio para el respectivo análisis.

Resultados del análisis de suelos

La interpretación de los resultados del análisis de suelos permite identificar parámetros físicos, como la textura, y parámetros químicos, como la disponibilidad de nutrientes, el pH y el contenido de materia orgánica.

De esta manera se puede identificar el tipo de fertilizante a aplicar, así como las deficiencias a corregir, p.ej., la acidez del suelo (aplicación de enmiendas).

La interpretación del análisis de suelo indicará si la finca debe encalarse (aplicación de cal), ya que muchas veces la planta no puede absorber ciertos nutrientes porque los suelos son muy ácidos.

Es importante mantener el equilibrio de nutrientes, tanto en el suelo como en la planta. Las deficiencias aceleran el deterioro de las plantas y las hacen más vulnerables al ataque de plagas como la roya, la antracnosis y la mancha de hierro.

Los fertilizantes se pueden aplicar al suelo o de manera foliar.

Los fertilizantes sólidos se aplican al suelo y contienen sobre todo nutrientes mayores, como nitrógeno, fósforo y potasio, si bien, en algunos casos, incluyen microelementos.

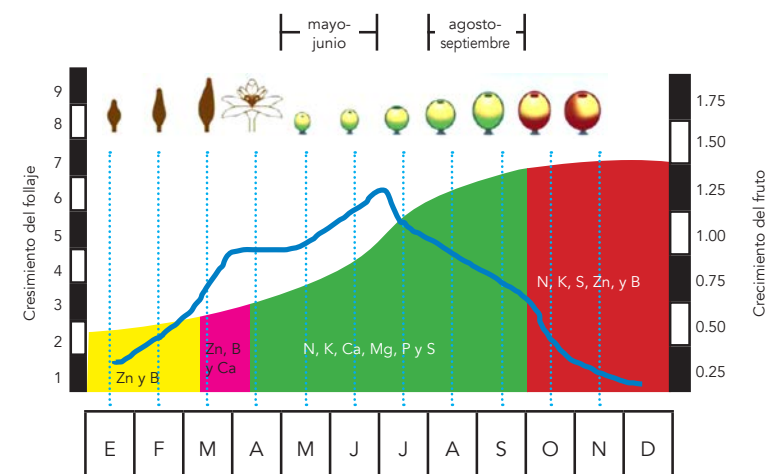
Los microelementos son nutrientes que la planta necesita en pequeñas cantidades, como zinc, boro, azufre y magnesio. Se aplican sobre todo de manera foliar. Son muy importantes para el desarrollo del cultivo porque facilitan la absorción de los elementos mayores y apoyan funciones como la fotosíntesis y el crecimiento de tejidos.

¿Cuándo se debe fertilizar?

Se recomienda una aplicación foliar 40 días después de la floración.

La primera fertilización del suelo se hace a la entrada del invierno, cuando el grano de café comienza a crecer rápidamente, entre los meses de mayo y junio. La segunda fertilización puede hacerse cuando el grano está pasando de lechoso a sazón, entre los meses de julio y agosto. Una tercera fertilización, que puede ser foliar o al suelo, se hace en el mes de septiembre, principalmente con microelementos, como el zinc.

La siguiente gráfica nos ilustra el momento en que la planta requiere ciertos nutrientes:



Fuente: Proceso Formación de Formadores, 2018. CRS

Si bien la dosis de aplicación de fertilizantes la determina el análisis de suelo, es importante considerar que, a mayor producción esperada, mayor deberá ser la dosis.

También hay que recordar que no todos los nutrientes deben provenir de fertilizantes. Un buen manejo de la fertilidad natural del suelo y la incorporación de materia orgánica ayudan a suplir la demanda de nutrientes y a reducir los gastos por compra de insumos.

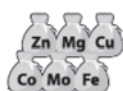
2.4.2. Biofertilizantes

Son fertilizantes foliares elaborados a partir de la fermentación anaeróbica (sin oxígeno) de sales minerales y ácidos orgánicos. Su función principal es la de mejorar la disponibilidad de nutrientes menores, los cuales estimulan la capacidad productiva de la planta, al favorecer la absorción de nutrientes y el desarrollo de tejido nuevo y rebrotes. Además, estimulan las defensas naturales de las plantas.

Para preparar los biofertilizantes se necesitan tanques de plástico de 200 litros con aro metálico o tapa de rosca. De esta forma se podrán cerrar herméticamente y generar condiciones de fermentación anaeróbica (sin aire). Si no se dispone de tanques o toneles de plástico de 200 litros, se pueden usar tanques más pequeños o más grandes. Simplemente se hacen cálculos proporcionales.

Paso 1 Materiales e insumo

- Manguera transparente (1 metro de largo 3/8 1/2 pulgada de diámetro).



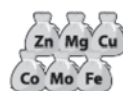
Insumos	kg/Comercial
Sulfato de Potasio	25
Sulfato de Magnesio	25
Nitrato de Calcio	25
Fosfato Mono amónico	20
Sulfato de Zinc	8
Sulfato de Hierro	8
Sulfato de Manganeso	6
Bórax	8
Sulfato de Cobre	6
Molibdato de Sodio	0.25
Pulimento de Arroz	2
Melaza	10

- Botella de plástico transparente.
- Sales minerales.
- Melaza.
- 10 Barriles de plástico con cincho para cerrar herméticamente.

Paso 2 Preparación de tanques biodigestores.



Paso 3 Materiales e insumo



En cada barril, mezclar 100 litros de agua con 50 libras de estiércol fresco de vaca.

En una cubeta disolver dos galones de melaza. Agregar una sal mineral a cada barril

Se mezcla todo y se deja reposar por 40 días.

En la figura alrededor del barril deben reflejarse los ingredientes siguientes:

- Agua
- Estiércol fresco de vaca
- Cubeta
- Melaza
- Sal integral

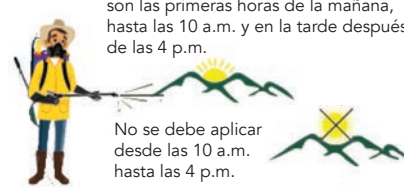


Paso 4 Uso adecuado de Biofertilizante.

Después de los 40 días, mezclar en partes iguales una porción de contenido de cada uno de los 10 barriles (ejemplo 2 litros), para formar un multimineral.

De esta mezcla se puede aplicar un litro por bomba de mochila.

Los horarios recomendados para aplicar son las primeras horas de la mañana, hasta las 10 a.m. y en la tarde después de las 4 p.m.



No se debe aplicar desde las 10 a.m. hasta las 4 p.m.

- ▶ Ilustración tomada de Protocolo de elaboración de biofertilizantes, PROCAGICA El Salvador

Crterios para la aplicación de biofertilizantes en las fincas de café

Para la aplicación de biofertilizantes en parcelas establecidas, se deben considerar las siguientes condiciones:

- ◆ Evaluar la capacidad de respuesta productiva del lote; es decir, su capacidad de generar tejido nuevo. Si la respuesta es negativa, habrá que considerar un manejo drástico, como la recepa.
- ◆ Revisar que haya una cantidad adecuada de follaje, pues este es el medio de penetración de los foliares a la planta.

Es conveniente que el suelo tenga un mínimo de humedad, para facilitar la movilización de nutrientes dentro de la planta, si se utilizan biofertilizantes como parte del plan de nutrición del cultivo.

Recomendaciones para el manejo de biofertilizantes en el campo

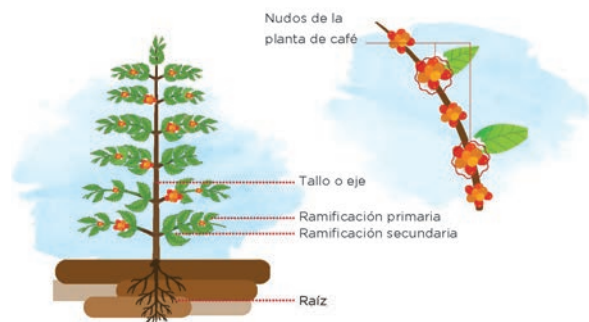
A pesar de que los biofertilizantes están catalogados como productos amigables con el medio ambiente, por contener minerales, su ingestión puede causar toxicidad. Es importante, entonces, tomar medidas de seguridad para su aplicación. Entre otras, se recomienda:

- ◆ Aplicar los productos en las primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde.
- ◆ Utilizar equipo de protección al momento de aplicar el biofertilizante.
- ◆ Mantener el equipo de aspersión en buenas condiciones. De esa forma se evita el derrame de productos y la pérdida de presión.
- ◆ Mantener el biofertilizante en un lugar fresco y sombreado, antes de la aplicación.

2.5. Manejo de tejidos y rehabilitación de cafetales

2.5.1. La poda del café

La poda permite cortar o cambiar el crecimiento normal de la planta. Para hacer una poda, se deben identificar las siguientes partes de la planta:



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

¿Para qué podar las plantas de café?

El objetivo de la poda es mantener una buena relación producción-área foliar. Además, la poda permite:

- ◆ Renovar el tejido productivo, porque nacen nudos que producirán nuevos frutos.
- ◆ Eliminar las partes dañadas.
- ◆ Disminuir el ambiente propicio para el crecimiento de plagas, pues habrá más entrada de luz.
- ◆ Facilitar las labores de manejo y cosecha.
- ◆ Reducir la bianualidad de la producción.

¿Cómo se hace?

La poda se puede hacer por surcos, por lotes o en franjas y de manera selectiva. Se

pueden aplicar diferentes sistemas de poda, de acuerdo a los recursos disponibles.

Sistemas de poda	Recursos de poda
Parras	Agobio
Múltiples verticales	Descope alto
Recepa	Descope bajo

► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

Época de poda

Una planta de café debe comenzar a podarse cuando alcanza su máxima productividad e inicia el período de agotamiento, generalmente en la quinta o sexta cosecha. Esto depende del estado del cafetal, de la sombra, la variedad, la cantidad de plantas y el clima.

La mejor época para podar es inmediatamente después de la cosecha; es decir, de enero a mayo, y depende de la altitud.

Sistemas de poda

Se conoce como sistema de poda la aplicación de un tipo de poda que toma en cuenta todas las plantas de una parcela o campo de cultivo.

El sistema de poda se planifica para 3, 4 o 5 años y se aplica el que más convenga a una parcela o campo de cultivo. En esta práctica incide la cantidad de árboles, la distancia entre uno y otro, la antigüedad del cafetal y las posibilidades económicas del caficultor.

Sistema por parras

Se hace por medio del agobio, en plantas de 2 años, y agobio de los brotes o reagobio dos años después.

Por el gran número de brotes y por el distanciamiento de siembra, la planta es muy abierta y se reduce el número de cafetos por manzana.



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

Sistema por múltiples verticales

Se establece por agobio en plantías de 2 años y se mantiene eliminando los brotes agotados. El número de brotes por planta es de 4 a 6, lo que permite reducir el distanciamiento y aumentar los cafetos por manzana.



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

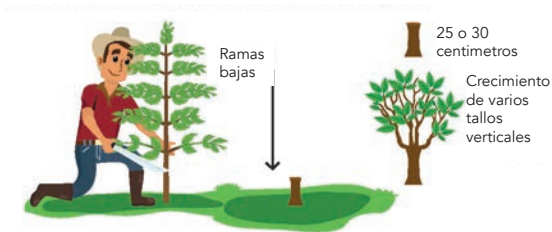
Sistema de recepa

Consiste en cortar el tallo a 25-30 cm del suelo, para renovar la planta por completo. Se espera el crecimiento de uno o más ejes verticales o "chupones". En la medida en que crezcan estos chupones, deben ser podados. La recepa se aplica en plantaciones que han bajado mucho su producción, ya sea porque están arruinadas o porque están agotadas.

Por lo general, para este sistema se recomiendan poblaciones de 3000 plantas por manzana.

Para hacer la recepa, se realiza lo siguiente:

- ◆ Marcar el tallo a una altura de 25 a 30 cm del suelo y cortar todas las ramas arriba de la marca.



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

- ◆ Aplicar un fungicida (antihongos) en la parte cortada para prevenir enfermedades.
- ◆ Picar las ramas cortadas o pedazos más pequeños y ponerlos en el suelo en todo el lote, para proteger el suelo y evitar que crezcan malezas.



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

Recursos de poda

El agobio

El agobio consiste en inclinar el café hasta formar un ángulo con el suelo de aproximadamente 45 grados, el cual se mantiene en posición con un gancho de madera o un garabato enclavado en el suelo. El objetivo es generar dos o tres tallos verticales en una misma planta. Así, se tendrán dos plantas por cada árbol.

El agobio se recomienda cuando:

- ◆ Se tienen parcelas con pocas plantas y se quiere aumentar la cantidad de ramas que darán frutos.
- ◆ Cuando se han sembrado plantas muy desarrolladas, que han perdido ya las ramas inferiores.

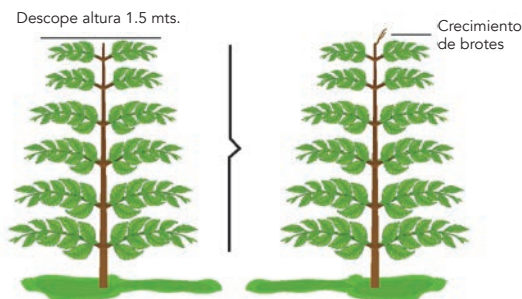


► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

La poda media

Se puede hacer sola o en combinación con la poda alta. Se recomienda podar la planta a una altura de 1.5 m y dejar los brotes de chupones a libre crecimiento por 3 años más.

Con la poda media nacerán nuevos brotes en la punta. Seleccione uno y déjelo a una pulgada debajo del corte, para que se haga fuerte y vigoroso.



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

Cuando la planta llegue de nuevo a una altura de 1.70 m, haga un corte terminal en la punta para evitar que siga creciendo.

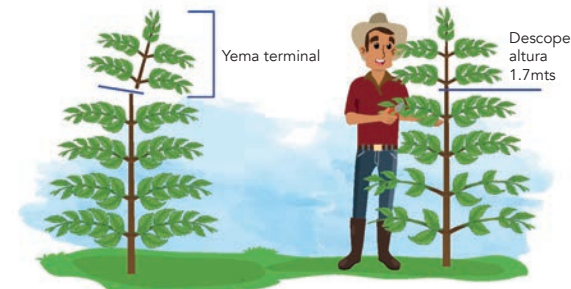
Esta poda hace que las ramas bajas se revitalicen. La planta será productiva por tres años más. Luego de este tiempo, se debe aplicar, obligatoriamente, la recepa.

El descope o poda alta

Consiste en cortar la yema terminal ubicada en el extremo del tallo. Al cortarla, se detiene el crecimiento de la planta hacia arriba y se estimula el crecimiento de las ramas hacia los lados, es decir, la formación de crinolin.

Al principio, se deja la planta a libre crecimiento. La altura del descope depende del alcance máximo de las manos de las personas recolectoras.

En la poda alta se recomienda dejar la planta a 1.7 m de altura. De esta forma se fortalece el tallo principal y se pueden hacer dos podas más antes de la recepa.



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador
Es necesario tener los siguientes cuidados:

- ◆ Luego de descopar, se deben seguir cortando los nuevos brotes.
- ◆ Las ramas secundarias que no producen mucho se deben tratar en el lugar donde se unen a la rama primaria, para que crezca una rama nueva y la reemplace.

- ◆ Las ramas primarias no deben cortarse donde están unidas al tallo.

El deshije, una práctica complementaria de mucha importancia

Consiste en cortar algunos de los brotes que nacen después de la poda y dejar solo los dos o tres más vigorosos y mejor ubicados (a los lados del tronco).



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

Momentos para el deshije:

- ◆ El primer deshije debe hacerse cuando los brotes tienen de 3 a 4 meses de edad. Se deja uno de reserva, por si se pierde uno de los principales.
- ◆ El segundo deshije se hará 3 meses después del primero. En este momento, se cortan los brotes menos desarrollados y se dejan solo los definitivos.

Por lo general, se recomienda dejar de 5,000 a 10,000 brotes por manzana. El número de brotes depende de la densidad de siembra.

Ciclos y modalidades de poda

Un ciclo consiste en podar un porcentaje de la población total del cafetal en un tiempo definido. Se recomienda hacer ciclos de 3, 4 o 5 años.

En cuanto a las modalidades, hay varias: individual o selectiva, por surcos o grupos de surcos (calles) y por lote o tablón.

Modalidad individual o selectiva

Consiste en podar solo las plantas de café que quedan agotadas después de la cosecha; es decir, que ya produjeron y se calcula que no producirán mucho el año siguiente.

Se identifican las ramas agotadas para podarlas y dejar solo las que tendrán buena producción el año siguiente.



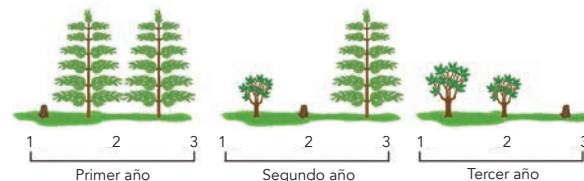
► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

Modalidad por surco simple, doble o triple

Consiste en podar surcos o grupos de surcos (calles) completos. Se hace por ciclos; es decir, cada 3, 4 o 5 años.

¿Cómo se aplica?

Ciclo de tres años: se podan surcos continuos.



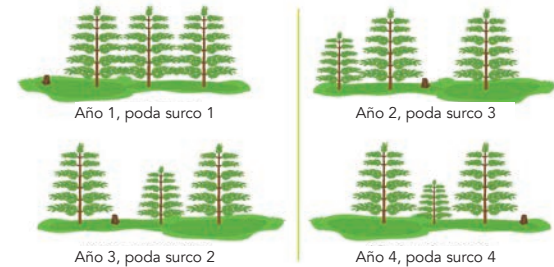
► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

Ciclos de 4 o 5 años: se podan surcos intercalados, como lo indica el cuadro siguiente:

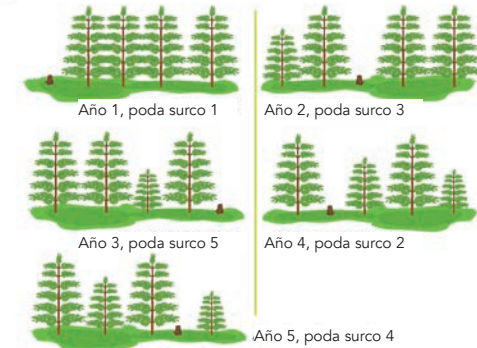
Ciclo por años	Surcos				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ciclo de cuatro años	Surco 1	Surco 3	Surco 2	Surco 4	-----
Ciclo de cinco años	Surco 1	Surco 3	Surco 5	Surco 2	Surco 4

► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

● Ciclo de cuatro años



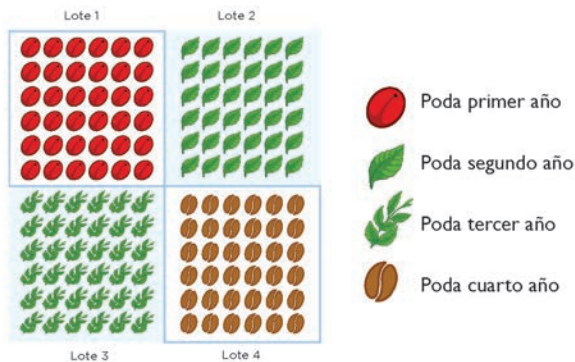
● Ciclo de cinco años



► Fuente: Guía 3. Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

Modalidad por lote o tablón

La poda se aplica en parcelas completas. Generalmente se seleccionan parcelas o lotes que tienen la misma edad, con el propósito de darles el mismo manejo y que las plantas se desarrollen de forma uniforme.



► Fuente: Guía 3; Podas en cafetales, PROCAGICA El Salvador

El tamaño del lote o tablón dependerá del área total de la finca, del número de ciclos de poda y del tiempo total de renovación.

2.6. Manejo integrado de plagas y enfermedades

En el país, son muchas las plagas y que afectan la caficultura; sin embargo, por su importancia económica, se destacan las siguientes:

2.6.1. La broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei*)

Generalidades

La broca es un insecto de tamaño pequeño que perfora los granos de café. Las pérdidas económicas que ocasiona son cuantiosas pues los granos de café pierden peso, se incrementan los costos de producción y se deteriora la calidad de la bebida.

Ciclo de vida

La broca pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. Según la mayoría de los estudios, por cada macho, hay diez hembras (1:10). La hembra perfora los granos para poner los huevos. El macho, por su parte, solo puede mantenerse vivo en los granos y no tiene alas. Su único propósito es fecundar a la hembra.

Alternativas de control



► Grano en etapa de desarrollo, propenso a ataque de broca. Foto: Catholic Relief Services CRS.

ACTIVIDADES	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. Cosecha												
2. Repela y pepena												
3. Poda de cafetos												
4. Colocación y mantenimiento de trampas												
5. Control de malezas												
6. Poda de sombra												
7. Muestreo												
8. Corte de frutos prematuros												
9. Control biológico												
10. Control químico												

► Fuente: PROCAGICA El Salvador

Pepena y repela: Recoger todos los frutos que quedan en el árbol y en el suelo después de la cosecha; de esta forma, se reducirá la infestación.

Poda de cafetos: Con esta actividad se busca un ambiente desfavorable para el insecto.

Colocación y mantenimiento de trampas: El trapeo es la actividad más efectiva para el control de la broca; además, es de bajo costo, ya que lo pueden hacer los mismos caficultores. Se recomienda colocar 12 trampas por manzana.

Control de malezas: Si se eliminan las malezas, es más fácil recoger los frutos que han caído al suelo.

Poda de sombra: Los hábitos del insecto indican que prefiere los cafetales sombreados, así que la sombra debe regularse. Esta práctica depende de la altura a la que se ubique la finca.

Muestreo: El objetivo es determinar la presencia de broca y decidir si su población amerita otras medidas de control: si el porcentaje de infestación es de 5% o más, se recomienda aplicar un control químico. El muestreo también sirve para evaluar el efecto de este tipo de control.

Corte de frutos prematuros: Con esta actividad se busca eliminar al hospedero de la plaga.

Control biológico: Se han identificado algunos enemigos naturales de la broca que se usan para hacer control biológico.

Tal es el caso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* y del hongo *Beauveria bassiana*. Si se implementa este control, es necesario tener en cuenta la susceptibilidad de estos organismos a la aplicación de fungicidas e insecticidas.

Control químico: Sería el último de todos los controles y se implementaría cuando los muestreos señalen un porcentaje de infestación de 5% o más. Hay que advertir que se está restringiendo el uso de estos insecticidas por su alto grado de toxicidad; es decir, la salud de los trabajadores y de los consumidores puede verse afectada.



► Uso de trampa artesanal para control etológico de la broca del fruto del café. Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez" (ENA)
Foto: PROCAGICA El Salvador

Muestreo

Para realizar el muestreo, se deben seguir los siguientes pasos:

- ◆ Dividir la finca en áreas no mayores a 5 manzanas.
- ◆ Establecer 20 sitios de muestreo distribuidos al azar, de manera que se cubra toda el área. Cada sitio de muestreo estará constituido por 5 cafetos en línea.
- ◆ Contar al azar 20 frutos en cada cafeto y anotar el número de frutos dañados. De esta forma, se contarán 100 frutos por sitio, que en un lote de 5 manzanas serían 2000 frutos. Si el porcentaje de infestación es de 5% o más, se deberá evaluar la posibilidad de aplicar el control químico.

$$\% \text{ infestación} = \frac{\text{granos infestados}}{\text{total de granos}} \times 100$$

Por ejemplo, si en un lote de 5 manzanas se encuentran 50 granos brocados, el porcentaje de infestación sería de:

$$\% \text{ infestación} = \frac{50}{2000} \times 100$$
$$\% \text{ infestación} = 2.5\%$$

HOJA DE MUESTREO

Finca: _____

Tablón: _____ m s. n. m.: _____

Lote: _____ área lote mz: _____

N.º de frutos por planta: _____

Sitios	Cafetos					Total	%
	1	2	3	4	5		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Manejo de sombra:		Observaciones
Intensa	Al sol	
Manejada	Abandonada	

Firma de técnico: _____

Fecha de muestreo: _____

Elaboración de trampas artesanales

Materiales

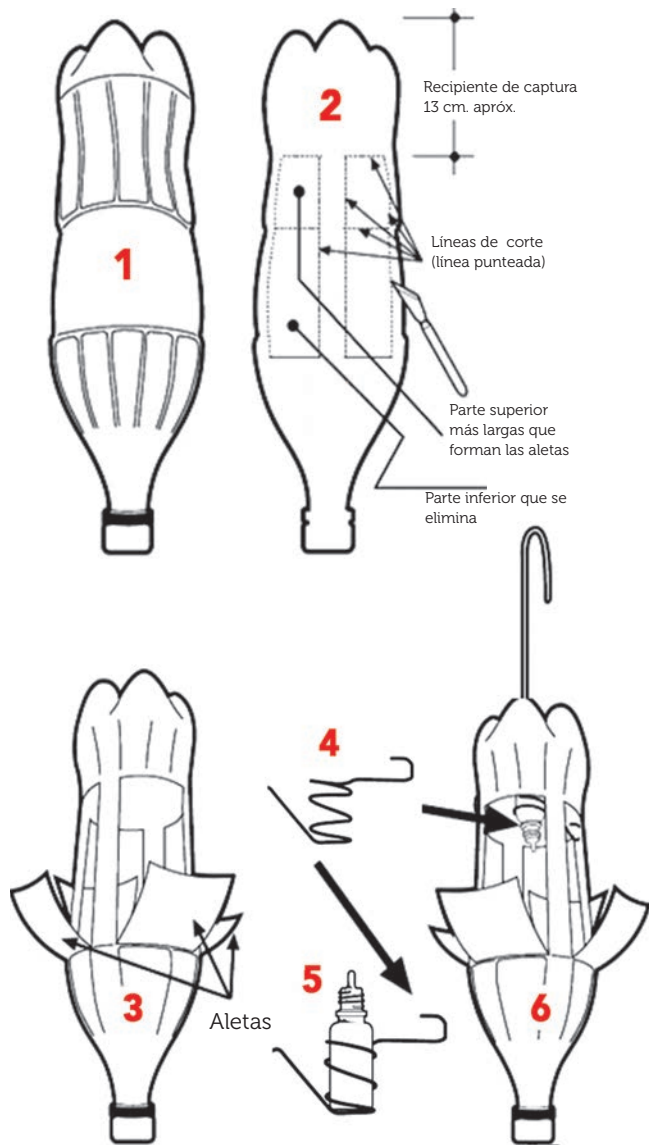
Material	Cantidad	Comentarios
Botellas plásticas vacías (2 litros), con tapón	12 para una manzana de cafetal	Hay productos específicos para broca, pero también se pueden usar botellas plásticas nuevas, o si son usadas, deben estar bien lavadas
Navaja	1	Se puede reutilizar
Alambre de amarre	1 libra	Alcanzará para amarrar más de una botella
Bote de pintura en spray (color rojo)	1	Alcanzará para pintar más de una botella
Difusor (atrayente)	12 unidades	
Tijera	1	Se puede reutilizar

Nota: Los materiales alcanzan para hacer más de una trampa

Para preparar la trampa

- Después de lavar las botellas plásticas (de preferencia de 2 litros de capacidad) con agua y jabón, quitar las viñetas, etiquetas o cualquier otro empaque, teniendo el cuidado de guardar los tapones.
- Girar la botella para que quede con el tapón hacia abajo; de esta forma es más fácil limpiar las trampas cuando estén colocadas en el campo. Con la ayuda de un objeto punzante, hacer un orificio en el centro de la base, para después introducir el alambre que servirá para colocar la trampa. Marcar una distancia, a partir del tapón, de 13 cm aproximadamente. A partir de ahí, marcar tres cuadros, en forma de triángulo, alrededor de la botella.

Fuente: Tomado de Seminario sobre técnicas modernas en la producción del café. ISIC.1991



► Pasos para la elaboración de trampa artesanal, control etológico de la broca del fruto del café, PROCAGICA El Salvador

- Con la ayuda de una navaja hacer cortes en los tres recuadros, sin cortar la parte superior: estas serán las ventanas por donde la broca entrará a la trampa (esos recuadros también sirven para que entre menos lluvia en la botella). Se puede recortar las esquinas de los recuadros con una tijera para prevenir cortaduras.



- Cortar un pedazo de alambre de amarre y, con la ayuda de un trozo de madera, hacer un resorte. Allí se colocará el gotero con las mezclas de alcoholes. Calcular dejar suficiente alambre para después colocar la trampa en un árbol de café. Si no se tiene alambre, se puede utilizar cordel de pita o nylon. Solo hay que recordar que estos materiales van a durar menos, pues van a estar expuestos a la intemperie.
- Cuando ya estén listos los cortes, se recomienda, si se cuenta con los recursos para hacerlo, pintar las trampas con pintura en *spray* de color rojo, desde la parte superior de la botella hasta la mitad, porque se ha demostrado que así las trampas son más efectivas y se pueden capturar más brocas. Esto también permite ubicar de manera más rápida las trampas en el campo cuando se quieran limpiar.
- Poner el alambre con el difusor dentro de la botella y llenar de agua la parte inferior de la botella. Así queda lista la trampa para colocarla en la finca. Las brocas que queden atrapadas morirán ahogadas.

Cuidados al colocar la trampa

- Para un área de una manzana de cafetal, se necesitan 12 trampas, que se deberán colocar a una distancia de 21-22 m entre una y otra. Se pueden colocar más cerca, si durante las labores de mantenimiento se nota que hay lugares donde hay más presencia del insecto.
- Colocar las trampas a una altura no mayor a los 1.20 m, ya que la broca no vuela más alto que eso.
- Antes de colocar los difusores o goteros, cerciorarse de que no tengan tapón y, si están sellados, perforar el envase en la parte superior, para que el olor de los alcoholes pueda salir.
- Limpiar periódicamente las trampas, ya que les pueden caer hojas y otros insectos. Además, cerciorarse de que siempre tengan agua.
- Cambiar el difusor cuando ya ha perdido su olor (después de unos 2 meses).
- Recordar que se deben efectuar otras actividades que ayuden a controlar mejor la plaga, como las podas de sombra, las pepenas y repelas, entre otras.
- Recordar también que se deben colocar las trampas después de finalizada la cosecha y antes de que se haya formado el grano, entre los meses de febrero-marzo y junio-agosto: esta es la época en que la hembra vuela para buscar donde poner sus huevos.
- Se recomienda orientar a los trabajadores sobre el peligro de ingerir los alcoholes que contiene el difusor.

Ventajas de las trampas

- Son de bajo costo y fáciles de elaborar.
- Se pueden usar al menos un año.
- Son un método eficaz para el control del insecto, si se manejan bien.
- No afectan la biodiversidad.
- Ayudan a conservar la calidad del grano.
- No contaminan el grano.

2.6.2. La roya (*Hemileia vastatrix*)

Generalidades

La roya es una enfermedad causada por el hongo *H. vastatrix* y es la enfermedad que más afecta los cafetales. Cuando comienza se suele observar en la parte superior de la hoja en forma de manchas de color amarillo, las cuales se manifiestan luego en el envés, como un polvo de color naranja. Esta enfermedad conduce a la planta a la defoliación y muchas veces a la muerte.

H. vastatrix es un organismo biótrofo, un parásito que se alimenta de células vivas. A estos organismos también se les llama parásitos obligados. En este caso, se alimenta y completa su ciclo de vida en las células vivas

de las hojas de las plantas de género *Coffea* (Avelino et al. 1999, Zuluaga y Céspedes 2009).

Las manchas aumentan de tamaño gradualmente hasta producir unas masas amarillas en el envés de las hojas, que corresponden a las fructificaciones (esporulaciones) del hongo. A estas fructificaciones se les llama uredosporas y son las estructuras reproductivas del hongo (figura 1B).

El hongo no rompe la epidermis de la hoja, como lo hacen la mayoría de las royas, sino que esporula a través de los estomas, es decir, que este hongo no forma las pústulas típicas de las royas comunes (figura 1C). Las lesiones polvorizas en el envés de las hojas pueden ser de color amarillo-naranja o rojo-anaranjado y varían considerablemente de una región a otra (Arneson 2011).

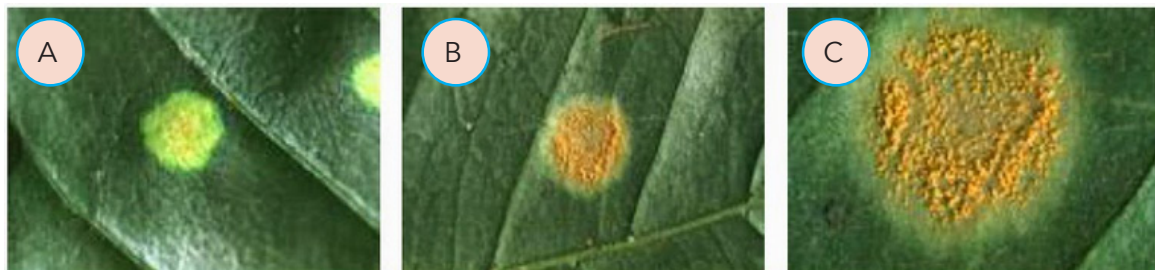


Figura 1. Desarrollo de la roya en hojas de café. Fuente: Arneson 2011.

A. Lesión inicial observada en el haz de la hoja.

B. Inicio de la producción de uredosporas en el envés de la hoja.

C. Lesión de la roya en estado avanzado; se observa que no forma pústula como las royas comunes

► Ilustración tomada de publicación Prevención y control de la roya del café. Manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores. Autores: Elías de Melo Virginio Filho, Carlos Astorga Domian; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Noviembre de 2015

Daño

Esta plaga ocasiona daños de grandes proporciones; por ejemplo, en 2012, más del 50% de toda la zona productora de café de Centroamérica resultó afectada por la plaga. Las tasas de incidencia fueron las siguientes: en El Salvador, 74%; en Guatemala, 70%; en Costa Rica, 64%; en Nicaragua, 37% y en Honduras, 25% (OIC 2013).

Ante el ataque de la roya, algunos países han cambiado los cultivares a variedades tolerantes; sin embargo, en 2016, Honduras reportó pérdida de resistencia al hongo en variedades como Lempira, que es un cruce entre Híbrido de Timor 832/1 y Caturra.

Control

A continuación, se presentan algunas actividades que debe incluir el manejo integrado de la enfermedad.

Manejo agronómico del cultivo

Comprende actividades como el manejo de tejidos, según las condiciones de los cafetales, y una buena nutrición, que incluya el análisis de suelos y el uso eficiente de los insumos. El manejo agronómico del cultivo es muy importante para que las plantaciones puedan tolerar el ataque de esta y otras enfermedades, como la antracnosis.

También, la sombra mal gestionada puede crear un ambiente propicio para el desarrollo del hongo, porque los cafetales sufrirán de humedad y falta de ventilación.

Control genético del cultivo

Una de las alternativas de los caficultores es sembrar variedades tolerantes a la roya (híbridos de Timor), pero se deben tomar en cuenta factores como las condiciones de la finca (altitud), el manejo de las plantaciones y el mercado.

En El Salvador, se siembran variedades como Catisic y Cuscatleco, además de híbridos F1, como Milenio y Centroamericano.

La combinación de al menos dos variedades (resistentes y/o tolerantes a la roya y al ojo de gallo por separado) sembradas en lotes distintos en las fincas es una estrategia clave, ya que ninguna variedad es resistente a todas las enfermedades (Virginio y Astorga 2015).

Control químico

El control químico se basa en el ciclo de vida del hongo, así como en las etapas fenológicas del cultivo. Los productos que se usan para prevenir y controlar la enfermedad se clasifican en fungicidas de contacto y fungicidas sistémicos: los primeros no entran en la planta, su función es protectora, mientras que los segundos entran en la planta y se movilizan por ella.

Para elegir el tipo de fungicida, se debe hacer, primero, un monitoreo del hongo. Si el monitoreo de incidencia de la roya en el cafetal es menor al 10%, se deben aplicar fungicidas protectores (cúpricos), y, si el nivel de infección es superior al 10%, se deben aplicar fungicidas sistémicos (curativos) (Barquero 2013).

Además, en caficultura orgánica, se pueden usar productos a base de sulfato de cobre, como el caldo bordelés.

Es importante que, al hacer el control químico, los trabajadores tomen todas las medidas de protección necesarias; lo mismo en la etapa del cultivo.

La correcta aplicación de los fungicidas garantiza una mayor eficacia en el control de la roya. Por ello, se recomienda lo siguiente:

- Antes de aplicar un producto químico u orgánico, revisar que los equipos de aspersión (bombas aspersoras) funcionen bien y que los filtros, boquillas y empaques estén limpios.
- Calibrar el equipo aspersor para poder saber exactamente cuánta mezcla se está poniendo por manzana. De lo contrario, se podría estar aplicando el producto o muy concentrado o muy diluido.
- La concentración de la mezcla debe ser igual para toda la plantación.
La dosis del producto debe medirse y, luego, mezclarse con agua en un recipiente aparte.
- Para que tengan un mejor efecto, los fungicidas deben aplicarse a las hojas, procurando cubrir toda la planta (el dorso y el reverso).
- Las personas que manipulan el producto deben respetar todas las medidas de seguridad: usar guantes, botas y mascarillas.

Se debe comenzar con las aplicaciones cuando haya la mayor cantidad posible de hojas sanas. Es mejor prevenir que curar.

Por lo general, la enfermedad aparece y ataca con más fuerza durante el desarrollo del fruto. Se recomienda iniciar la primera aplicación de

fungicidas 40 días después de la floración principal del cultivo.

También, se recomienda hacer un total de tres aplicaciones, de acuerdo con el siguiente programa:

Aplicaciones	Época
Primera aplicación	40 días después de la floración principal
Segunda aplicación	40 días después de la primera aplicación
Tercera aplicación	40 días después de la segunda aplicación

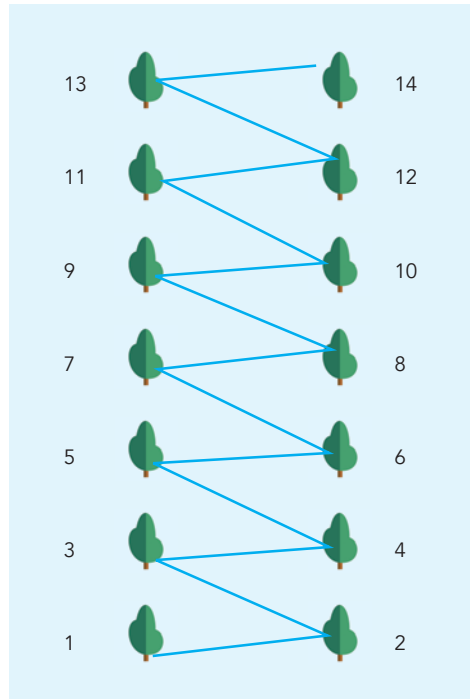
► Fuente: Guía 1. Manejo de la Roya, PROCAGICA El Salvador

Muestreo

A continuación, se presenta la metodología para el muestreo:

El método de muestreo propuesto consiste en establecer 20 sitios de muestreo en un área de 5 manzanas o menos. Cada sitio debe ser de 0.25 manzana. Se recomienda que los sitios de muestreo se numeren y se localicen en un croquis o mapa, siguiendo la orientación de las parcelas en el campo para facilitar su ubicación. En cada sitio se seleccionan 14 plantas de café al azar; se toman diez hojas de la parte baja, media y alta de la planta en dirección a los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) (figura 2).

Figura 2. Esquema de muestreo al azar de 14 plantas.



Fuente: Campos et al. 2013

La fórmula para determinar el porcentaje de infección es la siguiente:

$\% \text{ infección de roya del café (IR)} = \frac{\text{n.º de hojas infectadas con roya anaranjada}}{\text{n.º total de hojas colectadas (140)}} \times 100$

Boleta para el muestreo de la roya del café								
Propietario				Nombre de la finca:				
área total de la finca mz.:		área muestreada mz.:		msnm:		Fecha de último control de la roya:		
Cantón:			Municipio:			Departamento:		
Técnico:				Cel.:				
Punto	Hojas totales por bandola			Total	Hojas con roya por bandola			Total
	1	2	3		1	2	3	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
Total								
Croquis de finca y puntos de muestreo					Fórmula para obtener porcentaje de incidencia de la roya: $\frac{\text{Hojas con roya} \times 100}{\text{Hojas totales}}$			

► Fuente: PROCAGICA El Salvador

2.6.3. Plagas del suelo

La planta de café es atacada por numerosos organismos, de manera que las pérdidas que se producen son cuantiosas; no solo se dañan las plantas, sino que el costo de controlar las plagas es muy alto.

Para combatir efectivamente las plagas, se debe:

- Conocer la finca: hacer un mapa con información como el tipo de sombra, la pendiente del terreno, la presencia de fuentes de agua.
- Conocer el área de cafetales: si está distribuida en lotes o si corresponde a fincas separadas.
- Hacer un muestreo de plagas para determinar el tipo de control: los controles deben hacerse de forma localizada no desperdiciar recursos y disminuir el impacto en la salud y el ambiente.
- Saber en qué época atacan las plagas con más crudeza (época de mayor incidencia), para poder calendarizar las actividades destinadas a su prevención y control.

A continuación, describimos dos de las plagas del suelo más importantes en los cafetales, la oruga o gallina ciega y el piojo blanco de la raíz.

La oruga o gallina ciega, Coleóptera (Scarabeidae)

Generalidades

Conocidos en su estado adulto como chicotes, la oruga es el estado larvario de un escarabajo. En los cafetales se ha determinado la presencia de varias especies, en diferentes estados

(huevo, larva, pupa e incluso adultos) y en cualquier época del año.

La oruga puede identificarse en el suelo como un gusano ligeramente enrollado con la cabeza color café. Una generación puede vivir de nueve meses a dos años. Los adultos aparecen a inicios de la época lluviosa, mientras que las larvas se presentan durante los meses de lluvia, de junio a agosto.

Daños

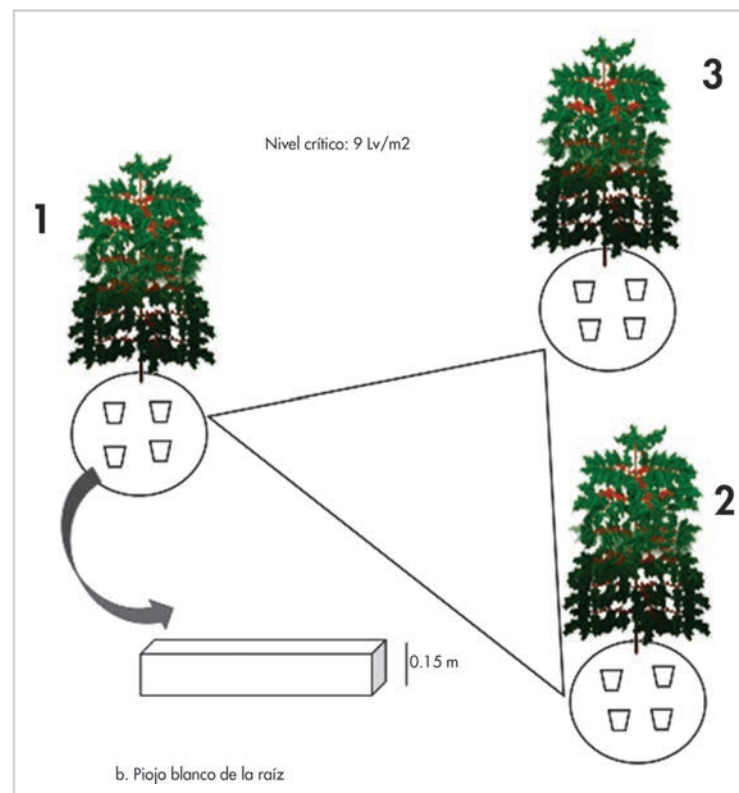
Afectan la raíz de las plantas, lo que se manifiesta en hojas con poco crecimiento y poca cosecha. Al examinar las raíces se observan descortezamientos. En los viveros el daño es más severo: las plantas se tornan flácidas y se mueren rápidamente.

Control

Hacer muestreos para identificar los sitios de infestación. Aplicar plaguicida solo en los sitios identificados.

Muestreo

- Delimitar la finca en áreas no mayores a 5 manzanas.
- Establecer al azar 20 sitios de muestreo, teniendo el cuidado de cubrir toda el área de interés.
- Cada sitio de muestreo debe estar conformado por tres árboles de cafeto alternos.
- Evaluar 1m² por cafeto: dividir el metro en cuatro submuestras, una en cada punto cardinal, en el área donde se ubican las raicillas.



► Fuente: PROCAGICA El Salvador

- Remover el suelo en cada submuestra de 0.25 m a una profundidad de 0.15 cm.
- Anotar el número de huevos y de larvas. Pueden tolerarse nueve larvas por metro cuadrado.

Piojo blanco de la raíz

Generalidades

Las principales especies de esta plaga son *Pseudococcus brevipes* y *Geococcus coffeae*. La primera vive en asocio con hormigas, las cuales les sirven de transporte. Se localizan en la raíz principal y en las raíces laterales. La segunda presenta individuos de menor tamaño que se suelen encontrar en las

raicillas absorbentes. La humedad favorece su desarrollo, por lo que las mayores infestaciones se presentan en la época lluviosa.

Daños

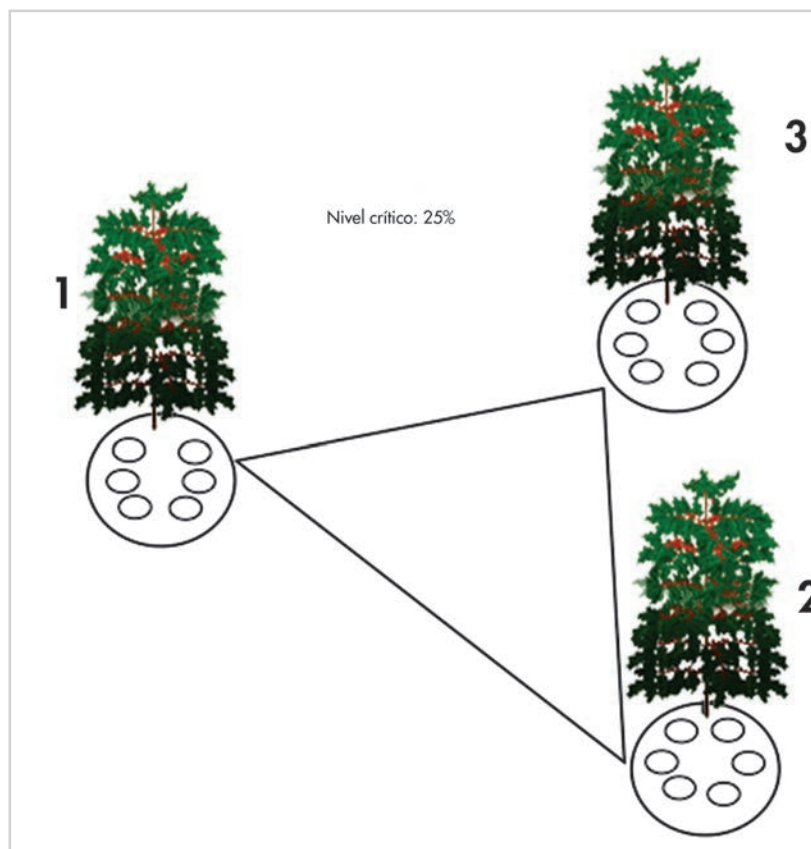
Se trata de insectos chupadores que se alimentan de la savia de los cafetos; de ahí que los árboles afectados presenten hojas cloróticas. Las raíces afectadas se pudren y la planta finalmente se muere.

Control

- Identificar los sitios afectados y aplicar insecticida. Las aplicaciones deben hacerse en la época lluviosa.
- Distribuir el producto uniformemente desde el tallo hasta el área de goteo, teniendo el cuidado de hacer un picado para que pueda penetrar.
- En plantaciones adultas se puede permitir hasta un 25% de infestación.

Muestreo

- Delimitar la finca en áreas no mayores a 5 manzanas.
- Establecer al azar 20 sitios de muestreo, teniendo el cuidado de cubrir toda el área de interés. Cada sitio de muestreo está conformado por tres árboles de café alternos.
- Tomar seis submuestras en diferentes puntos en que se concentra la mayor cantidad de raicillas.
- Con ayuda de una herramienta (palita de jardinería) observar si hay piojos vivos.
- Anotar el número de colonias.



► Fuente: PROCAGICA El Salvador

2.7. Uso seguro de agroquímicos

Las buenas prácticas de manejo de cafetales incluyen mecanismos para reducir el riesgo relacionado con la aplicación de plaguicidas (figura 3). De esta forma, se busca velar por la salud pública, tanto de los trabajadores como del consumidor final, evitar la alteración del medio ambiente y garantizar la inocuidad de los productos.

Para evitar la alteración del medio ambiente, se debe disminuir el impacto de los productos químicos en los cafetales, tomando medidas como el manejo integrado de plagas, de manera que la biodiversidad, el suelo y otros recursos naturales, como el agua y el aire, no se vean afectados.

En cuanto a salud, seguridad y bienestar de los trabajadores, se deben tomar las medidas necesarias para prevenir cualquier accidente que puedan sufrir los trabajadores: lesiones por intoxicación, contaminación o mal uso de los equipos de protección.

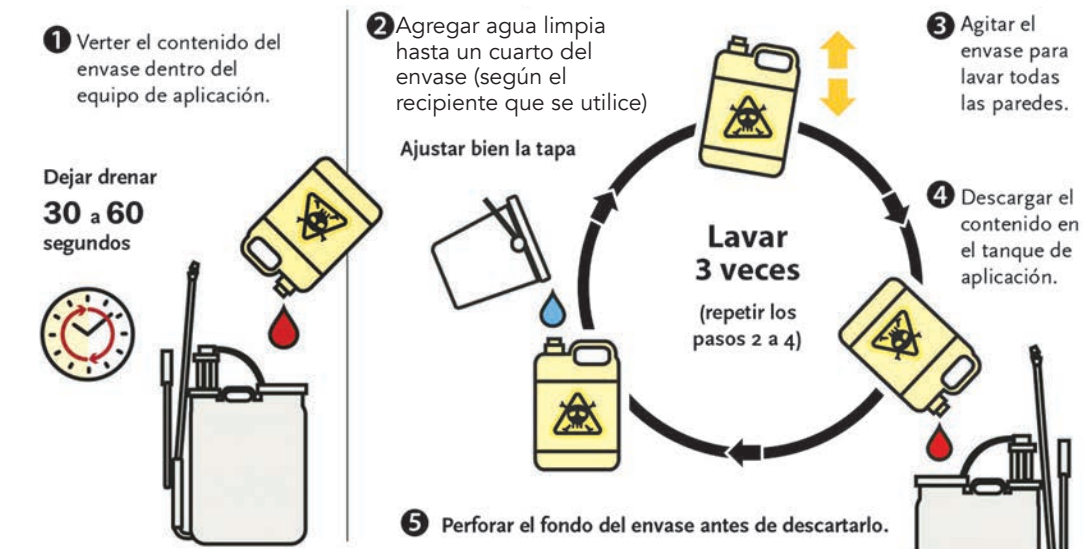
Los dueños de las fincas deben proporcionar a sus trabajadores el equipo necesario, según la actividad que deban realizar, así como

capacitarlos para que puedan usar dicho equipo con propiedad.

Se deben tomar las precauciones necesarias en las áreas de protección; por ejemplo, rotular las áreas que así lo ameriten, tener planes de emergencias y, cuando la ley lo exija, inscribir a los trabajadores en el sistema nacional de salud.

Figura 3: Buenas prácticas para el uso de agroquímicos

Los envases vacíos nunca deben reutilizarse y necesitan ser tratados antes de descartarse.



Repite 3 veces estos pasos
NO botes los embases de fertilizante y llévalos a un centro de acopio autorizado

Recuerda protegerte con equipo necesario cada vez que utilices fertilizantes



Entre los productos químicos están los fertilizantes, los herbicidas, los insecticidas y los fungicidas. Al emplearlos se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Habilitar un lugar (bodega) para almacenar los productos químicos.
- Este lugar deberá permanecer cerrado, tener buena luz, buena ventilación y estar lo más retirado posible de las viviendas. También, deberá estar fuera del alcance de los niños.
- Rotular el lugar (la bodega) y acomodar los productos según su uso. No se deberán quitar las etiquetas de los envases.
- Respetar las dosis y la forma de aplicación recomendadas.
- Concientizar a los trabajadores para que sepan que no deben ni ingerir alimento ni fumar a la hora de hacer las aplicaciones.
- Los equipos deberán limpiarse adecuadamente después de cada aplicación, en un lugar asignado especialmente para ello.
- Proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal necesario para las diferentes actividades (gafas de protección, botas, guantes, entre otros).
- No fumar contra la dirección del viento.
- No contaminar las aguas: evitar derramar los sobrantes de los productos en los cuerpos de agua.
- No reutilizar los envases vacíos: se deben perforar y enviar a un lugar seguro para su eliminación.
- Los trabajadores deberán bañarse después de finalizadas las aplicaciones y lavar la ropa de trabajo.
- No se deben hacer aplicaciones en época de mucha lluvia.

Al adquirir un producto deberán seguirse las siguientes indicaciones:

- Verificar si su uso está permitido en el país.
- Comprobar que el producto no esté vencido (revisar la etiqueta).
- Comprar solo en lugares autorizados.
- No utilizar nunca productos con etiqueta roja, ya que son altamente tóxicos.
- Buscar siempre la recomendación de un técnico para conocer la forma de aplicación adecuada.
- Recordar que la aplicación deberá estar en función del porcentaje de afectación que se obtenga como resultado de los muestreos.

Después de utilizar el producto, se deberá realizar un triple lavado del envase vacío (figura 3). Para ello se realiza lo siguiente:

- Llenar el envase hasta un cuarto de su capacidad con agua limpia, tapar y enjuagar por 30 segundos.
- Vaciar el contenido en el tanque que se utilizó para su aplicación, y repetir el proceso dos veces más. De esta forma se garantiza la eliminación del 99% del producto.
- Perforar el fondo del envase para que no se vuelva a usar.

En cuanto a equipo de protección, deberán revisarse los pictogramas que aparecen en las etiquetas de los productos. Allí se indica el equipo de protección que deben utilizar los trabajadores para quedar aislados del producto durante su aplicación. De no cumplir esta medida, se estaría infringiendo la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo.

Casco, gafas, mascarillas, guantes, botas y overoles forman parte del equipo de protección personal. Este equipo también deberá usarse cuando se trabaje con motosierras, podadoras y en el beneficio de despulpado, entre otros.

Bibliografía consultada

Avelino, J; Muller, RM; Eskes, AB; Santacreo, R; Holguín, F. 1999. La roya anaranjada del café: mito o realidad. In Bertrand, B; Rapidel, B. (Eds.). Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, Costa Rica, IICA, Promecafé, CIRAD. (pp.193-241).

Avelino et al. 1999, Zuluaga y Céspedes 2009. Asamblea Legislativa de El Salvador. 2010. Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, D.Oficial: 82. Tomo: 387. Título IV. Seguridad en los lugares de trabajo.

ASA - Catholic Relief Services. 2018. Formación de Formadores.

Barquero Miranda, M. 2013. Recomendaciones para el combate de la roya del café. 3 ed. San José, Costa Rica, Icafé. (pp.63).

Campos, O; Gentos, J Monterroso, N; Santos, D; Reyes, J; Mazariegos, R.2013. Método de muestreo de la roya del café, Boletín Promecafe (pp.134):8-10.

Curso de técnicas modernas del cultivo del café. (pp.149-158). ISIC. Santa Tecla.1979.

Farfán F, Capitulo 12. Las buenas prácticas agrícolas en la caficultura.

Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Guía ambiental para el sector cafetalero. Segunda edición.

Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). 2016. Cartilla N.5. Establecimiento del Cafetal. Honduras.

ISIC. Seminario sobre técnicas modernas en la producción del café.1991. (pp.57), (pp. 157-168). Santa Tecla, La Libertad.

Martínez MR, Viguera B, Donatti C, Harvey C, Alpízar F; Modulo 4. 2017. Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas de adaptación basadas en ecosistemas (AbE). (pp. 27- 28) Turrialba. Costa Rica.

OIC. 2013. Informe sobre el brote de la roya del café en Centroamérica y plan de acción para combatir la plaga. 2 p

Organización Internacional del Café (OIC). 2013. Publicación.

Romero JM. 2018. Técnicas de Producción de Café. Diplomado en producción Sostenible y Empresarial de café. Componente de Republica Dominicana del Programa Centroamericano para la Gestión Integral de la Roya (PROCAGICA RD). IICA-UE-Universidad ISA. (pp. 6-7). República Dominicana.

Seminarios sobre técnicas modernas en la producción del café. (pp.125-144). ISIC. Santa Tecla.1991.

Ureña JD. 2009. Manual de buenas prácticas agrícolas en los cultivos de café en asocio con aguacate para los productores de la asociación de frutales de Llano Bonito. (pp.29-31).

Virginio, E; Astorga, D;2015. Prevención y control de la roya del café Manual de buenas prácticas para técnicos.

World Coffee Research.2018. Las Variedades del Café Arábica. Portland, USA.

Zuluaga, CM; Céspedes, PB. 2009. Generalidades de los uredinales (Fungi: Basidiomycota) y de sus relaciones filogenéticas. Fundamentals of rust fungi (Fungi: Basidiomycota) and their phylogentic relationships. Acta biol. colomb (1): (pp.41-56).

3. Procesamiento de café



3.1. Cosecha racional del fruto

Los frutos del cafeto maduran de 8 a 10 meses después de la floración. No obstante, este período puede prolongarse o acortarse dependiendo de la variedad de café, el clima y la altura. La especie Arábica, por ejemplo, necesita menos tiempo, la especie Robusta, de 10 a 11 meses y la especie Libérica, hasta un año.

La recolección es la actividad donde justamente se recoge el fruto del esfuerzo y el empeño que ha puesto el caficultor en su finca

durante el año agrícola. Para obtener un café de cualidades sobresalientes, la recolección debe realizarse de manera selectiva. Solo así se logra un café verdaderamente homogéneo y de una madurez óptima.

Puede que una finca esté ubicada en un estrato de altitud donde las condiciones del clima son ideales para producir un café de excelente calidad; sin embargo, si la recolección no se hace cuando el fruto se encuentra en su estado óptimo de madurez, se podría perder su cualidad de excepcional.

A fin de garantizar el máximo rendimiento y la máxima calidad del producto, en esta fase se debe tener el cuidado de recolectar los frutos en su punto óptimo de maduración (color rojo brillante).

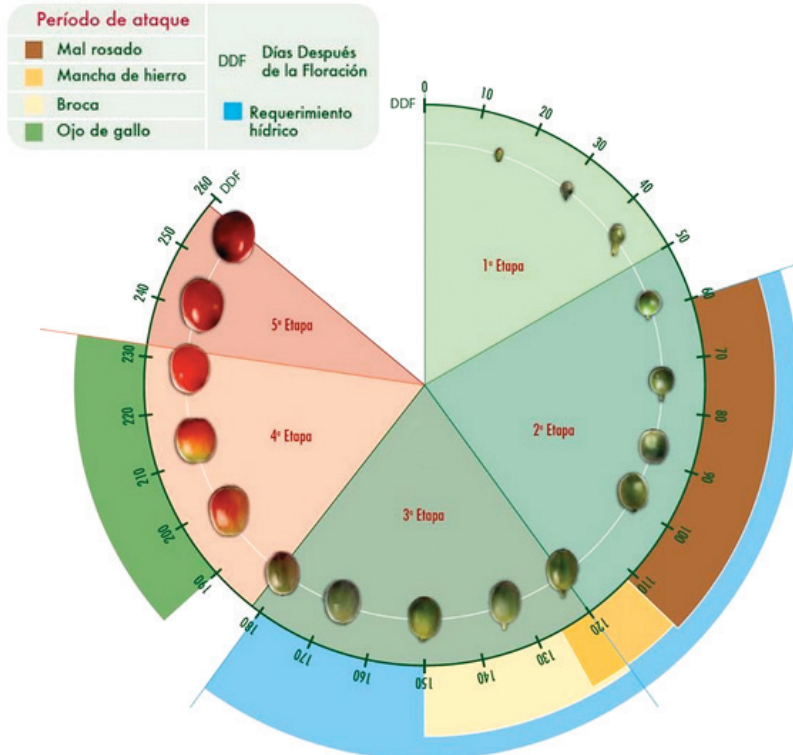
Seguidamente se describen los diferentes puntos de maduración del fruto y su comportamiento en taza:

- Fruto verde o inmaduro: poco aromático, bebida catalogada como astringente, amarga y áspera.
- Fruto maduro: aroma fragante, penetrante, y bebida con mejor expresión de sus cualidades gustativas.
- Fruto sobremadurado/ seco: produce sabores avinagrados o fermentados.

Para asegurar la calidad de la bebida, hay que prestar atención a lo siguiente:

- El fruto debe recolectarse en su estado óptimo de madurez; los frutos inmaduros o verdes tienen un peso menor y deterioran el sabor de la bebida.
- Al cortar el fruto, este debe desgranarse (no se deben rasgar los laterales) para no destruir las yemas florales de la próxima cosecha.
- Separar los frutos verdes o secos, ya que, si se mezclan con el resto, las características positivas de la bebida, como el sabor, el aroma, la acidez, el cuerpo, la limpieza, la dulzura y el sabor residual se van a ver afectadas.
- Entregar el café recolectado el mismo día e iniciar el proceso de beneficiado preferiblemente de inmediato para evitar la pérdida de peso y la fermentación.
- Verificar que el vehículo que se utiliza para transportar el café esté limpio. Así se evita que el café se mezcle con otros materiales que puedan provocar mal sabor y mal olor.
- Anotar toda la información relacionada con la cosecha: fecha, hora de envío, tablón y nombre de la finca, para llevar un mejor control.

Etapas de desarrollo del fruto del café en días después de la floración



► Figura tomada de <https://co.pinterest.com/pin/457326537155047446/>

En la siguiente ilustración se presenta una escala de maduración que permite apreciar qué objetivo se debe tener en mente a la hora de la cosecha para maximizar el perfil de la taza.



► Escala de madurez del fruto. Foto: CSC

3.1.1. Composición del fruto

Epicarpio o cáscara: Piel superficial del fruto, de coloración verde cuando no está maduro, roja o amarilla cuando está maduro, y marrón oscuro, cuando se seca. También están los frutos de color naranja y salmón.

Mesocarpio o mucílago: Envoltura resbalosa o gomosa que recubre las dos semillas, las cuales, a su vez, se encuentran recubiertas por otras dos envolturas: el endocarpio (pergamino) y el espermodermo (película plateada).

Endocarpio o pergamino: Envoltura cartilaginosa que recubre cada semilla envuelta en su película plateada.

Espermodermo o película plateada: Envoltura que recubre cada semilla y que consiste en una fina membrana de textura sedosa.

Endospermo, grano o semilla: Parte del fruto que tiene fijados todos los caracteres genéticos de la planta y que, al germinar, preserva la especie.

Los frutos que se recolectan en su estado óptimo de maduración tienen todos los componentes que conforman las cualidades olfativas y gustativas del café. Su intensidad se vuelve más perceptible a medida que se incrementa la altitud (m s. n. m.) de la plantación. Estos frutos producen una bebida en la que la acidez y la dulzura, cualidades esperadas en un café de excelente calidad, se encuentran perfectamente balanceadas.

El contenido de azúcar en el mucílago del café se puede medir con un refractómetro. De esta forma se puede tener una idea bastante acertada del punto de madurez del fruto y recolectarlo en el momento oportuno. Frutos de la variedad Bourbon, cosechados fisiológicamente maduros en el estrato de altitud SHG, han registrado mediciones de 26° Brix, lo que se expresa, luego, en una bebida que tiene como atributo principal una dulzura intensa. En la siguiente ilustración se muestra cómo la concentración de azúcares está vinculada a la ganancia de peso; de manera que cosechar el fruto con el grado de madurez adecuado es beneficioso para el productor.



► Selección de frutos verdes de los maduros. Foto: CRS



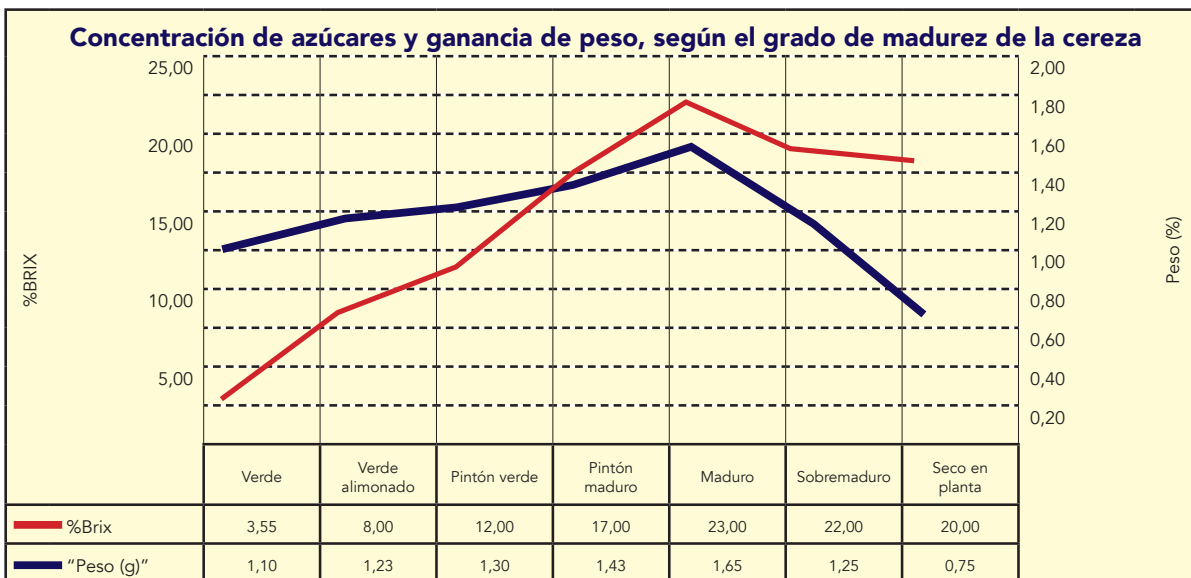
► Frutos en su estado óptimo de madurez. Foto: CRS



► Frutos con madurez adecuada. Foto: CSC



► Refractómetro de Grados Brix. Foto: CSC



Fuente: PROCAGICA El Salvador

En el proceso de tueste, los frutos maduros se identifican por tener una tonalidad de color oscuro intenso y porque los granos se ven muy homogéneos. Los frutos inmaduros o verdes, en cambio, son de color claro (se les denomina "quakers") y su fragancia y su aroma se asemejan al del maní. El sabor de esta bebida se califica de astringente u ordinario.



► Granos recolectados con su adecuado estado fisiológico
Foto: CSC

Si la recolección se demora un par de semanas después de la maduración fisiológica del fruto, el mucílago, que es parte de la composición del fruto, se adhiere al pergamino, lo cual podría dotar a la bebida de un sabor "vinoso".



► Granos de café tostado. Foto: CSC

3.1.2. Transporte

Los sacos con café recién cortado no deben exponerse a la luz solar directa, ya que se calientan, sudan y se podría estar a las puertas de una fermentación dañina. No olvidar que el café inicia sus procesos fermentativos inmediatamente después de que se le separa del árbol. Si se piensa hacer un café lavado, el fruto debe despulparse el mismo día que se recolectó.

Si por un motivo de fuerza no se pudiera procesar el café inmediatamente, este se debe depositar en una pila de agua fresca, a fin de retardar la fermentación y evitar que se dañe la calidad física del fruto y de la bebida. Cuando el agua se ha oscurecido por causa del desprendimiento del ácido cafeico de la pulpa, se deberá tirar esa agua y agregar agua limpia; este cambio se debe repetir cada seis horas.



► Almacenamiento de sacos de café. Cordillera Apaneca Ilamatepec. Foto: CSC

3.2. Métodos de procesamiento y su relación con el sabor del café

Los frutos de café contienen dos semillas cubiertas por una capa de mesocarpio y otra de mucílago, mejor conocidas como la pulpa y el exocarpo, las cuales contienen una gran cantidad de azúcares.

El café, una vez cosechado, es sometido a distintos procesos de transformación, hasta dejarlo listo para ser almacenado.

El proceso de beneficiado húmedo es una modalidad que permite obtener "café lavado". Para ello, se separan las capas que envuelven la semilla (el mucílago y la pulpa) antes realizar el proceso de secado.

El café lavado es uno de los tipos más comunes y populares en la industria del café: produce una taza limpia que permite saborear todas las cualidades del origen y la variedad. Este método de procesamiento consiste en separar la pulpa, fermentar el mucílago en pilas, lavar y secar.

3.2.1. Proceso de lavado

- ◆ Recolectar el fruto en estado óptimo de maduración para permitir que sus atributos olfativos y gustativos se desarrollen a plenitud. Lo ideal es que el 100% de los frutos estén perfectamente maduros.
- ◆ Sumergir los frutos en agua (clasificación hidrostática) para separar los de menor densidad, que van a recibir un trato separado.
- ◆ Los frutos pasan por el proceso de despulpado y se verifica que no haya rasguños en los granos por mala calibración.
- ◆ Depositar el café en pilas de fermentación. En la medida de lo posible, no se debe usar agua, o usar la mínima cantidad posible, cuanto se transporta el café del área de despulpado a las pilas de fermentación.
- ◆ Verificar el avance de la fermentación. Cuando el mucílago se desprende sin friccionarlo, es el momento de lavarlo.
- ◆ Cuando se procesan pequeños volúmenes de café, el lavado se puede hacer en la misma pila de fermentación. Proceder de la siguiente manera:
 - » Agregar agua limpia 40 cm arriba de la superficie del café pergamino.
 - » Remover el café repetidamente con una pala de madera.
 - » Cuando el agua se ha tornado oscura, abrir la válvula para desecharla.
 - » Esperar a que el café se quede sin agua.
 - » Agregar agua limpia por segunda vez, remover el café repetidamente.
 - » Al drenar el agua sucia, se observará el pergamino de color blanquecino y al frotarlo emitirá un sonido como el de un cascajo.
 - » Esperar a que el café se encuentre libre de agua.
- ◆ Trasladar el café a las camas africanas.
- ◆ Remover el café cada hora. A medida que pierde humedad, la capa de café deberá ir haciéndose más gruesa. Procurar que haya una mezcla de sol y sombra para prolongar el tiempo de secado y lograr un mejor color en los granos.

- ◆ Al final del día, cubrir las camas de secado para evitar que el café absorba la humedad de la noche.
- ◆ Almacenar (dejar reposar) el café con la humedad sugerida (10.50% a 12.00%) por 4 semanas, para que la humedad interna se equilibre antes de trillar.

Este proceso le añade a la bebida las siguientes características:

Fragancia: a frutos maduros y acaramelados.
Acidez: viva y brillante.
Cuerpo: redondo, viscoso.
Sabores: cítricos, acaramelados, achocolatados y afrutados.
Resabio: prolongado y agradable.



► Tren de beneficiado húmedo. Cooperativa Altos de Buenos Aires. Cordillera Apaneca Ilamatepec. Foto: CSC

3.2.2. Proceso de semilavado

Consiste en separar la pulpa y eliminar el mucílago por fricción (no hay fermentación). En ese instante, el café se lava en el mismo dispositivo, utilizando una mínima cantidad de agua, y luego se seca (de preferencia en camas africanas).

El protocolo para el proceso de semilavado es el siguiente:

- Recolectar el fruto en su estado óptimo de madurez para permitir que los atributos olfativos y gustativos se desarrollen a plenitud. Lo ideal es que el 100% de los frutos estén perfectamente maduros.
- Sumergir los frutos en agua (clasificación hidrostática) para separar los frutos de menor densidad, que van a recibir un trato separado.
- Los frutos pasan por el proceso de despulpado.
- El café despulpado pasa por la máquina desmucilagadora para quitarle el mucílago por fricción; esto acelera el beneficiado pues se logra tener un proceso continuo.
- Extender los frutos en camas africanas o patios.
- Al final del día, cubrir las camas de secado, para evitar que el café absorba la humedad de la noche.
- Cuando el café se ha secado hasta contener un promedio de entre 10.5 y 12% de humedad, finalizar el proceso de secado.
- Almacenar (dejar reposar) el café con la humedad sugerida por 4 semanas para equilibrar la humedad interna antes de trillar.

Las características de la bebida son:

Fragancia: acaramelada, cítrica, achocolatada.
Aroma: cítrico, achocolatado y acaramelados diversos e intensos.
Acidez: frutal, viva.
Cuerpo: cremoso.
Sabor: frutas tropicales.
Resabio: limpio y prolongado.

3.2.3. El proceso "honey"

Este es un proceso intermedio, en el que se quita la pulpa antes de iniciar el proceso de secado, pero el mucílago permanece adherido al grano. La eliminación de la pulpa permite una mejor fermentación del mucílago que rodea el grano. Para obtener café pergamino "honey", con el 100% de mucílago adherido, se deberá quitar la pulpa sin usar nada de agua. Así, en la fase de secado, la exposición al sol, directa o parcial, tendrá una incidencia directa en el color del grano y consecuentemente en la intensidad de las características de la bebida.

El protocolo para el procesamiento del café "honey" es el siguiente:

- ◆ Recolectar el fruto en su estado óptimo de madurez para permitir que los atributos olfativos y gustativos se desarrollen a plenitud. Lo ideal es que el 100% de los frutos estén perfectamente maduros.
- ◆ Sumergir los frutos en agua (clasificación hidrostática) para separar los de menor densidad, que van a recibir un trato separado.
- ◆ Despulsar los frutos y verificar que no haya rasguños en los granos por mala calibración.
- ◆ Trasladar el café a las camas africanas.

◆ Remover el café cada hora. A medida que disminuye la humedad, la capa de café deberá ir haciéndose más gruesa. Procurar que haya sol y sombra para prolongar el tiempo de secado y consecuentemente lograr un mejor color en los granos.

◆ Para alcanzar una mayor concentración de mucílago en el grano, se aconseja no remover el café pergamino durante los primeros tres días, pero debe haber suficiente aireación.

◆ A partir del día cuatro, iniciar con el movimiento continuo de la masa de café para lograr un secado uniforme.

Los mejores resultados se logran mediante un secado prolongado, por lo que es necesario que el proceso sea parcial. Para ello, el café en proceso deberá cubrirse con un sarán.

◆ Evitar que la temperatura del grano supere los 40 °C.

◆ Al final del día, cubrir las camas de secado, con el objetivo de evitar que absorban la humedad de la noche.

◆ Almacenar (dejar reposar) el café a la humedad sugerida por unas cuantas semanas para que la humedad interna del fruto se equilibre antes de trillar. Cuando la humedad del café haya disminuido hasta un promedio de entre 10.5 y 12%, se debe finalizar el proceso de secado.

◆ El color final del café pergamino "honey" puede ser amarillo, rojo o negro, y dependerá de: a) la cantidad de mucílago adherido al pergamino, b) la exposición al secado, c) el movimiento y d) la aireación. Estos aspectos van a generar una mayor o menor oxidación de los azúcares.

Las características de la bebida son:

Fragancia: cítrica, acaramelada, achocolatada.

Acidez: viva, jugosa.

Cuerpo: cremoso, lleno y complejo.

Sabores: frutales complejos, acaramelados, intensos y expresivos.

Resabio: limpio y prolongado.



► Proceso Honey / Café Tostado. Foto: CSC

3.2.4. Proceso natural

Este método requiere de un estricto control de calidad en el manejo agronómico, ya que la oportunidad de clasificar y separar defectos en el proceso es mínima. En el método de proceso natural, los granos se secan por completo con el mucílago y la pulpa intactos.

El proceso natural permite que el café resulte mucho más dulce que los cafés lavados y se debe en gran medida a la fermentación de los azúcares en la pulpa. Tanto los cafés lavados como los naturales y el "honey" se someten a la fermentación, pero los cafés lavados tienen menos material para que las enzimas puedan trabajar, porque se les ha eliminado la pulpa. Al deshidratar el fruto con el 100% de la pulpa y el mucílago, se permite un secamiento prolongado, por lo que habrá mayor absorción y concentración de azúcares en el grano. Esto hace que ciertas características, como la fragancia, el cuerpo y la dulzura, se tornen mucho más intensas y agudas.

- ◆ Recolectar el fruto en su estado óptimo de madurez para permitir que los atributos olfativos y gustativos se desarrollen a plenitud. Lo ideal es que el 100% de los frutos se encuentren perfectamente maduros.
- ◆ Los frutos deberán sumergirse en agua (clasificación hidrostática), a fin de separar los de menor densidad, que van a recibir un trato separado.
- ◆ Extender los frutos sobre las camas africanas.
- ◆ Remover el café cada hora. A medida que pierde humedad, la capa de café deberá ir haciéndose más gruesa. Procurar que haya sol y sombra para prolongar el tiempo de secado y, en consecuencia, obtener un mejor color en los granos.
- ◆ Al final del día, cubrir las camas de secado, con el objetivo de evitar que los granos absorban la humedad de la noche.

Los mejores resultados se logran con un secado prolongado, de ahí la importancia

de que este proceso sea parcial. Por tal razón, el café deberá cubrirse con un sarán.

- ◆ Evitar que la temperatura del grano supere los 40°C.
- ◆ Cuando el café se haya secado hasta alcanzar una humedad promedio de entre 10.5 y 12%, debe finalizarse el proceso de secado.
- ◆ Almacenar (dejar reposar) el café a la humedad sugerida por 4 semanas, para que la humedad interna se equilibre antes de trillar.

Las características de la bebida encontradas en el café que se somete a este proceso son:

Fragancia: dulce, achocolatada.

Acidez: frutal balanceada.

Cuerpo: cremoso, abundante, balanceado.

Sabor: diversidad de sabores, principalmente a fresas, banano, piña y frambuesa, en buena expresión.

Resabio: limpio agradable y prolongado.



► Finca Los Pirineos, Cordillera Tecapa Chinameca. Foto: CSC

Es importante recordar que esta caracterización se refiere a variedades correspondientes a la especie Arábica y a circunstancias en las que se han recolectado frutos fisiológicamente maduros y el café se ha producido y procesado siguiendo rigurosos controles de calidad.



► Camas africanas con café natural. Finca San Fernando, Volcán de San Salvador. Foto: CSC

Cosechar los frutos en su estado óptimo de madurez significa que las semillas que tiene dentro están a punto de iniciar el proceso de germinación. La germinación activa algunas enzimas que metabolizan los polisacáridos; es decir, los azúcares naturales comienzan a descomponerse.



► Café secado en camas tipo natural. Foto: CSC

La actividad de las enzimas es mayor en el proceso de lavado que en los procesos natural y "honey". Veamos por qué. En el proceso de lavado, la masa de café permanece durante horas en un medio húmedo, sin movimiento y sin aire. Ese tiempo de reposo, en el que se espera a que el mucílago se fermente antes de desprenderlo, se prolonga aún más en los cafés de altura: en algunos casos hay que esperar hasta 24 horas. Otro factor determinante en el tiempo de fermentación es la ubicación del beneficio: un beneficio ubicado a mayor altura (en m s. n. m.), permite que el tiempo de fermentación se prolongue. En el proceso lavado, entonces, se consumen más azúcares libres y otros compuestos, que luego se transforman en compuestos aromáticos durante el tueste. El resultado es que los cafés lavados son más fuertes que los cafés naturales, tienen menos compuestos aromáticos y una mayor acidez.

3.2.5. Fermentación

Durante el proceso de fermentación, los microbios modifican las proteínas, los carbohidratos y los ácidos clorogénicos. En los cafés naturales, se crean más precursores de los compuestos aromáticos. El resultado no es solo una mayor dulzura, sino que también afloran notas afrutadas, florales y acarameladas en la bebida.

La fermentación puede marcar una gran diferencia en cuanto al sabor, el aroma y el cuerpo del café, pero requiere de un control muy minucioso. La sobrefermentación crea ácidos acéticos y compuestos fenólicos que dan como resultado una taza con mayor intensidad de amargura y acidez, porque la población de la microflora que se encuentra en el café es densa y variada. La fermentación puede ser inconsecuente e impredecible.

Esta es la razón por la que los cafés "honey" o natural son más caros de producir. En efecto, para conservar la calidad, hay que prestar mucha más atención a los detalles relacionados con el movimiento de la masa de café, el grosor de la capa de café y la combinación de sol y sombra para prolongar el secado.

Cabe mencionar que entre un café excepcional y un café deteriorado ha transcurrido un minúsculo y delicado momento que ha hecho que las cualidades se conserven o se pierdan. De ahí que la bebida proveniente de los procesos natural y "honey" puede traer una sorpresa al momento de catarla. Una afirmación como ésta es clave para que el comprador tome conciencia que estas modalidades deben compensarse con un mejor precio; el riesgo de deterioro es, sin duda, mayor.

Durante el proceso de tueste se degradan los polisacáridos y los azúcares simples, lo que resulta en fragancias con tonalidades dulces y acarameladas. La degradación de los ácidos hidroxicinámicos (un tipo de compuestos fenólicos) produce aromas a especias. Y los hidroaminoácidos, como la treonina y la serina, se transforman en compuestos volátiles llamados pirazinas y piroles, que crean el aroma característico del café tostado.

3.2.6. La degradación y su relación con el método de procesamiento

El método de procesamiento incide en la composición química de los granos. El proceso de tueste transforma estos químicos en compuestos que producen el componente aromático; por lo tanto, es importante considerar el método de procesamiento al

momento de tostar el café para crear una curva de tostado.

El café que se procesa por vía natural conserva más azúcares y esto lo puede hacer más sensible a la absorción de calor durante el proceso de tueste. Las moléculas simples del azúcar pueden descomponerse rápidamente durante el tueste y producir un sabor a quemado poco deseable. El tostador debe tener mucho cuidado en la curva de tueste, especialmente en las fases iniciales.

3.3. Secado del café

El proceso de secado consiste en disminuir el contenido de humedad de los granos de café desde un 55% hasta un 10.5-11.5%. Se sugiere no mezclar café pergamino oreado con café húmedo o mojado. Si esto sucede, al final tendremos un café con distintos porcentajes de humedad y consecuentemente distintas tonalidades de color. El secado al sol del café cereza o "honey" se recomienda hacerlo en camas africanas, iniciando con una capa de unos 3 cm en promedio. Este espesor debe aumentarse a medida que disminuye el porcentaje de humedad del café. Para obtener un buen resultado es necesario remover el café uniforme y periódicamente.

Cuando el secado del café se hace en patios, se sugiere amontonarlo a partir del tercer día de secado y cubrirlo durante la noche para que ese período de reposo permita homogenizar el color y que la humedad interna continúe saliendo hacia la superficie del grano. De esa forma también se evita que el café reciba el sereno de la noche, que, en la época de beneficiado en nuestro país, es un fenómeno intenso y puede retardar el proceso de secado y en consecuencia el almacenamiento. El

período de secado depende de las condiciones ambientales, pero normalmente se tardan unos 16 días para que el grano alcance la humedad sugerida del 10.5% al 11.5%. La humedad se determina por medio de aparatos diseñados para ese fin.

El intercambio de energía y de humedad tiene lugar en la superficie de los granos. Los que se encuentran en la parte inferior, en contacto con el piso, prácticamente mantienen el mismo estado de humedad, porque no reciben energía térmica para evaporar el agua. Por esto, es necesario moverlos en las horas más calientes del día. El café se calienta cada media hora, considerando que un quintal de café pergamino utiliza 1.5 m² de patio.

3.3.1. Necesidades de patio según volúmenes diarios de café recibidos en beneficio

Recepción de café (quintales)		Requerimiento de área de patio (m ²)	
Uva/día	Pergamino lavado	m ² /día	m ² / 15 días de secado
200	84	126	1890
100	42	63	945
50	21	32	480
25	10.5	16	240

Fuente: CRS

Los patios deben estar en óptimas condiciones de limpieza, a fin de obtener un secado uniforme. El secado uniforme se consigue esparciendo el café en capas de 3 cm de espesor en los primeros dos días e incrementando la lámina de café a medida que el secado avanza,

así como removiéndolo cada media hora, ya sea con un rastrillo o de forma mecánica para que las capas inferiores se revuelvan con las superiores.

Muchos cafés que son posibles candidatos para ser ofrecidos como excepcionales no consiguen introducirse en este mercado porque el aspecto físico del grano demuestra un insuficiente proceso de secado, principalmente por falta de movimiento.



► Secado de café lavado en patio. Foto: CRS

3.3.2. Secado en camas

Tanto los cafés lavados, como los semilavados, el "honey" o el natural, pueden secarse en camas africanas. El color resultante de los cafés pergamino va a depender del grosor de la capa de secado, del movimiento y de la regulación de luz solar. Si el café se seca en capas demasiado delgadas, se produce un secado rápido que hace que los bordes de los granos presenten una decoloración más pronunciada.



► Secado de café pergamino mediante el uso de camas africanas. Finca Yoli, Tizapa, Apaneca Ahuachapán. Foto: CSC

Un metro de cama africana es suficiente para secar 50 libras de café "honey" y 30 libras de café cereza.

Si las camas no tienen techo, es necesario cubrir el café con una carpeta por la noche o si hay amenaza de lluvia. Con esta práctica se favorece la homogenización de la humedad interna del grano y se logra alcanzar ese color verde oscuro intenso tan apreciado por el mercado de especialidades.

3.3.3. Secado mecánico

El sistema de secado mecánico o artificial se recomienda en fincas con altos volúmenes de producción y ubicadas en donde el secado natural se dificulta por la época de lluvia y la baja luminosidad.

Los sistemas de secado disponibles en el mercado funcionan según el principio de aire caliente y su circulación (silos) o por medio de aire caliente y el constante movimiento de la masa de café (p. ej., en las secadoras tipo guardiola). Como combustible se utiliza cascarilla de café, leña, o diésel.

Seguidamente se explican los componentes del secado mecánico:

Chamuscadora

Al salir del lavado, el café pasa a una máquina donde es escurrido para eliminar el agua superficial (agua de imbibición) y cualquier partícula que lo pueda estar ensuciando. A estas partículas se les llama la "chamusca"; de ahí el nombre de "chamuscadora". El café, ya escurrido y sin esas partículas, es enviado al siguiente paso, el presecado.

Presecadora

De la chamuscadora, el café pasa a una presecadora columnar, que es básicamente igual a una secadora, con la única diferencia que no tiene la sección de reposo (pulmón), porque no se necesita. El caudal de aire también es superior al de una secadora. El café sale del presecado con una humedad de 35-40%. La temperatura no debe de sobrepasar los 70 °C. El tiempo de presecado es de unos 20-30 minutos.

Secadora

Cuando la humedad ha disminuido hasta un 35%, el café es conducido a las secadoras, las cuales tienen un depósito (pulmón) en la parte superior donde el producto se deja reposar por un tiempo para darle homogeneidad. La temperatura debe oscilar entre 60 y 65°C. El tiempo de secado varía entre 20 y 30 horas, según la eficiencia del equipo y el criterio del beneficiador. Cuanto más lento sea el secado, mejores serán el aspecto y la calidad del grano.

3.3.4. Punto de secado

El grano de café óptimamente secado tiene una humedad de entre 10.5% y 12.00%. Este porcentaje se puede determinar de varias formas, a saber:

Determinación empírica

Es importante obtener una muestra representativa de la partida, y partir del criterio de que los granos pequeños estarán "resecos", los de tamaño promedio contendrán el porcentaje de humedad adecuado y los granos grandes seguramente presentarán la "mancha de agua".

Para comprobar si el café ya tiene el punto de humedad adecuado, se pueden utilizar cuatro métodos empíricos:

- **Con la vista:** Se trilla el café y se observa la coloración. Si el café no tiene un color verde azulado es porque aún está húmedo.
- **Con el diente:** Se toman granos de café de diferentes puntos y se presan con los dientes. Si al café le queda la marca de los dientes, el café ya tiene la humedad adecuada para ser almacenado. Si el diente se hunde, el grano todavía contiene mucha humedad. Si no queda señal del diente, el porcentaje de humedad es bajo.
- **Con navaja o cuchillo:** Se toman granos de diferentes puntos de la partida y se colocan con la cara plana hacia abajo. Se hace un corte en cada uno de ellos. Si el café se parte en dos pedazos que saltan hacia los lados, el porcentaje de humedad es el adecuado. Si los dos pedazos no brincan, se encuentra muy húmedo, y si el grano no se deja partir, está cristalizado.
- **Con martillo:** Se colocan los granos con la cara plana hacia abajo y se golpean con un martillo: si les queda la marca del golpe, están en su punto; si se aplastan, contienen mucha humedad; si se quiebran, están resecos.

Determinación de la humedad con aparatos

Hay aparatos que permiten medir rápida y exactamente el contenido de humedad de los granos. Algunas casas fabricantes han elaborado tablas para ser usadas expresamente con el café pergamino y oro. Generalmente, funcio-

nan con base en la medida de la conductividad, o bien de la constante dieléctrica que se ejerce en un volumen de grano.



► Medidores de humedad. Foto: CSC

3.3.5. Almacenamiento del café

El café debe almacenarse cuando la humedad del pergamino ha alcanzado un rango que oscila entre 10.5% y 12.0% de humedad promedio. Si por error se almacenara por tiempo prolongado un café con un porcentaje de humedad por arriba del 13%, se corre el riesgo que se dañe por recalentamiento. Es importante recordar que el objetivo del almacenamiento es mantener el valor económico del café.

El grano es un ser viviente, con actividad fisiológica y si tiene un 12% de humedad solo estará dormido. En esta etapa, el café debe estar en reposo y no se debe permitir que continúe trabajando, ya que, si esto sucede, el café generará calor y se dañarán sus características físicas y sensoriales.

Por el contrario, cuando se almacena café con poca humedad, el grano perderá peso y se dañará en el proceso de trilla, por estar cristalizado. Los rendimientos y la calidad de bebida disminuirán significativamente



► Granos cuyo color se ha deteriorado por haber sido almacenados con mucha humedad. Foto: CSC

Se sugiere almacenar el café en condiciones de temperatura que oscilen entre 18 y 20°C. La humedad relativa recomendada es de entre 60 y 65%. Las condiciones de la superficie del suelo deben ser tales que el café no entre en contacto directo con la humedad, por lo que se recomienda utilizar tarimas de madera. Otra opción es usar la cascarilla resultante de la trilla del café pergamino o, en último caso, sacos, como aislante entre el café y la superficie. De esa manera se conserva la humedad adecuada en el grano y se evita su deterioro físico y el de la bebida. Los sacos de café no se deben colocar muy próximos a la pared o al techo para permitir la circulación del aire y el acceso de los operarios. Se debe tratar que entre el café y la pared haya una distancia de unos 50 cm y entre el café y el techo, 1.50 m. Un secado eficiente y un buen almacenaje son la mejor defensa contra la aparición de moho.

Al momento de trasladar el café a otro lugar, dentro del beneficio o fuera de este, hay que verificar que la superficie del camión esté completamente limpia y libre de sustancias contaminantes e impurezas.

El café deberá almacenarse de acuerdo a los resultados de las cataciones. Las cataciones son importantes para clasificar el café según sus características organolépticas.

3.4. Factores que determinan la calidad de la bebida

Las condiciones climáticas y edáficas, así como la variedad botánica, son constantes y determinan el carácter básico o inherente de un café, tanto en lo que se refiere a sus características físicas como a las cualidades de la bebida.

3.4.1. Altura sobre el nivel del mar

En El Salvador, el café se cultiva en tres estratos de altitud. Cada una de estas alturas le otorga al café sus peculiaridades físicas, aromáticas y de bebida. El grano que se cultiva en el estrato de bajo, que comprende altitudes hasta los 900 m s. n. m, y que se representan en el mercado internacional con las siglas CS, que significan *Central Standard*, es de un tamaño pequeño, si lo comparamos con los granos de otros estratos. El promedio es del 50% sobre la zaranda número 17. El tueste presenta un color claro y su bebida es de baja intensidad en cuerpo, acidez y dulzura. Su contenido de sales de potasio es alto y su mercado principal son aquellos países donde los consumidores prefieren el café suave.

El café que se cultiva a media altura y que se representa en el mercado internacional como HG o *High Grown*, comprende estratos que van desde los 901 hasta los 1200 m s. n. m. El tamaño del grano supera el 50% sobre la zaranda número 17. La intensidad de tueste es media y la bebida presenta un nivel medio de acidez, dulzura y cuerpo.

El estrato de altitud que corresponde a altura estricta y cuyas siglas internacionales son SHG,

que significa *Strictly High Grown*, inicia a partir de los 1201 m s. n. m. El tamaño del grano generalmente es superior al 60% sobre la zaranda número 17, la intensidad del tueste es oscura y en la bebida se percibe una acidez, un cuerpo y una dulzura intensos. Cabe destacar que estas características se pueden identificar cuando el fruto se recolecta en su estado óptimo de madurez y cuando la calidad se conserva en todas las etapas hasta finalizar en la bebida. Factores como las temperaturas bajas, la humedad relativa alta y un período de noche largo influyen decisivamente en la calidad de este café, ya que permiten que el fruto permanezca por un período más prolongado en el árbol y se desarrollen plenamente sus atributos y cualidades.

3.4.2. Condiciones del suelo (edáficas)

La mayor parte de los suelos salvadoreños están formados por cenizas volcánicas, que son productos piroplásticos muy finos y desde el punto de vista geológico, muy jóvenes.

La composición química y mineralógica de las cenizas volcánicas del país varía en la mayoría de los casos de dasíticas a andesíticas (45-66% SiO₂), lo que le proporciona al suelo todos los minerales característicos de esta composición y que, al sufrir los procesos de mineralización y edafización, ceden los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.

Estos suelos presentan perfiles más complejos que los suelos aluviales, se forman por material transportado y pueden estar enterrados bajo una capa de ceniza volcánica lo suficientemente gruesa como para originar

un nuevo perfil superior. También se forman perfiles parcialmente alterados o rejuvenecidos por descomposiciones delgadas de cenizas que únicamente logran afectar o contaminar significativamente el horizonte superficial. Otros sustratos volcánicos que constan de varias capas de ceniza pueden provenir de uno o más volcanes.

El Salvador es un país que presenta una gran variedad de suelos derivados de productos volcánicos o similares, cuyas texturas varían de acuerdo a su material de origen. Sin embargo, con la llegada del cultivo de café, y al ser explotados de forma intensiva y sin ningún manejo adecuado, pueden generar problemas de acidez. No obstante, si se manejan de forma técnica pueden ser aptos para este cultivo.

3.4.3. Variedad cultivada

El Salvador es un país productor de café de la especie Arábica y dentro de esta, la variedad Bourbon es la que se cultiva en mayor medida. Variedades como Pacamara y Pacas producen una bebida de cualidades sobresalientes, pero estas características dependen de múltiples factores relacionados con la altitud, la cosecha y la poscosecha. Muchos productores entusiastas, en búsqueda de la diferenciación, han comenzado a sembrar variedades como Geisha, Rume Sudán y Java, entre otras, que han demostrado excelentes cualidades de bebida, sobre todo cuando el factor altitud es favorable. Los nuevos materiales genéticos, como los resistentes a la roya, demuestran mejores cualidades cuando se procesan como "honey" o por vía natural.

3.4.4. Factores que influyen en la calidad de la bebida

El método de cultivo, la recolección del fruto, las condiciones de almacenamiento y la preparación para la exportación son variables en las que se puede influir de una cosecha a la otra. En ellas interviene la mano del hombre, cuyo interés en la diferenciación es un factor esencial para determinar la calidad. Las iniciativas encaminadas a promover la calidad dependen del precio del mercado mundial y de la intención de los compradores de recompensar a los productores con precios diferenciados.

La regulación de la luz solar

El árbol de café necesita de la luz solar para crecer, desarrollarse y fructificar, pero esta luz debe regularse para que la planta pueda sintetizar los carbohidratos adecuadamente. Una plantación a pleno sol demandará una gran cantidad de energía y, por tanto, una mayor nutrición. La nutrición puede proporcionarse a través de fertilizantes sintéticos o abonos orgánicos (si se trata de cultivos orgánicos certificados).



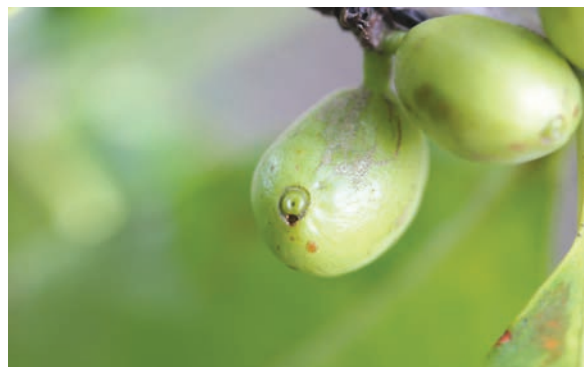
► Plantación en sombra, Finca la Divina Providencia, Cordillera Apaneca Ilamatepec. Foto: CSC

La sombra, por su parte, favorece el tamaño del fruto, ya que permite que permanezca adherido al árbol por más tiempo, con lo cual se aumentará el contenido de sacarosa y se generará una acidez agradable, ambas características precursoras del aroma, que es el principal atractivo del café.

Los frutos cosechados en cafetales expuestos a mayor entrada de luz solar maduran más rápidamente, pero también se genera en ellos un mayor nivel de amargura y falta de balance, porque han tenido menos oportunidad de desarrollar sus atributos y peculiaridades a plenitud.

Las plagas

Las plantas de café corren el riesgo de ser atacadas por diversas plagas y en distintas partes: algunas plagas dañan el sistema radicular, otras, el follaje, otras, el tallo y otras, el fruto. Los frutos atacados por plagas generalmente experimentan una madurez prematura y presentan granos de baja densidad, lo cual se traduce en un tueste claro y una bebida con sabor ordinario. Los daños causados por insectos disminuyen el atractivo visual del grano y le añaden a la bebida un sabor ordinario.



► Insecto de broca perforando el fruto. Foto: CSC

Las enfermedades

Las enfermedades, al igual que las plagas, atacan diversas partes de la planta: el sistema radicular, el sistema foliar y los frutos. La roya es una de las enfermedades que más atacan el área foliar del cultivo del café y, cuando el ataque es severo, provocan la defoliación total del árbol. El efecto en el fruto es que los árboles drásticamente afectados por la roya, botan la hoja infectada, pero se quedan sin reservas y por naturaleza optan por detener el proceso normal de maduración del fruto. De esa forma, el fruto no tiene tiempo de desarrollar toda la gama de componentes químicos que le confieren los atributos y las cualidades aromáticas a la bebida. En el proceso de tueste, los granos que provienen de frutos madurados prematuramente presentarán un color claro (técnicamente se les denomina "quakers"), son de baja densidad y la bebida se clasifica como ordinaria.

3.5. Características y cualidades que se evalúan en la bebida del café

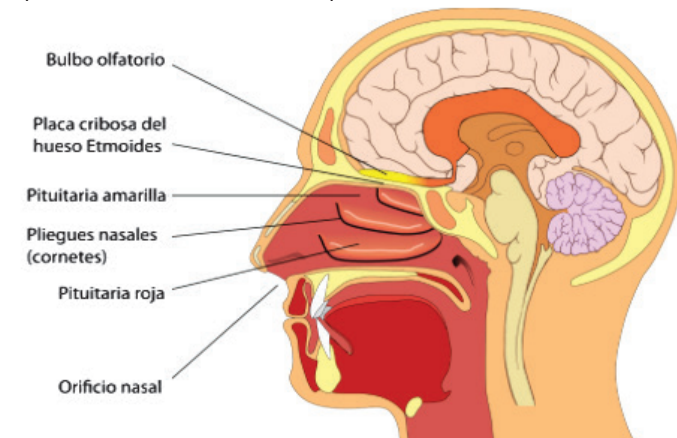
La bebida del café se evalúa mediante un proceso técnico denominado catación y lo llevan a cabo personas que han dedicado años a cultivar esta disciplina. El catador percibe las características o peculiaridades del café por medio de las papilas gustativas. Se ha comprobado que esas características se perciben con mayor intensidad a medida que se incrementa la altitud de la cosecha. También los métodos de procesamiento influyen en la conformación de las características y cualidades del café. Veamos cuáles son esas características:

3.5.1. Fragancia

La percepción de la fragancia es la primera acción que se realiza al catar el café. El término se aplica al material que, como tal, no se consume o se ingiere, como ocurre con un perfume o con las partículas de café molido. La intensidad de la fragancia revela la frescura de la muestra; es decir, el tiempo transcurrido entre el tueste del café y el proceso de molido. La fragancia es el principal atractivo del café y se compone de las más volátiles partículas aromáticas, generalmente aquellas que contienen azufre. Poco se puede hacer para conservar estos componentes del café por períodos prolongados. El aroma en el café está formado principalmente por ésteres, aldehídos, cetonas y compuestos sulfurados.

3.5.2. Aroma

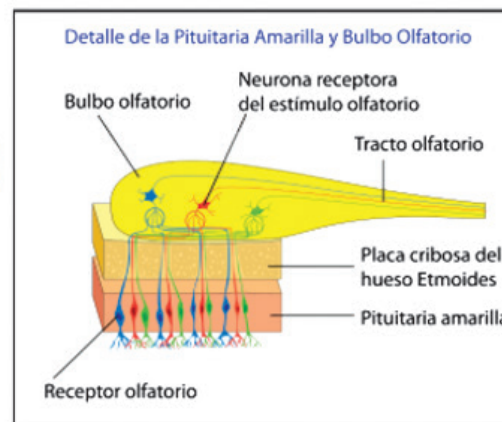
El aroma es el segundo paso de la evaluación. Se procede a percibirlo cuatro minutos después de vaciar el agua sobre las partículas de café recién molido. El agua debe estar a una temperatura de 92 a 96 °C. Al momento de aplicar el agua sobre las partículas de café, se



formará una capa en la superficie de la bebida. Cuando esta capa o nata se rompe, al removerla con la cuchara, los gases que se formaron como resultado de la temperatura del agua, deben ser absorbidos inmediata y vigorosamente por la nariz. La experiencia hace que los catadores puedan clasificar cada café por la memoria; así se distingue un café de otro.

El rango del carácter aromático y la intensidad del café dependen de su origen y de su frescura, o sea del tiempo transcurrido entre el tueste y la preparación, del almacenaje, de la humedad y de la protección ante el oxígeno.

El aroma es fugaz y se percibe a través del lóbulo olfatorio, al momento de remover los sólidos sobrenadantes formados en la superficie de la taza. La percepción del aroma es una excelente experiencia para detectar las sensaciones olfativas del café. Se hace a través de aspiraciones cortas; las aspiraciones largas no son recomendables, debido a que el aire viaja a los pulmones. Un ejemplo de un aroma que se puede percibir en esta etapa es el de la vainilla, que es muy raro, porque con frecuencia es opacado por otros aromas.



► Figura tomada de <https://sites.google.com/site/lindsayayon27/home/unidad-10-sentidos/olfato>

3.5.3. Gusto

El gusto actúa por contacto de sustancias químicas solubles con la lengua. El ser humano es capaz de percibir un amplio abanico de sabores como respuesta a la combinación de varios estímulos, entre ellos, la textura, la temperatura, el olor y el gusto. La superficie de la lengua se halla recubierta por la mucosa lingual, en la que se encuentran pequeñas elevaciones cónicas llamadas papilas. Las principales son las papilas calciformes y fungiformes, que, mediante unos órganos microscópicos denominados botones perciben los sabores, y las papilas filiformes y coroliformes, que son sensibles al tacto y a las temperaturas. Los botones constan de células de sostén y células gustativas, las cuales poseen cilios o pelos que se comunican al exterior a través de un poro y que se encuentran conectadas a numerosas células nerviosas que transmiten la sensación del gusto al bulbo raquídeo. Las casi 10.000 papilas gustativas que tiene el ser humano están distribuidas de forma desigual en la cara superior de la lengua, donde forman manchas sensibles a determinadas clases de compuestos químicos que inducen las sensaciones del gusto. Los compuestos químicos de los alimentos se disuelven en la humedad de la boca y penetran en las papilas gustativas a través de los poros de la superficie de la lengua, donde entran en contacto con células sensoriales.

Cuando un receptor es estimulado por una de las sustancias disueltas, envía impulsos nerviosos al cerebro. La frecuencia con que se repiten los impulsos indica la intensidad del sabor; es probable que el tipo de sabor quede registrado por el tipo de células que hayan respondido al estímulo. Luego de una exposición prolongada a determinado sabor, las papilas gustativas se saturan, y dejan de

mandar información, por lo que al cabo de cierto tiempo se deja de percibir el sabor.

3.5.4. Acidez

La “brillantez en la taza” es un factor muy importante para los compradores de café que buscan la especialidad. Viene dada por la acidez y debe estar acompañada de sabor. De ahí que el balance entre acidez y sabor es más importante que la magnitud. En algunas regiones, la baja acidez es la característica principal y ayuda a que emerjan sabores sutiles. En los cafés de El Salvador, este balance es fundamental y se encuentra fácilmente. La acidez se considera la columna vertebral de la bebida, ya que le añade brillo, frescura y vitalidad, lo cual baña el paladar con un sabor limpio, frutal y aromático. La acidez se refiere a la fuerza relativa de los ácidos presentes en la bebida. Los ácidos cítricos, málicos y tartáricos reaccionan con los azúcares para incrementar la dulzura y se conocen como ácidos frutales, mientras que el ácido clorogénico le añade astringencia y resequedad al sabor. El ácido acético tiende a incrementar lo agrio y el quínico a incrementar el amargor. El ácido fosfórico le añade brillo a la bebida y tiene el potencial de resaltar la acidez de otros ácidos. La acidez resulta de la metabolización de los azúcares que se crearon durante la fotosíntesis y el ácido cítrico el que más comúnmente se genera en este ciclo.

3.5.5. Sabor

Al recibir el líquido en la boca en forma atomizada, se permite que el café se distribuya en todas las áreas de percepción y se facilita la entrada de oxígeno al paladar. La forma de sorber el café, como un rocío general en



► Catación de café. Foto: CSC

todas las partes de la boca y la lengua, es un factor importante que nos ayuda a percibir las sensaciones básicas (dulce, salado, agrio, amargo y cárnico) y la combinación entre ellas. El resultado es una modulación completa del

sabor. Para evaluar las características primarias y secundarias del sabor es necesario pasear el líquido por la boca durante un promedio de tres segundos.

Existen al menos 18 sabores principales, en su mayoría relacionados con las frutas. Estos sabores se pueden calificar con una gran cantidad de descriptores, y su presencia depende de la manera en que se desarrolle el cultivo y de la forma en que se procese el grano.

Floral	Té de limón, Flor de naranjo, Jazmín, Magnolia, Lavanda, Clavel.
Hierbas	Té Negro, Té Verde, Menta, Grama, Guisante, Guisante Dulce, Calabaza, Chile Verde, Oliva, Tabaco, Cedro, Madera Fresca, Suelo.
Sabores	Tomate, Tomate deshidratado, Salsa de Soya, Carne, Cuero fino.
Especie	Anís, Nuez Moscada.
Tostado	Carbón, Humo, Azúcar Caramelizada, Tostado.
Cereales	Pan Fresco, Cebada, Trigo, Centeno, Granola, Crujiente, Pastel de pan dulce.
Nueces	Almendra, Avellana, Anacardo, Cacahuete.
Caramelo & Azucarado	Vainilla, Turrón, Miel, Mantequilla de Miel. Mantequilla, Crema, Melcocha, Caña de Azúcar, Azúcar Morena, Caramelo, Miel de Maple, Melaza, Cola.
Chocolate	Semilla de Cacao, Fragmentos de Cacao, Chocolate Oscuro, Pan de Chocolate, Caramelo Amargo, Chocolate. Amargo y Dulce, Cocoa Poder, Cacao en Polvo, Chocolate de Leche, Chocolate.
Frutas Deshidratadas	Pasa de Oro, Pasas, Higo Secado, Higo, Dátiles, Ciruela.
Baya	Arándano, Frambuesa, Fresa, Mora, Pasa Roja, Grosella, Grosella Negra.
Fruta	Melocotón, Nectarine, Durazno, Ciruela, Cereza, Baya Negra.
Frutas Tropicales	Lichi, Fruta de Estrella, Carambola, Tamarindo, Maracuyá, Piña, Mango, Papaya, Kiwi, Banana, Coco.
Uva	Uva Blanca, Uva Verde, Uva Roja.
Melón	Sandía, Gotas de Miel, Melón.
Manzana/Pera	Manzana Verde, Manzana Roja, Limón & Limonada, Lima.
Cítrico	Limón & Limonada, Lima, Pomelo, Clementina, Mandarina, Naranja Mandarina, Naranja.
Pomelo	Mandarina, Naranja.

Fuente: Counter Culture Coffee 2013

3.5.6. Sabor residual o resabio

Las moléculas de olor más pesadas son percibidas y evaluadas mientras se paladea del café. El resabio prolongado no indica que sea agradable o positivo. Lo ideal es que sea placentero. El resabio amargo permanece mayor tiempo; sin embargo, no es placentero. La presencia de un sabor residual prolongado, dulce y placentero se considera como la base de un café excepcional.

3.5.7. Cuerpo

El cuerpo está determinado por la densidad o peso de la bebida en la boca. Para entender mejor este atributo, podemos pensar en el ejemplo que la leche tiene más cuerpo que el agua. Para evaluar el cuerpo, la bebida debe pasarse por la boca y subirla con la lengua hasta tocar el paladar. Una sensación resbaladiza es indicativa de una gran cantidad de sólidos solubles en la bebida. Esta cualidad está íntimamente relacionada con la altitud de la cosecha: a mayor altitud, mayor cuerpo.

Definiciones de cuerpo:

LIGERO	MEDIO	PESADO
Acuoso	Liso	Completo
Como a ...	Almibarado	Aterciopelado
Sedoso	Redondo	Grande
Superficie resbaladiza	Cremoso	Masticable
Jugoso	Leche	

Fuente: Counter Culture Coffee

3.5.8. Balance

Es la manera en la que se combinan los atributos descritos anteriormente, los cuales se pueden reforzar entre ellos como, por ejemplo, la dulzura y el cuerpo. Cuando se mezcla la sal y el ácido cítrico, se produce un contraste. Otros aspectos más se cancelan entre ellos: un atributo es opacado por otro. Cuando hay más dulce, hay más cuerpo y cuando hay más acidez también hay más dulzura; por eso, la acidez se vuelve más agradable. Una bebida caliente proporciona más aroma, pero un café frío permite que el sabor y otros aspectos se perciban mejor.

3.5.9. Nota general

Antes de emitir un juicio, el catador considera todos los atributos mencionados anteriormente y llega a sus propias conclusiones. La combinación de los atributos es lo que brinda una impresión general. Esta combinación es muy importante para decidir qué puntaje se le otorgará finalmente al sabor.

El resultado del análisis de catación podría arribar a una definición general de la taza que seguramente incluirá adjetivos como los siguientes:

Adjetivos para describir el café			
Crujiente	Estructurado	Suave	Jugoso
Brillante	Balanceado	Profundo	Persistente
Vibrante	Redondo	Complejo	Fugaz
Punzante	Denso	Delicado	Limpio

Fuente: PROCAGICA El Salvador

El resultado del análisis de una sesión de catación se encuentra relacionado con distintos aspectos que solo se pueden corregir mediante la repetición.

3.6. Principales defectos de la bebida

Los daños físicos que sufra el café durante su cultivo o procesamiento hacen que sus características organolépticas se desvanezcan y se produzca una bebida de sabor desagradable. La calidad también puede desmejorarse por contacto con contaminantes en las diferentes etapas del procesamiento (beneficiado húmedo, almacenamiento, beneficiado seco, etc.). Y no solo se reduce la calidad, sino también el valor comercial del café.

Algunos de los sabores que los catadores consideran como defectuosos son los siguientes:

3.6.1. Sabor áspero

Este sabor se produce cuando se recolectan frutos inmaduros o verdes. Al no alcanzar la madurez fisiológica, la acidez y la dulzura no pudieron desarrollarse a plenitud. La bebida preparada con café inmaduro tiene como característica principal el sabor a maní, también denominado ordinario.

3.6.2. Sabor terroso

Predomina el sabor a húmedo en la taza. Este sabor es característico de los cafés denominados "pepena", que son los que se recogen del suelo.

3.6.3. Sabor mohoso

Este sabor se origina por deficiencias en el secado, por ejemplo, cuando el grano no se moviliza adecuadamente o se colocan capas muy gruesas de pergamino en los patios de secado. También puede deberse a un mal almacenamiento (muchísima humedad y temperatura muy altas) o a un almacenamiento muy prolongado.

3.6.4. Sabor vinoso

Este sabor se produce cuando se recolectan frutos pasados de madurez o cuando el proceso de despulpado se ha retrasado. El grano es de color rojizo. El gusto a frutas o a vino en la infusión podría no ser un problema: se podría aportar algo interesante al café. Sin embargo, con el sabor afrutado se está a un paso de obtener un gusto a fruta agria, y el gusto a vino puede convertirse en gusto a cebolla, lo que indica que se está ante un daño cercano al fermento.

3.6.5. Sabor frutoso

Puede originarse por un retraso en el proceso de despulpado.

3.6.6. Sabor agrio

Es un sabor más intenso que el frutoso o el vinoso. Surge cuando persisten las condiciones que originaron esos defectos (frutal y vinoso). La infusión agria o con gusto a cebolla se debe a un despulpado tardío del fruto. El secado excesivo del pergamino también puede causar este defecto.

3.6.7. Sabor sobrefermentado

Se caracteriza por presentar sabores y olores desagradables. La sobrefermentación se produce cuando no se cumple con los tiempos de lavado del café y el fruto permanece por largo tiempo en las pilas de fermentación. También, puede surgir cuando persisten las condiciones que dieron origen a los sabores frutoso, vinoso y agrio.

3.6.8. Sabor a cosecha vieja

Se debe al envejecimiento natural del grano y puede aparecer cuando el café se ha beneficiado adecuadamente. Un mal almacenamiento (temperaturas superiores a los 20 °C y humedad relativa superior al 65%) contribuye a que el café se deteriore rápidamente. El envejecimiento del café generalmente viene acompañado de la pérdida de color. Los cafés mal secados envejecen y se decoloran más rápidamente que los cafés bien procesados.

3.6.9. Sabor herboso

El gusto a hierba tiende a oscurecer los aspectos más finos de la infusión, así como el sabor y el aroma. Este gusto recuerda al heno y surge en cafés frescos en cuanto a proceso.

3.6.10. Los contaminantes

El café se puede contaminar por olores extraños; de ahí que se deba mantener alejado del humo, los insecticidas, los fertilizantes, los cítricos, los jabones y el combustible, entre otros olores fuertes.

3.6.11. Sabor fenólico

Este defecto se asocia principalmente con el sabor a medicina, a yodo, a químico y a farmacia. Al evaluar la calidad de la bebida, el paladar rechaza este sabor. Entre los factores que contribuyen a la aparición de este defecto están la contaminación química y la contaminación microbiana del fruto durante el proceso de maduración, el ataque de la broca (como una causa indirecta), la falta de movimiento durante el proceso de secado y las malas condiciones de almacenamiento.

3.6.12. Sabor a podrido (“stinker”)

Este defecto se produce por una mala recolección del café y por malas prácticas higiénicas durante el beneficiado húmedo.

3.7. Análisis físico del café e identificación de defectos

El análisis físico consiste en medir las características físicas del café con equipos debidamente calibrados y en la selección manual.

3.7.1. Contenido de humedad

El almacenamiento correcto del grano supone que este tenga un contenido de humedad de un 10.5-12%. Este punto de humedad se logra durante la fase de secado. Un café con un porcentaje de humedad superior al 12% no debe almacenarse, ni mucho menos embarcarse. Ahora bien, si la humedad es inferior al 10%, el aroma, la acidez y la frescura

del café empiezan a desaparecer. Y, si la humedad llega a un 8%, estas características desaparecen totalmente. La pérdida de humedad en los granos debe darse de manera paulatina. El secado rápido produce un color blanquecino.

3.7.2. Tamaño del grano

La presencia de granos pequeños y de baja densidad es consecuencia directa de una deficiencia de agua en el desarrollo del fruto y de una inadecuada separación, por tamaño y por densidad, durante el proceso de beneficiado húmedo. El tamaño del grano de café se mide a través de zarandas o tamices perforados. Los cafés genéricos deben retener como mínimo el 50% de los granos sobre una zaranda número 15 y como máximo el 5% sobre una zaranda número 14. Los cafés especiales deben retener el 100% de los granos sobre una zaranda número 16.

Los granos pequeños y ligeros se tuestan rápidamente, mientras que los granos más grandes y pesados, que son más densos, necesitan más tiempo.

3.7.3. Densidad del grano

Los granos de baja densidad son mucho menos pesados. Esta pérdida de peso se debe al ataque de plagas (la broca, por ejemplo), al debilitamiento del árbol o a la recolección prematura.



► Zarandas o tamices. Foto: CRS

La presencia de estos granos no sólo le resta aroma, acidez y cuerpo a la bebida, sino que le proporciona un gusto insípido y ordinario.

3.7.4. Defectos físicos del café

Los defectos físicos del café deben evitarse en la medida de lo posible. Cuantos más defectos haya, menor será el volumen exportable y menores las ganancias. Los defectos pueden surgir durante la fase agronómica del cultivo, durante la recolección, durante el proceso de beneficiado húmedo, durante el almacenamiento o durante la fase de preparación para la exportación. Los granos decolorados son un indicio de un mal control de la humedad. Los granos con un alto contenido de humedad envejecen prematuramente.

Grano escarchado o quemado por el frío

Este defecto se produce por la presencia de lluvias en la fase principal de maduración del fruto. También es común encontrar granos escarchados en los cafés que se cosechan en los límites más altos de altura estricta (superiores a los 1600 m s. n. m.).

Grano cristalizado

La característica principal de este grano es la de ser frágil y quebradizo. Generalmente se produce cuando se trabaja a temperaturas muy altas en la fase de secado. El embrión se muere y el café deja de tener vida.

Grano total o parcialmente negro

Son granos de color pardo a totalmente negros, pequeños y con la cara plana, hundida y muy abierta. Proviene de frutos que se desarrollaron a medias, ya sea por el ataque de enfermedades, por deficiencias nutricionales o por falta de agua (o por una combinación de estos factores). La deficiencia hídrica en las semanas 13-17 después de la floración principal altera el metabolismo de los carbohidratos. Este período es, entonces, el más crítico.



► Granos con deficiencias nutricionales. Foto: CSC

Grano aplastado

El grano aplastado y con fracturas parciales se produce cuando se camina sobre él durante el proceso de secado. La presión que se ejerce causa el desprendimiento del pergamino y lastimaduras en el grano.



► Grano aplastado y con fracturas parciales. Foto: CSC

Grano decolorado veteadado

Este defecto se origina cuando el café se humedece después de secado o cuando se almacena en malas condiciones. Se reconoce porque el grano se hincha apreciablemente. Se trata de granos cuya humedad está por encima del 12%. La decoloración de los bordes y la presencia de parches blancos irregularmente distribuidos son frecuentes en cafés que han sido sometidos a temperaturas superiores a los 70°C y que luego se han sido expuestos a la humedad del ambiente.

Grano decolorado por reposo

Largos períodos de almacenamiento pueden hacer que el café pierda su pigmentación natural pues los aceites esenciales se volatilizan. En buenas condiciones de almacenamiento y envasado, el café en estado de pergamino puede conservar una coloración normal por largos períodos de tiempo. El café almacenado en estado de oro, en cambio, pierde el color mucho más rápido.

Lo ideal es empacar el café en bolsas plásticas que le permitan conservar sus características físicas y organolépticas. Si se evita el ingreso de aire del exterior, el café se conserva por más tiempo. La mayoría de los compradores de café especial piden que el café se envase en este tipo de bolsas.

Grano ámbar o mantequilla

Son granos de color amarillo y transparentes, de tamaño y forma normales. También pueden tener una coloración ámbar y una apariencia cerosa. La apariencia es similar a la de los granos sobrefermentados, con la diferencia de que no tienen el germen abierto. Este defecto se atribuye a la deficiencia de nutrientes en el suelo.

Grano decolorado por exceso de secado ("sobresecado")

Estos granos tienen un color ámbar o ligeramente amarillento y se producen al prolongar el tiempo de secado.

Grano mordido o cortado

Son granos enteros que muestran roturas o heridas que generalmente se tornan de color oscuro por el proceso de oxidación. Las heridas se producen por acción mecánica, sobre todo en el proceso de despulpado. En presencia de un medio alcalino, y cuando el daño es fresco, la rotura presenta colores vivos de tonalidad verde oscura o azul en sus bordes. Si han pasado varios días desde que ocurrió el daño, las manchas se verán de color oscuro.



► Foto: Granos con roturas o heridas. CSC

Grano partido

Se observa una abertura longitudinal en uno o ambos extremos, por efecto de la trilla, en granos con humedad superior al 12%.



► Granos partidos. Foto: CSC

Grano picado por insectos

El grano presenta pequeños orificios producidos por insectos, sobre todo por la broca. Cuando el daño es severo, la bebida es de sabor amargo y ordinario.



► Granos picados por insectos. Foto: CSC

Grano "averanado" o arrugado

Este defecto se origina principalmente por falta de agua en la etapa de desarrollo del fruto, así como por deficiencias nutricionales.

Grano avinagrado o parcialmente avinagrado

Son granos con coloraciones que van del crema al carmelita oscuro. Su hendidura está libre de tegumentos y la película plateada

puede tender a coloraciones pardo-rojizas. Las principales causas de este defecto son el retraso entre la recolección y el despulpado, fermentaciones prolongadas, la limpieza deficiente en las pilas de fermentación y el calentamiento excesivo en la etapa de secado.



► Granos con apariencia avinagrado. Foto: CSC

Grano inmaduro, vano o paloteado ("quakers")

La presencia de estos granos añade resequeidad en la boca y produce un sabor que recuerda al maní. Se reconocen visualmente por tener las orillas más pronunciadas o afiladas y una forma aconchada. La película o espermodermo se mantiene adherida al grano y es de color verde intenso. Debido a que no se desarrollaron ni los azúcares ni los carbohidratos, no se observa el color brillante característico al momento de tostarlo. También, las cualidades de la bebida se ven afectadas.

Grano sobrefermentado

Por lo general, estos granos tienen un color pálido y una apariencia cerosa; la hendidura está libre de tegumento y, cuando el daño es total, el germen se observa reventado. Al partirlos, suelen emanar un olor a fermento. Se producen por falta de limpieza de los canales del equipo o por permanecer largo tiempo en las pilas de fermentación.

Grano manchado

Granos de tamaño y forma normales. Presentan parches de diferentes colores en la superficie, pero la textura de esa porción del grano no se ve alterada. Se trata de frutos dañados por hongos o insectos o que han recibido golpes en el proceso de beneficiado húmedo. El daño es lo que ocasiona las manchas oscuras con tonalidades verdes o azules.

Película rojiza

Son granos que tienen un tamaño y una forma normales, pero la película plateada permanece adherida al grano, por retraso en la recolección o en el proceso de despulpado, lo que provoca la sobrefermentación.

El aspecto físico del café se deteriora por el manejo inadecuado en cualquiera de las fases del proceso. En la fase de cultivo, por ejemplo, un descuido en el manejo de la sombra puede conducir al resecamiento de la cáscara o de la pulpa del fruto, lo que hace que esta se adhiera al grano y se produzca un color pardo o negro. La falta de control plagas en el momento oportuno, principalmente de la broca del fruto, permitirá que los insectos perforen el grano y se introduzcan en la semilla. El agujero facilita la entrada de agua, la pérdida de color y densidad, y, finalmente, una disminución de las cualidades intrínsecas de la bebida.

La recolección irracional del fruto trae como consecuencia la presencia de frutos inmaduros fácilmente identificables, por su color, en el grano oro y en el café tostado, así como en la bebida. Los estándares de evaluación del café para el mercado especial permiten únicamente un grano de "quakers" por cada 100 gramos de muestra tostada.

La mayoría de los defectos físicos del café se producen en el proceso de beneficiado húmedo. Por eso, debemos esforzarnos al máximo esfuerzo por conservar la calidad en este proceso, lo que no quiere decir que el proceso seco y el almacenamiento puedan descuidarse.



► Granos sobrefermentados. Foto: CSC



► Grano manchado. Foto: CSC



► Granos con película rojiza. Foto: CSC

3.8. Tratamiento de subproductos del beneficiado del café

Se estima que menos del 5% de la materia que se cosecha en el proceso del café se aprovecha en la elaboración de la bebida. El resto es materia residual, como la pulpa y el mucílago que se producen en el beneficiado del fruto.

Tradicionalmente se utiliza agua para el despulpado y el desmucilaginado del café. Estas aguas se convierten en una aguamiel que contiene una gran cantidad de materia orgánica y que es una fuente de contaminación en potencia. De la misma manera, la pulpa del café absorbe agua durante este proceso y, por la cantidad de compuestos orgánicos de baja biodegradabilidad que se solubilizan en el agua, cuando entra en contacto con la pulpa, hay que darle un tratamiento adecuado para evitar focos de contaminación.

3.8.1. Tratamiento de las "aguas especiales" o aguamiel

Las aguas especiales, conocidas como aguamiel, resultan del proceso de beneficiado del café. Estas aguas se producen durante el lavado o desmucilaginado del café, el escurrimiento de la pulpa, el lavado del equipo y en el agua que se utiliza para transportar el café hacia el sistema de beneficiado y que se recircula durante 2 o 3 días, dependiendo de su estado de turbidez.

Si el aguamiel no es tratada adecuadamente, se considera una fuente de contaminación para el medio ambiente y la salud humana por su acidez

y su contenido orgánico, y también porque se genera tanta aguamiel que su acumulación se convierte un medio de propagación ideal de diferentes vectores. Por tal razón, estas aguas deben captarse y canalizarse hacia pilas de tratamiento o contenedores de tratamiento, cuya dimensión deberá guardar relación con la cantidad de aguamiel que se genere.

El aguamiel deberá ser tratada en pilas o contenedores impermeabilizados al menos durante 12 horas para permitir que los sólidos suspendidos, y un buen porcentaje de los sólidos disueltos en el agua, se sedimenten y, también, para estabilizar el pH hasta que se cumpla con los valores máximos permitidos por la ley (entre 5.5 y 9.0).

Si se construyen pilas de tratamiento, es necesario considerar el volumen de la operación del beneficio, pues allí se depositará el aguamiel y se tratará durante al menos 12 horas. También hay que considerar la posibilidad de tener al menos dos pilas, para poder utilizarlas de forma rotativa en el tratamiento continuo del aguamiel.



► Flujo de entradas de aguas mieles para tratamiento. Cordillera Apaneca Ilamatepec. Foto: CSC

Estas pilas o contenedores deberán tener al menos tres orificios de salida situados a diferentes alturas para que, después del tratamiento, se pueda separar el aguamiel tratada de los sedimentos o lodos.



► Pila de tratamiento de aguas mieles. Cordillera Apaneca Ilamatepec. Foto: CSC

Las aguamieles pueden ser tratadas de varias formas:

Tratamiento con microorganismos biodigestores

Los biodigestores son productos formulados líquidos de microorganismos que pueden descomponer eficientemente materiales orgánicos. Entre la gran diversidad microbiana que agrupan los biodigestores se encuentran las bacterias ácido lácticas, las bacterias fotosintéticas, las levaduras, los actinomicetes y los hongos filamentosos con capacidad fermentativa. Estos microorganismos ayudan a mejorar la calidad del abono orgánico y a reducir los tiempos de maduración del compostaje.

En el mercado se pueden encontrar varias marcas comerciales de biodigestores. Se consideran una buena opción para el tratamiento de la

pulpa y el aguamiel, porque han mostrado efectos beneficiosos en el tratamiento de aguas residuales y en la reducción de malos olores. Para tratar el aguamiel con biodigestores, deberán seguirse las dosis y recomendaciones técnicas específicas de cada producto comercial.

Tratamiento con cal hidratada

Para tratar el aguamiel del café con cal hidratada se recomienda usar una dosis de 30 libras de cal hidratada por cada metro cúbico de aguamiel. La cal deberá disolverse previamente en agua, ya que, si se aplica directamente a las pilas de tratamiento con aguamiel, no se va a disolver y más bien se va a precipitar en grumos sin producir ningún efecto.

Por un efecto químico, la cal hidratada atrapa la materia orgánica que se encuentra suspendida en el aguamiel y se precipita al fondo de la pila, dejando un agua "clarificada" en la parte superior. La cal hidratada también funciona para aumentar el pH del aguamiel y de esa manera cumplir con los valores máximos permitidos por la ley. Se recomienda medir el pH antes y después de poner la cal. Para ello, se debe colocar una muestra de aguamiel en un recipiente limpio e introducir una cinta de pH. Así se puede verificar si se están respetando los valores permitidos (pH de 5.5 a 9.0). De no ser así, deberá hacerse otra aplicación de cal hasta lograr el efecto deseado.



► Ejemplo de aplicación de cal al aguamiel, Beneficio San Rafael, propiedad de Los Naranjos Café, Cordillera Apaneca Ilamatepec. Foto: CSC

Una vez transcurrido el tiempo necesario, se saca el aguamiel tratada, que se encuentra en la parte superior de las pilas, por las salidas que habrá en uno de los extremos. Los sólidos sedimentados o lodos restantes, que estarán en el fondo de las pilas, también se retiran para ser compostados.

Reutilización de aguamieles tratadas

Con el aguamiel tratada, se puede elaborar bocashi, biofertilizantes y vióles, los cuales se pueden aplicar luego al cultivo del café o en cajuelas para incrementar la humedad disponible en el suelo de los cafetales.

3.8.2. Tratamiento de la pulpa del café

La pulpa es el material residual o subproducto que queda luego de que al fruto del café se le retira la cáscara durante el proceso de beneficiado.

Tradicionalmente, la pulpa sale del beneficio con mayor peso, por la humedad que ha adquirido durante el proceso, de ahí que sea necesario escurriarla previamente. Los lixiviados de la pulpa del café deben tratarse junto con el aguamiel, ya que tienen una gran concentración de materia orgánica.

Una vez escurrida la pulpa proveniente del beneficio, se debe trasladar a un sitio adecuado para hacer el compostaje. El sitio debe estar impermeabilizado (estar sobre piso de cemento, plástico, etc.), de preferencia techado y con una área de escurrimiento de lixiviados. La pulpa deberá apilarse, tratando que no sobrepase los 1.5 m para mantener una buena aireación.

El tratamiento de la pulpa consiste en añadir cal hidratada a una dosis de 0.25 libras de cal por cada 100 libras de pulpa de café y debe aplicarse cada día que se agregue pulpa a la pila de compostaje. La cal deberá homogenizarse de manera que se vaya creando una capa blanca sobre la pulpa de forma intercalada: pulpa, cal, pulpa, cal, etc.

En vez de aplicar cal hidratada, también se pueden utilizar biodigestores, según las dosis e indicaciones del producto comercial que se tenga disponible.

Si la zona donde se está haciendo el compostaje es muy lluviosa o muy húmeda, la pulpa debe voltearse una vez a la semana, para favorecer la aireación.

El tiempo de estabilización de la pulpa para compostaje es de unos 60 a 90 días, dependiendo de las condiciones del material y de las condiciones ambientales; las condiciones óptimas de humedad para el compostaje de la pulpa van del 50 al 60%.

Al compost de pulpa de café se le pueden agregar materiales como aguamiel ya tratada, hojarasca, estiércol de ganado, harina de roca, microorganismos de montaña, ceniza y carbón molido, para mejorar su calidad. Luego se puede aplicar a las plantaciones de café o colocar en los hoyos que se han preparado para sembrar o renovar cafetales.

3.9. Anexo 1: Elaboración de camas africanas

La calidad del café no se mejora, solo se conserva. Uno de los procesos que mantiene la calidad del café es el secado. Esta fase del

proceso puede hacerse en patios de ladrillo de barro o de cemento, que son los más tradicionales. El secado en máquinas también se utiliza en beneficios que trabajan con grandes volúmenes y, si el control de la temperatura se maneja adecuadamente, se puede obtener un café de muy buen color. En relación con las secadoras mecánicas, hay varios modelos; por ejemplo, las de tipo columnar, las cilíndricas verticales y las guardiolas, que son horizontales.



► Estructura para secado de café, tipo cama africana. Cordillera Tecapa-Chinameca. Foto: PROCAGICA El Salvador

El método de secado en camas africanas se utiliza en el procesamiento de cafés de alta calidad y para bajos volúmenes (más adelante explicaremos cómo se construyen). El secado en camas africanas permite que el café pergamino o cereza se mantenga alejado del suelo y que circule el aire. Así se consigue un café de una gran limpieza física y en taza, donde el secado uniforme ha permitido crear una bebida transparente. Ciertamente, también se puede obtener un excelente café mediante el secado mecánico, pero se necesita mucha experiencia técnica, sobre todo para el manejo de la temperatura.

3.9.1. Ubicación

Antes de construir las camas africanas, se debe buscar la mejor ubicación posible, lo cual dependerá del área disponible, de la topografía y del acceso. En todo caso, se debe procurar seleccionar un lugar con las siguientes condiciones:

- Suficiente sol y, de ser posible, con algo de sombra.
- Buena circulación de aire; lo ideal, sería una ladera de pendiente suave.
- Buen acceso para mover el café sin obstáculos.
- Sin olores fuertes a tierra fresca, a ganado, a gallinero, a basura descompuesta, a combustible, etc.

3.9.2. Materiales y herramientas

Las camas africanas se pueden construir de varias maneras y con diferentes materiales. Lo importante es calcular correctamente cuánto se va necesitar, pues hay artículos, como la malla para gallinero y el sarán, que vienen en medidas específicas y queremos evitar el desperdicio.

Materiales	Herramientas
✓ Sarán	✓ Nivel
✓ Tarimas	✓ Tijeras de podar
✓ Tela (malla de gallinero)	✓ Serrucho
✓ Clavo de 1 y media pulgada	✓ Martillo
✓ Alambre de amarre	
✓ Grapas	
✓ Plástico negro	

3.9.3. Construcción de las camas africanas

Marcado

- Marcar los puntos en donde irán las reglas en las camas. Hay que dejar 1 m entre regla y regla.
- Clavar las reglas que van a servir de postes. Revisar que queden bien niveladas, colocando un cordel de pita bien tensado, desde el primer poste hasta el último.
- La altura de las camas debe ser de 80 cm.
- El ancho es de 1 m.
- El largo es indefinido (en cada lugar es distinta la longitud de las camas).

Construcción del marco

- Cuando los postes ya están instalados y nivelados, es el momento de comenzar a construir el marco.

Alambre de amarre y malla de gallinero

- Es momento de instalar el alambre de amarre, que va a servir para crear un soporte adicional para el café y evitar que la cama se hunda y se produzca un secado irregular (se busca la uniformidad).
- El alambre de amarre debe instalarse manteniendo una separación de 25 cm entre hilera e hilera y formando un cuadrado.
- Asegurar el alambre con grapas para que quede bien tenso en los extremos.
- Cuando el alambre de amarre se ha instalado, se tiende la malla para gallinero. Usar grapas para tensar.

Rieles laterales

- Los rieles laterales evitan que el café se caiga al suelo durante el proceso de secado. Estos deben instalarse alrededor del marco.

Sarán y plástico negro

- Colocar el sarán a lo largo de la cama y ajustarlo al tamaño adecuado. En la época en la que no se usan las camas, es preferible desmontar el sarán y guardarlo para alargar su vida útil.
- Cuando llueva, o por la noche, se debe cubrir el café que está en proceso de secado con plástico negro.
- Las horas que se dediquen a construir las camas africanas y el dinero que se destine a la compra de materiales son una inversión que se retribuirá con creces.



► Elaboración de camas africanas para secado de café, Cordillera Chinchontepec. Foto: PROCAGICA El Salvador

3.10. Anexo 2: Fermentaciones controladas y diferentes perfiles de la bebida

Entre los factores que influyen en las propiedades sensoriales del café están la variedad, la región y las condiciones de cultivo, los métodos de procesamiento, la intensidad del tueste, el tamaño de la molienda y el método de preparación.

3.10.1. Fermentación del café

La fermentación del café es un proceso en donde entran en juego toda una serie de microorganismos que crean las condiciones para que la sustancia mucilaginoso (el mucílago) se solubilice y luego pueda ser retirada al lavarla con agua. La fermentación es un proceso bioquímico en el que levaduras, bacterias y enzimas degradan principalmente los azúcares de los sustratos presentes en el café. Como parte de esta acción microbiana, destacan la disminución de la concentración de azúcares, la producción de ácidos y etanol, y la degradación de lípidos.

Dependiendo del manejo poscosecha del café, se presentan diferentes aromas y sabores. En los cafés lavados (*washing process*) afloran perfiles de frutos cítricos, en los cafés naturales (secados con cáscara), perfiles de frutos tropicales, frutos secos, vino, especiados.

La calidad de la bebida está estrechamente relacionada con los cambios químicos que ocurren durante el proceso de tueste, pero depende, también, del tratamiento poscosecha del café.

La cereza o fruto del café consta de un exocarpio, un mesocarpio y un endocarpio fibroso y verde que rodea las semillas. La capa externa, conocida como la pulpa, es el principal subproducto de la industria del café. La semilla también presenta una capa altamente hidratada o mesocarpio interno llamado mucílago. Dependiendo del tipo de producto que se busca obtener, es necesario retirar estas capas.

Históricamente se conocen dos métodos principales para el procesamiento del café: el procesamiento seco (natural) y el procesamiento húmedo (lavado); la diferencia entre ambos es la operación de despulpado, así como el proceso de fermentación y lavado. En la última década se ha generalizado un método intermedio, que es el "honey", en donde el fruto es despulpado y los granos sin fermentar se secan con el mucílago. Al evaluar la diversidad microbiana en la fermentación espontánea por vía húmeda se detectan los siguientes compuestos volátiles en el café tostado: cetonas (sabor mantequilloso), alcoholes (sabor verde), terpenoles y feniletanoles (florales), aldehídos (agrio), ésteres (nuez) y furanos (quemado, almendra, mantequilla).

3.10.2. Maceración carbónica

Es el proceso en donde el fruto de café se fermenta en un ambiente rico en dióxido de carbono y en condiciones controladas. Cabe recordar que, generalmente, el proceso de fermentación del café se realiza de forma abierta, en pilas o tanques al descubierto; es decir, en condiciones anaeróbicas (en presencia de aire).

Hasta hace un par de décadas, hablar de tiempos de fermentación de café superiores a 18 horas era impensable. Los técnicos y catadores aseveraban que tiempos de fermentación superiores a 18 horas deterioraban la calidad de taza. Ahora se ha demostrado que, utilizando ciertas técnicas y con tiempos de fermentación prolongados, se puede obtener una gran diversidad de perfiles de taza, a partir de un mismo lote de café.

3.10.3. Fermentación

La fermentación es una reacción química. La combinación de levaduras, bacterias y otros microorganismos permiten que la materia se descomponga. Normalmente, las sustancias que se degradan son azúcares. La fermentación es un cambio natural que ocurre cuando reaccionan el azúcar y el agua; los frutos de café contienen estas dos sustancias.

El proceso de fermentación se puede llevar a cabo de distintas maneras: puede ser anaeróbica (sin intervención de aire) o aeróbica (en presencia de oxígeno).

Fermentación controlada

Se pueden usar frutos sin despulpar o despulpados, dependiendo del carácter que le queramos imprimir al café. Los frutos se introducen en recipientes (barriles) sellados y aislados del oxígeno, de manera que se generen bacterias que solo se desarrollan en estos ambientes. Estos microorganismos descomponen y oxidan la materia, y devuelven al medio ácidos y elementos derivados del carbono. Por ello, se debe habilitar un conducto provisto de una válvula unidireccional que

permita la salida de gases e impida la entrada de aire.



► Uso de barriles para la fermentación Foto: CRS

Antes de cerrar los recipientes es necesario medir el pH y hacer una lectura de los grados Brix (indicación del contenido de azúcar) para deducir el tiempo adecuado de fermentación, que es crucial para extraer lo mejor de los granos. El proceso debe hacerse con mucho cuidado, prestando atención a todos los detalles: selección de frutos fisiológicamente maduros, tiempos, limpieza, humedad, temperatura dentro y fuera de los barriles, etc.

La fermentación controlada es el término que se utiliza para designar un protocolo específico de fermentación que:

- Tiene lugar en condiciones ambientales muy particulares.
- Permite obtener un perfil de taza que debería poder reproducirse.

En la fermentación controlada se trata de aplicar la metodología de la investigación a un proceso que se balancea entre la química y la

alquimia (la alquimia busca obtener muchos elementos químicos y generar nuevas mezclas).

Para obtener una bebida de alta calidad a través de procesos de fermentación controlada se debe poner especial atención a la recolección de los frutos. La idea es asegurarse el mayor contenido de mucílago y por tanto de azúcares posible, para potenciar los sabores y ofrecer distintos perfiles de un mismo café, refinar la dulzura y balancear la acidez.

El café recién despulpado se deposita en tanques en donde permanece durante un período variable de horas y hasta días. Durante este tiempo, las bacterias y levaduras empiezan a descomponer el mucílago y lo convierten en una miel fluida que se separa fácilmente del grano.

Fermentación en sólido y en sumergido

Tradicionalmente, hay dos formas de fermentar el café: en sólido y en sumergido. En sólido, el café despulpado es depositado en un tanque y se espera a que se cumpla el tiempo de fermentación. En sumergido, se añade agua al tanque en donde se encuentra el café pergamino para disminuir los sabores amargos. En este caso, el tiempo de fermentación es más prolongado.

Doble fermentación y café "honey"

Se obtiene mediante un proceso que combina la doble fermentación y la ausencia de lavado. La fermentación consiste en dejar reposar los frutos de café uva fresca en un sitio fresco: a una temperatura de alrededor de 20 °C. Este período de reposo puede tener una duración hasta de 40 horas. Los frutos deben extenderse en capas de 15 cm de espesor como máximo y evitar que la temperatura se incremente.

En esta fase comienza la fermentación de los frutos, al tiempo que el mucílago permanece en contacto con los granos. Luego de esta primera fermentación, el café se despulpa y se tienen dos opciones:

- Trasladar el café despulpado a camas africanas.



► Proceso honey (miel) secado en camas africanas. Cordillera Tecapa Chinameca. Foto: PROCAGICA El Salvador

- Llevar el café despulpado a pilas de fermentación y esperar un tiempo prudencial a que el mucílago se desprenda. Seguidamente, lavar el café.

Es necesario ensayar con distintas variables, como la temperatura y el tiempo, y hacer cataciones para evaluar la calidad obtenida. Lo importante es que la bebida tenga un carácter propio, ser capaces de reproducir el proceso, y lograr consistencia en la calidad y el perfil característico del sabor en taza.

Fermentación sumergida

- La fermentación se lleva a cabo de manera uniforme en toda la masa del café.

- Se mantiene un pH más alto en el proceso de fermentación.
- La fermentación sumergida da como resultado tazas suaves.

El café "honey" y sus colores

El proceso "honey" da lugar a cafés de tres colores, que dependen de factores como el movimiento del café, la intensidad de la luz y el grosor de la capa de pergamino:

- "Honey" amarillo: secado completamente al sol, se esparce en capas delgadas, de 5 a 10 cm de espesor, y se le da un movimiento continuo.
- "Honey" rojo: secado en capas de alrededor de 10 a 15 cm, la mitad al sol y la mitad a la sombra y se le da un movimiento lento (una vez cada hora).
- "Honey" negro: secado totalmente a la sombra; por lo tanto, el secado puede durar hasta un mes. Al tener más tiempo de secado, se permite que el mucílago se siga fermentando durante los primeros días, por lo que la bebida tendrá una mayor dulzura. El grosor de la capa de pergamino debe ser de 15 a 20 cm y el movimiento debe hacerse una vez cada dos horas.

Fermentación en los cafés naturales

Durante la primera semana de secado y mientras los frutos aún contienen humedad, el proceso de fermentación se mantiene activo. El hecho de que la fermentación ocurra dentro de los frutos incrementa la dulzura de la bebida y la acidez tartárica.



► Colores del café honey. Foto: CSC

Bibliografía consultada

Alvarez G., J. Despulpado de café sin agua. Avances Técnicos Cenicafe. 1991.

López de León, Edgar E. 1987. Situación del cultivo del café en Guatemala. ANACAFE.

Beneficio Ecológico del Café 1996, una opción rentable, Centro Nacional de Investigaciones de Café. "Pedro Uribe Mejía" Cenicafe, Programa de Poscosecha. Chinchina, Caldas Colombia.

IHCAFE. 1994. Seminario Regional Sobre el mejoramiento de la Calidad de Instituto Hondureño del Café.

Zuluaga V., Balance de Materia en el proceso de beneficiado húmedo del café. Cenicafe. 1994.

Abraham, N.K. Roasting of Coffee quality changes and flavor development. Journal of coffee research. 1990.

ANACAFE. 1996. Seminario Catación y Mercadeo de Cafés Especiales de Guatemala. Marzo Asociación del Café.

Rivera, J. (2005) Alchemy in the roasting lab, part 2. Roast. May/June, (pp.35-41).

Probat Burns Inc. (2007) Technology with taste. 96th National Coffee Association Convention.

Illy, E. (2002) The complexity of coffee. Scientific American. June, (pp. 86-91).

Velásquez Zarco.E. (2013) Excelencia y Calidad desde La Finca a la Exportación.

Tanya Morocho, Mariuxi y LEIVA-MORA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Ctro. Agr. [online]. 2019, vol.46, n.2 [citado 2020-09-16], pp.93-103. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2072-2001.

Counter Culture Coffee. 2013.

4. Registros de costos e ingresos



Registro de labores

	Mano de obra	Fecha	Jornales	Costo unitario	Costo total
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
Total					

Fuente: Adaptación de PROCAGICA El Salvador del Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. TechnoServe Inc., noviembre 2016

Registro de insumos

Insumos aplicados		Fecha	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
Total					

Fuente: Adaptación de PROCAGICA El Salvador del Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. TechnoServe Inc., noviembre 2016

Registro de otros egresos

	Concepto	Unidad de medida	Fecha	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
Total						

Fuente: Adaptación de PROCAGICA El Salvador del Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. TechnoServe Inc., noviembre 2016

Registro de ingresos (ventas)

	Concepto	Unidad de medida	Mercado/Cliente	Fecha	Cantidad	Precio de venta	Ingreso por venta	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
Total								

Fuente: Adaptación de PROCAGICA El Salvador del Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. TechnoServe Inc., noviembre 2016

Registro de planilla de corta de café

	Nombre del cortador	Semana	Arrobas cortadas por día						Total a pagar
			lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
Total									

Fuente: Adaptación de PROCAGICA El Salvador del Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. TechnoServe Inc., noviembre 2016

Registro de pago a personal permanente

	Nombre del trabajador	Actividad	Fecha	Monto pagado	Firma
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
Total					

Fuente: Adaptación de PROCAGICA El Salvador del Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. TechnoServe Inc., noviembre 2016

Estado de Resultados

Ingresos	
Total producción en quintales de café	
Precio de venta de café por quintal	
Total de ingresos (Total de quintales vendidos por precio de venta)	
Egresos	
Mano de obra	
Insumos	
Herramientas y equipos	
Gastos financieros (préstamos)	
Otros egresos	
Total de gastos	
Utilidad	
Utilidad neta (Ingresos – Gastos)	

Fuente: Adaptación de PROCAGICA El Salvador del Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. TechnoServe Inc., noviembre 2016

Bibliografía consultada

TechnoServe Inc. 2016. Cuaderno de buenas prácticas cafetaleras. Primera edición. El Salvador. (pp.50-57)

Guía Práctica de Caficultura



GOBIERNO DE
EL SALVADOR

MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



GOBIERNO DE
EL SALVADOR



CATHOLIC RELIEF SERVICES



UNIÓN EUROPEA

