

MANUAL DEL CULTIVO DEL CAFE



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit

Cooperación Técnica
República Federal de Alemania

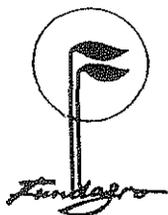


Quevedo, Ecuador
1993



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE

MANUAL DEL CULTIVO DEL CAFE



QUEVEDO - ECUADOR
1993



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit

Cooperación Técnica
República Federal de Alemania

EDITADO POR:

Ing. Ignacio Sotomayor Herrera

COMITE DE PUBLICACIONES

Ing. Carlos Navas C.

Ing. Manuel Moreira D.

Ing. Marco Burbano S.

Ing. Alfonso Vasco M.

PUBLICADO POR:

Estación Experimental Tropical Pichilingue

FINANCIADO POR:

GTZ (Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania)

FUNDAGRO (Fundación para el Desarrollo Agropecuario)

PRESENTACION

Desde 1971 y como un reconocimiento a la importancia del cultivo del café en el Ecuador, el INIAP establece el "Programa de Investigación en café", como una unidad de la EET-Pichilingue, para acelerar, en la medida de lo posible, la generación de respuestas a la problemática cafetalera existente.

Se ha mencionado repetidamente, que el problema más grave del cultivo en el país, es la ubicación geográfica. Sin dejar de reconocer que el café de altura aseguraría la permanencia del Ecuador en los mercados internacionales, el INIAP no podía cerrar los ojos a la realidad y abandonar a su libre albedrío al esforzado campesino de Manabí, Los Ríos, Guayas, Napo, Sucumbíos y demás provincias costeras donde el café, en su nobleza ha significado el sustento de miles de familias ecuatorianas y ha iniciado el desarrollo de áreas con muy pocas alternativas económicas.

Pensando en ellos y como un aporte a la confianza depositada, el Programa de investigación en Café de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, ha recopilado la información generada sobre el cultivo y la ofrece en este manual al agricultor cafetalero, confiando también en que ellos logren del cultivo, a pesar de las limitaciones de altura, una mejor productividad y calidad de la que todos podamos enorgullecernos.

La publicación de este manual ha sido posible gracias a la colaboración valiosa recibida por la Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania (GTZ) y la Fundación para el Desarrollo Agropecuario (FUNDAGRO) a quienes hacemos público nuestro reconocimiento.

Ing. Ignacio Sotomayor Herrera
Jefe del Programa de Café
INIAP - EET-PICHILINGUE

AGRADECIMIENTO

Se desea dejar testimonio de agradecimiento a los colegas especialistas, agrónomos y estudiantes tesistas que han participado en los diferentes proyectos de investigación en café. Gracias a su esfuerzo y dedicación ha sido posible generar la tecnología que se presenta en este manual, para coadyuvar a la solución de los problemas que afectan a la caficultura nacional.

Un especial reconocimiento a las instituciones colaboradoras GTZ, FUNDAGRO, PROTECA, JUNAC (II PROGRAMA ANDINO DE LA ROYA Y BROCA DEL CAFETO) y PROGRAMA NACIONAL DEL CAFE, por su invaluable apoyo y gran impulso al programa de investigación en café del INIAP.

Al personal de asesores Dr. Ferdinand Fliege, Dr. Carlos Klein-Koch (GTZ), Dr. Gustavo Enríquez y Dra. Carmen Suárez (FUNDAGRO), por su valioso aporte técnico y sugerencias brindadas a la proyección y desarrollo de los trabajos de investigación. El agradecimiento es extensivo a los colegas Ingenieros Carlos Navas Coello, Manuel Moreira, Marco Burbano y Alfonso Vasco por la revisión del manual, en calidad de miembros del Comité de Publicaciones de la EET-Pichilingue y a la Sra. Maritza Rendón por su paciente trabajo mecanográfico para la culminación del presente documento.

PREFACIO

El café en el Ecuador es uno de los productos agrícolas de gran importancia en lo económico y social por la generación de divisas y porque constituye una fuente de trabajo para más de un millón de personas. El 80% de los 130.000 caficultores se ubican en los estratos de pequeños y medianos productores. El cultivo abarca alrededor de medio millón de hectáreas dedicadas a la producción, distribuidas en 19 de las 21 provincias de la patria. Es un cultivo conservacionista, establecido en gran parte en terrenos montañosos y quebrados que difícilmente podrían ser explotados con otros tipos sin destruir el recurso suelo.

En el país, la actividad cafetalera viene enfrentando una serie de problemas de orden técnico que han provocado pérdida de la competitividad de nuestro café en el mercado internacional y un deterioro de la estructura socioeconómica de los productores del grano. Esto es consecuencia principal de los bajos niveles de producción y la decreciente calidad del café ecuatoriano.

Por otra parte, el panorama se ha venido agravando con mayor intensidad, en razón de que a partir de julio de 1989, se suspendió el régimen fijo de cuotas de exportación de café por la OIC (Organización Internacional del Café) aprobándose el sistema de libre comercio.

Este cambio, ha provocado un decrecimiento en los precios del producto y una reducción del ingreso cafetalero nacional.

*La producción nacional anual es alrededor de 2.2 millones de sacos de 60 kg, con una productividad promedio de 230 kg de café oro por hectárea para cafetales de tipo arábigo y de 500 kg para los del tipo robusta (*Coffea canephora*). Estos niveles de producción han permitido en el pasado cubrir la cuota en regímenes fijos de exportación correspondiente al 2,17% del consumo mundial, la que ha fluctuado entre 1.150-2.212 millones de sacos. De igual manera, aquella requerida tanto para el consumo interno como para la exportación a países que han estado fuera del convenio.*

La producción y productividad del cultivo se encuentran afectadas en otros factores por la presencia de plantaciones de avanzada edad, uso de variedades poco productivas, pobre nutrición del cultivo, inadecuado control de malezas, alta incidencia de plagas, enfermedades y en general por un escaso o ningún manejo tecnológico de los cafetales.

Desde 1981, la roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca del fruto (*Hypothenemus hampei*) vienen causando impactos negativos en la producción cafetalera nacional, lo que unido a precios bajos tornan cada vez menos rentable la producción. Ante estas circunstancias, varias instituciones vienen trabajando en un esfuerzo mancomunado para promover cambios fundamentales en la tecnología de producción de café.

El INIAP a través de su Programa de Investigación en Café, contando con el valioso aporte técnico y económico de instituciones como la Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania (GTZ), FUNDAGRO, PROTECA, JUNAC y Programa Nacional del Café del MAG, viene orientando sus actividades hacia la búsqueda de soluciones viables a los problemas agronómicos que afectan al cultivo en el país.

Adicionalmente, el Programa Nacional del Café y la Federación Nacional de Cooperativas Cafetaleras del Ecuador (FENACAFE) vienen realizando programas de renovación de cafetales, siendo ésta la mejor alternativa para poder hacer frente a los problemas fitosanitarios antes mencionados. Se ha reforzado también la transferencia de tecnología, posibilitándose la atención de un mayor número de caficultores utilizando métodos de carácter grupal. Estas acciones indudablemente han permitido que los productores participen en el proceso y logren aunar esfuerzos para la búsqueda de soluciones a los problemas comunes, que individualmente son difíciles de resolver.

Ing. Ignacio Sotomayor Herrera

CONTENIDO

	Página
Presentación	3
Agradecimiento	4
Prefacio	5
CAPITULO I. BOTANICA	
A. Introducción	19
B. Clasificación taxonómica	19
C. Morfología general	20
1. Raíz	21
2. Tallo	22
3. Ramas	22
4. Hojas	23
5. Flores	24
6. Fruto	25
7. Semilla	26
D. Bibliografía	27
CAPITULO II. ECOFISIOLOGIA DEL CULTIVO	
A. Introducción	28
B. Distribución del cafeto	28
C. Factores que afectan la fisiología del café	29
1. Temperatura	29
2. Luz-sombra	31
3. Precipitación	32
4. Humedad relativa	35
5. Suelo	36
D. Factores que afectan el crecimiento del cafeto	36
1. Hojas	36
2. Brotación	38
3. Raíces y tronco	38
4. Floración	39
5. Fructificación	40

E. Bibliografía	40
-----------------	----

CAPITULO III. PRINCIPALES VARIEDADES

A. Introducción	43
B. Arábigos	43
1. Typica	43
2. Bourbon	44
3. Mundo novo	44
4. Caturra	44
5. Pacas	45
6. Catuai	45
7. Geisha	45
8. Villalobos	45
C. Híbridos intervarietales	46
1. Catimor	46
2. Sarchimor	46
3. Cavimor	46
4. S.795	46
D. Híbridos interespecíficos	47
1. Híbrido de Timor	47
2. Icatú	47
E. Bibliografía	47

CAPITULO IV. SEMILLEROS Y VIVEROS

A. Introducción	49
B. Selección de semilla	49
1. Selección de plantas madres	50
2. Cosecha de café cereza	50
3. Beneficio	50
a. Despulpado	50
b. Fermentación	50
c. Lavado	51
d. Secado	51
4. Selección de semilla en pergamino	51
C. Selección del terreno	52
D. Cobertizo	53
1. Construcción	53
2. Dimensiones	53

3. Renovación de materiales	54
E. Semillero o germinador	54
1. Epoca para establecimiento	54
2. Construcción del semillero	54
3. Substrato	54
a. Suelo	55
b. Arena y suelo	55
c. Arena	55
4. Desinfección del semillero	56
5. Siembra	57
a. Al voleo	57
b. En surcos	57
c. En fajas	57
6. Cobertura	57
7. Cantidad de semilla	58
8. Riego	58
9. Tiempo	58
F. Vivero	58
1. Transplante	58
2. Siembra directa	59
3. Manejo del vivero	59
a. Substrato	59
b. Dimensiones y características de las fundas	60
c. Tratamiento al suelo	60
d. Transplante al vivero	60
e. Riego	61
f. Fertilización	61
g. Deshierbas	62
h. Control de plagas	62
i. Control de enfermedades	62
j. Tiempo	62
k. Precauciones generales	62
g. Bibliografía	63

CAPITULO V. ESTABLECIMIENTO DE CAFETALES

A. Introducción	65
B. Etapas en el establecimiento	66
1. Antes de plantar los cafetos	66
a. Obtención del material de siembra	66

b. Preparación del terreno	66
c. Establecimiento de la sombra temporal	67
d. Establecimiento de la sombra permanente	68
e. Distancia de siembra	69
1. Fertilidad del suelo	69
2. Tipo de poda	69
3. Altitud	70
4. Número de plantas por sitio	70
5. Sistema de cultivo	70
6. Especie y variedad	70
7. Distanciamientos de siembra	71
f. Trazado	71
1. Trazado en cuadro o marco real	72
2. Trazado en triángulo o tres bolillos	72
3. Trazado en hileras dobles	72
4. Trazado en fajas	72
5. Trazado en curvas a nivel	72
g. Apertura de hoyos	73
h. Selección de plántulas en el vivero	73
2. Al momento de plantar los cafetos.	74
a. Fertilización de base	74
b. Control de plagas	74
c. Siembra de cafetos	74
3. Después de plantar	75
a. Riego	75
b. Fertilización complementaria	75
c. Uso de cobertura vegetal muerta	75
C. Bibliografía	75

CAPITULO VI. LA SOMBRA EN EL CAFETAL

A. Introducción	78
B. Funciones de la sombra	79
1. Función directa	79
2. Función indirecta	79
C. Efectos del sombrero excesivo	79
D. Efectos del deficiente sombrero	80
E. Clases de sombra	80
1. Sombra temporal	80
2. Sombra permanente	81

F. Bibliografía	81
-----------------	----

CAPITULO VII. PODA DEL CAFETO

A. Introducción	83
B. Clases de podas	83
1. Poda de formación	83
a. Despunte en plántulas	84
b. Deschuponamiento	84
c. Inducción multicaulinar	84
2. Poda fitosanitaria	84
3. Poda de producción	85
a. Recepta	85
b. Descope	85
C. Epocas de poda	86
D. Herramientas para podar los cafetos	86
E. Desinfección de herramientas	86
F. Bibliografía	87

CAPITULO VIII. REHABILITACION DE CAFETALES

A. Introducción	89
B. La Recepta	89
1. El cafetal	90
2. Epoca de recepta	90
3. Sistemas de recepta	90
a. Por planta	90
b. Por área	90
c. Por hileras	91
4. Ciclos de recepta	91
a. Ciclo de dos años	91
b. Ciclo de tres años	91
c. Ciclo de cuatro años	91
5. Procedimiento	91
a. Preparación de los cafetos	91
b. Corte del tallo	91
c. Limpieza del tocón	92
6. Protección de los cortes	92
7. Preparación de la pasta cúprica	92
a. Materiales utilizados	92

b. Procedimiento	92
8. Selección de brotes	93
9. Número de brotes a seleccionarse	93
C. Otros aspectos que deben considerarse en la rehabilitación de cafetales	94
1. Tratamientos fitosanitarios	94
2. Resiembras	96
3. Siembra intercalada de otros cultivos	96
4. Labores culturales	96
D. Bibliografía	97

CAPITULO IX. FERTILIZACION DEL CAFE

A. Introducción	99
B. Nutrición mineral	99
C. Síntomas de deficiencias nutritivas	100
1. Nitrógeno	100
2. Fósforo	101
3. Potasio	101
4. Magnesio	101
5. Manganeseo	101
6. Boro	101
D. Análisis químico de suelos	102
E. Análisis químico de hojas	103
F. Necesidades de fertilización	105
G. Fertilización en el vivero	106
H. Fertilización al transplante	107
I. Fertilización de plantas en crecimiento	108
J. Fertilización de plantas en producción	180
K. Como aplicar los fertilizantes	110
L. La fertilización debe ser oportuna	110
M. Fertilización foliar	111
N. Fertilización y cobertura	111
O. Fertilización después de la recepa	111
P. Cálculos con fertilizantes	112
Q. Otra alternativa para calcular dosis de fertilizantes por planta	115
R. Bibliografía	116

CAPITULO X. ENFERMEDADES DEL CAFETO

A. Introducción	118
B. Factores bióticos	119
1. Condiciones del hospedero	119
2. Condiciones del patógeno	119
C. Factores abióticos	120
D. Diagnóstico de las enfermedades	120
E. Manejo integrado de las enfermedades	121
1. Control de inóculo	121
2. Manejo del hospedero	122
3. Manejo de los factores del ambiente	122
4. Uso de pesticidas	122
F. Principales enfermedades en el Ecuador	123
1. Mal del talluelo	124
a. Sintomatología	124
b. Prevención	125
c. Control	126
2. Mal de hilachas	126
a. Sintomatología	127
b. Prevención	127
c. Control	128
3. Ojo de gallo	128
a. Sintomatología	128
b. Prevención	129
c. Control	129
4. Roya	129
a. Sintomatología	130
b. Prevención	132
c. Control	132
5. Mancha de hierro	134
a. Sintomatología	134
b. Prevención	135
c. Control	136
6. Muerte descendente	136
a. Sintomatología	136
b. Prevención	137
c. Control	137
7. Mal del machete	137
a. Sintomatología	137

b. Prevención y control	138
8. Viruela	138
a. Sintomatología	138
b. Prevención	140
c. Control	140
G. Bibliografía	140

CAPITULO XI. PLAGAS DEL CAFETO

A. Introducción	144
B. Plagas principales	145
1. Broca del fruto del café	145
a. Clasificación taxonómica	145
b. Importancia económica y daños	145
c. Biología	146
d. Ecología	147
e. Hospederos	148
f. Control	148
1. Control cultural	149
2. Control biológico	150
3. Control químico	150
2. El Taladrador de la ramilla del café	151
a. Biología	152
b. Daños	152
c. Etología	153
d. Ecología	153
e. Hospederos	153
f. Control	153
3. Minador de la hoja del café	154
a. Biología	155
b. Daños	155
c. Etología	156
d. Ecología	156
e. Control	157
C. Plagas secundarias	158
1. Afidos o pulgones	158
a. Daños	158
b. Control	159
2. Gallina ciega u orozco	159
a. Daños	159

b. Biología y etología	160
c. Control	160
3. Piojo blanco de la raíz del cafeto	161
4. Hormiga arriera	162
a. Localización del hormiguero	163
b. Taponar agujeros	163
c. Aplicación de pesticidas	163
5. Gusanos defoliadores	163
6. Gusanos trozadores	163
7. Escama verde	164
D. Bibliografía	165

CAPITULO XII. CONTROL DE MALEZAS

A. Introducción	167
B. Pérdidas causadas por las malezas	168
C. Métodos de control	169
1. Control preventivo	169
a. Eliminación total	169
b. Restricción de malezas	169
2. Control cultural	170
3. Control mecánico	170
4. Control biológico	170
5. Control químico	171
D. Bibliografía	

CAPITULO XIII. EQUIPOS DE ASPERSION DE PESTICIDAS

A. Introducción	175
B. Clases	175
1. Aspersores de mochila de presión continua	175
2. Aspersores de mochila de presión previa	176
3. Aspersores de mochila de presión previa retenida	177
4. Aspersores de espalda accionados por motor	177
C. Boquillas	178
1. Composición de las boquillas	179
2. Tipos de boquillas	179
a. Deflector o impacto	179
b. Abanico	180
c. Cono	180

D. Calibración de aspersores	185
1. Aspersores manuales de mochila	185
2. Aspersores de mochila accionados por motor	187
E. Mantenimiento de aspersores	187
1. Aspersores manuales de mochila	187
2. Aspersores de mochila accionados por motor	188
F. Bibliografía	189

CAPITULO XIV. CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA

A. Introducción	191
B. Medios de captación de agua	192
C. Almacenamiento	193
D. Recomendaciones generales y cálculo de las estructuras de captación de agua	193
1. Superficie de captación y eficiencia	193
2. Cálculo del área de captación	194
3. Cálculo de la capacidad de almacenamiento	195
a. Depósito cuadrado o rectangular	195
b. Depósito de forma cilíndrica	195
E. Conservación de aguas almacenadas	196
F. Bibliografía	196

CAPITULO XV. COSECHA Y BENEFICIO

A. Introducción	198
B. Cosecha	198
1. Recursos económicos	199
2. Epoca de cosecha	199
3. Forma de cosechar	200
4. Volumen de cosecha	200
5. Cálculo de rendimiento	202
C. Beneficio	204
1. Beneficio por vía húmeda	204
a. Recolección	204
b. Despulpado	205
c. Fermentación	206
d. Lavado	207
e. Secamiento	207
f. Almacenamiento	209

2. Beneficio por vía seca	210
D. Bibliografía	210

CAPITULO XVI. LA CALIDAD DEL CAFE

A. Introducción	212
B. Factores que influyen en la calidad del café	212
1. Especie	213
2. Variedad	213
3. Ecología	213
4. Prácticas culturales	214
5. Método de cosecha	214
6. Beneficio	214
7. Secamiento	214
8. Almacenamiento	215
9. Gusto del consumidor	215
10. Otras características	215
a. Características físicas de los granos	215
b. Características organolépticas	217
C. Bibliografía	218

I. BOTANICA

Ing. Ignacio Sotomayor H.

Ing. Luis Duicela G.

A. INTRODUCCION

Para tener un conocimiento adecuado del cultivo de café, es de fundamental importancia conocer la planta, su forma, constitución y funcionamiento básico de las partes principales y estructuras que la conforman. Esto permite comprender en forma sencilla aspectos eminentemente prácticos como podas, fertilización al suelo o foliar, la bienalidad de la producción, su crecimiento y desarrollo a través del tiempo, con la finalidad de disponer con elementos adicionales para mejorar la producción y productividad de una plantación.

En el presente capítulo, se enfatiza la relación existente entre los principales órganos de la planta, sus funciones en el crecimiento y desarrollo, formación de cosechas y aspectos básicos de manejo.

B. CLASIFICACION TAXONOMICA

REINO:	Vegetal
DIVISION:	Magnoliophyta
CLASE:	Dicotyledoneae
SUBCLASE:	Asteridae
ORDEN:	Rubiales
FAMILIA:	Rubiaceae
GENERO:	Coffea
ESPECIE:	Arabica*

* Especie de mayor importancia comercial

C. MORFOLOGIA GENERAL

El cafeto es una planta provista de un eje central, que presenta en su extremo una parte meristemática en crecimiento activo permanente que da lugar a la formación de nudos y entrenudos.

Las ramas laterales o plagiotrópicas se alargan en forma permanente, lo que sumado al crecimiento vertical le da una forma piramidal a la planta.

Las ramas primarias son aquellas que condicionan el crecimiento lateral de las cafetos, conociéndose también con el nombre de "bandolas". En cambio, las ramas ortotrópicas permiten el crecimiento vertical de las plantas y sólo producen yemas vegetativas y nunca flores (Fig. 1).

Las ramas primarias dan origen a las secundarias de las que a su vez se forman las terciarias. A este conjunto de ramas secundarias y terciarias se lo conoce con el nombre de "palmilla".

Las ramas primarias se van formando progresivamente en número de dos y en forma opuesta. Algunas veces entre las hojas y las ramas primarias se forman por una sola vez flores y frutos.

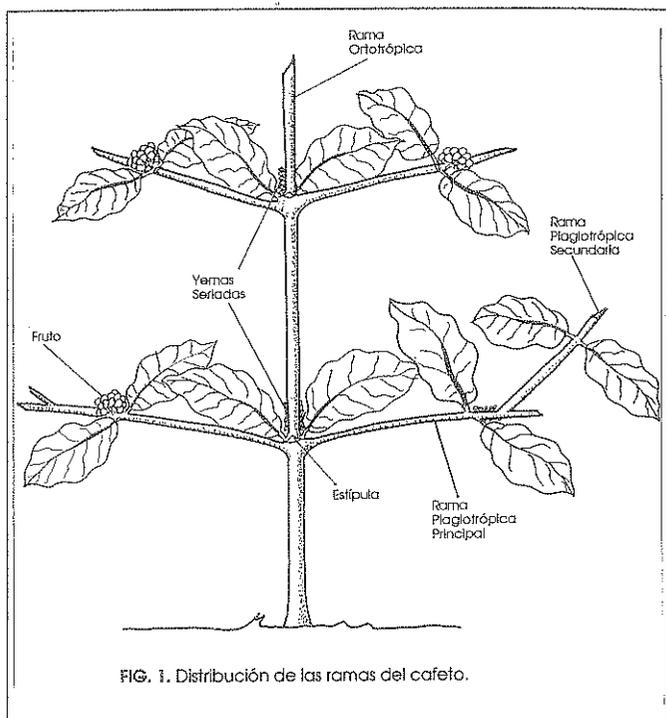
Las yemas de los nudos de las ramas plagiotrópicas primarias dan lugar inicialmente a las hojas en número de dos en forma opuesta. Posteriormente, emergen las flores a partir de las yemas de fructificación ubicadas sobre el punto de inserción de las hojas sobre las ramas que luego se convierten en frutos por una sola vez. Es decir, en los nudos de las ramas primarias se van formando flores y frutos desde la base de la rama hacia el extremo, en forma progresiva a medida que van desarrollando.

Posteriormente, en el lugar donde se formaron los frutos, se desarrollan las ramas secundarias a partir de las yemas vegetativas que se encuentran en estado latente en el cafeto. En éstas a su vez, se forman nudos, hojas opuestas, flores y frutos por una sola ocasión. Este proceso continúa de la misma manera en las ramas terciarias.

En aquellos casos en que el crecimiento apical del cafeto es destruído, se forman nuevos brotes, los cuales crecen inicialmente en sentido horizontal y luego vertical. Estos brotes se los conoce también como chupones o ramas ortotrópicas.

La fructificación de café de cada año, se va formando en nudos nuevos, en tejido vegetal de un año y por una sola vez. En otras palabras, el área productiva de las plantas o cosecha del año se forma en los nudos que se desarrollan el año precedente (Fig 2).

La producción anual se incrementa progresivamente durante los tres a cinco años, tendiendo luego a disminuir, situación que hace necesario la uti-



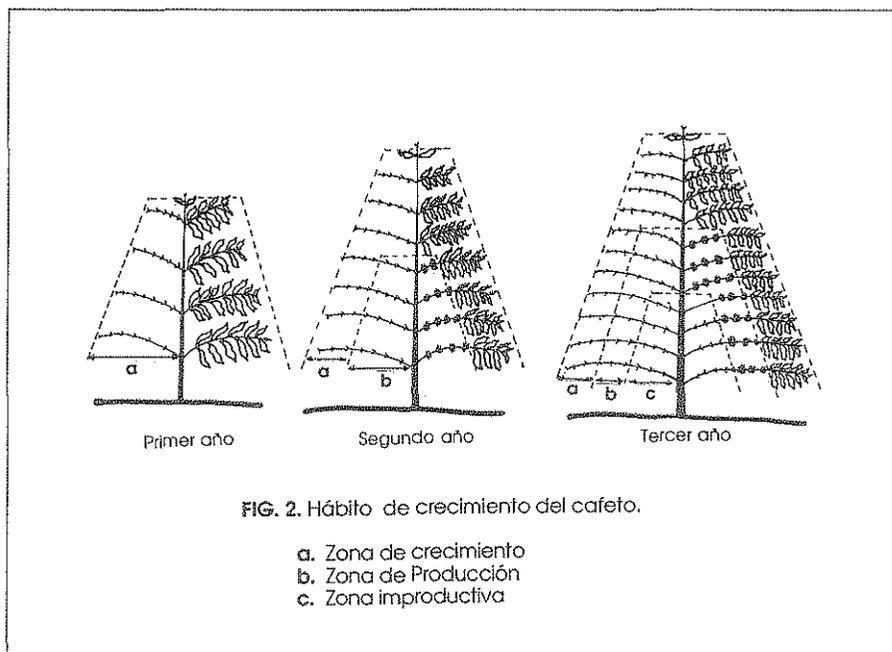
lización de la práctica de poda severa o *recepta*, que es una poda de producción tendiente a renovar el tejido productivo del café.

1. Raíz

La raíz es el órgano que le proporciona el alimento a la planta y sirve para la absorción de agua y nutrientes de origen mineral y orgánico del suelo.

El café posee varios tipos de raíces: pivotante, axiales o de sostén, laterales y raicillas.

La pivotante es la raíz principal del arbusto, que penetra verticalmente en el suelo, pudiendo alcanzar una profundidad en una planta adulta de 50 a 60 cm de longitud. Para asegurar un buen sistema radicular, es de suma importancia cuidar las plantitas desde la fase de semillero ya que si son transplantadas al vivero con la raíz pivotante torcida, repercutirá en la planta adulta la que presentará un café con una raíz deformada o subdesarrollada. Cuando esto ocurre, se da el caso de que una planta



a los 3 o 4 años de producción, presente síntomas de "paloteo" o secamiento de sus ramas.

A partir de la raíz pivotante se produce la emergencia de otras laterales de tipo grueso que sirven de soporte a las raíces delgadas o absorbentes denominadas "raicillas".

Cabe mencionar que alrededor del 80% de las raicillas se localizan en los primeros 30 cm de profundidad del suelo y en un radio de 2,0 a 2,5 m a partir del tronco (Fig. 3).

2. Tallo

Normalmente el cafeto es una planta unicaule aunque en ciertas condiciones presenta tallos múltiples.

En un cafeto adulto, la parte inferior del tronco es de forma cilíndrica y la superior o ápice tiende a ser cuadrangular con las esquinas redondeadas y salientes. El tronco y las raíces primarias constituyen el armazón o esqueleto del cafeto.

3. Ramas

Las ramas primarias son de gran importancia ya que cuando se pier-

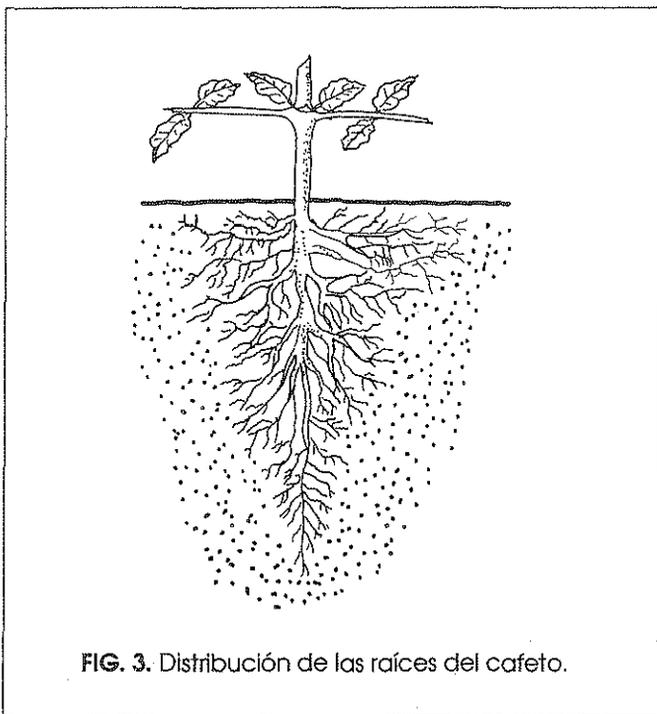
den por cualquier causa o por enfermedad no llegan a renovarse. De esta forma, el café pierde una parte de su zona de producción de frutos.

En cambio, las ramas secundarias y el tronco se pueden renovar a partir de las yemas vegetativas que se encuentran en estado latente en los nudos de las ramas localizadas cerca del punto de inserción de las hojas con las ramas principales.

4. Hojas

Las hojas constituyen el órgano de la planta donde se lleva a cabo los procesos de fotosíntesis y respiración. La fotosíntesis es el proceso mediante el cual el gas carbónico del aire se combina con el agua absorbida del suelo y forma azúcares. Para que ocurra este fenómeno, es necesaria la presencia de la luz solar y de la clorofila (pigmento verde) de las hojas.

Los azúcares producidos que se forman en las hojas son distribuidos al resto de la planta a través del floema, que es un conjunto de vasos de traslocación localizados en la corteza. Estos azúcares sufren transforma-



ciones y forman los almidones, celulosas, grasas, aceite, alcaloides (caféina) proteínas y sustancias que componen los tejidos de las plantas y desde luego, los frutos de café.

La lámina foliar generalmente mide de 12 a 24 cm de longitud con un ancho de 5 a 12 centímetros. Posee una forma elíptica o lanceolada, variando no solamente entre las especies y variedades sino también bajo condiciones de sombra regulada y a plena exposición solar.

5. Flores

Estos órganos de las plantas se desarrollan en las axilas de las hojas sobre tallitos llamados glomérulos. Generalmente se encuentran de 3-5 glomérulos en la base de cada hoja.

La flor del cafeto es hermafrodita y está formada por el cáliz, corola, estambres y pistilo (Fig. 4).

El cáliz es poco desarrollado y está formado por hojas pequeñas de 1-2 mm llamados sépalos localizados encima del ovario de las flores. La corola es un tubo largo de forma cilíndrica localizada dentro del cáliz, que termina en cinco pétalos de color blanco.

Los estambres, órganos masculinos de la flor, son pequeños filamentos que en su extremo presentan unos sacos denominados anteras, que generalmente, son en número de cinco y se encuentran localizados en las uniones de los pétalos. Las anteras se abren longitudinalmente para dejar caer los granos de polen sobre el estigma de la flor y fecundar el ovario.

El pistilo es el órgano femenino de la flor y está compuesto por el ovario, estilo y estigma.

El ovario ubicado en la base del pistilo, es de forma globosa y contiene dos células denominadas óvulos que son las que producen luego la semilla.

El estilo es un tubo fino y largo que se conecta con el ovario, con dos terminaciones llamadas estigma.

El proceso de polinización (fecundación) de la flor del cafeto ocurre cuando un grano de polen se deposita sobre el estigma o parte terminal del estilo. A través del estilo pasa el tubo polínico para ponerse en contacto con el óvulo (fecundación).

La autofecundación de las flores ocurre cuando el ovario es fecundado por el polen procedente de una misma flor. Generalmente, la autofe-

cundación en café arábigo es alrededor del 93 por ciento. Esta característica de la especie C. arabica ha permitido que se lo ubicara como una especie autógena.

6. Fruto

Una vez ocurrida la fecundación de las flores, el cigoto empieza a desarrollarse. Durante las primeras semanas, el fruto crece en forma lenta alcanzando su tamaño definitivo a las 6 semanas siguientes. El fruto de café es una drupa elipsoidal que tiene la característica de caerse fácilmente después de haber alcanzado su madurez.

Luego de haber transcurrido 32 semanas de la apertura de las flores, el fruto de café alcanza su completa madurez, esto es después de 224 días de la floración.

El fruto está constituido por las siguientes partes: 1) epicarpio o epidermis, 2) mesocarpio o pulpa, 3) endocarpio o pergamino y 4) endosperma o semilla (Fig. 5).

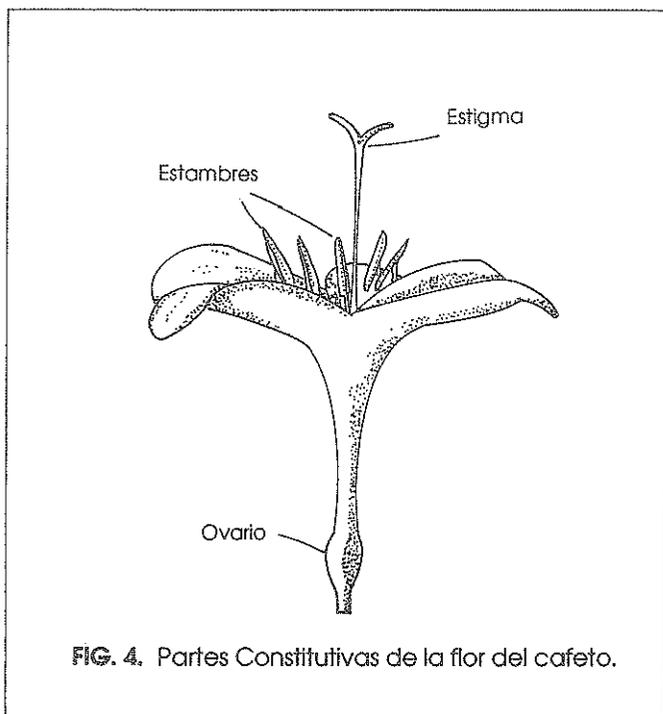


FIG. 4. Partes Constitutivas de la flor del caféto.

7. Semilla

En su mayor parte, la semilla se encuentra constituida por el endosperma y el embrión. El endosperma coriáceo es de color verdoso o amarillento. Forma un repliegue que se inicia en el surco de la cara plana.

Las células del endosperma contienen almidón, aceites, azúcares, alcaloides como cafeína y otras sustancias.

Cuando la semilla de café es tostada ocurren algunos cambios en la estructura de las células del endosperma, dando lugar a la formación de cuerpos aromáticos que son el resultado de la elevación de temperatura en los aceites especiales que están contenidos en la semilla y que son liberados cuando el café tostado es molido.

El endosperma está cubierto por una fina membrana que se denomina película plateada. Esta a su vez está cubierta por el pergamino, el que está cubierto por una sustancia gelatinosa y azucarada denominada muscílago.

El embrión es bastante pequeño y de color blanquecino, localizado en la parte dorsal y basal de la semilla. Este consiste en un cuerpo cilíndrico que tiene los cotiledones superpuestos que miden de dos a cinco milímetros.

Durante la fase de germinación de la semilla brota la radícula que se curva luego hacia la tierra o arena para producir raicillas laterales. El hipocótilo se desarrolla levantando los cotiledones que se encuentran envueltos en el pergamino. La película plateada y los restos de endosperma posteriormente se destruyen.

D. BIBLIOGRAFIA

- ALVIM, P. de T. 1969. Fenología del crecimiento y de la floración del café. *Café (Costa Rica)* 2 (6): 57-64.
- ANZUETO, F. 1987. Influencia del déficit de agua en la floración del café. *ANACAFE* 275: 17,19-20.
- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. 1987. Manual de Caficultura. Guatemala, Subgerencia de Asuntos Agrícolas. p. 1-10.
- BENDAÑA, F.E. 1962. Fisiología de las semillas. *Café (Costa Rica)* 4 (15): 93-96.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. Manual del Cafetero Colombiano. 4.ed. Colombia. p:1-14.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de Caficultura Guatemala. Guatemala, ANACAFE. p.7-16.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, Costa Rica. p. 11-15.

INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFÉ. 1983. Técnicas modernas para el cultivo del café. Nuevo San Salvador, El Salvador. p. 5-12.

OCHOA, M. 1981. La fenología en el cultivo del café. ANACAFE (Guatemala) 6 (206): 21-22.

SUAREZ de CASTRO, F. y RODRIGUEZ, G. A. 1963. Distribución de las raíces del cafeto. Su estudio puede ser de gran utilidad. Agricultura de las Américas. 12 (5): 42-46.

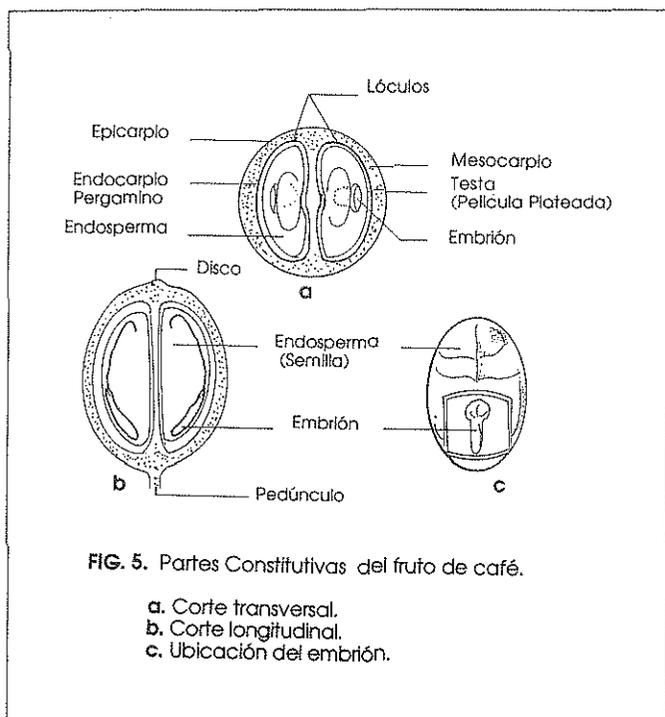


FIG. 5. Partes Constitutivas del fruto de café.

- a. Corte transversal.
- b. Corte longitudinal.
- c. Ubicación del embrión.

II. ECOFISIOLOGIA DEL CULTIVO

Dr. Gustavo Enríquez

A. INTRODUCCION

El cultivo del café es un renglón muy importante para el Ecuador pues están involucradas más de un millón de personas, de las cuales la mayoría dependen directamente de su producción y otra parte dependen parcialmente durante la comercialización. Algunos pequeños productores, tienen que vender su mano de obra y la producción de su cafetal (sumamente pequeña) le sirve como ayuda durante la época de cosecha.

En otras situaciones, como el caso del Oriente Ecuatoriano y Santo Domingo de los Colorados, el café ha sido un magnífico instrumento de colonización y afianzamiento de la propiedad de la tierra por parte de los colonos.

En zonas como la de Manabí, el café ha sido sustento tradicional de un buen número de personas de ese sector, aunque las plantaciones no sean las más adecuadas.

Para un buen manejo práctico del cultivo, una de las condiciones más importantes es un claro entendimiento de los aspectos fisiológicos, al mismo tiempo que un buen conocimiento de los factores que afectan todas las funciones fisiológicas del cafeto.

B. DISTRIBUCION DEL CAFETO

Al igual que muchos otros cultivos, el café ha sido ampliamente distribuido por nuevas zonas que han sido adecuadas para la producción. También como muchas otras plantas, su adaptación a medio ambientes alejados

y diferentes al lugar de origen de la especie, han permitido crear material de alto rendimiento y buena adaptación sin los problemas endémicos propios del centro de origen. En algunas ocasiones sin embargo, las plagas o enfermedades han atacado la planta en forma alarmante con una fuerte reducción de los rendimientos.

Se conoce que el cafeto es originario del Norte de Africa de donde a principios del siglo XVII fue sacado por los árabes y su cultivo se expandió a Java y luego por todo el mundo, vía Amsterdam en 1706.

Actualmente casi todos los países de la franja tropical cultivan alguna especie de café. El tipo Robusta es de menor expansión, pero los tipos Arábigos se consideran que se pueden cultivar hasta los 22 grados de latitud norte y hasta los 26 grados sur que coincide con la zona tropical, extendiéndose ligeramente más al sur en Paraná, Brasil. De acuerdo con la clasificación de Holdridge, el café en general debe cultivarse en la formación de "Bosque Húmedo de la Franja Tropical".

El café se puede cultivar al nivel del mar, en la zona tropical, pero cerca del ecuador terrestre se lo puede cultivar hasta en zonas de más de 2.000 m. de altitud, cuando las otras condiciones para el cultivo son óptimas.

C. FACTORES QUE AFECTAN LA FISIOLOGIA DEL CAFE

Varios son los factores que afectan directa o indirectamente al cultivo, los rendimientos y la calidad del cafeto.

1. *Temperatura*

Las temperaturas altas inhiben el crecimiento del cafeto, porque a los 24 °C la fotosíntesis comienza a decrecer y se hace casi imperceptible a los 34 °C. Por esta razón, en las zonas muy calientes la sombra es un factor muy importante para moderar las altas temperaturas que producen los rayos directos del sol.

Varios autores han demostrado que las hojas tienen mecanismos por los cuales pueden disminuir el incremento de la temperatura que provoca el exceso de energía lumínica. Este grupo de investigación ha obtenido evidencia indirecta de que el carotenoide de la hoja, llamado zeaxantina, actúa como mediador en la disminución del exceso de energía. Este carotenoide, se forma rápidamente de otro carotenoide llamado violaxantina, al momento en que se provoca un estímulo de exceso de energía, que puede ser causado por varios factores como alta intensidad lumínica, la

falta de agua que provoca una baja en la función fotosintética, o algún otro tipo de estrés con el mismo efecto como la falta de anhídrido carbónico (CO₂).

Contrariamente, cuando la baja de energía lumínica se hace limitante para la fotosíntesis, la zeaxantina regresa a violaxantina, permitiendo que las hojas se vuelvan muy eficientes en el uso adecuado de la deficiencia de luz.

Se ha determinado también que, hay otra sustancia intermediaria que interviene en la formación de los carotenoides (anteraxantina).

En otra serie de experimentos con hojas tratadas artificialmente con alta luminosidad y alta temperatura, se ha llegado a determinar que una buena cantidad de zeaxantina, ayuda a prevenir el daño fotoinhibidor que pueden producir los cambios lumínicos y térmicos.

En resumen, se puede mencionar que la cantidad de estas tres sustancias, la violaxantina (que tiene dos grupos epoxi), el compuesto intermediario anteraxantina (con un grupo epoxi) y la zeaxantina (que no tiene grupos epoxi), dependen de la cantidad de energía lumínica que llegue a las hojas. La mayor eficiencia fotosintética entonces está dada por la mayor cantidad de grupos epoxi en el ciclo de la xantofilia y la menor eficiencia por la menor o no existencia de epoxi.

Es necesario aún aclarar estas características en diferentes zonas cafeteras y para diferentes variedades, las cantidades de estas sustancias y la facilidad para aumentar o disminuir los grupos epoxi. Si esto se puede comprobar, entonces se tendría un método muy simple para seleccionar plantas muy eficientes para la fotosíntesis y se puede tener herramientas más seguras para el manejo de las plantas en el campo.

En las zonas ecuatoriales, la altitud tiene una función reguladora del clima (temperatura) que permite que se obtenga muy buenas cosechas y de alta calidad por sobre los 1.000 metros.

Las temperaturas medias, óptimas para el cultivo del cafeto, varían entre 18 y 21 °C. Estas medias tienen mayor variación de acuerdo como el lugar se aleje del ecuador terrestre, entonces, el cafeto sufre más entre más altas variaciones tiene la temperatura y sus funciones se afectan en forma más dependiente.

Las temperaturas que se alejan de las medias de 16 y 23 °C, cada vez se hacen menos adecuadas. En las zonas alejadas del ecuador terrestre, las mayores limitantes son las variaciones de temperatura que deprimen el crecimiento y la floración. Cuando las variaciones hacia el frío son persistentes o de larga duración, se afecta mucho la fisiología de la planta. Tiempos cortos de bajas temperaturas no afectan mucho al cafeto aún

cuando lleguen cerca de 0 °C, pero si esas variaciones persisten, se dejan sentir en forma detrimental.

Las altas temperaturas, favorecen el crecimiento de la planta en general, pero si exceden de 30 °C diurnos y 24 °C nocturnos, las flores sufren el fenómeno de "flores estrella" que generalmente terminan en aborto floral, perdiéndose la posibilidad de fructificación.

Las especies y variedades también reaccionan en forma diferencial a la temperatura. Las variedades arábicas son más sensitivas a las altas temperaturas (especialmente para la calidad) y las del tipo Robusta son sensitivas a las bajas temperaturas (menos de 24 °C).

En general, es importante considerar las temperaturas promedias tanto cálidas como frías, especialmente en los lugares más alejados del ecuador terrestre o las zonas de altitud.

Es importante recalcar que las bajas temperaturas, cuando son persistentes o por largos períodos, afectan gravemente el cafeto y pueden llegar a matar la planta. La altitud como regulador del clima para el cultivo del cafeto está en función de la latitud, pues cerca del ecuador terrestre la altitud tiene una modificación diferente que a los 20 grados norte o sur. En Puerto Rico, el lugar donde más se cultiva está entre los 350 a los 1.000 metros de altitud, pero se encuentra café hasta los 2.000 m. En Costa Rica, las mejores áreas para el cultivo están entre los 800 y 1.200 metros de altitud, pero se cultiva hasta cerca de 1.800 m.

En Colombia, que está más cerca del ecuador terrestre, se cultiva café hasta los 2.000 metros. En Ecuador, cerca de la línea equinoccial, se puede encontrar café a 2.400 m. en la zona de Cumbayá y Tumbaco.

2. Luz - Sombra

Se conoce que para un máximo de fotosíntesis, la luz que llegue a la hoja, deberá ser en una proporción más bien menor que un tercio de la insolación total del medio día. La proporción de asimilación neta del cafeto es mayor bajo condiciones de luminosidad moderada que a pleno sol. La asimilación diaria total es mayor en la sombra que en el sol.

Para que el cafeto funcione bien con máximo de asimilación a plena luz o sol, se considera que no debe haber ningún factor limitante, si sólo hubiere uno, la planta responde negativamente.

Una sombra excesiva también es perjudicial, pues la planta no tiene sus funciones completas y estas se restringen o pueden disminuirse seriamente con los consabidos detrimentos de rendimientos. Este efecto desfavorable puede ser diferencial para algunas variedades, pues aque-

llas mejoradas como el "Caturra" o los "Bourbones", se afectan más que algunas selecciones del "Typica". Se conoce que las plántulas de café se desarrollan mejor cuando desde el vivero hay cerca del 40% de sombra aproximadamente de la luz solar total. Como es lógico este 40% (aproximado) varía grandemente de lugar a lugar dependiendo de la altitud, la luminosidad total o diaria de la zona y la formación orográfica general del lugar. Lo que en una localidad es adecuado, en otras no lo es.

Por esta razón, es indispensable un aprendizaje del grado de sombra en cada localidad. En algunas zonas de Costa Rica se maneja la sombra, con especies de Erythrinas, se da una poda fuerte o total en la época de mayor lluvia y/o menor luminosidad, de tal suerte que cuando llega la otra época, poca lluvia y alta luminosidad, la sombra se haya restituido parcialmente y se mantenga un equilibrio. En otros lugares de Costa Rica se poda hasta dos veces en forma fuerte para mantener un equilibrio o balance de la luz y la humedad. En algunas ocasiones la poda es total y en otras se la realiza dejando una o dos ramas laterales, las que aceleran el desarrollo del resto de ramas. En la zona Atlántica de Costa Rica, se poda primero en enero-febrero y luego en mayo-junio; en la Meseta Central, la primera poda se hace en marzo-abril y la segunda en agosto. De esta manera la sombra nunca supera el 40%, lo cual aún puede ser más graduado dependiendo de la distancia de siembra del árbol de sombra.

La poda al mismo tiempo contribuye con una buena cantidad de materia orgánica, lo que fertiliza el suelo (hasta 120 kg de N por año) y lo protege del impacto directo de la lluvia, haciendo también otras funciones como conservar el agua, evitar el rodaje del agua, etc. Lógicamente, con un manejo así de la sombra, las otras condiciones para la planta de café tienen que ser ideales y no haber ninguna deficiencia como se mencionó anteriormente, especialmente al momento de la poda.

Es muy difícil generalizar cifras exactas de la cuantía de la poda y la fecha, ya que las condiciones varían de zona a zona y pueden depender de la variedad de café y la especie de sombra usada. Por esta razón, cada agricultor deberá tener su propia experiencia o basarse en datos experimentales más próximos o parecidos a su localidad, adaptar a su propia condición tanto de clima como de suelo, variedad, etc.

Se conoce también que el grado de sombreado de una plantación limita la absorción de fertilizantes. Una plantación con más del 60% de sombra va disminuyendo el efecto de la fertilización al suelo hasta que en una de más de 80% de sombreado, la fertilización por buena u oportuna que se haga no tiene efecto.

En zonas ecológicas de baja luminosidad y/o alta nubosidad, la nece-

sidad de sombra en algunos casos se reduce a nada o muy poco (10-15%). Esto lógicamente, deberá ser bien entendido para obtener el máximo aprovechamiento del ambiente y la fertilidad del suelo.

El grado de luminosidad tiene también su aplicación sobre el área foliar y ésta a su vez influye en los rendimientos. Este factor es muy dependiente de las variedades. En general, las variedades mejoradas responden más a la luz que la *Typica*.

El desarrollo normal de la planta, dependiendo de la variedad y/o distanciamiento de siembra, tiene su efecto en el autosombreamiento de las hojas dentro de una misma planta.

Puede afectar también la posición de la hoja ya sea muy horizontal (mucho sombra) o muy vertical (menos autosombreamiento). A más de la intensidad lumínica, es importante la calidad y la duración (fotoperíodo) de la luz, aunque su efecto sea de menor importancia.

3. *Precipitación*

La cantidad de lluvia necesaria para un buen cultivo es un asunto algo controversial, pues los límites de máximo a mínimo varían mucho dependiendo de varios factores como temperatura, estructura del suelo, pendiente, drenaje, tipo de asociación, etc., que hace muy variables estas cifras.

De un estudio de varios artículos científicos al respecto, se puede concluir que los límites bajos para un buen desarrollo del cafeto fluctúan de 760 a 1780 mm bien distribuidos, mientras los límites altos varían de 990 a 3.000 milímetros.

Bajo ambas condiciones, el factor más importante es la adecuada distribución, pues el período seco ideal debe estar alrededor de los 3 meses, variando también debido al suelo, temperatura, etc. Cuando hay lluvias muy intensas que rompen estos períodos secos, entonces la planta desequilibra su fisiología y pueden ocurrir efectos negativos, como una floración fuera de época. Si las lluvias son ténues y no alcanzan cierto nivel de agua, entonces pueden tener poco efecto negativo detrimental en la floración, pero pueden favorecer otros aspectos como plagas y enfermedades o crecimiento de las malas hierbas.

Se ha sugerido que los mejores promedios de lluvia fluctúan entre 1.200 y 1.800 mm, con una buena distribución, como se ha discutido anteriormente.

Cuando el agua puede ser dominada por el agricultor, es decir, se

puede contar con riego y buen drenaje, la cantidad de agua lluvia que caiga no tiene importancia, siendo el único requisito que haya un mínimo de 3 meses secos. En este caso, el máximo de sequía será quizá mejor por cuanto se pueden controlar otros factores negativos para un buen rendimiento, como plagas y enfermedades y se puede concentrar la cosecha en una sola época, favoreciendo de esta manera al beneficiado, sobre todo de pequeños productores.

Al estudiar la lluvia de un lugar, en general no es muy confiable el dato del promedio anual y en muchos casos el de los promedios mensuales, debido a que son muy erráticos. Generalmente pueden suceder lluvias esporádicas que pueden causar algún trastorno especialmente en la floración. En algunas localidades existe un sistema de predicción de lluvias con estudios de probabilidades que puede ser muy útil, sobre todo en aquellas cuencas hidrográficas donde hay mucha variación de año a año.

Otro aspecto importante es que las lluvias en las zonas tórridas, aunque sean en alguna altura sobre el nivel del mar, generalmente son desiguales y con vientos, lo que provoca desuniformidad con las cantidades caídas en lugares cercanos. Si estas lluvias caen directamente en la época seca, afectan tanto el crecimiento como la floración.

Cantidades de lluvia superiores a 3.000 mm, deben considerarse como no adecuadas para el cultivo del café, aunque se conocen plantaciones en regiones con 5.000 mm de lluvia en las cuales se registran trastornos muy acentuados de la producción de año a año y reducciones de rendimiento.

La evapotranspiración, es otro factor importante que se debe tener en cuenta para el cultivo del café. De acuerdo con los datos del clima y dependiendo del suelo, se considera que el café Robusta requiere al menos 1.500 mm para su mejor desarrollo y producción, comparado con el Arábico que requiere solamente 1.000 mm.

Un lugar ideal para cultivar café sería una zona donde haya algo más de 1.000 mm durante 8 ó 9 meses, luego una sequía con poca lluvia y que el período lluvioso inicie con precipitaciones fuertes o abundantes para favorecer y uniformizar la floración. Alguna variación puede haber dependiendo del suelo, en cuyo caso una asociación con otro cultivo (sombra) adecuado, puede solucionar el problema.

Algunos autores sostienen que hay una estrecha relación entre las lluvias del año anterior y la producción de cerezas. Dependiendo del régimen puede ser beneficiosa o negativa. Los efectos negativos se pueden contrarrestar con riegos, sombra o con sustancias reguladoras del creci-

miento. Una cobertura en el suelo también puede alterar cualquier efecto negativo sobre el cultivo, especialmente la falta de agua.

A pesar de que para un buen cultivo del cafeto se requiere una buena estación seca, dependiendo del suelo, ésto puede ocasionar otros problemas como deficiencia de elementos, entre los que se destacan el boro y el fósforo. También cuando hay falta de lluvia puede haber una deficiencia de nitrógeno y fósforo, cuyo síntoma o signo en la planta es difícil de separar.

Existe una interacción entre el contenido de humedad del suelo y su origen en el ritmo de la difusión del oxígeno alrededor del sistema radical. Se ha observado que las plantas expuestas a un estrés de nutrimentos, tienden a ajustar la capacidad bioquímica para la fotosíntesis en proporción a la seriedad de la deficiencia o del estrés, resultando con un incremento en la eficiencia del uso del nitrógeno, lo que resulta en una eficiencia por unidad de nitrógeno presente. Las plantas expuestas a un estrés de agua, fallan en disminuir su capacidad de eficiencia en el uso del agua, decreciendo o disminuyendo la eficiencia del uso del nitrógeno.

En lugares donde la sombra se hace necesaria para un buen desarrollo del cafeto, o para contrarrestar algún efecto negativo es necesario estudiar con cuidado las necesidades de agua, tanto de la sombra, como del cafeto, para mantener un equilibrio en el sistema. Una competencia muy fuerte de la sombra con el agua puede afectar los rendimientos del cafeto. Como se mencionó anteriormente, en algunas regiones de Costa Rica para contrarrestar el efecto negativo de la competencia de la sombra, se usan especies que pueden ser sometidas a fuertes podas y que tengan recuperación rápida como el Poró gigante (*Erythrina poeppigiana*) el cual pierde todas sus hojas durante la época seca, cuando crece normalmente, o puede conservarla cuando se hacen podas dirigidas, las que permiten una buena calibración de la sombra, de acuerdo a la distancia de siembra.

El período seco parece tener una importancia grande en algunos procesos fisiológicos del cafeto como el crecimiento de las raíces, la maduración de las ramas del último crecimiento, la iniciación floral y finalmente la maduración de los frutos.

4. Humedad relativa

La evapotranspiración local es uno de los factores que más influencia tiene de la humedad relativa. Esta a su vez depende de varios factores

entre los que se destaca la temperatura que también influye sobre la presión de vapor.

Aparentemente la Humedad Relativa ideal es variable para cada especie o variedad de café. Se dice que para "Arábica" varía del 70 al 95%, mientras que para los "Robustas" de 80 a 90 por ciento.

En general, se prefiere una Humedad Relativa baja para un mejor cultivo del cafeto, pues se conoce que la Humedad Relativa tiene una fuerte influencia sobre el desarrollo de enfermedades fungosas y la proliferación de plagas. Si la Humedad Relativa es alta permanentemente, entonces, los problemas sanitarios pueden ser los limitantes más fuertes para un alto rendimiento, como sucede en el país en las estribaciones de las cordilleras tanto oriental como occidental o en lugares que, debido a la cantidad de lluvia, la Humedad Relativa es muy alta, como en Esmeraldas.

5. Suelo

Como el cafeto se cultiva en una gran cantidad de lugares en el mundo, los suelos adecuados varían mucho de una zona a otra, aún dentro de un área pequeña.

Los suelos más productivos de café son los latosoles arcillosos. La mayoría de los suelos usados tienen problemas de algún elemento limitante, lo cual se debe conocer para remediarlo como lo requiere la tecnología moderna.

D. FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DEL CAFETO

No hay duda que en todo cultivo el ambiente es el factor más importante que interactúa con la contribución genética, para su desarrollo.

1. Hojas

En general la producción de las hojas del cafeto es potencial durante todo el año, pero la cantidad y calidad de ellas varía durante los diferentes períodos estacionales.

En los tipos Arábigos del África Oriental generalmente las hojas crecen más y más rápido durante la época fresca de lluvias. En América las hojas crecen más rápido durante la estación lluviosa, que generalmente tiene un clima más cálido.

La radiación y la temperatura son los factores más importantes en el desarrollo de las hojas en lugares como Israel.

Durante la etapa de vivero, el desarrollo de las plantitas es mejor, con más hojas y más grandes cuando éste está sometido a un 40-50% de sombreadamiento. Sin embargo, se ha encontrado que el tamaño de la hoja aumenta conforme se aumenta la sombra en forma lineal hasta un 75%, aunque el número de hojas por planta se va reduciendo hasta ser un mínimo en la sombra del 75%. Esto quiere decir que, aunque el tamaño y el número varía considerablemente con el ambiente cambiante, el área foliar no cambia significativamente, compensando genéticamente los dos factores. Se debe tener en cuenta que el efecto de la sombra no sólo afecta la luz sino también la temperatura y puede tener efecto en la humedad del suelo, lo que hace difícil el poder separar estos factores del efecto principal. Sería deseable diseñar experimentos en los que se mantengan todos los factores constantes y sólo variar uno de ellos para comprobar su verdadero efecto. Este tipo de experimentos son muy sofisticados y costosos y no se justifica realizarlos, porque todo tiene que ser artificial.

Algunos autores, sin embargo, creen que la temperatura es más importante que la luz en el control del crecimiento de las hojas. Se conoce también que a altas temperaturas o durante los meses más cálidos cuando el sol cae directamente sobre las hojas y la temperatura sobre éstas aumenta considerablemente, la velocidad de crecimiento de las hojas disminuye notablemente.

La fertilidad natural del suelo o el adicionamiento de fertilizantes, especialmente nitrogenados tienen también una notable influencia sobre el crecimiento de las hojas.

A pesar de que el cafeto es una planta que se supone es siempre verde, hay una época en que pierde un buen número de hojas. Esta característica de la abscisión de la hoja está generalmente asociada a la distribución de la lluvia y a la cantidad de luz. Se estima que el porcentaje de hojas presentes durante la época lluviosa es varias veces mayor que durante la época seca. Esto está controlado además por la calidad del suelo, la retención de agua, drenaje, cantidad de materia orgánica, pendiente, etc. La edad de la hoja para caer o abscisar puede variar de unos pocos meses a un poco más de un año.

Como se puede notar de estas relaciones, la sombra de un cafetal puede tener una influencia bastante grande en la fenología del arbusto especialmente sobre la hoja.

2. Brotación

El café tiene dos tipos de brotación apical. La ortotrópica que puede nacer de un punto terminal o de la axila de una hoja. Esta generalmente se desarrolla solamente si el ápice central ha sido decapitado, pero también cuando la planta es sometida a temperaturas mayores de 30 °C por períodos más o menos largos.

La otra brotación es la plagiotrópica, produciendo ramas laterales en donde se ubican las inflorescencias. Los dos tipos de brotación en general no se revierten, pero ambos están sometidos a factores climáticos fuertemente.

En bajas temperaturas generalmente el crecimiento es lento como en la mayoría de los vegetales, pero se nota una influencia en la acumulación de energía durante los días largos en zonas donde el día tiene más diferencia de 1 hora y 10 minutos como en Turrialba, Costa Rica.

El crecimiento y desarrollo de la brotación en general está asociado al período lluvioso y la temperatura, pero se debe considerar que también le afectan otros factores como el fotoperíodo, sequía o exceso de agua, falta de nitratos debido al exceso de agua de percolación y por el período reproductivo.

En general, se considera que el crecimiento, desarrollo de las hojas y la floración ocurre durante los períodos cuando el largo del día va en aumento, en las zonas alejadas al ecuador terrestre, pero cerca de éste el crecimiento y floración del cafeto es periódico.

Se puede mencionar que la relación entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo no está bien entendida y hacen falta muchos estudios para interpretar sus interacciones.

3. Raíces y tronco

El crecimiento de las raíces en diferentes variedades de cafetos y condiciones, ha sido ampliamente estudiado desde hace muchos años por varios autores en todas partes del mundo. La influencia del tipo de suelo, temperatura, humedad, aún no ha sido muy bien clarificada, aunque se conoce que las raíces del cafeto crecen muy diferentes bajo diversos ambientes y suelos.

La alternancia entre las temperaturas diurnas y nocturnas es otro elemento efectivo en el desarrollo del sistema radical. La variación entre 26 °C día y 20 °C noche parece ser la mejor, crece menos bajo este cambio y crecen más cuando las temperaturas aumentan.

Estudios realizados han concluido que la partición de los fotosintetizados ("sink") es mayor a las hojas, luego a las ramas, después al sistema radical y luego al tronco.

Las altas y bajas temperaturas pueden afectar el desarrollo normal del tronco y las raíces, debido a un impedimento de la traslocación.

Las altas temperaturas (sobre 45 °C) pueden provocar también el crecimiento de una especie de tumoración o engrosamiento en el cuello de la raíz, especialmente en plantas pequeñas en el vivero. Estas temperaturas son fáciles de obtener a nivel del suelo en viveros expuestos a plena exposición solar, como se puede observar en zonas bajas del Ecuador. La misma clase de daño o muy parecido se puede encontrar por efectos de bajas temperaturas (alrededor de 11 °C), como se puede observar en zonas muy altas o en áreas muy alejadas del ecuador terrestre.

4. Floración

Una revisión muy comprensiva de la floración se puede encontrar en Alvim (1973), sin embargo en este capítulo se analizará el efecto del medio ambiente en este proceso tan importante para el rendimiento.

El cafeto responde en forma diferencial al fotoperíodo, lo que hace suponer que pueden haber varios genes envueltos en esta característica. El período más largo con respuesta es de 15 horas luz, reteniendo la floración hasta por seis meses. Sin embargo, hay otros factores medio ambientales mucho más importantes para el estímulo de la floración en el cafeto.

Respecto a la temperatura, se ha observado en Turrialba, Costa Rica, que la floración ocurrió después de una baja (relativa) de temperatura seguida de fuertes lluvias haciéndose difícil separar la influencia de los dos factores. Sin embargo, ambos parecen estar relacionados, especialmente cuando se observa que en algunos años la floración no es igual al año anterior. Esto seguramente se debe a que los dos factores no estaban en su compleja interacción en forma adecuada, o a la función bianual poco entendida.

Se conoce que la cantidad de giberelina se incrementa mucho en las yemas florales, después que una planta haya recibido el estímulo de agua en forma natural o artificial. Hay un balance con el ácido abscísico, el cual no se altera hasta 4 días antes de la apertura floral, época en la cual el contenido en las yemas disminuye considerablemente, para luego de la floración reponerse a su nivel normal. Al mismo tiempo el contenido de almidón en las yemas cambia, tendiendo a desaparecer al momento que el nivel de giberelina va subiendo.

5. Fructificación

El crecimiento del fruto tiene una curva doble sigmoidal, con un período inicial muy lento que dura los primeros 45-60 días después de la polinización. Luego hay un período de 40 a 60 días en los cuales el crecimiento es rápido, o sea hasta 85-110 días. Desde esta edad el fruto permanece más o menos igual con muy poco crecimiento hasta cerca de los 200 días, donde adquiere un nuevo ritmo de crecimiento, que termina aproximadamente a los 240 ó 260 días.

En general, el tamaño final del fruto depende de la cantidad de lluvia caída durante el período de fructificación. De acuerdo con ciertos investigadores, la formación de café "caracol" se debe a la influencia ambiental en interacción con fallas en el desarrollo embrionario, especialmente en los genotipos haploides de los arábigos. Se ha encontrado también que una buena parte se debe a falta de polinización, tanto en Arábigos como en Robustas. Otros autores encontraron que también se debe a un aborto de los óvulos después de la fecundación.

La maduración de la cosecha varía desde algunas semanas hasta algunos meses, dependiendo de las variedades y de los factores ambientales. También es muy importante la latitud con su efecto sobre la duración de los días.

Se ha estudiado el efecto del ethrel o etephon sobre la maduración de los frutos. Hay contradicciones en los resultados, por lo que se podría pensar que esto más bien se debe a las condiciones imperantes del clima al momento de la aplicación y al efecto diferencial de las variedades o material genético, antes que al efecto mismo del químico. Queda además la incógnita de si el efecto de la maduración uniforme afecta o no la calidad del producto.

Durante la maduración de los frutos, el traslado de los materiales fotosintetizados es mucho más fuerte hacia los frutos, especialmente si las ramas están bien cargadas. Durante este período, incluso los frutos en estado verde son estimulados a la fotosíntesis, aunque su contribución total sea muy pequeña en todo el proceso.

E. BIBLIOGRAFIA

- ALEGRE, C. 1959. Climats et cafeiers d'Arabie. Agron. Trop. 14:23-58.
ALVIM, P. de T. 1953. Algunos estudios sobre la fisiología del cafeto. Suelo Tico (Costa Rica) 7:58-62.

- ALVIM, P. de T. 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. In "The formation of wood in forest trees (M. H. Zimmermann, ed). Academic Press, New York. p. 479-495.
- ALVIM, P. de T. 1973. Factors affecting flowering of coffee. In "Genes, Enzymes and Population" (A.M. Srb, ed.), VI. 2, p. 193-202, Plenum, New York.
- ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T., ed. 1977. Ecophysiology of Tropical Crops. Academic Press, New York. p. 249-278.
- BAKER, R. M. 1966. Seasonal deficiency of phosphorus in Arabica. In Tanganyika Coffee Research Station. Research Report 1964. Tanganyika, Coffee Board. p. 48-51.
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M. 1974. Ritmo de crecimiento do tronco do café. Turrialba, 24: 127-131.
- BOSS, M.L. 1958. Some environmental factors related to the growth cycle of *Coffea arabica* L. Proc. Fla. State Hort. Soc. 71:327-332.
- BROWNING, G. 1973. Flower bud dormancy in *Coffea arabica* L. I Studies of gibberellin in flower buds and xiem sap and of abscisic acid in flower buds in relation to dormancy release. J. Hortic. Sci. 48:29
- CANNELL, M.G.R. 1971. Effects of fruiting, defoliation and ring - barking on the accumulation and distribution of dry matter in branches of *Coffea arabica* L. in Kenya Exp. Agric. 7:63-74.
- CANNELL, M.G.R. 1971. Production and distribution of dry matter in trees of *Coffea arabica* L. in Kenya as affected by seasonal climatic differences and the presence of fruits. Ann. Appl. Biol. 67:99-120.
- CANNELL, M.G.R. 1972. Photoperiodic response of mature trees of Arabica Coffee. Turrialba 22:198-206.
- CARNEGIE INSTITUTION, 1990. Year Book 1989. The President's Report. July 1989 -June 1990. Department of Plant Biology. Port City Press Baltimore, Maryland. p. 105-130.
- CARVAJAL, J.F. 1972. Cafeto, Cultivo y Fertilizacion. Instituto Internacional de la Potasa. Berna, Suiza. 141 p.
- CIBES, H.; SAMUELS, G. 1955. Mineral deficiency symptoms displayed by coffee trees grown under controlled conditions. Puerto Rico. Agr. Exp. Sta., University of Puerto Rico. Tech. Paper 14. 21 p.
- CLAUDE, B. 1976. L'éthéphon en caféiculture, sou utilization pour le groupement de la maturité. Café, Cacao, Thé. 20:232-237.
- CRAFTS, A. S.; CRISP, C. E. 1971. Phloem Transport in plants. Freeman. San Francisco, California. p. 370-376.
- FRANCO C.M. 1961. Lesao do colo do cafeeiro causada pelo calor. Bragantia (Brasil) 20: 645-652.
- GAVANDE, S. 1968. Relaciones de humedad de suelos y de difusión de oxígeno en cacao y café. I Reunión Asociación Latino Americana del Suelo. Capítulo Centro América y México. San José, Costa Rica. Resumen. 1 p. (mimeografiado)
- GOMEZ, G.; JARAMILLO, R., A. 1974. Temperaturas en árboles de café al sol. Cenicafé 25:61-62.
- GONZALEZ O., 1962. Pode sus cafetales pasada la cogida. La Tierra (Costa Rica) 4

(23): 1,3.

- GINDEL, I. 1962. Ecological behavior of the Coffee plant under semi-arid conditions. *Coffee* (Turrialba, Costa Rica) 4:49-63.
- HAAARER, A. E. 1963. Best Environment for Coffee. *Indian Coffee*. 27: 289-291.
- HAAARER, A. E. 1977. Producción Moderna de Café. Compañía Editorial Continental S. A. México. 652 p.
- LEON, J.; FOURNIER, L. 1962. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica* L. Turrialba 12: 65-74.
- MARTINEZ, A.; ENRIQUEZ, G. 1984. La sombra para el cacao. Revisión de Literatura y Bibliografía Anotada. CATIE. Turrialba C.R. Serie Técnica. Boletín Técnico No 5. 58 p.
- Mc FARLANE, W. L. 1949. Some factors affecting growth and yield of coffee. Tesis Mag. Agr. IICA. Turrialba, Costa Rica. 62 p.
- MULLER, L.E. 1966. Coffee Nutrition. In Temperate to tropical fruit nutrition. Somerset Press Inc., New Jersey, (USA). 888 p.
- NUNES, M.A.; BIERHUIZEN, J.F.; PLOEGMAN, C. 1968. Studies on the productivity of coffee. Effect of Light, Temperature and CO₂ Concentration on Photosynthesis of *Coffea arabica*. *Acta Bot. Neerl.* 17: 93-102.
- PEREZ, V. M.; CHAVERRI, G.; BORNEMIZA, E. 1956. Algunos aspectos del abonamiento del cafeto con boro y calcio en las condiciones de la Meseta Central de Costa Rica, IICA, Turrialba, Costa Rica. Información Técnica No. 1, 14 p.
- SYBENGA, J. 1961. Genetics and Cytology of coffee. A Literature reviews. The Hayne, The Netherlands. *Bibliographia Genetica* XIX (1960):217-316.
- SYLVAIN, P.G. 1958. El ciclo de crecimiento de *Coffea arabica*. IICA, Turrialba, Costa Rica. (Mimeografiado)
- SYLVAIN, P.G. 1960. El cafeto en relación con el agua. *La Hacienda* 55(5):32-35, 38.
- SYLVAIN, P.G. 1979. Innovaciones agrotécnicas en Caficultura. IICA/ZN. Publicación Miscelánea N 202. PROMECAFE. San José, Costa Rica. 35 p.
- VASUDEVA, N. 1967. Preliminary studies on the growth of coffee leaves. *Indian Coffee* (India) 31: 5-6.
- VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUNA, F.; SILVA, S. 1959. A guide to intensive coffee culture. U. S. Dept. of Agr. Production Research Report No 31. Washington D. C. 51 p.

III. PRINCIPALES VARIEDADES

Ing. Luis Duicela G.
Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

Es importante para el caficultor conocer las diversas características que presentan las principales especies y variedades de café. Esto le permitirá poder seleccionar la especie o material genético que se adapte mejor a las condiciones de clima y suelo de su finca.

En el Ecuador, las especies cultivadas comercialmente son: Coffea arabica y Coffea canephora (robusta). Estas especies se distinguen por sus características morfológicas, constitución cromosómica y sus áreas de dispersión.

B. ARABICOS

1. *Typica*

Es una variedad originaria de Etiopía que presenta plantas de hasta 4 metros de altura con ramas laterales que forman un ángulo de 50 a 70 grados con respecto al eje ortotrópico. Los entrenudos son largos y el color de los brotes nuevos es bronceado. Tiene un amplio rango de adaptabilidad, buena calidad de bebida, baja producción y susceptibilidad a roya. De la variedad "Typica" se han obtenido mediante selección otros cultivares como: Coorg, Surinam, Padang, Local bronce, Abasamuele, Guadalupe y Blue mountain.

La variedad "Typica" fue introducida al Ecuador en el año de 1830 y se empezó a cultivar en Jipijapa, provincia de Manabí. La mayor parte de

las plantaciones de café arábigos del país (92%) corresponden a cafetales de esta variedad.

2. *Bourbón*

La variedad "Bourbón" es originaria de las Islas Reunión (antes Bourbón) y comprende dos cultivares: "Bourbón rojo" y "Bourbón amarillo". Los nombres rojo y amarillo se han dado en base al color de las cerezas. El porte de las plantas de Bourbón es similar a la variedad Typica. Las ramas forman un ángulo de 40 a 50 grados con respecto al eje ortotrópico. Los brotes nuevos presentan un color verde. El rendimiento que se obtiene con la variedad Bourbón es mayor que el de la variedad Typica. Las variedades Bourbón y Typica, hasta hace 40 años cubrían casi toda el área cafetalera de América. El café Bourbón rojo se empezó a cultivar en el Ecuador en el año 1956.

3. *Mundo Novo*

Es una variedad encontrada en el Municipio de Mundo Novo (Brasil) y probablemente se originó de un cruce natural entre Sumatra (selección de Typica) y Bourbon. Las plantas de Mundo Novo son de porte alto, entrenudos cortos y con una coloración verde o bronceada de los brotes tiernos. Las ramas forman un ángulo de 45 grados con relación al eje ortotrópico. La adaptabilidad de esta variedad es limitada. Esta variedad empezó a cultivarse en el Ecuador en el año de 1956.

4. *Caturra*

La variedad "Caturra" fue encontrada en Minas Gerais, Brasil y es considerada como una mutación del café Bourbón. Comprende dos cultivares: "Caturra rojo" y "Caturra amarillo". Los nombres rojo y amarillo se han dado en base a la coloración de los frutos. Las plantas de Caturra son de porte bajo, de aspecto vigoroso y compacto, de entrenudos cortos y con una coloración verde de sus brotes tiernos. Las ramas forman un ángulo de 45 grados en relación al eje ortotrópico. La variedad Caturra es considerada como de amplio rango de adaptabilidad, alta producción, buenas características agronómicas y organolépticas, pero susceptible a la roya del café.

La variedad Caturra se empezó a cultivar en el país en el año de 1956

y en la actualidad el 5% aproximadamente de las zonas de producción de cafés arábigos corresponden a plantaciones de esta variedad.

5. Pacas

La variedad "Pacas" es originaria de El Salvador y es considerada como una mutación del café Bourbon. Las características agronómicas y productivas son similares a la variedad Caturra. La variedad Pacas se empezó a cultivar en el Ecuador alrededor de 1966.

Los cultivares Caturra amarillo, Caturra rojo y Pacas son recomendadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para zonas de producción de café arábigo, bajo un sistema de manejo tecnificado. El factor limitante para el empleo de las variedades en referencia es su susceptibilidad a roya, enfermedad que puede ser eficientemente controlada mediante la estrategia fitosanitaria conocida como control integrado, la misma que comprende, básicamente, un apropiado manejo del cultivo complementado con aspersiones de fungicidas.

6. Catuaí

Esta variedad se originó en Brasil y tiene como base genética una hibridación artificial entre Mundo novo y Caturra. El café Catuaí comprende dos cultivares, "Catuaí rojo" y "Catuaí amarillo". Las plantas de esta variedad son de porte bajo. Las ramas forman un ángulo de 45 grados con relación al eje ortotrópico, con entrenudos cortos y brotes nuevos de coloración verde.

7. Geisha

La Variedad "Geisha" es originaria de la zona de Geisha, en Etiopía. Son plantas de porte alto con frutos de mayor tamaño que la variedad Typica. Es considerada como una variedad de amplio rango de adaptación y resistente a varias razas de roya del cafeto. La línea Geisha T-2722 ha presentado adecuados rendimientos en el país y se encuentra distribuida en forma limitada a partir del año 1980.

8. Villalobos

Es una variedad originaria de Costa Rica y es considerada como una mutación de Typica. Las plantas de Villalobos son de porte bajo, color

bronceado oscuro de los brotes nuevos y con una productividad menor comparada con la variedad *Typica*.

Plántulas de esta variedad se distribuyeron a los caficultores ecuatorianos en 1956.

C. HIBRIDOS INTERVARIETALES

1. *Catimor*

El Centro de Investigaciones de la *Roya del Café* (CIFC), Oeiras, Portugal, ha desarrollado el híbrido "Catimor", que es el resultante del cruzamiento entre *Caturra* x Híbrido de Timor. Las plantas de este híbrido presentan gran variabilidad genética y resistencia a la roya.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en la actualidad viene evaluando un gran número de líneas genéticas de *Catimor* de generaciones avanzadas, procedentes de Costa Rica, Portugal, Brasil y Venezuela, de las cuales se han determinado varias líneas promisorias.

2. *Sarchimor*

El *Sarchimor* es otro material sintetizado en el CIFC (Portugal) en base al cruzamiento de *Villa Sarchi* x Híbrido de Timor. Diversas líneas genéticas de *Sarchimor* (como *Sarchimor C-1669*) están siendo evaluadas en el Ecuador, y presentan hasta la actualidad excelentes características agronómicas, productivas y de resistencia a la roya.

3. *Cavimor*

Es un material sintetizado en el CIFC (Portugal) en base al cruzamiento de las variedades *Catuaí* x *Catimor*.

En la actualidad se están evaluando varias líneas genéticas de *Cavimor* (F1). Las primeras cosechas de estos materiales han creado expectativas, debido a que sus plantas presentan características agronómicas y productivas superiores al cultivar *Caturra rojo* empleada como testigo.

4. *S.795*

El cultivar *S.795* fue obtenido en la Estación Experimental *Balehon-*

nur, Mysore, India y tiene como base genética una selección de C. arabica x C. liberica y el retrocruzamiento con una variedad de C. arabica.

Las plantas de S.795 son de porte alto, crecimiento homogéneo, abundantes ramas laterales con entrenudos largos ubicados en ángulos variables. Presenta una buena adaptabilidad y producción.

La línea S.795 T-3318, ha presentado adecuadas características en algunas localidades del país y se encuentra distribuida de manera limitada a partir del año 1980.

D. HIBRIDOS INTERESPECIFICOS

1. Híbrido de Timor

El Híbrido de Timor es un arabicoide originario de las Islas de Timor. Es resultante del cruce natural entre Coffea arabica x Coffea canephora. Las plantas del Híbrido de Timor presentan gran variabilidad en sus características morfológicas y productivas. Los rangos de adaptación son limitados. Las plantas de este híbrido presentan resistencia a la roya (H. vastatrix) del café. Presentan también resistencia a la enfermedad de los frutos causados por una raza del hongo Colletotrichum coffeanum (CBD) y a varias especies de nemátodos.

Las líneas H. timor T-4387 y H. Timor T-4390 han presentado adecuados rendimientos en el país pero su adaptación es muy limitada.

2. Icatú

Es un híbrido artificial, obtenido en Brasil, mediante el cruzamiento de C. arabica (Bourbón) x C. canephora. Las plantas de este híbrido presentan gran variabilidad en la morfología y producción.

Varias líneas de Icatú están en evaluación y presentan ciertas características interesantes.

E. BIBLIOGRAFIA

- ADELSON, P. 1982. A seleção das variedades de café. In: Correio Agrícola. Brasil. Instituto Brasileiro do Café. p. 366-368.
- ANZUETO, R. F. 1985. Mejoramiento genético y variedades de café. ANACAFE (Guatemala) 259:9-13.
- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. 1987. Manual de caficultura. Guatemala,

- Subgerencia de asuntos agrícolas. p.11-15.
- BETTENCOURT, A. 1982. Variedades de café arábico resistentes a la roya y perspectivas para su utilización en la caficultura del futuro. Traduc. por J. H. Echeverri. San Salvador, PROMECAFE, V Simposio Latinoamericano sobre caficultura. 20 p.
- CASTILLO, Z. J. QUICENO, H., G. 1968. Estudio de la producción de seis variedades comerciales de café. CENICAFE (Colombia) 19(1): 18-39.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE. 1985. Mejoramiento del café. Chinchiná, Caldas, Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Volumen 3. 27 p.
- ENRIQUEZ, G. 1971. Comparación de 30 variedades de café en Pichilingue, Ecuador. Turrialba 21(4): 425-428.
- ENRIQUEZ, G. 1971. Comparación de ocho variedades de café en Pichilingue, Ecuador. Turrialba 21(3): 283-286.
- ESTRADA C, C. F. y AZONON V, L. 1981. Variedades de café resistentes a roya. ANACAFE (Guatemala) 6(208): 41-43.
- GUTIERREZ, J., ENRIQUEZ, G. 1967. Café. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP). 5 p. (mecanografiado).
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de caficultura. Guatemala. Guatemala, ANACAFE. P.17-30.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo de café. San José de Costa Rica. p.24-26.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1982. Descripción de variedades e híbridos de café. Quevedo, Ecuador. Programa de Café, Estación Experimental Tropical Pichilingue. 27 p. (mecanografiado).
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1987. Informe Técnico Anual 1986. Programa de Café, Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue. 263 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1988. Informe Técnico Anual 1987. Programa de Café, Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 24 p.
- JIMENEZ, J. L. 1986. Especies y variedades de café. ANACAFE (Guatemala) 273: 7-11.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1987. Primer Diagnóstico cafetero. Portoviejo, Ecuador. Programa Nacional del Café. 105 p.
- MORENO R, G.Y CASTILLO, Z. J. 1986. La variedad Colombia una variedad de café con resistencia a la roya (Hemileia vastatrix Berk & Br). Chinchiná, Caldas, Colombia. CENICAFE. Boletín Técnico No. 9. 27 p.
- SOTOMAYOR, I., FLIEGE, F., DUCIELA, L. Y LOAYZA, H. 1989. Evaluación de diferentes épocas de aplicación de Oxicloruro de cobre 50 PM en el control de la roya del café (Hemileia vastatrix Berk & Br.). Sanidad Vegetal 4(4): p. 78-93.

IV. SEMILLEROS Y VIVEROS

Ing. Ignacio Sotomayor H.
Ing. Luis Duicela G.

A. INTRODUCCION

La producción de una plantación de café es la resultante de la interacción de los factores genético, medio ambientales y de manejo del cultivo.

El factor genético implica principalmente la selección del material a sembrarse, teniendo presente que una buena semilla producirá plantas de buena calidad con potencial para obtener elevados rendimientos.

Los factores ambientales son las condiciones tanto bióticas como abióticas que debe reunir un lugar para garantizar un adecuado desarrollo de las plantas cultivadas.

El establecimiento de semilleros y viveros, como parte del manejo del cultivo, comprende una serie de actividades que en conjunto determinan el potencial productivo de una plantación.

B. SELECCION DE SEMILLA

Cuando el caficultor no pudiese obtener semilla mejorada ya sea en el Programa Nacional del Café (PNC) o en el INIAP, deberá proceder a seleccionar su semilla en el cafetal de su finca.

La selección de la semilla es una actividad de suma importancia, de ella depende en gran parte el futuro de una nueva plantación de café. Esta labor comienza en la selección de plantas de donde se obtendrá la semilla tomándose en cuenta las características físicas y la producción de los cafetos mediante los siguientes pasos:

1. Selección de plantas madres

Es necesario seleccionar plantas jóvenes, sanas, libres de plagas y enfermedades, que conserven las características de la variedad que se desea sembrar, de alta y estable producción con un bajo porcentaje de granos vanos. En general, la semilla debe proceder de lotes destinados para este propósito procurando escoger plantas centrales de la parcela.

2. Cosecha de café cereza

Se debe recolectar frutos sanos que hayan alcanzado su completa madurez fisiológica (cereza), que presenten un tamaño deseable de acuerdo a la variedad seleccionada (Foto 1). De igual manera, se debe eliminar los frutos pequeños y vanos. Una planta con bajo porcentaje de granos vanos (granos que flotan cuando son colocados en el interior de un recipiente conteniendo agua), transmitirá esta característica a sus descendientes. Una planta buena productora y con un porcentaje de granos vanos equivalente al 5% se considera como una adecuada planta madre.

3. Beneficio

Este proceso consiste en el despulpado, fermentación, lavado y secado de la semilla.

a. Despulpado

Esta práctica debe realizarse preferiblemente a mano y durante el mismo día en que se realiza la cosecha. Si la cantidad de semilla es muy grande puede usarse una despulpadora manual bien calibrada, teniendo cuidado de no lastimar al pergamino.

b. Fermentación.

Se debe fermentar el grano despulpado en recipientes adecuados (sacos de yute, baldes, tinas, etc.) durante 18-36 horas dependiendo del factor temperatura. En determinadas fincas con altas temperaturas, la fermentación es más rápida (14 horas) que en aquellas con baja temperatura (27 horas). Es importante no sobrefermentar el grano, ya que puede afectar al embrión.

c. Lavado

La semilla se debe lavar inmediatamente después del proceso de fermentación, que es perceptible por el fácil desprendimiento del mucílago. Debe hacerse por lo menos durante 3 veces con agua corriente limpia. La retención de éste en el pergamino favorece la proliferación de hongos.

d. Secado

Esta operación debe realizarse después del lavado, tomando en cuenta que la semilla puede ser expuesta al sol solamente 45 minutos para remover el agua que trae del lavado.

Posteriormente, se continúa este proceso en lugares sombreados y con buena ventilación, sobre costales de yute, tablas, etc, moviendo las semillas constantemente. En realidad, es preferible hacer el secado a la sombra hasta obtener una humedad del 14%, teniendo el cuidado de remover la semilla diariamente.

Cuando la semilla se seca artificialmente, la temperatura empleada debe ser inferior a 45 °C.

4. *Selección de semilla en pergamino*

Durante esta fase se debe eliminar manualmente los granos anormales (caracoles, triángulos y monstruos), enfermos o defectuosos (Foto 2). En esta forma, sólo se selecciona semilla completamente desarrollada y bien formada, con punta redonda y ranura recta.

La semilla de café está cubierta por una lámina dura que corresponde al endocarpio del fruto, conocida con el nombre de "pergamino". Este tejido rodea cada una de las cavidades o lóculos de que está constituido un fruto normal. En la parte interna del pergamino se encuentra el endospermo o almendra del grano, cubierto por una capa fina denominada "película plateada". En el interior del endospermo se encuentra un embrión pequeño.

En general, la forma de la semilla de café depende de aquella que tenga la cavidad que ésta ocupa en el ovario ya que el endospermo se desarrolla después de que el ovario y sus lóculos han adquirido su tamaño y formas definitivas.

El ovario de forma ovoide contiene generalmente 2 cavidades separadas en sentido longitudinal por un débil tabique. Normalmente, cada uno de ellos contiene un óvulo. Cuando ambos óvulos desarrollan hasta formar el grano, éstos ocuparán una cavidad plano convexa correspondiente al medio ovario. Este tipo de semilla se conoce como "normal".

Cuando un óvulo no se desarrolla por problemas de fecundación o por cualquier otra causa, el restante, durante su desarrollo rompe fácilmente el tabique ocupando de esta manera toda la cavidad ovárica adquiriendo la forma de ésta, dando como resultado el grano "caracol".

Por otra parte, se pueden presentar también granos con tres o más cavidades formándose los granos "triángulos" o "trifaciados". Es decir que, el ovario normalmente bilocular tiene tres o más semillas.

En otros casos, los granos denominados "monstruos" se forman cuando se desarrolla más de un óvulo en cada cavidad del ovario dando origen a igual número de endospermas.

Finalmente, puede ocurrir que la almendra no alcance un desarrollo completo dentro del espacio vacío del pergamino, dando lugar a los denominados "granos vanos".

Con el propósito de adelantar la germinación se puede eliminar el pergamino de los granos como una labor opcional (trillar). Mediante la remoción del pergamino se puede adelantar en 15 a 20 días la germinación de las semillas.

No debe sembrarse semilla almacenada por más de cuatro meses. Esta puede conservar su viabilidad en un 80% a las 16 semanas. En caso de almacenamiento, éste debe hacerse en lugares secos, frescos y ventilados, donde las variaciones de temperatura sean mínimas durante el día, dentro de recipientes herméticamente cerrados ya sea de vidrio, papel, yute, liencillo, etc. y con un 14% de humedad del grano. Previamente, se debe desinfectar la semilla en seco, empleándose en este caso Vitavax 75 PM en la dosis de 1 g/kg de semilla.

C. SELECCION DEL TERRENO

El terreno donde se establecerán los semilleros y viveros debe tener las siguientes condiciones:

1. Estar localizado cerca o en las inmediaciones de una fuente de agua.
2. Debe ser plano y nivelado.

3. Libre de piedras, terrones, palos.
4. Libre de malezas, plagas y patógenos.
5. De fácil acceso.
6. Cerca de las áreas de plantación definitiva.

D. COBERTIZO

Es la ramada donde se encuentran los semilleros y viveros. En determinadas condiciones puede aprovecharse áreas con sombra natural (Fotos 3 y 4).

1. Construcción

Es conveniente y económico usar materiales preferentemente de la finca, tales como caña guadúa, madera, hojas de palma, hojas de plátano, etc.

- Los pilares pueden ser de caña guadúa o madera y deben tener 2,70 m de longitud, debiéndose enterrar 0,5 m, obteniéndose una altura neta de 2,20 m. Es recomendable emplear una distancia de 4 x 4 m para pilares de caña y de madera.

- Los travezaños deben ser de una longitud igual a la distancia usada entre pilares y pueden ser del mismo material que aquellos. Para el armazón del techo del cobertizo, se puede emplear tiras de cañas o palos delgados.

- La cubierta puede ser de hoja de palma, mallas u otros materiales colocados sobre el techo, procurando dar un 60-70% de sombra (Foto 5).

El vivero debe tener protección lateral principalmente en el lado este y oeste, evitando el exceso de insolación en las plántulas; además, esto protegerá en cierto grado el ingreso de animales que podrían destruir las plántulas (Foto 6).

2. Dimensiones

Estas dependen del número de plantas a propagarse, pudiendo ser de 8 x 16 m, 10 x 10 m, 20 x 20 m, etc.

3. *Renovación de materiales*

Los materiales deteriorados deben ser reemplazados oportunamente, evitándose así la destrucción del cobertizo que al caer puede causar pérdidas de las plantitas presentes en los semilleros y viveros.

E. SEMILLERO O GERMINADOR

Es el sitio donde se siembran las semillas para su germinación y crecimiento primario de las plántulas previo a su trasplante al vivero o almácigo.

1. *Epoca para el establecimiento*

El establecimiento de un semillero debe realizarse al inicio de la época seca o inmediatamente después de la cosecha principal.

2. *Construcción del semillero*

Para el efecto, es necesario confeccionar un marco con caña guadúa, tablón, ladrillo u otro material que dé una estructura firme. El tamaño recomendable es de 1,0 m de ancho, 0,2 m de alto y de longitud variable, dependiendo ésta de la cantidad de semilla disponible o del número de plantas que se requieran. Se estima que por cada kilogramo de semilla en pergamino se obtienen 2200 plantas efectivas. Es importante dejar una calle de 0,40 m entre cada semillero.

La adopción de las medidas recomendadas permitirá la realización de las diferentes labores culturales, así como también el cálculo de los insumos requeridos.

En casos que se haya presentado anteriormente en ese lugar, una alta incidencia de enfermedades en el semillero, es recomendable construir el marco sobre "patas" de 0,5 - 0,6 m de alto, con un fondo de latón y unas pequeñas perforaciones para facilitar el drenaje. El exceso de humedad afecta el desarrollo de las plantas y favorece al desarrollo de patógenos.

3. *Substrato*

En este caso, se puede emplear cualquiera de los 3 tipos de substratos

disponibles, ya sea tierra de montaña o el mejor suelo de la finca, una mezcla de arena y suelo o solamente arena.

a. Suelo. Este debe ser lo suficientemente suelto o de textura franca, con una profundidad suficiente, libre de piedras, raíces y todo material que pueda interferir con el libre crecimiento de las raíces del café (Foto 7). No es necesario el uso de material orgánico, ya que podría causar una mayor incidencia de plagas y enfermedades.

Mediante la utilización de este sustrato, las plántulas pueden permanecer por un tiempo mayor en el semillero sin que se presenten problemas de clorosis o amarillamiento en razón de que existe una suficiente cantidad de nutrientes en el suelo. Sin embargo, presenta algunas desventajas, tales como un menor desarrollo del sistema radicular y mayor posibilidad de incidencia de nemátodos y enfermedades como el "Mal del talluelo" o "damping off" causado por *Rhizoctonia*, *Phytlum*, *Fusarium* y otros patógenos del suelo.

Es importante mencionar que las plántulas de café viven durante todo su proceso germinativo a expensas de los nutrientes almacenados en el endospermo (semilla) hasta que alcanzan el estado de "soldadito" o "fosforito".

b. Arena y suelo. En este caso debe prepararse el suelo a una profundidad adecuada, eliminando las piedras y cualquier otro material que pueda interferir con el desarrollo adecuado del sistema radicular. Posteriormente, se debe adicionar una cantidad de arena con el propósito de lograr una proporción textural deseable.

Al igual que en el sustrato mencionado anteriormente, las plántulas pueden permanecer por un tiempo mayor en el semillero sin mostrar clorosis o amarillamiento en razón del aporte de nutrientes del suelo empleado en la mezcla.

Presenta las mismas desventajas de los semilleros preparados a base de suelo.

c. Arena. Cuando se emplea este tipo de sustrato, es posible obtener un mejor sistema radicular de las plantitas.

Una práctica muy importante es aplicar riegos diarios ya que al haber deficiencia de humedad, la germinación podría reducirse y ser irregular.

El trasplante al vivero debe realizarse cuando las plantitas están

en estado de soldadito (fosforito) o en chapola, ya que de lo contrario existe el riesgo de perder el material a propagarse (Foto 8).

En el cultivo de café, usualmente se denomina "fosforito" a una pequeña planta constituida por un tallo delgado que posee 2 hojas cotiledonares que permanecen en el interior de la semilla y de una raíz cuya proporción es de dos veces más grande que el tallo. Comúnmente se la conoce también con el nombre de "soldadito".

Se da el nombre de "chapola" a una plantita pequeña que tiene un tallo delgado y cuyas dos hojas cotiledonares están completamente abiertas y una raíz dos veces más grande que el tallo. Usualmente, se la conoce también como "mariposa".

4. *Desinfección del semillero*

Una vez seleccionado el substrato, debe procederse a llenar el marco del semillero hasta una altura de 0,15 m. Luego se lo desinfecta empleando Brassicol 75% PM (Pentacloronitrobenzeno - PCNB) en dosis de 5 g/litro agua (una cucharada de producto en 4 litros de agua) aplicando un galón de la solución por cada metro cuadrado de semillero.

Se puede emplear también otros productos tales como: Antracol (Propineb), Dithane M-45 (Mancozeb), Manzate (Maneb), en la dosis de 30g en 10 litros de agua por metro cuadrado de semillero.

Para evitar problemas de nemátodos se recomienda aplicar 10 g de Furadan 10% G (Carbofuran), Namacur 10% G o Mocap 10% G por cada metro cuadrado.

La aplicación de los pesticidas mencionados puede efectuarse desde una semana antes hasta el momento de la siembra. Es recomendable efectuarla de una manera anticipada a la siembra como una medida de precaución.

Una vez realizada la aplicación del desinfectante, se remueve, nivela y apisona ligeramente el suelo quedando así el semillero listo para la siembra.

En determinadas ocasiones, a pesar de la desinfección del suelo, puede detectarse la presencia del "Mal de talluelo" en la época en que las plantas están en el estado de "soldadito" o "chapola".

En estos casos es conveniente aplicar Difolatan (Captafol) a los tallitos a razón de 5 g/litro de agua (1 kg por 50 galones) o 15 g de Ferban (Fermate) o Manzate (Maneb) por galón de agua. Sin embargo, cuando aparece la enfermedad es necesario eliminar los focos previniendo el ataque al resto de las plantas y aplicando fungicida inmediatamente.



FOTO 1. Cerezas seleccionadas para semilla.



FOTO 2. Semilla apta para la siembra y granos anormales.



FOTO 3. Cobertizo para semilleros y viveros de café.



FOTO 4. Vivero de café con sombra natural



FOTO 5. Vivero de café con cobertizo de material vegetativo.



FOTO 6. Protección lateral del vivero para evitar exceso de luz en las plantitas de café.



FOTO 7. Substrato cernido para uso en semilleros de café.



FOTO 8. Plántulas de café en estado de fosforito y chapola.



FOTO 9. Sistema de siembra de café al voleo.



FOTO 10. Sistema de siembra de café en surcos.



FOTO 11. Semilleros con plántulas de café en estado de fosforito.



FOTO 12. Plántulas de café con raíces deformes.



FOTO 13. Distribución de plántulas en hileras dobles.



FOTO 14. Plántulas de café listas para ser transplantadas.



FOTO 15. Planta de Robusta (*Coffea canephora*) multiplicada por vía asexual



FOTO 16. Truncos de cafetos recepados para uso como leña.



FOTO 17. Cafetal establecido con sombra temporal de plátano



FOTO 18. Cultivo de café bajo sombra temporal de plátano



FOTO 19. Remoción de raíces y tejido necrótico en rizomas de plátano.



FOTO 20. Cultivo de café con sombra regulada.



FOTO 21. Cafetal con distanciamiento adecuado entre hileras.



FOTO 22. Cultivo de C. canephora (Robusta).



FOTO 23. Cafetal establecido en curvas a nivel, utilizando barreras vivas y zanjas de desviación.



FOTO 24. Cultivo de café establecido en curvas a nivel.



FOTO 25. Cultivo de café bajo sombra permanente.



FOTO 26. Cultivo de café tradicional con sombra de varias especies vegetales.



FOTO 27. Cafeto con dos ejes productores.



FOTO 28. Cafeto previamente agobiado con chupones seleccionados.



FOTO 29. Cafeto descopado (var. Caturra).



FOTO 30. Sistema de recepa por áreas (Robusta).

Se puede efectuar una aplicación al momento de retirar la cubierta del semillero y la otra inmediatamente antes del trasplante.

5. Siembra

Las semillas germinan más fácilmente cuando la parte plana es colocada hacia abajo.

Existen varios métodos de siembra que podrían emplearse, cuya selección se basará principalmente en función de la cantidad de semilla a sembrarse, debiendo programarse un 10% adicional para usarse en las resiembras.

a. Al voleo: Este sistema es empleado cuando se va a emplear grandes cantidades de semilla. En este caso, debe procurarse que las semillas empleadas queden bien distribuidas evitando que haya amontonamiento (Foto 9).

b. En surcos: La siembra de la semilla se realiza en surcos pequeños de 1 cm de profundidad, separándolos a 5 cm entre hileras y 1 cm entre semillas. Es recomendable para pequeñas áreas de siembra o para caficultores que posean poca cantidad de semilla (Foto 10).

c. En fajas: En este caso, la siembra se hace en secciones de 5 cm de ancho y 1 cm de profundidad, separadas 10 cm a lo largo de las camas.

En los tres casos, la semilla debe taparse ligeramente con arena o tierra suelta, teniendo en cuenta que la capa sea de un espesor igual al de la semilla. Inmediatamente después debe regarse el semillero usando una regadera o manguera provista de una boquilla o aspersora.

6. Cobertura

El semillero puede cubrirse con hojas de palma, plátano, u otra hoja ancha, inclusive paja seca o sacos de yute, evitando que éstas toquen el semillero por lo que previamente debe colocarse unas tiras de caña que sirvan de soporte para que el material quede bien distribuido y el riego sea parejo. La cobertura sirve para mantener la humedad y temperatura evitando la emergencia de malas hierbas y el golpeo del agua lluvia o riego que podrían descubrir la semilla.

7. Cantidad de semilla

Un kilogramo de semilla de café pergamino al 14% de humedad contiene aproximadamente 4.000 a 5.000 semillas. Con el método de siembra al voleo se requiere hasta 1 kg de semilla por metro cuadrado. En cambio para fajas y surcos se requiere de 0,25 a 0,45 kg de semilla por metro cuadrado, respectivamente.

8. Riego

Este debe practicarse usando una regadera cuantas veces sea necesario con el propósito de mantener el suelo húmedo sin permitir secamiento ni encharcamiento. Tres riegos por semana puede ser adecuado. Los excesos de agua favorecen la pudrición de raíces y el desarrollo de enfermedades fungosas.

9. Tiempo

El tiempo en que las semillas germinan y alcanzan el estado de "soldadito" (fosforito) varía de acuerdo a la especie de café y el clima de la finca. En la especie arábica (Caturra, Catuaí, Typica, Pacas, Catimor, etc.) el tiempo varía de 35 a 50 días para zonas bajas y de 50 a 65 en zonas altas. En lo que respecta a la especie Canephora (Robusta) ésta tarda 10 días más que la Arabica para alcanzar el mismo estado de desarrollo (Foto 11).

F. VIVERO

Es el lugar donde se desarrollan las plantitas hasta el momento de ser plantadas al sitio definitivo en el campo.

El establecimiento del vivero se puede realizar mediante los métodos siguientes:

1. *Transplante*

Mediante esta operación se trasladan las plántulas que provienen del semillero al vivero donde son sembradas en las fundas.

Es recomendable evitar dañar las plantitas cuando se realiza el arranque del semillero, debiendo en este caso usar una paleta de madera para

hacer presión de palanca procurando que salgan libremente y poder seleccionar las mejores. Aquellas plantitas que presentan defectos deben ser eliminadas (Foto 12).

2. *Siembra directa*

Este sistema consiste en sembrar directamente en la funda de 1 a 3 semillas a 1 cm de profundidad. Posteriormente, se puede eliminar o no plantas lo que dependerá del tipo de siembra (número de ejes productores) a utilizarse. En este sistema después de la siembra es necesario cubrir las camas con hojas secas para conservar la humedad evitando que las semillas afloren a la superficie debido a la acción mecánica del agua de lluvia o irrigación. Luego de iniciada la germinación es necesario ralea esta cubierta eliminándola completamente cuando las plántulas estén en estado de "fosforito".

En general, tanto el sistema de transplante como de siembra directa requieren los mismo cuidados.

3. *Manejo del vivero*

a. Substrato

Para que las plántulas tengan un buen medio para su desarrollo las fundas deben llenarse con un substrato cuya textura no debe ser muy suelta (arenosa) ni demasiado compacta (arcillosa). Cuando el substrato es muy suelto, el "pan de tierra" podría desintegrarse al momento de la siembra. Por el contrario, cuando es de textura arcillosa, dificulta el desarrollo de la raicillas. De esta manera, se debe procurar preparar un substrato que reúna las condiciones de una buena textura (franca).

La tierra empleada debe provenir de la capa superficial del suelo (alrededor de 0,10 m), evitando la presencia de malas hierbas. En lo posible no usar tierra donde se haya cultivado café.

Se puede emplear tierra de montaña, tierra de cacao mezclada con pulpa de café descompuesta, o en su defecto una mezcla de dos partes de tierra de montaña más una parte de pulpa de café o gallinaza. En este caso, se debe desmenuzar bien el substrato a emplearse así como la pulpa de café o gallinaza, mezclándolas previamente con una pala antes de pasarlo a través de una cernidera. De esta manera se

eliminan terrones, pedazos de rocas, piedras, etc. que podrían obstaculizar el normal desarrollo de las raíces.

b. Dimensiones y características de las fundas

Las fundas plásticas a emplearse deben ser preferiblemente de color negro y perforadas, con un tamaño de 6 x 10, 7 x 10 u 8 x 12 pulgadas; éstas deben tener de 15 a 30 huecos en la mitad inferior para el escurrimiento del agua excedente. Las fundas se deben llenar con el sustrato usando "cucharones" de metal o de caña guadúa.

Las "camas" deben estar conformadas preferiblemente de hileras dobles de fundas a lo ancho por el número necesario de fondo. La distancia entre hileras debe ser de 0,40 m procurando que haya una buena penetración de luz y facilidad para la realización de labores de mantenimiento (Foto 13). En aquellos casos en que el terreno tenga una pequeña inclinación se colocan las fundas plásticas en forma perpendicular a la pendiente.

En algunas ocasiones se hace necesario espolvorear las fundas con Sevin 5% PM (Carbaril) como medida preventiva para gusanos trozadores, grillos y cochinillas de la raíz, antes de transplantar el "fosforito" o chapola. Momentos antes del trasplante, se debe irrigar ligeramente tanto el semillero como la "cama" vivero.

c. Tratamiento al suelo

Para la desinfección del suelo se recomienda aplicar Brassicol 75% PM (PCNB) en la dosis de 5 g/litro de agua (2 lb en 50 galones) empleando una regadera. Con un galón de la solución se puede tratar alrededor de 60 fundas. Ocho días después del tratamiento, se procederá a la siembra de las plántulas.

d. Transplante al vivero

Cuando las plántulas son retiradas del semillero, deben tener su sistema radicular cubierto por un paño húmedo evitando de esta manera su muerte por secamiento o por la incidencia directa de los rayos solares. Usando un "chuzo" de palo o espeque de mano de 0,20 m de largo y 0,03 m de ancho, se cava un hoyo en el centro de las fundas que contienen el sustrato y se siembran las plantitas del semillero (removiendo ligeramente el sustrato con una latilla) a las fundas ho-

yadas. Se debe tener la precaución de que las "soldaditos" o "chapolas" seleccionadas sean de un tamaño homogéneo, sanas, vigorosas, bien formadas, eliminándose las raquífticas, enfermas, deformes y con raíces dobladas. Si la raíz pivotante es muy larga es procedente cortar en la parte terminal, para evitar que quede doblada en el hoyo. Se debe tener cuidado de no cortar más de un tercio de la raíz, ya que se provocaría una bifurcación y problemas en el sistema radicular superficial en el campo. Esta operación tiene por objeto suprimir la dominancia apical. Es conocido que las auxinas de la raíz están concentradas en el ápice inmediatamente arriba de la cofia. La eliminación de éste provoca (igual que la poda de descope induce el desarrollo de yemas laterales) la emisión de un mayor número de raíces laterales y raicillas que ayudarán a la adecuada nutrición de la planta.

Las plántulas deben ser sembradas en las fundas al mismo nivel o profundidad que estaban en el semillero.

Para esto es necesario introducir el "fosforito" o chapola profundamente en el hoyo y luego levantarla ligeramente hasta que el cuello de la plántula quede a ras del suelo. De esta forma las raíces quedarán en su posición original.

Se debe evitar que queden bolsas de aire que al llenarse de agua podrían causar la pudrición de la raíz. De esta forma, la plantita quedará bien apretada, es decir, que al jalar no sea arrancada con facilidad.

e. Riego

Debe mantenerse siempre una adecuada humedad del sustrato. Es recomendable efectuar tres o cuatro riegos por semana, dependiendo de las condiciones ambientales del lugar.

En aquellos casos en que no se disponga de riego en el verano, es recomendable que las fundas sean enterradas por lo menos la mitad de su tamaño procurando de esta manera mantener la humedad dentro de ellas.

f. Fertilización

La fertilización química y orgánica al suelo en viveros es una práctica generalizada y necesaria para obtener plántulas con buen desarrollo vegetativo. Las recomendaciones se mencionan en el capítulo correspondiente a fertilización.

Debe tenerse la precaución de efectuar un riego profundo o fuerte la tarde anterior al día de la fertilización. En otras palabras, hay que tener cuidado que el fertilizante no quede en contacto con el tallo de la plántula, evitando de esta manera quemaduras. Además, no se debe regar el mismo día de la aplicación del fertilizante.

g. Deshierbas

Las deshierbas deben realizarse manualmente con el propósito de evitar la competencia de las malezas con las plantitas ya sea por espacio, luz y nutrientes.

h. Control de plagas

En caso de presentarse niveles apreciables de daños por "minador", "orugas" u otras plagas, deben aplicarse las recomendaciones indicadas en el capítulo correspondiente a las plagas del café.

i. Control de enfermedades

En general, cuando las plántulas tienen su primer par de hojas verdaderas pueden ser asperjadas con fungicidas para prevenir posibles ataques de enfermedades. Normalmente se debe efectuar las asperisiones cuando se detecta los primeros síntomas. La frecuencia puede ser de 15 a 30 días, según las condiciones climáticas prevalentes en la zona y la intensidad de ataque.

j. Tiempo

Cuando se emplea el sistema de "transplante" las plantitas deben permanecer en el vivero por un tiempo de 150-180 días y luego se trasladan al campo para su establecimiento en el terreno definitivo, que debe coincidir con la época lluviosa. (Foto 14)

En el caso de siembra directa las plántulas están listas para ser plantadas en el campo después de un período de 6 meses.

k. Precauciones generales

Es necesario usar plántulas del mismo tamaño para cada sector específico. Por lo tanto, se debe seleccionar y agruparlas durante su de-

sarrollo en el vivero o en el momento de transportar las plántulas al campo. Es conveniente eliminar las plántulas raquíticas, deformadas, atacadas por plagas, enfermedades y con síntomas de deficiencias nutricionales.

Las de menor desarrollo y de buena condición deben ser agrupadas y abonadas convenientemente para ser plantadas posteriormente.

Es importante mencionar que el transporte de las plántulas demanda de ciertos cuidados especiales. Se debe acondicionar las plantitas en el vehículo disponible evitando se disgregue el pan de tierra de la funda para mantener de esta manera un sistema radicular intacto.

Cuando se requiere transportar plantitas a grandes distancias y en gran número, es recomendable usar un camión con una protección superior o lona (carpa) evitando así la acción mecánica del viento sobre las hojas tiernas del café.

G. BIBLIOGRAFIA

- ALMACIGO DE CAFE. 1987. Anacafé (Guatemala). No. 277: 23, 25, 27, 28.
- ALVAREZ, S. 1987. Selección de semilla. ANACAFE (Guatemala) 284: 23-27.
- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. 1987. Manual de caficultura. Guatemala, Subgerencia de Asuntos Agrícolas. p. 16-28.
- CARVAJAL, J. F. 1984. Café: Cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. p.42-50.
- CONCEPCION, M. 1982. La pulpa de café y su utilización como abono orgánico. In Simposio latinoamericano sobre caficultura. El Salvador, San Salvador, 1982. México, IICA zona norte. p. 10-16.
- CHONG, R. 1980. Establecimiento de almácigos de café. ANACAFÉ (Guatemala) No. 190. p. 13-14.
- ESPINOZA, H., JIMENEZ, O., VILLEDA, A. 1985. Fertilización. ANACAFE (Guatemala). 259: 15-23.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. Manual del Cafetero Colombiano. 4ed. Colombia. p. 37-46.
- GARCIA, L. 1979. Como obtener buena semilla en el cultivo del café. ANACAFÉ (Guatemala). No. 183: 23-24.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de caficultura Guatemala. Guatemala, ANACAFE. p. 31-50.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, Costa Rica. p. 26-31.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. Técnicas modernas para el cultivo de café. Nuevo San Salvador. El Salvador. p. 17-25.
- JIMENEZ, J. 1987. Semilleros de café. ANACAFE (Guatemala). No. 276: 11-12.

- MANUAL DE CAFICULTURA. 1985. Anacafé (Guatemala) 250:5- 13.
- MESTRE, M. A. Evaluación de la pulpa de café como abono para almácigos. CENICAFE (Colombia) 28 (1): 18-26.
- MORALES, D., SAM, O. Y DELL_AMICO, J. 1985. Crecimiento de plántulas de café (Coffea arabica L. variedad Caturra) al sol y bajo sombra controlada. II. Viveros estacionarios. Cultivos tropicales (Cuba). 7 (1): 3-12.
- RODRIGUEZ, G. 1979. Recomendaciones para la preparación de semilleros y almácigos de café. ANACAFE (Guatemala). No. 182: 8-11.
- RODRIGUEZ, G. 1985. Semilleros. ANACAFE (Guatemala) No. 259: 25-26.
- RODRIGUEZ, G. 1985. Almácigos. ANACAFE (Guatemala). No. 259: 27-29.
- SAN JUAN, E. J. R. et al. 1981. Evaluación de la calidad de almácigo de 1, 2, 3 y 4 posturas por bolsa de variedades Caturra y Bourbón. In Cuarto Simposio latinoamericano sobre caficultura, Guatemala, Guatemala, 7-8 Diciembre de 1981. México, IICA - Zona Norte, 1981. p. 112-116.
- SELECCION DE SEMILLA. 1987. ANACAFE (Guatemala). No. 275: 15-16.
- SUBGERENCIA DE ASUNTOS AGRICOLAS. 1987. Almácigos de café. ANACAFE (Guatemala) 277:23, 25, 27, 28.
- VASQUEZ, M. 1991. Obtenga semilla de café de mejor calidad. ANACAFE (Guatemala). 317: 13-17.

V. ESTABLECIMIENTO DE CAFETALES

Ing. Luis Duicela G.
Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

En la actualidad en el Ecuador se producen alrededor de 120 toneladas métricas de café oro, que provienen de alrededor de medio millón de hectáreas cultivadas a nivel nacional. Esto equivale a un rendimiento promedio de 240 kg/ha, valor que se considera como uno de los más bajos de Latinoamérica. Indudablemente, este nivel de productividad está afectado por la existencia de cafetales viejos e improductivos que sobrepasan los 20 años de edad. Esta situación plantea la necesidad urgente de renovar y/o diversificar una extensa área actualmente cultivada con café.

El potencial productivo de un cafetal depende de la variedad cultivada, de las condiciones agroecológicas y del empleo de prácticas culturales como: podas, regulación de sombra, fertilización orgánica y/o química, control de plagas, enfermedades, malezas y la ejecución de una adecuada cosecha.

La aplicación de las labores mencionadas determina significativos incrementos en la producción, justificando plenamente la inversión realizada en la tecnificación del cafetal.

La presencia de enfermedades y plagas exóticas como la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) y la broca (*Hypothenemus hampei* Ferr.), que en la actualidad se encuentran afectando extensas zonas de producción cafetalera, están obligando a tecnificar la caficultura. Para el efecto, es necesario empezar con un correcto establecimiento de las plantaciones, empleando variedades superiores y sembrándolas en áreas agroecológicas aptas y con un adecuado manejo del cultivo. De este modo se logrará enfrentar con éxito a

las enfermedades y plagas del cafeto y al mismo tiempo obtener altos rendimientos por unidad de superficie.

B. ETAPAS EN EL ESTABLECIMIENTO

El establecimiento de cafetales comprende tres etapas relacionadas entre sí: antes, al momento y después de plantar los cafetos en el campo definitivo.

1. *Antes de plantar los cafetos*

a. Obtención del material de siembra

Al observar un cafetal se puede constatar que las plantas no son iguales entre sí, aún cuando sean de la misma variedad. Se aprecian diferencias en el porte y vigor de los cafetos, en el color, forma y tamaño de los tallos, ramas, hojas, flores y frutos; en el estado sanitario y en la capacidad productiva, etc. Estas variaciones dependen de los factores ecológicos como clima y suelo; del manejo del cafetal y de las características heredadas de sus progenitores.

Un buen cafetal debe tener sus características agronómicas más o menos uniformes y ser altamente productivo. Para alcanzar este importante propósito es conveniente empezar con la obtención de un buen material de siembra, que asegure la pureza varietal y una buena condición agronómica de las plántulas.

En el caso de las variedades arábicas como Caturra rojo, Caturra amarillo y Pacas, es muy conveniente la multiplicación sexual o por semilla, por pertenecer a una especie autógama (autofértil). En cambio, en el caso del C. canephora (Robusta) que es una especie alógama (polinización cruzada), la multiplicación vegetativa a partir de clones derivados de plantas con excelentes características agronómicas y productivas, constituiría la alternativa más segura para disponer de un buen material de siembra (Foto 15).

b. Preparación del terreno

El cafetal viejo e improductivo, (área sujeta a la renovación), debe ser eliminado. Para el efecto, se debe en lo posible arrancar los cafetos de raíz o procederse a cortar sus tallos a nivel del suelo, empleando

ya sea hacha o motosierra. Los tallos de los cafetos cortados pueden aprovecharse para la elaboración de carbón o usarse directamente como leña (Foto 16).

La preparación del terreno consiste en la limpieza y acondicionamiento del área donde se va a cultivar café.

Cuando se realiza la renovación de cafetales, normalmente es factible adecuar los árboles de sombra establecidos anteriormente, siempre y cuando estén en buenas condiciones sanitarias y presenten una adecuada forma de sus tallos y copas. En otros casos, es preferible tumbarlos para proceder a un nuevo establecimiento (Foto 17).

Entre las labores de preparación del terreno para el establecimiento de cafetales, se debe considerar la toma de muestras del suelo para la determinación del nivel de fertilidad mediante el análisis químico.

c. Establecimiento de la sombra temporal

El propósito del empleo de la sombra temporal en una plantación de café, es proteger los cafetos de la luminosidad intensa que podría ocasionar desequilibrios fisiológicos, durante la fase inicial de crecimiento. Además, ofrece otros beneficios al reducir los efectos de la erosión, evitar el secamiento rápido del suelo y asegurar una fuente de ingresos al agricultor.

Es recomendable emplear el plátano (Musa sp.) como sombra temporal, sembrando los colinos a una distancia de 8 x 4 m, lo que equivale a una densidad de 312 unidades productivas por hectárea (Foto 18).

Los colinos de plátano deben ser seleccionados correctamente, desechando aquellos raquíticos, enfermos, plagados e improductivos (colinos de agua). El material seleccionado debe prepararse removiendo las raíces que puedan estar afectadas por nemátodos y pelando también la base del rizoma sin herir las yemas que van a dar origen a las nuevas plantas (Foto 19). Es conveniente aplicar al hoyo de siembra un abono fosfatado como superfosfato triple o 18-46-0, en dosis de 60-80 gramos por sitio. Adicionalmente, se debe incorporar un insecticida-nematicida como Carbofuran 5G (Furadan 5G) en dosis de 10 gramos por hoyo.

Como sombra temporal también pueden emplearse especies como Crotalaria (Crotalaria sp.), o higuierilla (Ricinus comunis).

Una vez que los cafetos entren en su fase de producción, las plan-

tas de sombra temporal deben ser eliminadas para evitar la competencia por espacio, luz y nutrientes.

d. Establecimiento de la sombra permanente

En las condiciones del Ecuador, es recomendable cultivar café bajo sombra regulada (Foto 20).

Los árboles de sombra regulan el ingreso de luminosidad al cafetal favoreciendo un equilibrio entre la capacidad nutricional y la fotosíntesis evitando cambios bruscos en el microclima interno (temperatura, humedad relativa). En el caso de emplearse especies leguminosas, éstas aportan nitrógeno al suelo (por acción de las bacterias nitrificantes). Los árboles de sombra constituyen una permanente fuente de materia orgánica, ayudan a la conservación de los suelos, favorecen la retención de la humedad y protegen al cafetal de la acción de los vientos fuertes.

Las especies de sombra permanente deben tener las siguientes características: crecimiento rápido, sistema radicular profundo, tolerancia a plagas y enfermedades, buena forma de su copa y además ofrecer un fácil manejo. Entre las especies vegetales más empleadas como sombra permanente se mencionan: Inga edulis (guabo de bejuco), Inga spectabilis (guabo de machete), Leucaena sp. (Leucaena) y Erythrina glauca (Poró). Cuando se utilizan árboles del género Inga spp. (Palo prieto) o Leucaena es apropiado sembrarlos a un distanciamiento de 12 x 12 m; lo que es equivalente a 69 plantas por hectárea. En el caso de emplearse árboles de Erythrina sp., los distanciamientos pueden ser de 8 x 8 m ó 10 x 10 metros. Es factible también emplear especies forestales como árboles de sombra permanente, siempre que reúnan las características apropiadas. Además, es recomendable descopar los árboles de sombra a los 2-3 años de edad, de este modo puede conseguirse una adecuada altura y buena conformación de la copa.

Se debe efectuar una regulación periódica de la sombra procurando obtener un 30-40% de sombrero, lo que se consigue aplicando la poda de los árboles. Esta labor es conveniente realizarla en los últimos días de la época seca para asegurar la protección al cafetal de la luminosidad intensa y también evitar la infección por patógenos de las heridas.

El sistema de cultivo de café a plena exposición solar, puede ser empleado solamente bajo condiciones muy especiales:

- Alto nivel de preparación del agricultor
- Abundante precipitación y períodos secos cortos
- Alta nubosidad
- Suelos fértiles y con alto contenido de materia orgánica.
- Areas donde no hayan fuertes vientos ni cambios bruscos de temperatura.
- Manejo intensivo

La mayor luminosidad favorece una mayor actividad fotosintética en los cafetos. En consecuencia, para equilibrar sus procesos fisiológicos la planta requiere de una suficiente cantidad de macro y micronutrientes. Por esta razón, en el cultivo de café a plena exposición solar, el aspecto nutricional merece particular atención, ya que de otro modo los resultados podrían ser contraproducentes.

e. Distancia de siembra

La distancia de siembra a emplearse determina el número de cafetos a utilizarse por unidad de superficie, lo que se conoce también con el nombre de población o densidad de plantación.

La densidad está en función de las distancias tanto entre plantas como entre hileras y para definir las adecuadamente es necesario tomar en consideración los siguientes factores:

1. Fertilidad del suelo

Los suelos más fértiles pueden soportar un mayor número de plantas por unidad de superficie (mayor densidad), por lo que los distanciamientos podrán ser más reducidos. Cabe recordar que el nivel de fertilidad se determina mediante análisis químico del suelo.

2. Tipos de poda

Cuando se planea descopar los cafetos se requerirá de mayor espacio para el desarrollo de los arbustos de café. En este caso, los distanciamientos de siembra deben ser más espaciados (menor densidad).

En cambio, si se planifica conducirlos a libre crecimiento los distanciamientos deben ser más reducidos (mayor densidad).

3. Altitud

En general, los distanciamientos más estrechos son empleados en zonas altas (localizadas a mayor altitud) donde los cafetos crecen más lentamente que en las zonas ubicadas a pocos metros de altitud sobre el nivel del mar.

4. Número de plantas por sitio

El empleo de dos plantas por sitio se proyecta como una buena alternativa para cultivar café. Sin embargo, esta tecnología está condicionada a un buen nivel de fertilidad del suelo. En los casos de determinarse deficiencias minerales se deberá adicionar abonos orgánicos y/o químicos para corregirlas. Además, es recomendable un mayor espaciamiento entre hileras a fin de facilitar la realización de las labores culturales (Foto 21).

5. Sistema de cultivo

En el caso de cultivarse café a plena exposición solar, las distancias de siembra deben reducirse (mayor densidad) para facilitar un auto-sombreamiento parcial. Este sistema de cultivo es factible emplearlo solo bajo determinadas condiciones ecológicas y técnicas.

6. Especie y variedad

En el establecimiento de plantaciones de café arábico, se emplean menores distanciamientos de siembra. Los cultivares de porte bajo como Caturra rojo, Caturra amarillo y Pacas deben ser cultivados con distanciamientos reducidos (mayor densidad); mientras que, las variedades de porte alto como Bourbón y Mundo Novo que necesitan de mayor espacio para su desarrollo, deben ser cultivados a mayores distanciamientos (menor densidad).

La especie *C. canephora*, indudablemente necesita de mayores distancias de siembra que la especie *C. arabica*. Aquellas plantaciones pueden establecerse a distancias de 3 x 3 m ó de 3 x 2.5 m, equivalen-

tes a densidades de 1111 y 1333 plantas por hectárea, respectivamente (Foto 22).

7. Distanciamientos de siembra

Los distanciamientos que pueden emplearse para el establecimiento de cafetales de la especie *C. arabica*, se presentan en el Cuadro 1.

f. Trazado

El trazado es la actividad que permite fijar de manera precisa las

CUADRO 1.

Distancias de siembra (m) que pueden emplearse en el establecimiento de plantaciones con variedades de café arábigo.

Distancia entre hileras (m)	Distancia entre plantas (m)	Número de plantas/hectárea	
		1 pl./sitio	2 pl./sitio
3.00*	1.50	2222	4444
3.00*	1.25	2666	5332
3.00*	1.00	3333	6666
2.50*	1.50	2666	5332
2.50*	1.25	3200	6400
2.50*	1.00	4000	8000
2.25	1.50	2963	
2.25	1.25	3555	
2.25	1.00	4444	
2.00	1.50	3333	
2.00	1.25	4000	
2.00	1.00	5000	

*Distanciamientos que pueden emplearse para sembrar 2 plantas por sitio.

distancias tanto entre plantas como entre hileras del cafetal, empleando una cinta métrica y latillas. Esta labor se complementa con la estaquillada que consiste en colocar una señal (latilla) en el lugar donde se plantará el café.

Hay diversas formas de trazado: en cuadro, en triángulo, en hileras dobles, en fajas, en curvas a nivel y combinaciones entre ellos.

1. Trazado en cuadro o marco real

Como lo indica su nombre, en esta forma de trazado, los cafetos se distribuyen de manera cuadrangular o rectangular siendo recomendable solo en terrenos planos o con menos del 5% de pendiente.

2. Trazado en triángulo o tres bolillos

En esta forma de trazado se distribuyen los cafetos de manera triangular, recomendándose su uso en terrenos con pendientes pronunciadas.

3. Trazado en hileras dobles

El trazado en hileras dobles consiste en reducir los distanciamientos entre dos hileras continuas, dejando una calle más amplia entre ésta y la doble hilera siguiente. Este trazado es recomendable en terrenos de pendientes pronunciadas en combinación con el trazado en triángulo.

4. Trazado en fajas

Consiste en establecer bloques de hileras paralelas separadas por calles amplias, que pueden estar cubiertas con cultivos como piña, maíz, plátano, fréjol o pasto. Esta forma de trazado es recomendable en terrenos con topografía inclinada y de gran longitud de la pendiente.

5. Trazado en curvas a nivel

La mayoría de zonas cafetaleras ecuatorianas presentan topografías irregulares y de pendientes pronunciadas, donde el establecimiento de nuevas plantaciones tiene que planearse con criterio con-

servacionista para impedir o reducir los efectos de la erosión del suelo (Foto 23). La siembra en curvas a nivel consiste en establecer las hileras de los cafetos en forma perpendicular a la pendiente (Foto 24).

En el trazado de las curvas a nivel se emplean instrumentos de uso práctico como el nivel de caballete, de agua, en "A" ó también un clinómetro.

g. Apertura de hoyos

La apertura de los hoyos (huecos) de siembra se puede realizar empleando una escarbadora manual, una pala de desfonde o una escarbadora mecánica (Taladro). Las dimensiones de los hoyos debe tener relación con el tamaño de las fundas que contienen las plántulas de café, el número de plantas a establecer por cada sitio y las características físicas del suelo.

Cuando se emplea fundas de 17 x 25 cm, los hoyos deben medir 30 cm de ancho por 30 cm de profundidad. En caso de cultivar dos plantas por sitio, la dimensión del diámetro del hoyo debe ser incrementada. En suelos pesados o no removidos, tanto el ancho como la profundidad del hoyo deben aumentarse a fin de facilitar un mejor desarrollo del sistema radicular de las plántulas de café.

Al hacer los hoyos, es recomendable colocar el suelo superficial aparte de la tierra proveniente del fondo. Posteriormente, al plantar el cafeto, la porción del suelo superficial se incorpora al fondo del hoyo.

h. Selección de plántulas en el vivero

Antes de transportar las plántulas de café desde el vivero al campo definitivo, debe procederse a la selección. Se deben eliminar aquellas plántulas raquílicas, subdesarrolladas, con síntomas de deficiencias nutricionales ó con problemas sanitarios. Durante el transporte, las plántulas deben protegerse convenientemente, procurando no destruir el pan de tierra, ni afectar las hojas o tallitos de las plántulas de café.

Es conveniente agrupar las plantitas por su grado de desarrollo, procurando de este modo al plantar en el campo bloques de cafetos mas o menos homogéneos.

2. *Al momento de plantar los cafetos*

a. Fertilización de base

Se recomienda la aplicación de un abono de fórmula completa , en las dosis de 50 a 100 gramos por hoyo, de acuerdo a los resultados de la evaluación de la disponibilidad de nutrientes. La mitad del fertilizante debe colocarse al fondo del hoyo incorporando la cantidad restante en la tierra a usarse para plantar el cafeto. En los suelos livianos y deficientes en materia orgánica es conveniente incorporar una porción de abono orgánico como pulpa de café ó estiércol de gallinaza descompuesto.

b. Control de plagas

En el caso de detectarse la presencia significativa de gusanos tierraños y prevenir ataques de nemátodos, se debe aplicar un insecticida-nematicida como carbofuran 5G (Furadan) en dosis de 6 a 8 gramos por hoyo. Una parte del producto se distribuye al fondo del hoyo y la otra en corona alrededor de la plántula luego de haberse plantado.

c. Siembra de cafetos

Para la siembra de los cafetos se deben considerar los siguientes pasos:

- Romper y sacar cuidadosamente la funda, evitando la disgregación del pan de tierra.

- Colocar la porción de tierra superficial proveniente del hoyo, al fondo del mismo.

- Introducir la plantita en el hoyo, procurando que el cuello quede ligeramente bajo el nivel del suelo. El cafeto debe quedar en posición vertical.

- Añadir la tierra restante, apisonando convenientemente todos los lados de la plántula.

- Tomar en cuenta las recomendaciones sobre fertilización y control de plagas.

3. Después de plantar

a. Riego

El establecimiento de un cafetal debe realizarse durante la época lluviosa a fin de asegurar suficiente humedad en la fase de prendimiento y desarrollo inicial de la planta. Cuando hay ausencia de lluvias durante el primer año de crecimiento, es conveniente proveer riego a los cafetos.

b. Fertilización complementaria

Alrededor de 2-3 meses después de efectuada la plantación, es conveniente aplicar en corona úrea en dosis de 25 gramos por planta.

c. Uso de cobertura vegetal muerta

Cuando las especies de sombra no han alcanzado un desarrollo suficiente, lo que determina que el cultivo nuevo se encuentre expuesto a la luz solar, es recomendable colocar material vegetal seco (mulch) alrededor de las plantas, a fin de conservar la humedad del suelo por un mayor tiempo y evitar el crecimiento de las malezas.

C. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, S. 1980. Siembras y plantíos en contornos. ANACAFÉ (Guatemala) No. 200: 4, 12.
- BELLAVISTA, O. M. 1968. Instalación y mantenimiento de un lote de café variedad Caturra cultivado bajo un sistema intensivo de explotación. Agronomía Tropical (Venezuela) 18(1) : 131-141.
- CALLE, H. 1981. Variedades de Café recomendadas por el INIAP. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 2 p. (mimeografiado).
- CATALAN, M. A. 1980. Establecimiento de plantaciones de café. ANACAFÉ (Guatemala) No. 200: 8, 12, 38.
- CATALAN, M. 1987. Consideraciones técnicas a seguir para el establecimiento de una plantación de café. ANACAFÉ (Guatemala) No. 284 : 16-17, 19-21.
- CONSERVACION DE SUELOS. 1987. ANACAFÉ (Guatemala) No. 280: 15-19.

- COSTE, R. 1969. *El Café*. Traducción del francés por V. Ripoll. Barcelona, España, Blume. 285 p.
- FEDERERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. *Manual del Cafetero Colombiano*. 4 ed. Colombia. p 59-72.
- FLORES, E., REINA, F. y POLANCO, E. 1985. Evaluación de 6 métodos de formación de plantas en la producción del cultivo. *Boletín de PROMECAFE (Costa Rica)* No. 26: 16.
- FONDO NACIONAL DEL CAFE. 1984. Programa Nacional de Mejoramiento de cafetales 1984-1988. *Guía Técnica*. Caracas, Venezuela, FONCAFE. 47 p.
- HERNANDEZ, M. 1988. *Manual de Caficultura Guatemala*. ANACAFE. Guatemala. P 51-62.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. *Técnicas modernas para el cultivo del café*. Nueva San Salvador, El Salvador. p 79-86.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. *Manual de recomendaciones para el cultivo del café*. San José Costa Rica. p 31-34.
- KIARA, J. M. y STOLZY, L. H. 1987. Efecto de la densidad de siembra y el riego sobre el crecimiento y la producción de café en Kenya. *Boletín de PROMECAFE (Costa Rica)* No. 36: 13.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1987. *Zonificación del cultivo de café*. Ecuador. Programa Nacional del Café. 105 p.
- MORALES, H. 1979. Diversificación del cultivo: Alternativa de nuevos y fáciles cultivos en zonas tropicales. *ANACAFE (Guatemala)* No. 185: 24-28.
- MORALES, R. 1982. Establecimiento de un cafetal. *ANACAFE (Guatemala)* No. 215: 6, 34.
- ORTIZ, M. O. 1987. Mezclas físicas de fertilizante para café. *ANACAFÉ (Guatemala)* No. 280: 27-29.
- PAES DE CAMARGO, A. 1981. O Clima e a cafeicultura no Brasil. *Informe Agropecuario (Brasil)*, 11 (126): 13-25.
- PARAN, M. A.; CHAVEZ, J. C. D.; MESQUITA, F. L. 1986. Manejo de la fertilización en el establecimiento de cafetales. *Boletín de PROMECAFE (Costa Rica)* No. 33: 13.
- PARAN, M. A.; CARMORI, P. H.; ANDROCIOLI, F. A. 1986. Manejo de la cobertura del suelo para la formación y producción de un cafetal. *Boletín de PROMECAFE (Costa Rica)* No. 32: 16.
- ROHRIG, S. 1989. Estudio socioeconómico del sector cafetalero. Resumen de los resultados. Ecuador, MAG-GTZ. *Informe preliminar*. 77 p.
- SOMBRA DEL café (*Coffea arabica*). 1988. *Anacafé (Guatemala)*. No. 292: 23-27.
- URIBE, A. y MESTRE, A. 1982. Efecto de la densidad de población y su sistema de manejo sobre la producción del café. *ANACAFE (Guatemala)* 6 (208) : 50-52.
- URIBE, A. y MESTRE, A. 1988. Efecto de la densidad de plantación y de la dispersión de los árboles en la producción de café. *CENICAFE (Colombia)* 39 (2) : 31-

43.

- URIBE, A. y MESTRE, A. 1988. Efecto de la densidad de siembra y del número de plantas por hoyo sobre la producción de café (Coffea arabica L. var. Caturra). CENICAFE (Colombia) 39 (1) : 15-26
- URIBE, A. y SALAZAR, A. N. 1983. Influencia de la pulpa de café en la producción del cafeto. Boletín de PROMECAFE (Costa Rica). No. 26. 15.
- ZAMBRANO, J. y CHONG, J. 1984. Establecimiento de una plantación de café. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, 13 p. (mimeografiado).

VI. LA SOMBRA EN EL CAFETAL

Ing. Luis Duicela G.
Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

Los cafetales ecuatorianos, por lo general están establecidos bajo condiciones de sombrío permanente proporcionado por una asociación de varias especies vegetales. Los árboles y arbustos de sombra, pueden haber crecido espontáneamente o ser el resultado de las siembras efectuadas por el caficultor (Foto 25).

En el primer caso, prácticamente el bosque natural predomina sobre el cafetal, provocando casi siempre un exceso de sombra (Foto 26). Por ello, es necesario seleccionar las especies espontáneas, prefiriendo las plantas arbóreas leguminosas, maderables y frutales, siempre que no compitan con los cafetos, o que su competencia sea limitada. Además de seleccionar las plantas de sombra, es necesario acondicionarlas, podando, descopando, eliminando unas o sembrando otras, de tal modo que el sombreado del cafetal sea más o menos homogéneo.

En el segundo caso, las especies generalmente cultivadas por el agricultor para sombra del cafetal, son cítricos, cacao, mango, guayaba, guaba, plátano y a veces árboles maderables. La siembra la realiza de una manera desorganizada, por lo que se puede apreciar un excesivo sombreado en ciertas áreas y sobre exposición solar en otras. En este caso, debe procederse también a acondicionar la sombra del cafetal.

Frecuentemente, al realizar la labor de acondicionamiento de la sombra, se provoca la destrucción de las ramas y a veces de los cafetos, por lo que es conveniente programar adecuadamente su manejo desde la fase de establecimiento del cultivo.

Lo recomendable es desarrollar una caficultura con sombra regulada a un 30-40 por ciento. El mayor sombrío debe proporcionarse en las áreas de menor precipitación correspondientes a las zonas de producción de café arábigo, mientras que se dará el menor sombreamiento en las zonas altas de precipitación, que corresponden a las zonas de producción de café robusta (*C. canephora*).

B. FUNCIONES DE LA SOMBRA

La sombra en el cafetal ejerce una doble función: directa e indirecta.

1. *Función directa*

La sombra protege a los cafetos de la acción directa de los rayos solares, disminuyendo la transpiración y evaporización del agua desde el suelo. Uniformiza la temperatura del suelo favoreciendo una mejor asimilación de los nutrientes. La inducción de la floración no sufre muchas variaciones, disminuyendo así la tendencia de la producción bianual del caféto.

2. *Función indirecta*

La sombra limita el crecimiento agresivo de las malezas. Permite una mejor retención de la humedad del suelo. Reduce o impide la erosión hídrica. Favorece la acumulación de materia orgánica en el cafetal. Atenúa la acción de los vientos fuertes y evita los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa.

C. EFECTOS DEL SOMBRIO EXCESIVO

Un sombreamiento excesivo, es decir, la falta de luz solar en el cafetal provoca una reducción de la actividad fotosintética y por consiguiente de la productividad. Las ramas y follaje excesivo de los árboles de sombra obstaculizan una buena circulación del aire dentro del cafetal y mantiene la humedad relativa en niveles altos. Estas condiciones crean un microclima muy favorable para el ataque de enfermedades como la roya, mal de hilachas y Ojo de gallo. Las condiciones ambientales indicadas también favorecen el

desarrollo de plagas como la broca del cafeto y de ciertas plantas parásitas, como líquenes, musgos, entre otras.

D. EFECTOS DEL DEFICIENTE SOMBRIO

La falta de sombreamiento o el cultivo a plena exposición solar, permiten el paso de la luz solar de manera intensiva, situación que induce así mismo una intensa actividad fotosintética que puede originar agotamiento del suelo y/o de la planta de café. Para equilibrar los procesos fisiológicos y evitar trastornos que provocarían resultados contraproducentes en la producción, se requiere de suficientes nutrientes y agua en el suelo.

La falta de sombra también permite un secamiento rápido del follaje y del suelo del cafetal. Se expone el cafetal a cambios bruscos de temperatura y humedad relativa, así como también a la acción del viento. Además, parece favorecer el desarrollo de la Mancha de hierro, enfermedad fungosa que afecta a las hojas y frutos de los cafetos.

E. CLASES DE SOMBRA

Durante las fases de establecimiento, crecimiento y producción de los cafetos, se requiere proporcionar un sombreamiento adecuado al cafetal. Se distinguen, en este proceso dos clases de sombra: una sombra temporal y otra sombra permanente.

1. *Sombra temporal*

El propósito de la sombra temporal, es proteger los cafetos hasta que los árboles de sombra permanente alcancen un desarrollo apropiado, el mismo que está en estrecha relación con el crecimiento del café. Es conveniente eliminar la sombra temporal cuando los cafetos entran a su fase de producción, situación que ocurre aproximadamente 2 años después de su establecimiento.

El establecimiento de la sombra temporal debe realizarse antes de la plantación de los cafetos o también en forma simultánea siempre que exista suficiente agua para su crecimiento primario.

2. *Sombra permanente*

La sombra permanente tiene el propósito de proteger al cafetal y proporcionar un ambiente adecuado para el desarrollo y producción de los cafetos durante toda su vida.

Los árboles de sombra permanente, necesitan de un manejo adecuado que se inicia con la selección de la especie a utilizar, el distanciamiento de siembra, fertilización, podas y descomes.

Las distancias de siembra de los árboles de sombra, está en relación con la altitud, topografía, fertilidad del suelo y distancia de siembra del cafetal. A mayor altitud el crecimiento vegetativo es más lento, por consiguiente, se debe sembrar a menor distanciamiento. En una topografía con pendientes pronunciadas se requiere de un mayor número de árboles de sombra por unidad de superficie para proteger el cafetal. En los suelos fértiles, los árboles de sombra tienen un mayor desarrollo, por lo tanto, el distanciamiento tiene que ser más espaciado. Además, la distancia de siembra del cafetal determina que debe haber cierta flexibilidad con los distanciamientos de los árboles de sombra.

F. BIBLIOGRAFIA

- BRAN, J. A. 1980. Sombra del cafeto. ANACAFE (Guatemala) No. 190: 19-20.
- BUDOWSKI, G. 1959. Prácticas forestales de interés para el cultivo de café. *Café*. (Costa Rica) 1(3):49- 52.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. Manual del cafetero colombiano. 4a. ed. Bogotá, Colombia. p 93 - 106.
- GIRON, J. 1987. La sombra del cafeto. ANACAFE (Guatemala). No. 283: 10, 11, 13, 15.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de Caficultura Guatemala. Guatemala, ANACAFE. p.75-92.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, Costa Rica. p. 42.43.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. Técnicas modernas para el cultivo de café. Nueva San Salvador, El Salvador. p. 87-97.
- LAINIZ, A. 1979. Apreciaciones sobre manejo de sombra. ANACAFE(Guatemala). No. 185: 30-32.
- MORALES, J. C. R. 1982. Sombra de cafetales y su manejo. ANACAFE (Guatemala). No. 221:14, 15, 20, 22.
- MORALES, S. 1982. Cafetales al sol o bajo sombra? ANACAFE (Guatemala) No. 221: 10, 11, 13.

- PORRAS, E. 1988. Cafetales al sol y a la sombra. Agricultura de las Américas. 37(4): 46, 48, 50, 54.
- SOMBRA DEL CAFE (Coffea arabica). 1988. ANACAFE (Guatemala). No. 292:23-28.
- SOMBRA O SOL PARA EL CAFETO. 1960. Agricultura de las Américas 9 (3): 18-20, 37
- URIBE-HENAO, A. y Mestre-Mestre, A. 1981. Efecto de la densidad de población y su sistema de manejo sobre la producción de café. ANACAFE (Guatemala). No. 208: 50-52.
- VENTAJAS DEL CAFE AL SOL. 1980. ANACAFE (Guatemala). No. 200:6-7.

VII. PODA DEL CAFETO

Ing. Luis Duicela G.
Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

El cafeto es una planta perenne, monocaule o multicaule, con una forma de crecimiento piramidal donde las ramas que se producen año tras año son cada vez de menor longitud. Los frutos se forman solamente en tejidos nuevos formados el año anterior conocidos como madera de un año. Los arbus-tos tienden a emitir una gran cantidad de brotes improductivos llamados chupones o ramas ortotrópicas a lo largo del tallo principal y eventualmente sobre las ramas plagiotrópicas, presentando además una tendencia de producción bianual.

Las características mencionadas, exigen la aplicación de una práctica cultural denominada "poda". La poda consiste en la eliminación periódica de aquellas partes del cafeto ya sea el tronco, ramas, o brotes que resulten im-productivos o con ciertos problemas fitosanitarios.

B. CLASES DE PODA

Se puede distinguir tres clases de poda: a) de formación, b) fitosanitaria y c) de producción.

1. Poda de formación

La poda de formación está orientada a dar una adecuada forma a la planta de café. Entre los principales tipos de podas de formación se

mencionan: a) "despunte" de las plántulas durante los primeros días de establecido el cafetal, b) "deschuponamiento" o eliminación periódica de chupones indeseables, y c) la inducción multicaulinar del cafeto.

a. Despunte en plántulas

Después de haberse plantado el cafeto en el terreno definitivo, el despunte permite obtener dos ejes productores, dando a la planta una forma de orqueta (Foto 27). Este tipo de poda de formación se recomienda efectuarla cuando el terreno es relativamente fértil, tenga una distancia entre plantas suficientemente espaciada y se trate de una variedad de alta producción.

b. Deschuponamiento

Consiste en eliminación periódica de los chupones indeseables localizados en el tallo o ramas del cafeto, evitando la proliferación de ejes ortotrópicos improductivos que hacen competencia por espacio y luz a las zonas de producción (ramas plagiotrópicas). Al mismo tiempo, el deschuponamiento permite concentrar las energías de la planta para la formación y desarrollo de los frutos.

c. Inducción Multicaulinar

Es empleada sólo en aquellos casos en que, por diversas circunstancias, se cultiven "plántulas pasadas", es decir, aquellas que sobrepasan el tamaño y edad recomendados para su utilización. El cafeto una vez plantado en el terreno definitivo, se agobia a 45 grados aproximadamente para luego de 3 a 4 meses realizar la selección de tres chupones sanos, vigorosos y bien formados. Estos deben estar localizados en la parte basal del tallo e inmediatamente proceder a eliminar el resto del cafeto originalmente agobiado (Foto 28).

2. *Poda fitosanitaria*

La poda fitosanitaria consiste en la eliminación manual de partes de plantas severamente afectadas por plagas o enfermedades como Mal de hilachas, Muerte descendente, etc.

Es el método más eficiente para el control del "Taladrador de la rami-lla" (*Xylosandrus morigerus*), que ocasiona grandes pérdidas particular-

mente en el café robusta. El corte de ramas infestadas, se complementa con la labor de incineración del material podado. De esta manera, se reduce considerablemente la población del insecto evitando nuevas infestaciones.

3. *Poda de producción*

Esta práctica consiste en la remoción de las partes improductivas del cafeto con el propósito de concentrar toda la energía en las zonas de producción. Los tipos de podas de producción más importantes son la "recepta" y el "descope", que también es considerada como una poda de formación.

a. Recepta

Esta poda es recomendada en los programas de rehabilitación de cafetales. Mediante la recepta se logra la regeneración de ejes ortotrópicos obteniéndose consecuentemente nuevas ramas productivas a partir del tallo principal del viejo cafeto.

Esta práctica tiene su fundamento en el hábito de crecimiento piramidal de la planta de café. Luego de 4 a 6 cosechas, la producción decrece considerablemente, debido a que las zonas productivas (madera de un año) se van localizando en la parte apical y hacia las puntas de las ramas del cafeto. Es decir, los nudos productivos se mueven cada año hacia el extremo de las ramas y en sentido vertical o del tronco, acumulándose en forma continua un mayor número de nudos improductivos y defoliados (ver capítulo rehabilitación de cafetales).

b. Descope

Esta poda puede realizarse a diferentes alturas, dependiendo de la variedad o especie cultivada y del estado de la planta sujeta al descope (Fotos 29). Generalmente, en las variedades de tipo arábigo se efectúan descopes a alturas de 1,5 a 1,7 m, mientras que en las plantas de café robusta se procede a descopar a la altura que alcance un hombre de estatura normal. Esta poda se complementa con los deshijos o eliminación de chupones indeseables y sólo en determinados casos (es-

pecialmente cuando los descopees son a baja altura) es factible dejar dos brotes ubicados en la parte alta de los tallos.

En las ramas secundarias y terciarias que emitan las plantas por efecto del descope se pueden obtener dos o tres cosechas altas para luego decaer el nivel de producción, debiéndose en este caso, proceder a la recepa de los cafetos.

La combinación de estos tipos de poda de producción, junto a las podas sanitarias y de formación, constituye lo que se denomina podas de mantenimiento de los cafetales.

C. EPOCAS DE PODA

Es recomendable efectuar las podas de mantenimiento, durante la época seca de cada año. Normalmente se deben hacer dos podas; una inmediatamente después de concluida la cosecha y la otra al final del período seco. Al realizar las podas en la época recomendada se evita o se reduce el ataque de enfermedades.

D. HERRAMIENTAS PARA PODAR LOS CAFETOS

La utilización de herramientas está relacionada con el tipo de poda a emplearse. El despunte de las plántulas se efectúa manualmente con las uñas de los dedos, o empleando una tijera de podar. El descope, se realiza usando una tijera de podar o un serrucho. La eliminación de los chupones se hace manualmente sin herramientas, cuando los brotes están en estado herbáceo o empleando una tijera de podar cuando se va endureciendo el leño. La poda fitosanitaria se efectúa con una tijera de podar. Para la poda de recepa se utiliza una motosierra pequeña, un serrucho de podar o una sierra de mano.

E. DESINFECCION DE HERRAMIENTAS

Para evitar la transmisión de enfermedades tales como el Cáncer del tronco o Mal del machete, se debe desinfectar continuamente las herramientas. Para el efecto, se recomienda el uso de una solución de formol al 3% o alcohol al 50% de concentración. Se debe empapar un pedazo de franela con cualquiera de las soluciones mencionadas humedeciendo especialmente el filo de las herramientas.

F. BIBLIOGRAFIA

- CORTES, S. L. Y MONTES, S. 1979. Estudio comparativo de diferentes métodos de poda en *Coffea arabica* var. "Caturra" a plena exposición solar. Ciencia y técnica en la agricultura. Café y cacao (Cuba). 1(1-2):17-25.
- CORTES, H. S. Y MONTES, S. 1980. Estudio comparativo de diferentes métodos de poda y distancia de plantación en *Coffea arabica*, variedad Mundo Novo a plena exposición. Ciencia y técnica en agricultura (Cuba). 2(1):16-29.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. Manual del cafetero colombiano. 4 ed. Colombia. p. 189-200.
- FIGUEROA, G. 1988. Evaluación de uno, dos y tres hijos de recepa fertilizados en diferentes épocas del año. ANACAFE (Guatemala) No. 296:11-19.
- FLORES, E.; REINA, E. y POLANCO, E. 1985. Evaluación de 6 métodos de formación de plantas en la producción del cultivo. Boletín de PROMECAFE, Costa Rica. No. 26:16.
- FONDO NACIONAL DEL CAFE. 1984. Programa Nacional de mejoramiento de cafetales. Guía Técnica. Caracas, Venezuela. FONCAFE. 47p.
- FRANCO, S.A. 1979. Efecto de la época y altura de recepa en café tradicional. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil. 54p.
- GARCIA, R. 1989. Efecto del número de brotes y de la fertilización sobre algunas características agronómicas en el cultivar Caturra rojo (*Coffea arabica* L.) después de la poda. Tesis Ing. Agr. Portoviejo, Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. 95 p.
- HERNANDEZ, M. 1962. Qué sistema de poda para cafetos?. El Surco Latinoamericano (México) 67(2):16.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de caficultura Guatemala. Guatemala, ANACAFE. p. 93-100.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, Costa Rica. p. 39-41.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1987. Informe Técnico Anual. Programa de Café. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 24 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1988. Informe Técnico Anual. Programa de Café. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. En Prensa.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. Técnicas modernas para el cultivo del café. Nueva San Salvador, El Salvador. p. 44-61

- MORALES, J. R. 1982. Podas del cafeto. ANACAFE, (Guatemala) No. 215: 4-5, 33.
- ROHR, P. 1980. Recepta o descope. ANACAFE, (Guatemala) No. 200. Guatemala. pp. 31-36.
- SANCHEZ, L. 1985. Poda del cafeto. FONAIAP DIVULGA. 19:31-35.
- SOTOMAYOR, I. y DUCIELA, L. 1988. La recepta: un método práctico para rehabilitar cafetales. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Comunicación Técnica No. 18. 12p.

VIII. REHABILITACION DE CAFETALES

Ing. Ignacio Sotomayor H.
Ing. Luis Duicela G.

A. INTRODUCCION

El deficiente manejo del cultivo de café, constituye el factor que incide en mayor grado para la obtención de bajos rendimientos por unidad de superficie.

Un adecuado manejo del cafetal comprende un conjunto de prácticas culturales que se inician con el desarrollo de las plántulas de café en el vivero y luego continúan en las etapas de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones.

La rehabilitación de cafetales es una práctica cultural de mantenimiento que empieza con una poda severa denominada "recepta" y que debe ser complementada con la selección de brotes, fertilización, regulación de sombra, deshieras, podas, controles fitosanitarios y correcta cosecha. Esto significa que la recepta constituye la fase inicial de un proceso en el mejoramiento agronómico de las huertas de café.

B. LA RECEPA

La recepta es un método de rehabilitación de cafetales que consiste en cortar el tallo principal a una altura de 0,40 m desde el nivel del suelo, para luego de la emisión de brotes proceder a seleccionar los mejores, que pasarán a constituirse en los nuevos ejes productores.

Es conveniente primero efectuar los cortes en todas las plantas sanas. Después proceder con aquellas plantas que motiven dudas sobre su estado

sanitario y luego se deben cortar e incinerar las plantas enfermas con el Cáncer del tronco.

Para la práctica de recepa es necesario considerar los siguientes aspectos:

1. *El cafetal*

La plantación de café a receparse, no debe sobrepasar los 16 años. Los cafetales de mayor edad, solamente podrán ser recepados si su vigor y estado sanitario son adecuados. En otros casos, deberá procederse a la renovación del cafetal.

2. *Epoca de recepa*

La recepa debe efectuarse después de las cosechas y durante la época seca, que en la mayoría de las zonas cafetaleras comprende los meses entre julio y noviembre, para prevenir de esta manera el ataque de las enfermedades como el Cáncer del tronco (*Ceratocystis fimbriata*) que generalmente progresa bajo condiciones de alta humedad y temperatura.

3. *Sistemas de recepa*

Se conocen varios sistemas de recepa:

a. Por planta

Consiste en rehabilitar individualmente aquellos cafetos deteriorados de una plantación. En este caso, no se considera la época, ni la edad de los cafetos.

b. Por área

Consiste en rehabilitar progresivamente determinadas áreas dentro del cafetal.

Este sistema es el más indicado en cafetales de tipo robusta para un eficiente manejo y control de plagas como el taladrador de la rami-lla (*Xylosandrus morigerus*) y la broca del café (*Hypothenemus hampei*) (Foto 30).

c. Por hileras

En este caso, se recepa progresivamente las hileras de acuerdo a un plan preestablecido (ciclos de recepa). Este sistema es el más indicado para un manejo intensivo del cafetal, mediante el cual se evitan los ciclos de producción bianuales debido a la permanente inducción de nuevos tejidos productivos.

4. *Ciclos de recepa*

a. Ciclo de dos años. Se reciben las hileras del cafetal alternadamente; es decir, una hilera sí, otra no (Foto 31).

b. Ciclo de tres años. Se enumeran todas las hileras del cafetal en grupos del 1 al 3. Luego se recepa progresivamente; el primer año las hileras 1, el segundo año las hileras 2 y el tercer año las hileras 3.

c. Ciclo de cuatro años. Se enumeran todas las hileras del cafetal en grupos del 1 al 4. Posteriormente, se recepa el primer año las hileras 1, el segundo año las hileras 3, el tercer año las hileras 2 y el cuarto año las hileras 4 (Fotos 32, 33, 34 y 35).

5. *Procedimiento*

Después de haber decidido el sistema de recepa a emplearse, se procede de la siguiente manera:

a. Preparación de los cafetos

Desramar y descopar los cafetos para evitar desgarraduras al momento de efectuar el corte del tallo (Foto 36). En aquellos casos en que los cafetos recepados están afectados por el "Taladrador de la ramilla", es conveniente remover el material infestado del área recepada. Los tallos cortados pueden ser utilizados como leña o para fabricar carbón.

b. Corte del tallo

Cortar el tronco a 0,40 m de altura y ligeramente en bisel. En caso de haber ramas localizadas debajo del nivel del corte, éstas deben

dejarse (ramas pulmones) para favorecer la emisión de brotes vigorosos.

c. Limpieza del tocón

Limpiar el tocón de musgos, líquenes, basura, etc. con un pedazo de yute humedecido. Esta labor permite eliminar obstáculos para una adecuada emisión y crecimiento de los brotes. Se debe prestar particular atención sobre este aspecto en las zonas cafetaleras donde prevalece una alta humedad ambiental.

6. *Protección de los cortes*

Inmediatamente después de haberse efectuado la recepa, se procede a la protección de las heridas frescas aplicando con una brocha ya sea alquitrán, petróleo o una pasta cúprica (Foto 37). De esta manera, se evita la infección del tocón recepado con patógenos que provocan marchitez de los brotes y destrucción de su sistema vascular o pudriciones radiculares.

7. *Preparación de la pasta cúprica*

a. Materiales utilizados

Sulfato de cobre 50 PM *	1 kg
Cal apagada	6 kg
Agua	5 l

* En caso de no haber disponibilidad de sulfato de cobre, se puede emplear Oxiclورو de cobre 50 PM (Cupravit, Vitigran, Cuprosan, Oxicob, Cobox).

b. Procedimiento

Disolver el sulfato de cobre en un recipiente y la cal en otro. Posteriormente, se agrega la solución cúprica sobre la cal diluida, removiendo constantemente la mezcla.

Cuando hay presencia de lloviznas, debe agregarse a la mezcla 1 litro de aceite quemado de motor, una porción de fijador (200 cc) o goma de zapote, para evitar el lavado de la pasta protectora. Al mo-

mento de aplicar la pasta protectora, es muy importante considerar que, a medida que ésta se endurece, debe añadirse agua suficiente como para mantenerla en estado semi-espeso. La cantidad de pasta protectora indicada alcanza para proteger aproximadamente 1200 tocones. Si el número de tocones a protegerse es mayor o menor, la cantidad del compuesto de cobre, cal y agua, se debe calcular proporcionalmente. Es recomendable preparar sólo la cantidad de pasta cúprica a utilizarse en el día de trabajo.

8. Selección de brotes

Después de 3 meses de efectuada la recepa, se debe proceder a realizar una preselección de chupones o brotes emitidos, dejando de 5 a 7 brotes sanos, vigorosos, bien formados y preferentemente distribuidos alrededor de la parte media del tocón.

Uno o dos meses después de efectuada la preselección, se debe realizar la selección definitiva, dejando finalmente de 3 a 5 mejores brotes.

9. Número de brotes a seleccionarse

El número de brotes a seleccionarse, está en relación con el distanciamiento de siembra y las características agronómicas de la variedad empleada (Cuadro 2).

En un experimento sobre rehabilitación de cafetales empleando el cultivar Caturra rojo (2,0 x 2,0 m) se pudo determinar la bondad de la práctica de la recepa, al renovar el tejido productivo de las plantas y su efecto posterior sobre el rendimiento. Luego de efectuada la recepa, la primera producción se la obtuvo al año y medio siguiente (1986), correspondiendo a un promedio de 453 kg de café oro/ha, cifra considerada importante si se toma en cuenta que el rendimiento promedio nacional es de 250 kg (Figura 6). En la referida figura, se puede también observar el incremento notable de la producción en los años 1987, 1988 y 1989, que fue de 2452, 1514 y 2882 kg/ha, respectivamente. El promedio de producción de cuatro años correspondió a 1825 kilogramos por hectárea.

En la figura 7, se puede observar el efecto del número de brotes seleccionados después de la recepa sobre el rendimiento del cafetal. Se establece que una selección adecuada (cuatro brotes cuando el cafetal está a una densidad de 2500 plantas/ha) permite obtener un 17% más de rendimiento en relación a los cafetos sin selección de brotes o de libre crecimiento (L.C).

CUADRO 2. Relación entre las distancias de siembra y número de brotes a seleccionarse por tocón después de la recepa.

<u>C. arabica L.</u>		<u>C. canephora P.</u>	
Distancia de siembra (m)	Nº brotes por tocón	Distancia de siembra (m)	Nº brotes por tocón
2.00 x 2.00	4	4.00 x 3.00	5
2.00 x 1.50	3	3.00 x 3.00	4
2.00 x 1.25	3	3.00 x 2.50	3
2.00 x 1.00	2	3.00 x 2.00	3

Por otra parte, se ha estudiado también el efecto de la fertilización química (NPK) sobre el rendimiento del café recepado. Se determinó que los cafetos que recibieron el tratamiento con fertilizantes registraron un 15% más de producción que aquellos no fertilizados (Figura 8).

C. OTROS ASPECTOS QUE DEBEN CONSIDERARSE EN LA REHABILITACION DE CAFETALES.

1. *Tratamientos fitosanitarios*

Luego de la selección de brotes y con el propósito de prevenir el ataque de enfermedades foliares y del tronco, es conveniente aplicar fungicidas como Dithane M-45 (Maconzeb) u Oxicloruro de cobre en dosis de 3-5 gramos por litro de agua. En caso de detectarse síntomas de la "Viruela" del cafeto es recomendable aplicar Benlate (Benomyl) en dosis de 2 g/l. de agua.

Al observar los primeros síntomas de ataque del insecto "Taladrador de

la ramilla" en los brotes seleccionados, se debe proceder inmediatamente a efectuar las podas sanitarias que consisten en cortar las ramas infestadas para luego incinerarlas y de esta manera, reducir la población de la plaga.

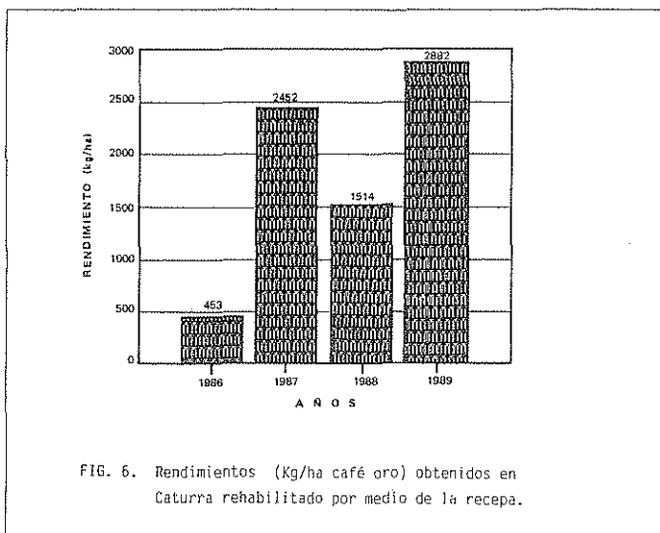


FIG. 6. Rendimientos (Kg/ha café oro) obtenidos en Caturra rehabilitado por medio de la recepa.

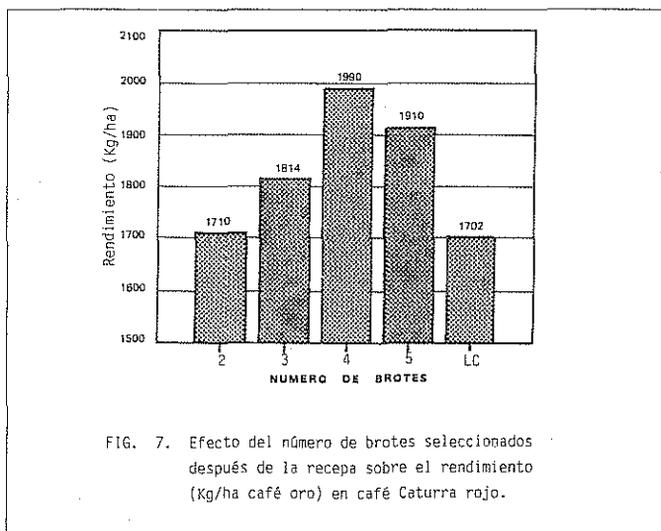


FIG. 7. Efecto del número de brotes seleccionados después de la recepa sobre el rendimiento (kg/ha café oro) en café Caturra rojo.

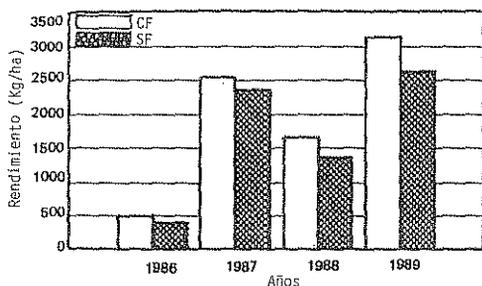


FIG. 8. Efecto de la fertilización química sobre el rendimiento de un cafetal de la variedad Caturra rojo recapeado.

2. Resiembras

Para uniformizar la plantación recapeada, es conveniente resembrar en aquellos sitios donde no hay cafetos (fallas) y en lugares donde hay tocones que no respondieron a la poda de recepa.

3. Siembra intercalada de otros cultivos

Inmediatamente después de la recepa de los cafetos, es conveniente sembrar en los espacios entre hileras, especies como maíz, fréjol, maní, etc. La siembra intercalada está en relación con la distancia entre hileras del cafetal recapeado y debe efectuarse procurando no ocasionar competencia de los cultivos intercalados con los cafetos. De este modo, el agricultor podrá obtener ingresos adicionales hasta que la plantación recapeada entre en su etapa de producción. Esta práctica es recomendable especialmente cuando se emplea el sistema de recepa por áreas.

4. Labores culturales

Los cafetos recapeados requieren de un manejo adecuado con la aplicación de otras prácticas culturales como regulación de sombra, fertilización, deshierbas oportunas (Foto 38), podas de mantenimiento, control de plagas



FOTO 31. Recopa en ciclo de dos años.

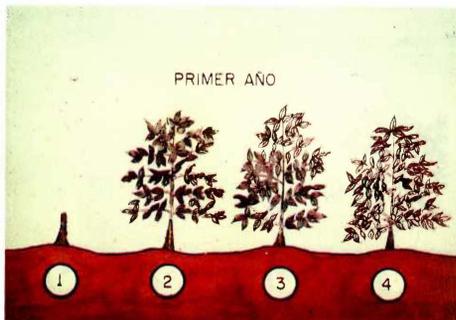


FOTO 32. Recopa en ciclo de 4 años (Primer año).

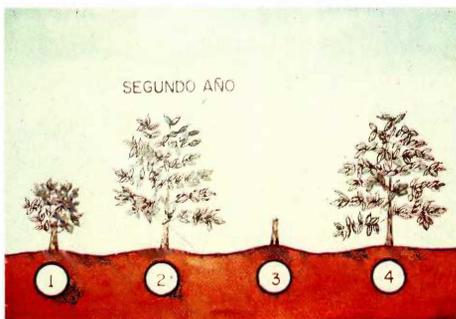


FOTO 33. Recopa en ciclo de 4 años (Segundo año).

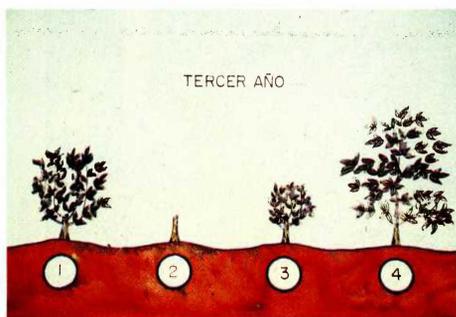


FOTO 34. Recopa en ciclo de 4 años (Tercer año).

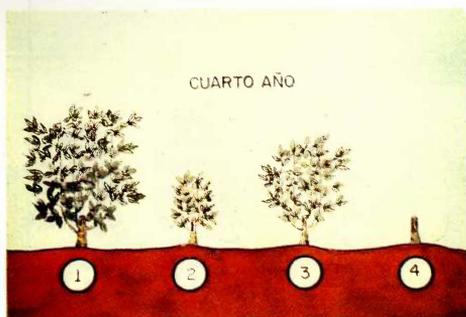


FOTO 35. Recopa en ciclo de 4 años (Cuarto año).



FOTO 36. Desrame de cafetos, previo a la recopa.



FOTO 37. Protección de cortes frescos con pasta cúprica.



FOTO 38. Control de malezas en cafetal recopado.



FOTO 39. Cafeto recepado mostrando nuevo tejido productivo.



FOTO 40. Planta de café mostrando clorosis aguda por deficiencia de N.



FOTO 41. Hoja de café mostrando el color violáceo-rojizo, típico de la carencia de P.



FOTO 42. Hoja de café mostrando la típica quemazón marginal por deficiencia potásica.



FOTO 43. Deficiencia de Mg, expresada como clorosis intervenal de las hojas más viejas.



FOTO 44. Hojas torcidas y brotes en forma de abanico por deficiencia de B.



FOTO 45. Zona de fertilización localizada entre la proyección del extremo de las ramas y el punto medio de su distancia al tronco.



FOTO 46. Fertilización al hoyo en plántulas de café en viveros.



FOTO 47. Fertilización en corona en plántulas de café en viveros.



FOTO 48. Aplicación de abono para la fertilización al hoyo del transplante



FOTO 49. Respuesta de cafetos a la fertilización temprana.



FOTO 50. Aplicación de fertilizante en producción.



FOTO 51. Empleo de mantillo vegetal en plantaciones de café.



FOTO 52. Observaciones necesarias para determinar la incidencia y severidad de una enfermedad.



FOTO 53. Síntomas típicos del Mal del Talluelo.



FOTO 54. Hojas con presencia de micelio blanquecino de P. koleroga



FOTO 55. Hojas necróticas suspendidas del micelio de P. koleroga



FOTO 56. Micelio de P. koleroga que sobrevive durante la época seca.



FOTO 57. Arbusto de café atacado por de hilachas



FOTO 58. Síntomas típicos de Ojo de gallo en hojas de café.



FOTO 59. Frutos de café atacados por Ojo de gallo.



FOTO 60. Defoliación prematura de café atacado por roya.

y enfermedades, que en conjunto permiten obtener más y mejores cosechas de café (Foto 39). El objetivo es hacer de la caficultura una actividad agrícola altamente rentable, situación que incidirá en un mejoramiento del nivel de vida del caficultor.

D. BIBLIOGRAFIA

- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. 1987. Manual de Caficultura. Guatemala, Subgerencia de Asuntos Agrícolas. p.78-90.
- ESTRADA, C. F. 1982. Diferentes épocas de poda para dos alturas de recepa. ANACAFE (Guatemala). No. 215: 8, 10, 12, 14, 34.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. Manual del cafetero colombiano. 4ed. Colombia. p.195-200.
- FIGUEROA, G. 1988. Evaluación de uno, dos y tres hijos de recepa fertilizados en diferentes pocas del año. ANACAFE (Guatemala). 296: 11-19.
- FIGUEROA, G. 1990. Evaluación del método de poda B-F en ciclos de tres, cuatro y cinco años, comparado con la poda selectiva por planta. ANACAFE (Guatemala). 308: 25-27.
- FONDO NACIONAL DEL CAFE. 1984. Programa Nacional de mejoramiento de cafetales. Guía Técnica. Caracas, Venezuela. FONCAFE. 47 P.
- FRANCO, S. A. 1979. Efecto de la época y altura de recepa en café tradicional. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guayaquil. 54 p.
- GARCIA, R. 1989. Efecto del número de brotes y de la fertilización sobre algunas características agronómicas en el cultivar Caturra rojo (*Coffea arabica* L.) después de la poda. Tesis Ing. Agr. Portoviejo, Ecuador. Facultad de Ingeniera Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. 95p.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de caficultura Guatemala. Guatemala, ANACAFE. p. 95-99.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFE. 1981. 9o. Congresso Brasileiro de pesquisas cafeeiras. Resumos. Sao Lorenzo - Minas Gerais, Brasil. 27 a 30 Out/1981. IBCGERCA. pp. 50, 225, 325, 334, 375, 414, 419.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, Costa Rica. p.39-41.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1988. Informe Anual Técnico 1987. Programa de Café. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue (mimeografiado) 24 p.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. Técnicas modernas para el cultivo del café. Nueva San Salvador, El Salvador. p.48-52.

- MORALES, J. R. 1982. Podas del cafeto. ANACAFE (Guatemala) 215: 4-5, 33.
- PINTO, R. A. 1980. Pruebas comparativas de sistemas de poda o recepa del cafeto. In 2o. Simposio Latinoamericano sobre caficultura. Garnica, Xalapa, México. Diciembre 4-5 de 1979. México, IICA. p. 40-47.
- PROGRAMA NACIONAL DEL CAFE. 1987. Primer diagnóstico cafetalero. Portoviejo, Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 149p.
- ROHR, P. 1980. Recepa o descope. ANACAFE (Guatemala) 200: 31-36.

IX. FERTILIZACION DEL CAFE

Ing. Freddy Amores P.

A. INTRODUCCION

El propósito de adicionar fertilizantes al cultivo de café es suplir en cantidades adecuadas, oportunas y balanceadas, los elementos minerales esenciales para optimizar los ciclos vegetativo y reproductivo. Por lo general, los suelos no suplen en cantidad suficiente los elementos que requieren los cafetos durante todo el período productivo.

De esta manera, se debe hacer uso de la práctica de fertilización con fundamento científico para poner en práctica un abonamiento racional, económico, equilibrado y rentable. Para que un suelo dedicado al café sea productivo debe tener una adecuada capacidad de retención de agua, buena aireación, materia orgánica en proceso de descomposición y nutrientes en cantidades apropiadas.

B. NUTRICION MINERAL

El café posee altos requerimientos de nitrógeno (N) y potasio (K). El requerimiento de fósforo (P) es más bien bajo, pero todos son igualmente esenciales para su nutrición. En cafetos de 3 años de edad se han reportado necesidades nutritivas de 125 Kg de N, 13 Kg de P y 126 Kg de K por hectárea; dichos valores configuran la relación 10:1:10 y confirman la elevada demanda de N y K por el cultivo.

Respecto al N, es un elemento que forma parte de las proteínas, clorofila, alcaloides y muchos otros compuestos. Tiene gran movilidad dentro de la

planta siendo absorbido como ión nitrato (NO_3^-) e ión amonio (NH_4^+). Por su baja disponibilidad en el suelo la planta puede sufrir diversos niveles de clorosis, según el grado de deficiencia, lo cual afecta negativamente a las siguientes características: tasa fotosintética, crecimiento, área foliar, número de nudos productivos, expansión del fruto y finalmente el rendimiento. La falta de N se acentúa durante la fase de crecimiento de los frutos y en los períodos de sequía.

El P es un componente fundamental de las nucleoproteínas y desempeña un papel de importancia en los procesos de respiración y fotosíntesis. Su absorción se realiza como ión fosfato (PO_4H_2^-), acumulándose principalmente en las partes en crecimiento y semillas. El suministro inadecuado de P disminuye el desarrollo radicular, limitando la capacidad de la planta para el aprovechamiento del agua y nutrientes. Al igual que el N, el P se traslada de las hojas adyacentes hacia los frutos en formación.

Aunque el rol del K en la planta es menos conocido, se ha determinado que si está deficiente, la tasa de respiración aumenta reduciéndose paralelamente la acumulación de carbohidratos. La exigencia de K se incrementa con la edad de las plantas, experimentándose el pico de absorción durante el período de fructificación. Los frutos en desarrollo también acumulan el K trasladado de las hojas adyacentes. Entre otras de sus funciones, el K regula el equilibrio hídrico de la planta, aumenta su resistencia a la sequía y, por último, es un factor que favorece la sanidad del cultivo.

C. SINTOMAS DE DEFICIENCIAS NUTRITIVAS

Cuando alguno de los nutrientes en la planta se encuentra en baja concentración, ocurren variaciones en el desarrollo y color de las hojas. Estos cambios son típicos para cada elemento y representan los síntomas visibles de su deficiencia, constituyéndose en una valiosa herramienta de diagnóstico nutricional. A continuación y a fin de facilitar su identificación, se describen las características principales de algunas deficiencias minerales observadas en las zonas cafetaleras del país.

1. Nitrógeno

Se produce un amarillamiento parejo en toda la hoja comenzando en la base de las ramas y extendiéndose hacia la punta; las hojas jóvenes conservan algo de su color verde. Si la deficiencia es aguda las hojas se

caen, los frutos se vuelven amarillos, crecen poco y se desprenden con facilidad (Foto 40).

2. *Fósforo*

Los síntomas se muestran en las hojas viejas en forma de manchas amarillas entre las cuales aparecen coloraciones violáceas. Las manchas son de diferente tamaño y pueden cubrir casi toda la hoja. En caso de severidad de la deficiencia, las hojas se tornan rojizas desprendiéndose de las ramas con frutos en maduración (Foto 41).

3. *Potasio*

La deficiencia potásica inicialmente se manifiesta como un ligero amarillamiento en el borde y la punta de las hojas. El amarillamiento se va acentuando poco a poco hasta adquirir un tono pardo-rojizo. En caso de deficiencia grave, los bordes se necrosan (Foto 42).

4. *Magnesio*

Los síntomas aparecen primero en las hojas viejas y se presentan como manchas amarillas entre las nervaduras, comenzando en la base de la rama y extendiéndose hacia la punta. Las hojas más viejas se desprenden de las ramas, principalmente de las que tienen frutos en maduración (Foto 43).

5. *Manganeso*

El síntoma se manifiesta como un amarillamiento total de las hojas ubicadas en el extremo exterior de las ramas.

6. *Boro*

Las hojas de las plantas deficientes en B se deforman y pueden aparecer torcidas, arrugadas o con bordes irregulares. La yema terminal de las ramas muere haciendo que la planta produzca nuevos brotes y ramas en forma de abanico (Foto 44).

En ocasiones, los síntomas de deficiencia no son visibles porque la concentración de tal o cual elemento no alcanza el nivel crítico dentro de la planta. Sin embargo, debido a que tampoco es el óptimo, el cultivo no con-

seguirá expresar todo su potencial, produciéndose pérdidas importantes de rendimiento. Dicha condición es conocida como "hambre oculta" ya que la demanda nutritiva del cultivo no está completamente satisfecha. Sólo corrigiéndola se podrá maximizar el rendimiento, siempre y cuando los otros factores de la producción sean manejados también en forma adecuada.

Es necesario conocer que, a más de los síntomas de deficiencia foliar, se dispone de otras 2 herramientas para el diagnóstico nutricional de las plantas. Dichas herramientas adicionales están constituidas por el análisis de suelos y el análisis foliar.

D. ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

Las muestras para el análisis de suelos se deben tomar por lo menos con dos meses de anticipación al invierno. De este modo, se podrán recibir a tiempo los resultados para decidir qué clase y cantidad de fertilizantes adquirir.

El muestreo se realiza en el horizonte superficial pues allí la concentración radicular y actividad absorbente del café es mayor. Sin embargo, los resultados del análisis y su utilidad, dependen principalmente del cuidado que se ponga para obtener una muestra representativa del suelo cuya fertilidad se desea conocer. A continuación se describen los pasos a seguir para lograr tal representatividad.

1. Se hace un croquis del terreno o del cafetal sobre el que se procede a señalar las áreas homogéneas de muestreo. Estas se definen en base a condiciones semejantes de suelo (textura, color, etc), topografía (terreno plano, de ladera, etc) y de la plantación (vieja, joven, fertilizada, etc).

2. De cada área o sección homogénea se toma una muestra compuesta, la que se forma con 10 a 15 muestras simples o submuestras. Las submuestras se obtienen siguiendo un recorrido en zig-zag de puntos representativos que cubran todo el terreno. El suelo se va colocando en un balde plástico donde se lo mezcla para finalmente proceder a separar una libra de tierra que constituye la muestra compuesta.

3. Antes de sacar cada submuestra, se limpia la superficie del suelo dejándola libre de malezas y hojarascas. Después se abre un hoyo en forma de "V" hasta unos 15 cm de profundidad y se toma una tajada de suelo desde la superficie hasta el fondo, eliminando el centímetro superior de dicha tajada. Normalmente, se utilizan como herramientas para esta labor una pala ó un machete.

4. En plantaciones adultas, las submuestras se toman de la banda o zona de fertilización que usualmente se ubica entre la gotera (proyección del extremo de las ramas) y el punto medio de su distancia al tallo (Foto 45).

5. Una vez listas las muestras, se adjunta una tarjeta de identificación con la siguiente información: ubicación (localidad más cercana), nombre de la finca, nombre del propietario, claves del área muestreada, número de la muestra y fecha de muestreo.

Como precauciones adicionales para garantizar la representatividad de las muestras, se recomienda no tomar suelo de sitios donde se haya quemado residuos vegetales, al costado de cercas, orillas de caminos ó en la cercanía de acumulaciones de material de cualquier tipo. Las herramientas para el muestreo también deben estar limpias a fin de evitar contaminaciones indeseables.

El informe de resultados indica también los índices (bajo, medio o alto) para interpretar la disponibilidad de los nutrientes analizados. En el Cuadro 3, se muestran los rangos de disponibilidad nutritiva correspondiente a tales índices para ilustrar la interpretación.

E. ANALISIS QUIMICO DE HOJAS

El análisis químico foliar complementa al análisis de suelos, aunque esta técnica no es de fácil utilización por los inconvenientes que plantea el manejo de las muestras. Tiene su base en el siguiente principio: si el suministro de algún nutriente por parte del suelo es deficiente, tal condición influirá en su concentración foliar.

La concentración nutritiva en las hojas varía con la edad de las plantas, posición de las hojas, época de muestreo, humedad del suelo y otros factores. Por lo tanto, a fin de garantizar la representatividad de la muestra se sigue un método estandarizado de muestreo, de acuerdo con la metodología que se describe a continuación:

1. Se elabora un croquis de la plantación donde se señalan las áreas homogéneas a muestrearse. Estas se definen considerando las características del terreno (textura del suelo, pendiente, etc), cafetal (edad de la plantación, tipo de cultivar, etc) y manejo del cultivo (sombra, fertiliza-

CUADRO 3. Rangos de disponibilidad nutritiva para los índices utilizados en la interpretación de los resultados del análisis de suelos (Padilla, 1979).

Nutriente	Nivel		
	Bajo	Medio	Alto
	----- ppm (ug/ml) -----		
N	1 - 30	31 - 60	61,0
P	1 - 7	8 - 14	15,0
Zn	3	3,1 - 7	7,1
Cu	1	1,1 - 4	4,1
Mn	5	5,1 - 15	15,1
	----- meq/100 cc -----		
K	0,19	0,20 - 0,38	0,39
Ca	0,20	0,21 - 0,70	0,71
Mg	0,33	0,34 - 0,66	0,67

ción, etc). De cada área homogénea se obtendrá una muestra formada con varios pares de hojas.

2. Para el muestreo se selecciona el cuarto par de hojas, contando a partir del ápice de las ramas fruteras de altura media. Se considera como primer par de hojas las que al momento del muestreo tienen por lo menos 1,5 cm de longitud. Las muestras se forman con hojas provenientes de los cuatro puntos cardinales de por lo menos 25 plantas tomadas al azar, descartándose aquellas hojas dañadas por cualquier causa.

3. El muestreo se lleva a cabo en horas de la mañana colocando las hojas en fundas de papel perforadas y previamente identificadas.

4. Es necesario que las hojas lleguen al laboratorio el mismo día del

muestreo. Si ésto no fuera posible, se mantienen refrigeradas ó en hielaras (con poco hielo) hasta su entrega para evitar su deterioro.

La interpretación de los resultados del análisis foliar se hace comparándolos con las concentraciones patrones obtenidas de plantas con buena producción, los que se presentan en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Concentraciones nutritivas sugeridas como patrones para la interpretación de los resultados del análisis foliar en café (Adoptado de Lainez, 1984).

Nutriente	Nivel	
	Inadecuado	Adecuado
	----- % -----	
N	2,00	3,00
P	0,11	0,15
K	1,10	1,80
Ca	0,60	1,30
Mg	0,06	0,15
	----- ppm -----	
Zn	3	7
Cu	3	17
Mn	15	150

F. NECESIDADES DE FERTILIZACION

Si el suelo no está en capacidad de satisfacer plenamente los requeri-

mientos nutritivos del cultivo, hay la necesidad de recurrir a la fertilización. Esta práctica es tanto más necesaria cuanto más baja es la fertilidad del suelo y más alto el rendimiento esperado de la plantación.

Debe tenerse siempre presente que la aplicación de fertilizantes sólo produce beneficios si los otros factores de producción (número de plantas/ha, tipo de cultivar, podas, control de malezas, sombra, etc) se manejan e integran en forma adecuada. De lo contrario puede resultar antieconómica, en plantaciones mal manejadas y con poca o ninguna capacidad de respuesta a la fertilización.

G. FERTILIZACION EN EL VIVERO

Para llenar las fundas en el vivero es conveniente utilizar la mejor tierra disponible en cuanto a fertilidad y condiciones físicas. Esta no debe ser ni muy suelta (arenosa) pues el "pan" se desintegra al trasplantar, ni muy pesada (arcillosa) porque se compacta y dificulta el desarrollo radicular de las plántulas.

La calidad del sustrato se puede mejorar notablemente mezclando la tierra con pulpa de café descompuesta en la relación 2:1 ó 1:1 en volúmen. El uso de la pulpa es un factor importante para que las plantas se desarrollen sanas y vigorosas al existir mayor disponibilidad nutritiva. Actualmente, la mayor parte del material que sale de las despulpadoras se desecha sin uso ni beneficio alguno.

La aplicación de fertilizantes alcanza plena justificación si la tierra o sustrato que se utiliza para el llenado de las fundas es de baja fertilidad. A fin de evitar que las plántulas desarrollen trastornos nutricionales que afecten su crecimiento, se recomienda hacer la primera fertilización después que han desarrollado el primer par de hojas verdaderas. Se continúan luego con frecuencia mensual hasta un mes antes de la fecha fijada para el transplante. Para el efecto, se recomienda el uso de abonos completos disponibles en el mercado tales como: 10-30-10, 12-24-12, 15-15-15, etc.

Cada funda recibe el fertilizante contenido en una tapa de botella de cola llena (a ras) hasta el borde, lo que equivale a unos 5 gramos. Dicha cantidad se divide para su aplicación en 2 hoyos de 6 a 8 cm de profundidad. Estos se perforan con un punzón cerca de la pared de la funda, pero en lados opuestos (Foto 46), tapándolos después de la fertilización. Si el abono se coloca cerca del tallo, puede ocurrir fitotoxicidad que se manifiesta como una quemazón del borde de las hojas jóvenes, principalmente. El fertilizante

también se puede distribuir en corona que es un método más rápido pero menos efectivo (Foto 47).

Cuando se trata de producir grandes cantidades de plántulas, las técnicas antes sugeridas resultan muy demoradas. En tal caso se sugiere mezclar 1 kg de abono completo con 0,25 toneladas de tierra húmeda; la mezcla debe ser lo más completa posible. El material abonado se emplea como sustrato en el llenado de las fundas, aunque siempre hay que estar pendiente de la necesidad de fertilizaciones adicionales.

La fertilización al suelo puede complementarse con la aplicación de fertilizantes foliares cada 15 días o de acuerdo a los síntomas de deficiencias que presenten las plantas. La primera aplicación usualmente se realiza después que éstas han desarrollado el primer par de hojas verdaderas. De manera general, se recomienda el uso de 1 a 2 libras, o de 0,5 a 1 litro (si es formulación líquida) del fertilizante foliar disuelto en 200 litros de agua, lo que equivale a una concentración que varía de 0,25 a 0,50 por ciento. Para una bomba de mochila que normalmente se utiliza en este tipo de aplicación, se recomienda disolver 80 g ó 80 cc en 20 litros de agua, si el abono foliar es sólido o líquido, respectivamente. Las soluciones fertilizantes altamente concentradas causan fitotoxicidad.

Cabe señalar que cuando hay coincidencia en las fechas de aplicación, es factible mezclar el fertilizante foliar con los "caldos" fitosanitarios para una aplicación conjunta que ahorre tiempo y dinero. Sin embargo, se debe asegurar primero que exista la compatibilidad debida entre los productos utilizados, es decir que no se formen grumos o precipitaciones al mezclar.

H. FERTILIZACION AL TRANSPLANTE

La fertilización al hoyo de siembra durante el proceso del transplante es una práctica de mucho beneficio para el establecimiento del cultivo. El hoyo debe ser espacioso (0,40 m de longitud x 0,40 m ancho x 0,40 m de profundidad), principalmente si se trata de suelos con malas condiciones físicas. El desarrollo radicular no sólo se ve restringido por la falta de fertilización, principalmente fosfórica, sino también por los hoyos demasiado estrechos donde apenas cabe el "pan" de tierra.

La tierra que sale del hoyo se mezcla con 120 gramos de un abono de fórmula completa, aunque también puede usar fosfato diamónico (Foto 48). Parte de la mezcla se coloca en el fondo del hoyo, luego se pone la planta pero teniendo cuidado de que el cuello de la raíz quede al mismo nivel de la superficie del terreno y no más arriba ni más abajo. Después se continúa re-

llenando, al tiempo que se apisona ligeramente para evitar la formación de bolsas de aire que también interfieren con el desarrollo radicular.

En suelos muy deteriorados (por ejemplo aquellos severamente erosionados) la tierra del hoyo se mezcla, o mejor aún se reemplaza con material traído de áreas cercanas que presenten condiciones físicas y de fertilidad más favorables. Los resultados que se logran con esta práctica son altamente positivos, aunque por ser muy laboriosa se recomienda sólo para la siembra de pequeñas superficies con suelos-problema.

I. FERTILIZACION DE PLANTAS EN CRECIMIENTO

Transcurridos 2 a 3 meses del trasplante que se realiza normalmente al inicio de la época lluviosa, se procede a la aplicación de 25 g de úrea en corona, comenzando a unos 15 cm del pie de cada planta. La respuesta a esta fertilización temprana es muy clara (Foto 49).

Al inicio del invierno siguiente, cuando el cafetal ha cumplido un año en el sitio definitivo, se aplica 30 g de úrea más 30 g de un fertilizante de fórmula completa, comenzando la corona a unos 25 cm del pie de cada planta. Transcurridos 3 meses de dicha fertilización se completa con otros 30 g de úrea.

J. FERTILIZACION DE PLANTAS EN PRODUCCION

Cuando la plantación ha cumplido 2 años en el sitio definitivo, ya se está formando la primera cosecha. A partir de este momento se pone en práctica un plan de fertilización anual específico para plantas en producción.

Es importante conocer que los cafetales establecidos a plena exposición solar tienen una demanda nutritiva mucho mayor que cuando crecen bajo sombra temporal o permanente. Por tal razón, son también más dependientes de una fertilización intensiva que normalmente representa el doble y a veces el triple de las dosis requeridas bajo condiciones de sombra. A continuación (Cuadros 5 y 6) se presentan las recomendaciones de fertilización por hectárea para cafetales en producción creciendo a plena exposición solar o con sombra moderada. Estas funcionan mejor para plantaciones con alrededor de 3000 pl/ha, población considerada apta para lograr niveles económicos de producción en nuestro medio.

Por ejemplo para el caso de un cafetal con sombra moderada y un suelo bajo en N, la dosis de úrea equivaldría a unos 50 g/pl/año. Debe aclararse

CUADRO 5. Recomendaciones de fertilización para plantaciones de café en producción y a plena exposición solar.

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha		
	N	P	K
Bajo	250	90	225
Medio	125	45	115
Alto	70	20	0

CUADRO 6. Recomendaciones de fertilización para plantaciones de café en producción bajo 30 a 40% de sombra.

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha		
	N	P205	K20
Bajo	100	40	90
Medio	50	20	45
Alto	0	0	0

no obstante, que las recomendaciones presentadas son del tipo referencial, es decir que, pueden ser ajustadas en base a experiencias locales o resulta-

dos de investigación procedentes de sectores específicos. Después de todo, el café en el Ecuador se cultiva en diversidad de ambientes, lo que definitivamente influye sobre su comportamiento y respuesta a la fertilización.

K. COMO APLICAR LOS FERTILIZANTES

En una plantación en producción, los fertilizantes se aplican en la zona que se extiende aproximadamente desde las goteras de las ramas inferiores del arbusto hasta la mitad de la distancia al tallo. En dicha zona ó banda de fertilización se concentra el mayor número de raicillas absorbentes, por lo que el aprovechamiento de los abonos es más eficiente (Foto 50).

Para el caso de cafetales sembrados en terrenos inclinados, los fertilizantes se aplican en la modalidad de media corona o semicírculo ladera arriba. En pendientes muy pronunciadas, es preferible realizar la siembra en terrazas de banco o terrazas individuales, buscando de esta manera facilitar la labor de fertilización, incrementar su eficiencia y reducir la erosión. También se conseguirá aumentar la infiltración del agua de lluvia lo que significa más humedad en el suelo, un aspecto particularmente importante en zonas con escasa precipitación.

L. LA FERTILIZACION DEBE SER OPORTUNA

La demanda nutritiva del café se incrementa considerablemente con el inicio de las lluvias, debido al rápido crecimiento de nuevos brotes y desarrollo de los frutos. Por tal motivo, la primera fertilización debe realizarse al inicio de cada año coincidiendo con las primeras lluvias. Se aplica sólo la mitad de la dosis recomendada de N y todo el P y K, en caso de que estos últimos elementos se encuentren también incluidos en el programa de fertilización anual. La otra mitad del N se aplica 2 a 3 meses más tarde. La última fracción de N ayuda a que la planta acumule reservas para soportar la época seca que se avecina, además de favorecer el desarrollo final de los frutos. Es conocido que éstos reciben el 40% de su requerimiento total de N durante los 2 últimos meses previos a la cosecha.

El propósito de aplicar el fertilizante nitrogenado en forma fraccionada al inicio y final de la época lluviosa, es para disminuir el riesgo de lixiviación o lavado. También sirve para mejorar su disponibilidad a lo largo de dicho período, que es el de mayor exigencia nutritiva del cultivo. En caso de requerirse la fertilización con otros nutrientes se planifica igualmente para cuando haya suficiente humedad.

M. FERTILIZACION FOLIAR

La fertilización foliar se utiliza como complemento de la fertilización al suelo en plantaciones tecnificadas. Esta práctica resulta útil para corregir deficiencias minerales no muy acentuadas, particularmente de micronutrientes. Los fertilizantes foliares pueden aplicarse poco antes de la floración (no durante la misma), pero principalmente durante el desarrollo de los frutos que es cuando más se aprovecha. En plantaciones mal manejadas o con mucha sombra resulta antieconómico e inútil realizar dicha labor.

Ya se mencionó que, para ahorrar tiempo y mano de obra, el fertilizante foliar se puede aplicar en mezcla con los "caldos" fitosanitarios, siempre y cuando haya compatibilidad entre los productos utilizados, es decir que no se formen grumos o precipitaciones de material. Por tal razón, se aconseja seguir las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a dosis y compatibilidad de los productos disponibles en el mercado.

N. FERTILIZACION Y COBERTURA

El empleo de mantillo vegetal o cobertura alrededor de las plántulas recién transplantadas, constituye otra práctica de gran utilidad para el establecimiento del cafetal (Foto 51), principalmente en terrenos de ladera ya que aquellos tienden a secarse rápidamente. A más de mejorar el aprovechamiento de los fertilizantes, reduce la competencia de malezas, conserva humedad y ayuda al control de la erosión. Por otro lado, durante el proceso de descomposición de la cobertura ocurre la liberación de nutrientes que son tomados por el cultivo. Por la demanda de material y mano de obra para colocar la cobertura, dicha práctica se limita a pequeñas superficies.

La cobertura se forma a base del follaje de especies que abundan en el lugar, por ejemplo la saboya o cauca en el litoral central, aunque también se pueden utilizar materiales como residuos de cultivos. El espesor de la capa de residuos dependerá de la disponibilidad de material, recomendándose cubrir la mayor superficie posible alrededor de cada planta. El momento propicio para colocar la cobertura es 2 a 3 meses después del trasplante, renovándose ésta un año más tarde. No se recomienda renovar más allá del segundo año después del trasplante.

O. FERTILIZACION DESPUES DE LA RECEPA

Conforme pasa el tiempo después de que la plantación entra en producción, las plantas se van agotando formándose cada vez menos tejido pro-

ductivo. Esto trae como consecuencia menos rendimiento y poca respuesta a la fertilización. El agotamiento será más acelerado a plena exposición y mientras más deficiente haya sido la nutrición del cultivo. En cualquier caso después de 4 a 5 años de producción, habrá llegado el momento de utilizar alguno de los sistemas de recepa para rejuvenecer la plantación.

Después que ha transcurrido un año de realizada la recepa, se reinicia la fertilización, aplicando sólo la mitad de las dosis recomendadas para plantas en producción. Al segundo año se fertiliza con toda la dosis. Si la recepa es a partir de plantaciones viejas, se recomienda fertilizar después que ha producido la primera cosecha (unos 18 meses más tarde). Antes de ese tiempo, es poco probable una respuesta significativa a la fertilización, pues el nuevo desarrollo ocurre en base a las reservas nutritivas del tocón, residuo de fertilizaciones anteriores y la fertilidad nativa del suelo incrementada por la gran cantidad de hojarasca acumulada en la superficie.

P. CALCULOS CON FERTILIZANTES

Aunque los cálculos con fertilizantes son directos, siempre se requiere de alguna práctica para familiarizarse con ellos. Por tal razón, a continuación se ilustran con ejemplos algunas de las situaciones más comunes que se pueden presentar.

Problema 1:

Para un cafetal bajo sombra moderada y en su segundo año de establecimiento en el campo, se recomienda el siguiente plan de fertilización:

Mes de aplicación	Kg/ha		
	N	P205	K20
Diciembre/90	40	50	0
Abril/91	60	0	0

En el mercado local se encuentran disponibles las siguientes fórmulas fertilizantes: 18-46-0, 12-24-12, 15-15-15, 46-0-0 y 0-0-60. Qué fertilizante es

el más apropiado para satisfacer la recomendación indicada? Cuánto fertilizante se necesita?.

Solución

Se considera primero la recomendación correspondiente al mes de Diciembre. Se procede a seleccionar la fórmula fertilizante cuya relación nutritiva (N:P205:K20) se acerque más a la recomendación (1:1,25:0). Es claro que las fórmulas 12-24-12, 15-15-15 y 0-0-60 no cumplen tal condición. Sólo queda el 18-46-0 con la relación 1:2,5:0, que si bien es alta en P, en cambio es la que más se aproxima.

Para conocer que cantidad de 18-46-0 se requiere para proporcionar 50 kg de P205, se divide 50 para 0,46 (46%) obteniéndose 108,7 kg. Luego se determina cuánto N aportan los 108,7 kg de 18-46-0. Para el efecto, se multiplica dicha cantidad por 0,18 (18%), resultando que aportan 19,56 kg de N.

De la recomendación de 40 kg de N se restan los 19,56 kg que aporta el 18-46-0, encontrándose que aún faltaría por aplicar 20,44 kg de N. Esta cantidad se completa con úrea (46-0-0). Para averiguar cuánta úrea aplicar, se divide 20,44 para 0,46 (46%), lo cual da como resultado 44,4 kg siendo esta la cantidad requerida. En conclusión, la recomendación para el mes de Diciembre se satisface aceptablemente con la aplicación de dos sacos de 18-46-0 y un saco de úrea.

Los 60 kg de N correspondientes al mes de Abril se aplican directamente con úrea. La cantidad se determina dividiendo 60 para 0,46 (46%), obteniéndose 130,4 kg, o sea algo menos de tres sacos de úrea por hectárea.

Nota: No siempre se puede seguir exactamente una recomendación. Sin embargo, si las cantidades aplicadas no difieren (en exceso o en defecto) en más del 15 al 20% de las recomendadas, se consideran aceptables.

Problema 2:

Se necesita de un fertilizante con la relación 1:3:1 para abonar un cafetal, pero en el mercado sólo están disponibles las fórmulas 15-15-15 y 0-21-0.Cuál es la proporción en que se deberán mezclar dichas fórmulas fertilizantes para lograr la relación requerida? Cuál es la fórmula final de la mezcla?.

Solución

Los 100 kg de 15-15-15 contienen 15 kg de cada uno de los macronutrien-

tes, es decir de N, P y K. A esos 100 kg se le agregan 30 kg de P205 para conseguir una mezcla fertilizante con la relación 1:3:1. Puesto que se necesita saber cuántos kg de la fórmula 0-21-0 se requieren a fin de agregar los 30 kg de P205, se procede a dividir 30 para 0,21 (21%) lo que da como resultado 143 kg. A continuación se resume el proceso descrito hasta aquí.

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 \text{N} \quad \text{P205} \quad \text{K20} \\
 100 \text{ Kg de } 15-15-15 = \frac{\quad}{15 \text{ kg} \quad 15 \text{ kg} \quad 15 \text{ kg}}
 \end{array} \\
 + \\
 \begin{array}{r}
 \quad \quad \quad 0 \quad 30 \quad 0 \\
 143 \text{ Kg de } 0-21-0 = \frac{\quad}{15 \text{ kg} \quad 45 \text{ kg} \quad 15 \text{ kg}}
 \end{array} \\
 \hline
 243 \text{ Kg}
 \end{array}$$

Ahora bien, la fórmula resultante no es 15-45-15, pues dichas cifras se refieren a las cantidades de N, P205 y K20 contenidas en los 243 kg de la mezcla, mas no en 100 kg de la misma. De allí que la fórmula resultante se consigue modificando tales cantidades sobre una base de 100 en la siguiente forma: 15-45-15 dividido para 2,43 (proviene de dividir 243 kg para 100) es igual a 6-18-6. Por tanto, la fórmula final de la mezcla es 6-18-6, que tiene exactamente la relación 1:3:1.

Problema 3:

Para una plantación de café en plena producción se recomienda la aplicación de 300 kg de 15-15-15 por hectárea. La distancia entre las hileras de plantas es de 2,00 m, mientras que entre sitios dentro de la hilera es de 1,50 m. Se requiere conocer que cantidad del fertilizante indicado debe aplicarse por planta.

Solución:

Primero es necesario averiguar el número de plantas por hectárea, lo que se consigue de la siguiente manera:

$$\text{N}^\circ \text{ de plantas/ha} = \frac{10\,000 \text{ m}^2}{2,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}} = 2\,600$$

Luego se dividen los 300 kg de la fórmula 15-15-15 para las 2600 plantas/ha, encontrándose que se necesitan 0,15 kg (150 g) por planta.

Q. OTRA ALTERNATIVA PARA CALCULAR DOSIS DE FERTILIZANTES POR PLANTA

En ocasiones no es de mucha utilidad en el campo conocer cuántos gramos u onzas de un fertilizante se necesita aplicar por planta, si se carece de balanzas para pesar. Más práctico resulta conocer las dosis en medidas de volumen tradicionales y que sean familiares para el agricultor cafetalero, por ejemplo se puede utilizar una lata de atún. Es con este propósito que a continuación se presenta el peso aproximado de varios fertilizantes contenidos en una lata llena (a ras) hasta el borde (Cuadro 7).

CUADRO 7. Peso en gramos de varios fertilizantes contenidos en una lata (tarrina) de atún llena hasta el borde.

Fertilizante	Peso aproximado (g)
Urea	156
Superfosfato triple	231
Superfosfato simple	228
Fosfato diamónico	195
Muriato de potasio	208
10-30-10	187

De esta forma, si un cafetal en producción y bajo sombra moderada con una población de 2600 pl/ha presenta un nivel bajo de N, se requeriría aplicar 42 g de úrea por planta al inicio del invierno y otros 42 g 2 a 3 meses más tarde. Dividiendo el contenido de una lata de atún lleno de úrea para 42, se obtienen 3,7, que se redondea a 4. Significa que dicha cantidad alcanza para abonar 4 plantas cada vez. Se procede igual con los otros fertilizantes.

R. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, S. 1988. Fertilización del café. *In* Manual de caficultura. Guatemala, ANACAFE. p. 57-70.
- AMORES, F. 1990. Manejo de suelos en café. *In* Situación actual de la caficultura en el Ecuador, con énfasis en los problemas fitosanitarios. Pichilingue, Julio 30 - Agosto 3/90. Quevedo, Ecuador. INIAP/GTZ/FAO. 4 p.
- AMORES, F. 1992. Resúmen de las investigaciones sobre nutrición y fertilización del café en el Ecuador. *In* Seminario-Taller Internacional sobre suelos, fertilización y nutrición del café. (1991, Quevedo, Ecuador) 1992. (Memorias). Quito, Ecuador, INIAP/FUNDAGRO/INPOFOS/GTZ. p. 84-87.
- AMORES, F.; CORTEZ, C. y MENDOZA, J. 1988. Informe de una visita técnica a zonas cafetaleras de Costa Rica y Guatemala. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 20 p. (mimeografiado).
- ARCILA, J. 1988. Aspectos fitosanitarios de la producción de café. *In* Tecnología del cultivo de café. 2a. ed. Manizales, Caldas, Colombia. CENICAFE. P. 60-112.
- CARVAJAL, J.F. 1972. Café: Cultivo y fertilización. Berna, Suiza. Instituto Internacional de la potasa. p. 75-103.
- HAARER, A.E. 1962. Modern Coffee Production. London, Leonard Hill p. 19-25.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1964-1990. Informes Técnicos Anuales (1963-1989). Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento de Suelos y Fertilizantes. p. irr.
- LAINEZ, J. 1978. Nutrición del café robusta en la zona de Quevedo. Quito, Ecuador. Boletín Técnico N° 30. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 32 p.
- LAINEZ, J. 1979. Aplicación del diagnóstico foliar en la evaluación de la condición nutricional de plantaciones comerciales de café y cacao en el litoral ecuatoriano. Revista técnica del INIAP (Ecuador) 2:2. 15 p.
- LAINEZ, J. 1984. Cómo tomar muestras de hojas para el análisis químico de algunos cultivos. Quito, Ecuador. Boletín Divulgativo N° 46. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 15 p.
- LEONARD, D. 1981. Soils, Crops and Fertilizer use. 3o. ed. Washington, USA. Information Colection and Exchange. p. 108-135.
- MALAVOLTA, E; YAMADA, T y GUIDOLIN, J.A. 1981. Nutrição e Adubação do Cafeeiro. Piracicaba, Brasil, Instituto de Potassa y Fosfato e Instituto Internacional do Potasa. 224 p.
- MORALES, P. de F.R. 1982. Adubação do cafeeiro, macronutrientes e adubação orgánica. *In* Malavolta, E., Yamada, T. y Guidolin, J.A. Nutrição e Adubação do cafeeiro. 2o. ed. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil, Instituto da Potasa & Fosfato. p. 77-88.
- ORTIZ, O. 1988. Suelos y Fertilización. *In* Hernández P. Manual de caficultura

- Guatemala. Guatemala, Asociación Nacional del Café. p. 101-132.
- PADILLA, W. 1979. Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador. Quito-Ecuador. Boletín Técnico N° 32. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. p. 33.
- SERVICIO COOPERATIVO INTERAMERICANO DE AGRICULTURA. 1960-1962. Informes Anuales 1959-1961. Quito, Ecuador. Estación Experimental Pichilingue. p. irr.
- SOTOMAYOR, I. y DUICELA, L. 1988. Manual Práctico de semilleros y viveros de café, Quevedo-Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. p. 35-37.
- VALENCIA, G. 1987. Deficiencias minerales del café. Chinchiná, Caldas, Colombia. Boletín Técnico N° 1. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 15 p.
- VALENCIA, G. 1988. Nutrición mineral del café. In Tecnología del cultivo de café. 2o. ed. Manizales, Caldas, Colombia, CENICAFE. p.113-131.
- WILLIAMS, C.N. 1979. The agronomy of the major tropical crops. 2o. ed. Kuala Lumpur. Oxford University Press. p. 84-88.

X. ENFERMEDADES DEL CAFETO

Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

La enfermedad es un proceso dinámico resultante de la interacción entre la planta, el patógeno y el ambiente.

Se considera que una planta está enferma cuando una o varias funciones vitales han sido alteradas por agentes patógenos o por factores ambientales.

Los síntomas de la enfermedad son considerados como una serie de reacciones (micro y macroscópicas) de las plantas afectadas en respuesta a la invasión y desarrollo de un agente patógeno, es decir, un ente capaz de incitar una enfermedad infecciosa. La planta enferma se la denomina como hospedero u hospedante.

Existen también las enfermedades no infecciosas provocadas por la influencia de uno o varios factores abióticos. La mayoría de ellos afectan a los cultivos obstaculizando sus procesos fisiológicos normales, así por ejemplo, la deficiencia de nutrientes, falta o exceso de luz, humedad en el suelo, contaminación atmosférica, temperaturas muy altas o bajas.

El hombre puede ejercer acciones importantes sobre el hospedero, patógenos y sus ambientes. Estas en la actualidad se están incrementando en magnitud y escala de importancia. La interacción de los cuatro factores mencionados que determinan el desarrollo de una enfermedad se simbolizan por un tetraedro cuya base representa la interacción del hospedero, patógeno y ambiente. El hombre puede influenciar sobre el desarrollo y control de epidemias.

De esta manera, es conveniente disponer de un conocimiento básico de

los diferentes aspectos que intervienen en el desarrollo de una enfermedad, lo que permitirá reducir la severidad de su ataque. Por ello, es conveniente tener información acerca del estado de mayor susceptibilidad de la planta hacia el patógeno, la etapa de mayor producción, liberación y diseminación del inóculo y el clima adecuado para el curso favorable de una epidemia.

B. FACTORES BIOTICOS

1. *Condiciones del hospedero*

Para que se desarrolle una epidemia es necesario la presencia de un hospedero susceptible. Esta situación provoca una alta producción y diseminación del inóculo presente en las plantas afectadas. Es decir, que a mayor número de plantas susceptibles al patógeno, mayor será el potencial de inóculo, más fácil su diseminación y mayor la intensidad de la epidemia.

Por otra parte, el hospedero debe estar también predispuesto a contraer la enfermedad en la fase crítica del establecimiento de la epidemia. La etapa de formación abundante de hojas (roya, mal de hilachas), edad de la planta (mal del talluelo), pobre nutrición (mancha de hierro), etc. son factores predisponentes para el ataque de varios patógenos. Indudablemente que factores del ambiente y labores culturales pueden alterar la susceptibilidad en los cafetos.

2. *Condiciones del patógeno*

Es bien conocido que la intensidad de desarrollo de una enfermedad está condicionada a la presencia de un patógeno que tenga una alta capacidad de reproducción, lo que permitirá que todas las plantas resulten afectadas.

Por otra parte, es necesario que se produzca una eficiente diseminación del patógeno para la ocurrencia de una epidemia.

Para las diferentes enfermedades ocurren condiciones especiales para la diseminación de sus agentes causales o patógenos. En algunos casos, puede ser pasiva directa, cuando la enfermedad es introducida en una determinada área a través de plantas afectadas. En otros, se lleva a cabo mediante la acción de agentes de inoculación como el viento, el agua, animales, insectos y el propio ser humano.

Finalmente, es importante considerar el potencial de inóculo inicial para el desarrollo de una epidemia.

C. FACTORES ABIOTICOS

El medio ambiente está conformado por un complejo de factores que ejercen una acción determinante en el desarrollo y ocurrencia de epidemias. Entre ellos, se puede mencionar la temperatura, humedad, altitud, luminosidad, fertilidad y condiciones físicas-químicas del suelo, vientos, etc. Es necesario que existan condiciones ideales predisponentes en el hospedero y el patógeno en forma simultánea con aquellas del ambiente para el desarrollo de una determinada enfermedad. Al disponer de un conocimiento adecuado de estos factores, se podría predecir su severidad bajo determinadas circunstancias.

Así por ejemplo, la roya del cafeto (Hemileia vastatrix) tiene un buen desarrollo cuando la temperatura oscila alrededor de 22 a 24°C, en presencia de agua líquida sobre el follaje (alrededor de 6 horas de duración continua) requiriéndose de un período de obscuridad previo a la germinación de las uredosporas. Es decir, que bajo condiciones de temperatura favorable y la ocurrencia de una lluvia durante la tarde, se podría estimar con cierta seguridad que las esporas de H. vastatrix iniciarán su fase germinativa y luego su penetración a través de los estomas de las hojas. A los 25 ó 30 días después de ocurrida la fase infectiva del patógeno, podrá observarse un ataque severo de la enfermedad en el cafetal, si se mantienen las condiciones favorables de temperatura en el ambiente.

Por otra parte, la "Mancha de hierro" (Cercospora coffeicola) se presenta generalmente con gran intensidad en plantaciones a plena exposición solar y fertilizadas inadecuadamente. El "Ojo de gallo" (Mycena citricolor) ocurre principalmente cuando los cafetos se encuentran densamente sombreados localizados en zonas húmedas. El "Mal de hilachas" (Pellicularia kole-roga) tiene una alta incidencia principalmente en zonas cálidas y húmedas y la "Muerte descendente" (Phoma spp.) cuando el cultivo es establecido en zonas altas y expuestas a la acción de vientos fuertes.

D. DIAGNOSTICO DE LAS ENFERMEDADES

Para realizar un buen diagnóstico de la incidencia de una enfermedad, es necesario realizar observaciones cuidadosas en una plantación (Foto 52).

Esto permitirá determinar si ella afecta a unas pocas plantas, con igual o diferente severidad o en general a todo el cultivo. En determinadas ocasiones bajo condiciones de campo, es posible observar que las plantas enfermas pueden encontrarse en una área localizada, ya sea en hileras o en los bordes del cafetal afectado. En otros casos, la enfermedad tiene su mayor incidencia en las partes más bajas o altas de la finca, o en las áreas de mayor o menor intensidad de sombreado.

Por otra parte, es oportuno determinar, si la enfermedad se presenta en focos iniciales de infección, el tiempo de ocurrencia, la virulencia del patógeno involucrado y la factibilidad de emplear medidas de control.

En base a estos antecedentes, se hace necesario efectuar muestreos representativos en la finca, en las diferentes etapas de desarrollo de la enfermedad.

3. MANEJO INTEGRADO DE LAS ENFERMEDADES

El cultivo de café se encuentra expuesto a la influencia de una serie de factores bióticos (hongos, bacterias, nemátodos, etc.) y abióticos (temperatura, luz, humedad, sequía, etc.) en las diferentes fases de crecimiento del cultivo. Por ello, se hace imprescindible que el técnico o especialista los identifique oportunamente, conozca su forma de ataque o los procesos que ellos afectan dentro de la planta, con el propósito de determinar la aplicación de una medida de prevención o control.

En general, el manejo integrado de las enfermedades que afectan al café, comprende básicamente 4 aspectos fundamentales: 1). Control de inóculo, 2). Manejo del hospedero, 3). Manejo de los factores del ambiente, y 4). Uso de pesticidas.

1. Control de inóculo

En este caso se hace necesario aplicar varias medidas tendientes a impedir que el agente que provoca la enfermedad llegue a establecerse en una zona determinada o área del cultivo. A esto se denomina exclusión.

Bajo determinadas condiciones, es posible intentar la ejecución de un plan de erradicación de un patógeno establecido en una determinada zona cafetalera.

En nuestro país se emplearon métodos cuarentenarios para excluir al agente causal de la roya en el sitio en que fue originalmente detectada (Zamora Chinchipe) y luego en otras zonas cafetaleras vecinas.

Estas acciones permitieron mantener confinada la enfermedad por un

Esto permitirá determinar si ella afecta a unas pocas plantas, con igual o diferente severidad o en general a todo el cultivo. En determinadas ocasiones bajo condiciones de campo, es posible observar que las plantas enfermas pueden encontrarse en una área localizada, ya sea en hileras o en los bordes del cafetal afectado. En otros casos, la enfermedad tiene su mayor incidencia en las partes más bajas o altas de la finca, o en las áreas de mayor o menor intensidad de sombreado.

Por otra parte, es oportuno determinar, si la enfermedad se presenta en focos iniciales de infección, el tiempo de ocurrencia, la virulencia del patógeno involucrado y la factibilidad de emplear medidas de control.

En base a estos antecedentes, se hace necesario efectuar muestreos representativos en la finca, en las diferentes etapas de desarrollo de la enfermedad.

E. MANEJO INTEGRADO DE LAS ENFERMEDADES

El cultivo de café se encuentra expuesto a la influencia de una serie de factores bióticos (hongos, bacterias, nemátodos, etc.) y abióticos (temperatura, luz, humedad, sequía, etc.) en las diferentes fases de crecimiento del cultivo. Por ello, se hace imprescindible que el técnico o especialista los identifique oportunamente, conozca su forma de ataque o los procesos que ellos afectan dentro de la planta, con el propósito de determinar la aplicación de una medida de prevención o control.

En general, el manejo integrado de las enfermedades que afectan al café, comprende básicamente 4 aspectos fundamentales: 1). Control de inóculo, 2). Manejo del hospedero, 3). Manejo de los factores del ambiente, y 4). Uso de pesticidas.

1. Control de inóculo

En este caso se hace necesario aplicar varias medidas tendientes a impedir que el agente que provoca la enfermedad llegue a establecerse en una zona determinada o área del cultivo. A esto se denomina exclusión.

Bajo determinadas condiciones, es posible intentar la ejecución de un plan de erradicación de un patógeno establecido en una determinada zona cafetalera.

En nuestro país se emplearon métodos cuarentenarios para excluir al agente causal de la roya en el sitio en que fue originalmente detectada (Zamora Chinchipe) y luego en otras zonas cafetaleras vecinas.

Estas acciones permitieron mantener confinada la enfermedad por un

buen tiempo en las zonas productoras del sur del país. Es procedente la prohibición de importar material vegetativo del género *Coffea*, sin la aprobación del Programa Nacional de Sanidad Vegetal del MAG. Se debe también tomar todas las precauciones necesarias para eliminar o reducir los riesgos de introducción de nemátodos y otros patógenos del suelo a través de la libre movilización de plantas de café.

2. Manejo del hospedero

Una práctica tendiente a reducir el impacto de una enfermedad, es la de promover el desarrollo del cafetal bajo un ambiente adecuado. Con estas condiciones, el crecimiento de las plantas será más intenso en relación a la reproducción y desarrollo del patógeno.

Otra de las medidas recomendadas es la reducción o eliminación del tejido susceptible afectado, reduciendo considerablemente la diseminación entre cafetos.

Finalmente, el empleo de cultivares resistentes a la enfermedad, motiva que el período de incubación del organismo causal sea mayor, disminuyendo el inóculo disponible o su eliminación en determinados casos, según el tipo de resistencia del cultivar utilizado.

3. Manejo de los factores del ambiente

Dentro de este aspecto, se pueden mencionar algunas prácticas culturales de gran importancia cuya aplicación está orientada a la reducción del efecto de las enfermedades, tales como: fertilización química y orgánica, regulación de sombra, control de malezas, drenaje, poda de cafetos.

Un plan de fertilización adecuado y unido a un manejo eficiente del cafetal tiene un efecto indirecto sobre la enfermedad al limitar el desarrollo del patógeno y promover las defensas de las plantas. Se menciona como ejemplo, el control de la Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), tanto a nivel viveros como en condiciones de campo, acompañado de una buena regulación de sombra.

La poda fuerte de la sombra del cafetal es recomendable para el control del Ojo de gallo (*Mycena citricolor*), integrando esta práctica con un adecuado control de malezas y drenaje del cafetal especialmente en zonas húmedas, reduciendo considerablemente los efectos de ésta y otras enfermedades.

4. Uso de pesticidas

La aplicación racional de fungicidas es una práctica utilizada dentro

de un programa de control integrado de las enfermedades. En el cultivo de café se puede emplear fungicidas de acción sistémica y protectora.

Los Sistémicos tienen la facultad de translocarse localmente o extensivamente a través del sistema conductor a todos los tejidos de la planta, destruyendo el patógeno o inhibiendo la capacidad de reproducción del inóculo. El principal factor limitante para el uso comercial de este tipo de fungicidas es su costo elevado. Fungicidas sistémicos de un costo bajo y que controlen eficientemente la roya y otras enfermedades del cafeto serán de gran utilidad, especialmente en cultivos establecidos en zonas de topografía accidentada. Los principales fungicidas sistémicos disponibles en el mercado para uso en café son el Bayleton, Benlate, Vitavax (semilla).

Los fungicidas protectores son aquellos pesticidas que forman una barrera entre el tejido susceptible de la planta y el patógeno. Esto se logra al promover una adecuada cobertura en las plantas con residuos fungitóxicos que impidan la germinación de las esporas o desarrollo de su tubo germinativo. Cuando las esporas del hongo germinan y llegan a penetrar el órgano susceptible de las plantas, la acción de los fungicidas protectores se torna limitada o ineficiente debido a que la infección se desarrolla, aunque esa parte del tejido u órgano susceptible sea asperjado posteriormente con el pesticida. Este criterio debe tenerse muy en cuenta ya que la mayor parte de los fungicidas que se recomiendan en el país para el control de las principales enfermedades del cafeto son de acción protectora. Entre ellos se puede mencionar a los ditiocarbamatos, cobres, clorotalonil, etc.

Lo mencionado anteriormente permite concluir que, para la toma de decisiones del tipo de práctica de cultivo que debe emplearse en el control de las enfermedades, es imprescindible tener un entendimiento cabal de la estructura y funcionamiento de la interacción patógeno-hospedero-ambiente, sin descartarse los aspectos socio-económicos del productor cafetalero, factores decisivos para la implementación de las medidas de control.

F. PRINCIPALES ENFERMEDADES EN EL ECUADOR

Durante muchos años las plantaciones cafetaleras ecuatorianas han venido siendo afectadas y amenazadas por una serie de enfermedades que, en forma individual o combinada, han traído como consecuencia descensos considerables de la producción y productividad del cultivo.

Esta situación ha traído como consecuencia la necesidad de mejorar los conocimientos en el manejo y control integrado de las enfermedades, promoviendo al mismo tiempo un cambio en el sistema de explotación del cultivo.

Las enfermedades más comúnmente presentes en los cafetales del país son aquellas causadas por hongos. Estos microorganismos atacan a los diferentes órganos de la planta, provocando una alteración o detención en el desarrollo de sus funciones fisiológicas normales y básicas. Muchas enfermedades atacan al follaje de las plantas, afectando o reduciendo la capacidad fotosintética, interfiriendo en consecuencia en la producción de reservas alimenticias y en la misma reproducción reflejada en la cosecha. Otras afectan las ramas, flores, frutos, tronco o el sistema radicular provocando una deficiente absorción de agua, nutrientes y minerales del suelo o sustrato (vivero).

Por lo tanto, conociendo el tipo de función fisiológica alterada en las plantas afectadas y el grado de agresividad de los patógenos involucrados, se podrá prever el impacto económico de las diferentes enfermedades que afectan al café.

1. *Mal del talluelo*

Sinónimos: Damping off, Volcamiento, Mal del tallito, Sancocho, Mal de almacigo, Rhizoctoniosis.

Organismo causal: Rhizoctonia solani kuehn
Pellicularia filamentosa (Pat). Rogers.

Es una de las enfermedades que tiene más importancia en los semilleros de café, llegando en ciertas ocasiones a producir pérdidas de hasta un 75% de mortalidad de las plántulas. Es posible que, en determinados casos, se le observe también en los viveros o almacigos, cuando las plántulas se encuentran en estado de "fosforito" o "chapola".

a. Sintomatología

El principal síntoma es la presencia de un estrangulamiento a nivel del cuello de la plantita afectada, debido a la pudrición de la corteza provocada por el desarrollo del micelio del hongo en el interior de los tejidos (Foto 53).

La zona necrótica hundida es de color oscuro y aspecto rugoso en la base del tallito, que se extiende rápidamente hasta cubrirlo comple-

tamente. Por la intensidad del ataque, ocurre una paralización de la circulación de la savia elaborada, dando lugar al marchitamiento y volcamiento de la plantita enferma.

En determinadas casos, los síntomas de la enfermedad pueden ser observados en el sitio de unión del tallito y la semilla.

Se han observado también, síntomas del mal de talluelo en las hojas cotiledonares en semilleros de más de 3 meses de establecido. Se caracterizan por la presencia de lesiones necróticas redondas y húmedas que coalescen con otras pudiendo llegar a destruir todo el tejido foliar.

Bajo condiciones de alta humedad, sobre la zona afectada de la plántula se forma un crecimiento pardo-ceniza que corresponde al micelio del patógeno, que es el responsable para la diseminación de la enfermedad.

El mal del talluelo generalmente aparece en círculos o manchones aislados que se observan en distintos puntos del semillero. Si la enfermedad no se controla oportunamente, las plántulas seguirán muriéndose, aún después que éstas hayan producido su primer par de hojas.

El hongo Rhizoctonia solani vive preferentemente en suelos húmedos, de alto contenido de materia orgánica. Posee gran capacidad saprofítica pudiendo sobrevivir de manera indefinida en restos vegetales en forma de esclerocios.

b. Prevención

No es recomendable utilizar como sustrato en el semillero aquella arena o suelo que en años anteriores haya sido contaminada con el hongo. Es conveniente evitar también el exceso de humedad en los semilleros, factor predisponente para el desarrollo de la enfermedad. La desinfección del sustrato (arena) debe efectuarse a base de Pentacloronitrobenzeno (PCNB, Brassicol 75%, Tri PCNB 75%), etc.

Los productos mencionados pueden aplicarse de la siguiente manera:

- En forma de espolvoreo

Para el efecto, es necesario aplicar el fungicida sobre las camas de arena previamente humedecidas, en la dosis de 40 g de producto comercial por metro cuadrado. Es necesario incorporar ligeramente el

pesticida con un rastrillo y luego aplicar un galón de agua sobre la superficie tratada.

- En forma de riego

El tratamiento en este caso debe efectuarse con una semana de anticipación a la siembra, empleando la dosis de 5 gramos por litro de agua. Se recomienda emplear 1 galón de esta mezcla por metro cuadrado de semillero.

Aparte de los tratamientos recomendados en capítulo anterior, se puede también aplicar otros fungicidas como Bravo 500 en la dosis de 20 cc por litro de agua; Vitavax 300 empleando 10 g. por 2 litros de agua; Mertec 450 Fw en la dosis de 10 cc en 2 litros de agua. Estas dosis se recomiendan por metro cuadrado de semillero.

c. Control

En aquellas ocasiones en que la enfermedad se presenta aún después de haberse realizado el tratamiento preventivo, se puede efectuar el control empleándose Brassicol en el "foco de infección". Se debe tener la precaución de no aplicar el fungicida sobre las plantitas sanas para evitar problemas de fitotoxicidad del producto. Cuando se presenta un foco de la enfermedad, es recomendable proceder a la eliminación de las plantitas enfermas y algunas adicionales con el propósito de reducir las posibilidades de contaminación de aquellas sanas.

Se sugiere el empleo de fungicidas cúpricos en la dosis de 10 g/m^2 , debiendo iniciar las aspersiones cuando se observen las primeras plántulas con los síntomas de la enfermedad y continuarse a intervalos de 20-30 días. Se debe tener la precaución de que la boquilla del aspersor alcance el cuello de las plántulas.

Es importante mencionar que no es recomendable aplicar al suelo los productos a base de cobre antes de la siembra de la semilla. El empleo de estos fungicidas debe efectuarse cuando las plantitas hayan alcanzado el estado de soldadito o chapola y no antes, ya que producirá mal formación de las raíces.

2. *Mal de hilachas*

Sinónimos: Arañera, koleroga, Hebraviva, Mustia hilachosa, Infierno.

Organismo causal: Pellicularia (Corticium) Koleroga
Cook Von. Hoehnee.

La enfermedad se encuentra presente en todas las zonas cafetaleras del país y tiene una relevante importancia económica. Es muy frecuente observarla en cafetales con sombra excesiva y bajo condiciones de alta humedad relativa.

El hongo causante de la enfermedad permanece inactivo durante la época seca del año, entrando en actividad durante el establecimiento de la época lluviosa, atacando hojas, ramas y frutos de café.

a. Sintomatología

Las hojas de las plantas afectadas empiezan a secarse desde la base hacia las puntas, cubriéndose el envés de un crecimiento blanquecino que constituye el micelio del patógeno (Foto 54).

En estados avanzados de la enfermedad, las hojas afectadas se secan tornándose de un color café oscuro para luego desprenderse de las ramas y quedar suspendidas o colgantes por medio de hilitos blancos (micelio) dando el aspecto de hilachas de donde deriva su nombre. Esta característica permite reconocer fácilmente la enfermedad (Foto 55).

En los primeros estados de desarrollo del hongo, el micelio es blanquecino, obscureciéndose con el transcurso del tiempo hasta llegar a ser casi negro. De esta manera, permanece dentro de la corteza de las ramas de una época lluviosa a otra (Foto 56).

Bajo determinadas circunstancias, las hojas enfermas presentan una apariencia polvosa, causada por la presencia de las fructificaciones del hongo, denominadas basidios.

Los frutos pueden también ser atacados por la enfermedad en las diferentes etapas de su desarrollo. Las cerezas jóvenes son las más susceptibles, secándose y desprendiéndose, como resultado final del ataque (Foto 57).

b. Prevención

Se recomienda proporcionar una adecuada ventilación y luminosidad a la plantación, regulando la sombra de una manera proporcional, en función de la altura sobre el nivel del mar en la que esté localizada la finca.

c. Control

Es importante podar las partes enfermas de los arbustos durante la época seca y quemarlas fuera del cafetal.

Para el combate químico de la enfermedad, se recomienda el empleo de fungicidas a base de cobre (50% de cobre metálico) en la dosis de 3 kg de producto comercial por hectárea.

3. *Ojo de gallo*

Sinónimos: Gotera, Argeño, Mancha de la hoja,
Mancha americana, Maja viruela.

Organismo causal: Mycena citricolor Berk & Curt. Sacc (fase perfecta), Omphalia flavida (fase imperfecta).

La enfermedad es muy frecuente en cafetales poco tecnificados, con sombra excesiva, bajo condiciones de alta humedad y en temperaturas comprendidas entre los 19 y 23 °C. Ataca principalmente a las hojas como también a ramas, tallos y frutos del cafeto.

a. Sintomatología

Los primeros síntomas de la enfermedad se presentan en forma de pequeñas manchas circulares o ligeramente ovaladas, distribuidas irregularmente en todas las hojas afectadas. Al inicio, las lesiones son de color pardo y luego en un estado más avanzado de su desarrollo se tornan gris ceniza, llegando a alcanzar hasta 15-18 mm de diámetro (Foto 58).

En determinadas condiciones, el tejido afectado puede desprenderse, dejando en las hojas perforaciones o agujeros. Esta es una característica que diferencia al Ojo de gallo de otras enfermedades del cafeto.

Cabe anotar que cuando el ataque de la enfermedad se produce sobre la vena central cerca del peciolo, la enfermedad puede provocar también la caída prematura de las hojas.

El Ojo de gallo puede afectar también a los frutos en todos los estados de su desarrollo. Sobre la corteza de las cerezas se puede observar la presencia de lesiones hundidas y de diferentes tamaños. Con el transcurso del tiempo, los frutos afectados se vuelven amarillos, tornándose pardos al final del ataque (Foto 59).

Bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad, se puede observar la presencia de los cuerpos fructíferos del hongo creciendo sobre las lesiones producidas en los tejidos afectados. Estos tienen una coloración amarilla y forma de cabezuelas o gemmas denominadas técnicamente "sinema", semejantes a diminutos alfileres, erguidos unos y doblados otros según la edad. Estas estructuras que corresponden al estado imperfecto (*Omphalia flavida*) se desprenden por efecto de la lluvia, el viento u otros medios de diseminación, llegando a contaminar nuevas hojas y frutos, para dar inicio a nuevas infecciones.

Los cafetales severamente afectados por la enfermedad pueden sufrir fuertes defoliaciones y pérdidas en la cosecha, dando como resultado plantas débiles e improductivas.

b. Prevención

Para reducir la incidencia del Ojo de gallo, es conveniente efectuar un cambio en el sistema tradicional de manejo actual del cultivo. Se aconseja el empleo de árboles de sombra que ofrezcan un fácil manejo, que permitan una adecuada luminosidad en la plantación. Por consiguiente, se propiciaría una mejor ventilación al efectuarse la poda de los cafetos, proporcionando condiciones desfavorables para el desarrollo de la enfermedad.

Es importante también mantener el cafetal libre de malezas que puedan ser hospederas alternas de la enfermedad y fertilizar los arbustos en la dosis y épocas recomendadas.

c. Control

Se recomienda el empleo de fungicidas a base de cobre (50% de cobre metálico) en la dosis de 3 kg por hectárea.

La primera aplicación del fungicida debe efectuarse al inicio de la época lluviosa, pudiendo continuarse a intervalos de 30 días, de acuerdo a la incidencia y severidad de la enfermedad. Es conveniente que, previo al inicio de las aspersiones, se determinen las áreas afectadas, para que el tratamiento se realice en focos, ahorrándose de esta manera, tiempo y dinero.

4. *Roya*

Sinónimos: *Roya anaranjada*, *Herrumbre*, *Roya común*,

Roya oriental, Enfermedad oriental de la hoja,
Enfermedad de la hoja del cafeto.

Organismo causal: Hemileia vastatrix Berk & Br.

La roya del cafeto es, sin lugar a dudas, una de las enfermedades más importantes que inciden en la caficultura mundial. La magnitud de los daños provocados ha suscitado la preocupación de gobiernos, instituciones u organismos internacionales que vienen aunando esfuerzos para encontrar las medidas más eficientes y económicas para su control.

En la mayoría de las zonas tropicales donde el café es cultivado, es necesario realizar ciclos de aspersión de fungicidas para el control de la enfermedad. Su elevado costo puede considerársele como una pérdida directa atribuida a la enfermedad.

Esta enfermedad fue observada por primera vez en el Ecuador en 1981, afectando cafetales en la provincia de Zamora Chinchipe. Acciones de control cuarentenario implementados en el país a través del Programa Nacional de Sanidad Vegetal del MAG, permitieron mantenerla confinada hasta 1984 en la parte sur, encontrándose presente en la actualidad en casi toda el área cafetalera nacional.

El bajo nivel tecnológico del agricultor cafetalero, la presencia de plantaciones de avanzada edad, densamente sombreadas, establecidas principalmente con la variedad *Typica*, altamente susceptible a la roya y otras enfermedades, han incidido significativamente en una reducción considerable de los rendimientos.

Se ha llegado a estimar que en algunos casos la roya puede provocar pérdidas del 30-40% sobre los rendimientos del cultivo, cuando no se utilizan las medidas de control requeridas.

La enfermedad llega a causar pérdidas económicas considerables cuando provoca una extensiva y prematura defoliación de los cafetos (Foto 60). El área fotosintética activa de la planta se reduce en forma significativa, lo que ocasiona la muerte de las ramas. Es decir, aquellos cultivos que sufren ataques repetidos intensos de la enfermedad llegarán a tener una longevidad reducida.

a. Sintomatología

Los síntomas de la enfermedad durante la fase inicial de su desarrollo, se caracterizan por la presencia de pequeñas manchas redondas cloróticas y translúcidas de aproximadamente 1-2 mm de diámetro, localizadas en el envés de las hojas. En el haz, las hojas afectadas

presentan manchas de una tonalidad aceitosa (Foto 61). Las lesiones gradualmente van incrementando su tamaño hasta alcanzar alrededor de 1 cm de diámetro, tomando en el envés un aspecto polvoriento de una tonalidad amarillo-anaranjada (Foto 62). Esta coloración se debe a la presencia de miles de uredosporas que constituyen las unidades reproductivas del patógeno. Lesiones con estas características se denominan comúnmente pústulas, las que con el tiempo coalescen unas con otras pudiendo llegar a cubrir gran parte del área foliar de los cafetos afectados.

Posteriormente, ocurre la formación de una zona color marrón y necrótica en el centro de las pústulas, continuando con la producción de uredosporas en su extremo. Estas lesiones pueden alcanzar una coloración blanquecina, debido a la presencia del hongo hiperparásito Verticillium spp, especialmente bajo condiciones de temperaturas más bajas y una alta humedad relativa (Foto 63). Durante este período las hojas pueden empezar a caerse, provocando la defoliación de los cafetos.

En determinadas ocasiones, es posible observar pústulas que a menudo son producidas en los márgenes o en las puntas del envés de las hojas. Como es conocido, los estomas, sitio de penetración del hongo, están localizados en esta cara de la hoja, ocurriendo la infección solamente en presencia de agua libre, ya sea en forma de rocío o gotas de lluvia.

Bajo estas condiciones, al estar suspendidas por un mayor período de tiempo las gotas de agua en los puntos y márgenes de las hojas, la oportunidad que ocurra el proceso germinativo de las esporas e infeccioso del patógeno son mayores.

Cuando las uredosporas entran en contacto con las hojas del café, éstas pueden germinar dentro de un período de 6 horas a una temperatura (óptima) de 23-24 °C, en la presencia de agua líquida y en condiciones de baja luminosidad. Las esporas emiten uno o más tubos germinativos, siendo incapaces de penetrar directamente la epidermis, ramificándose hasta llegar a localizar un estoma en el envés. Posteriormente, el patógeno penetra y se ramifica intercelularmente en el parénquima lagunoso. Dependiendo de la variedad o cultivar atacado, el hongo puede llegar a penetrar con mayor o menor intensidad, pudiendo alcanzar el tejido de palisada.

Finalmente, se proyecta a través de la abertura estomatal por medio de hifas, sobre las cuales se forman las uredosporas, dando de esta manera origen a una nueva pústula. Factores como la lluvia y el

viento son los responsables de la liberación y diseminación de las uredosporas, desde la pústula original hacia otras partes de la hoja de la planta o dentro de la plantación afectada.

Cabe mencionar que el estrato originalmente afectado en las plantas, depende del establecimiento de cafetales bajo condiciones de sombra permanente o plena exposición solar. Plántulas de café voluntarias, es decir, aquellas originadas por la germinación de las semillas contenidas en las cerezas que cayeron al suelo durante la última cosecha, presentan también a menudo la presencia de pústulas sobre sus primeras hojas.

Se ha podido establecer que una pústula de roya, dependiendo de los factores climáticos prevalentes en cada zona, puede llegar a madurar en el período de 2-3 semanas alcanzado su diámetro total. Estudios realizados en otros países, han determinado que cada una de ellas puede llegar a producir hasta 150.000 uredosporas.

b. Prevención

La presencia de esta enfermedad en el país ha estimulado un cambio en la tecnología empleada para cultivar café. Esto ha conducido a la implantación de nuevos sistemas de siembra con espaciamientos adecuados tanto entre plantas como entre hileras, empleando plántulas vigorosas y sanas (Foto 64).

Por otra parte, la distribución racional de la sombra ha permitido crear también un ambiente menos favorable para la ocurrencia de epidemias de roya, al provocarse un secamiento rápido del follaje y una mayor aireación y penetración de luz.

Es necesario realizar inspecciones periódicas a la plantación, para detectar a tiempo la presencia de la roya e iniciar los controles químicos requeridos.

c. Control

- Prácticas culturales

La ocurrencia de condiciones adversas al desarrollo de la enfermedad (Epoca seca), la evolución de la enfermedad en una parte del año (época lluviosa) y la aplicación de medidas de control integrado permiten convivir con la roya, reduciendo los daños a niveles mínimos y no significativos.

Para el establecimiento de nuevas plantaciones de café, es necesario utilizar un espaciamiento que permita la ejecución racional de las labores culturales y una protección adecuada del cultivo. La distancia entre plantas depende de la variedad, sistema de poda a emplearse, intensidad de lluvias y características del terreno (Foto 65).

Es importante recordar también la ejecución de otras prácticas de cultivo como el control de malezas, que afectan al crecimiento y desarrollo de los cafetos al competir por agua y nutrientes del suelo. Las malas hierbas aumentan la humedad del aire, creando condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas. Al mismo tiempo, se hace necesario dotar a las plantas de una fertilización balanceada que permita una regeneración rápida del follaje. Indudablemente, la cantidad de fertilizantes requerida depende del suelo, variedad cultivada y edad de los cafetos.

Finalmente, la sombra del cafetal, debe ser establecida en función de la especie cultivada y el clima de la localidad. Se ha observado que una sombra racionalmente dosificada no provoca un exceso de humedad que podría, consecuentemente, incrementar el nivel de incidencia y severidad de la enfermedad.

- Control químico

Para la implementación de un programa de control químico de la roya, es importante ejecutar las prácticas culturales mencionadas anteriormente y luego programar las aspersiones de fungicidas. Para el efecto, es necesario chequear el equipo de aspersión que se va a emplear en la plantación sea éste manual o motorizado y proceder a su calibración para determinar el gasto aproximado de agua por hectárea. Se recomiendan fungicidas cúpricos para el control de la enfermedad, especialmente el Oxicloruro de cobre (35 y 50% Cu++) y los óxidos cuprosos e hidróxidos de cobre (50% Cu++) (Foto 66).

El Oxicloruro de cobre se recomienda emplearlo en la dosis de 3 Kg de producto comercial por hectárea. En cambio, los óxidos e hidróxidos (50% Cu++) pueden emplearse en la dosis de 2 kilos por hectárea.

La época más adecuada de aplicación de los tratamientos es durante el período lluvioso, cuando el nivel de incidencia de la enfermedad sea alrededor del 5 por ciento. El intervalo de aplicación puede ser cada 45 días, dependiendo de la intensidad del ataque.

El progreso de la enfermedad puede ocurrir alrededor de los 30

días después de iniciada la época lluviosa, cuando existe suficiente inóculo residual. En aquellos casos, es conveniente efectuar la primera aplicación del fungicida durante los primeros 30 días del invierno, con el propósito de reducir la cantidad de inóculo.

En algunas zonas, el desarrollo de la enfermedad se intensifica casi al final de la época lluviosa. En estos casos, el inicio de las aspersiones debe hacerse en esta época, de acuerdo al porcentaje de plantas infectadas.

- Variedades resistentes

El uso de variedades resistentes es uno de los métodos más eficientes para evitar el desarrollo de epidemias de roya. Un amplio grupo de estos materiales han sido introducidos al Ecuador y se encuentran en la fase de estudio para conocer su adaptabilidad, de acuerdo a las condiciones de nuestro país.

Existe considerable interés en los centros internacionales de mejoramiento genético en la obtención de materiales con resistencia horizontal, que serán de gran valor en los países productores de café en las Américas.

5. Mancha de hierro

Sinónimos: Cercospora, Chasparria, Cercosporiosis

Organismo causal: Cercospora coffeicola Berk & Cook.

Se presenta generalmente en plantas creciendo en semilleros y viveros con poca sombra y en substratos preparados sin la adición de materia orgánica descompuesta. La enfermedad provoca una rápida defoliación, un debilitamiento general o la muerte de las plantitas.

Su presencia se observa también en cafetales que no han sido fertilizados o abonados adecuadamente y establecidos a plena exposición solar (Foto 67). La mancha de hierro puede afectar tanto a hojas como a frutos.

a. Sintomatología

Las hojas afectadas por la enfermedad presentan manchas circulares de color marrón rojizo o pardo, con anillos concéntricos. Estas se van tornando grises o blanquecinas hacia el centro, a medida que va

envejeciendo la lesión. Las manchas presentan un halo clorótico o amarillento que contrasta con el tejido normal de la hoja (Foto 68).

Bajo condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad (alta humedad ambiental), se forman sobre el centro de las lesiones las fructificaciones del hongo que se presentan como ramilletes de color grisáceo que corresponden a los conidióforos y conidios de C. coffeicola.

Cuando los cafetos están en su fase productiva, el hongo ataca los frutos en las diferentes etapas de su desarrollo, causando efectos directos sobre la producción (Foto 69).

Las cerezas afectadas presentan al inicio pequeñas manchas de color rojizo las que posteriormente se agrandan y se hunden en el tejido, tomando la lesión una tonalidad parda. A medida que la enfermedad continúa su desarrollo, las lesiones coalescen, aumentando el tamaño del área afectada en el fruto. De esta forma, se necrosan los tejidos de la pulpa, provocando que ésta se adhiera al pergamino.

Los frutos afectados no pueden ser despulpados perdiéndose en consecuencia su valor comercial.

Las fructificaciones del hongo pueden también ser observadas sobre las manchas producidas en los frutos.

b. Prevención

Para reducir la incidencia y severidad de la enfermedad es recomendable efectuar las siguientes labores:

- Regulación de sombra, evitando una excesiva luminosidad.

En cafetales establecidos a plena exposición solar, la enfermedad produce grandes pérdidas, ya que su incidencia ocurre también sobre los frutos. Esto unido a la defoliación de las plantas en ausencia de medidas culturales y especialmente de una fertilización adecuada y oportuna, provocará efectos significativos sobre los cafetos.

- Aplicar un programa de fertilización adecuado y oportuno, de acuerdo a la fertilidad de los suelos para reducir la afección a niveles económicamente insignificantes.

En plántulas de vivero, la fertilización a base de Nitrógeno tiene su efecto en la reducción de los niveles de infección. La adición de materia orgánica, como la pulpa de café descompuesta, además de

nutrir la planta, reduce en forma significativa la incidencia y severidad de la enfermedad.

c. Control químico

Para el control de la Mancha de hierro en semilleros se recomienda la utilización de Difolatan en la dosis de 2,5 g por litro de agua o cualquier fungicida carbamato (Dithane M-45, Maneb, Tricarbamix) en dosis de 4 gramos por litro de agua, con un intervalo de aplicación de 15 días, hasta que las nuevas hojas se desarrollen y se mantengan sanas. En determinados casos, puede emplearse también Benomyl (Benlate) en la dosis de 0,6 gramos por litro de agua.

6. *Muerte Descendente*

Sinónimos: Foma, Requemo, Quema, Derrite

Organismo causal: Phoma sp.

Esta enfermedad se la observa preferentemente en cafetales ubicados en zonas de altura, donde es favorecida por la ocurrencia de bajas temperaturas y alta humedad relativa principalmente al final de la época lluviosa. Provoca la muerte de las nuevas brotaciones y el secamiento de las ramas.

La Muerte descendente causa la defoliación de las plantas, reduciendo la capacidad productiva de los cafetos.

a. Sintomatología

En la hoja aparecen manchas irregulares de color café oscuro, localizadas al margen o en las puntas. Estas manchas marginales hacen que las hojas presenten un encrespamiento hacia el lado de la lesión (Foto 70).

Los nuevos brotes o partes apicales de las plantas son destruidos rápidamente por una especie de muerte descendente hasta alcanzar el tallo principal, de allí el nombre que se le ha dado a la enfermedad (Foto 71).

Los vientos fuertes producen una gran cantidad de lesiones pequeñas al provocar el frotamiento de unas hojas con otras, facilitando de esta manera la penetración del hongo.



FOTO 61. Síntomas típicos de roya en el haz y envés de las hojas.



FOTO 63. Lesiones de roya con presencia de Verticillium sp.

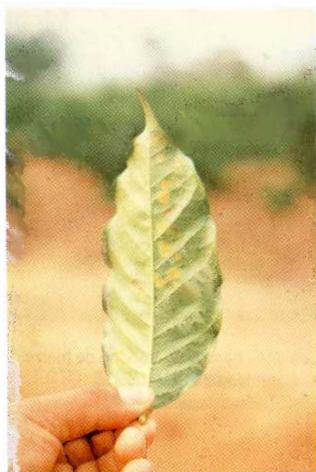


FOTO 62. Pústulas de roya en el envés de la hoja del café.



FOTO 64. Cultivo de café establecido en curvas a nivel con barreras vivas.



FOTO 65. Cultivo de café con una distancia apropiada entre hileras.



FOTO 66. Aplicación de fungicida para el control de la roya del cafeto.



FOTO 67. Planta de café afectada por la Mancha de hierro



FOTO 68. Lesiones típicas de Mancha de hierro en hojas de café.



FOTO 69. Frutos de café afectados por la Mancha de hierro.



FOTO 70. Síntomas típicos de Foma en hojas de café.

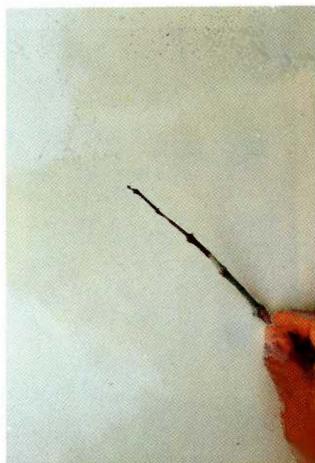


FOTO 71. Brote de café afectado por Muerte descendente.



FOTO 72. Tronco de café recepado atacado por el mal de machete.



FOTO 73. Lesiones necróticas causadas por *C. fimbriata* en el tronco del café



FOTO 74. Planta de café afectada por la Mancha de hierro.



FOTO 75. Síntoma de Viruela (Mancha mantecosa) en hojas de café Robusta



FOTO 76. Síntoma de Viruela (Manchas cloróticas) en hojas de café Robusta



FOTO 77. Brote de café Robusta afectado por Viruela.



FOTO 78. Torcimiento de brotes de café afectados por Viruela



FOTO 79. Frutos de café Robusta atacados por Viruela.



FOTO 80. Arbusto de Robusta rehabilitado por recepa.



FOTO 81. Arbusto de Robusta rehabilitado por recepa, mostrando su nuevo tejido productivo.



FOTO 82. Cerezas brocadas de café mostrando síntomas de pudrición en su interior.



FOTO 83. Larva de *H. hampei* en un grano de café.

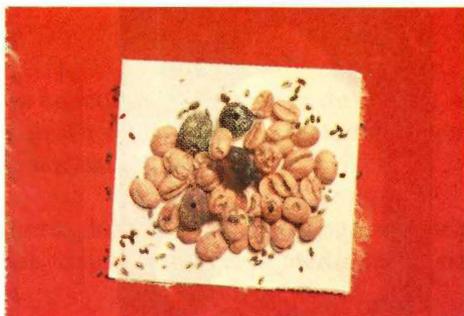


FOTO 84. Adultos de H. hampei que han emergido de granos brocados.



FOTO 85. Cerezas brocadas mostrando la presencia de aserrín alrededor de las galerías hechas por H. hampei.



FOTO 86. Frutos sobremaduros de café atacados por la Broca.



FOTO 87. Adulto de Cephalomia stephanoderis parasitoide de la Broca del café.



FOTO 88. Larva de H. hampei parasitada por C. stephanodris en la parte ventral



FOTO 89. Cerezas de café brocadas con presencia del hongo Beauveria bassiana.



FOTO 90. Tejido necrótico en galerías realizadas por el Taladrador de la ramilla del café.

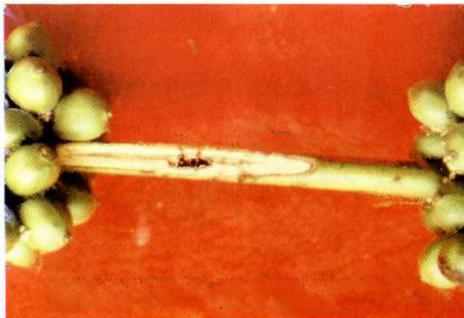


FOTO 91. Rama productora de café Robusta mostrando daños del Taladrador de la ramilla del café.

b. Prevención

En la época adecuada para la poda de cafetos, es importante efectuar la eliminación de los brotes afectados, quemando fuera de la plantación el material infectado.

Por otra parte, los cafetales que están expuestos a la acción de vientos fuertes, deben protegerse mediante la siembra de cortinas rompévientos.

c. Control

Se recomienda hacer controles preventivos mediante la aplicación mensual de los fungicidas Difolatan (4g/l) o Daconil (2.5 g/l) durante la época lluviosa.

7. *Mal de machete*

Sinónimos: Cáncer del tronco, Mal de macana, Llaga macana, Cáncer del tallo.

Organismo causal: Ceratocystis fimbriata (Ellis, Halst.) Hunt.

Esta enfermedad se presenta en la mayoría de los casos en las lesiones o heridas efectuadas a los troncos o las ramas durante la época de podas, rozas o causadas por los trabajadores que apoyan sus pies en los troncos de las plantas para evitar caerse, especialmente en cafetales sembrados en terrenos de fuertes pendientes.

La incidencia de Mal de machete es frecuente en cafetales rehabilitados mediante el sistema de recepa (Foto 72). Se disemina a través de las herramientas de trabajo o por medio de insectos.

a. Sintomatología

Las plantas afectadas generalmente presentan lesiones necróticas a nivel del cuello de color pardo oscuro, a partir del punto de penetración o cerca de heridas o desgarraduras del tronco (Foto 73).

El Mal de machete infecta el tejido del floema que es el sitio donde se desarrolla progresivamente la enfermedad. El área afectada puede llegar a rodear completamente el tronco o rama del cafeto, interrumpiendo de esta manera la circulación a través de los tejidos conducto-

res. A partir de ese momento, empieza a ocurrir la muerte de la rama o de la planta, manifestándose por la flacidez y amarillamiento de su follaje (Foto 74).

En general, es difícil poder detectar la enfermedad en su estado inicial de desarrollo siendo posible solamente cuando empiezan a manifestarse los síntomas externamente.

Al remover la corteza del tejido enfermo de la planta, se puede observar la necrosis interna que presenta una coloración pardo rojiza a negra.

b. Prevención y control

Se debe aplicar una pasta protectora sobre los cortes realizados durante las podas, empleando Oxiclóruo de cobre 50% de cobre metálico en dosis de 1 kg por litro de agua o alquitrán vegetal. La aplicación puede realizarse utilizando una brocha.

En aquellos casos en que los troncos no hayan sido invadidos completamente por la enfermedad, se puede realizar un raspado o corte del material enfermo hasta eliminarlo completamente. Posteriormente, se puede aplicar la pasta cúprica sobre esta área.

El material infectado debe recogerse y quemarse. Es conveniente arrancar y quemar los árboles muertos y no causar heridas innecesarias en los cafetos, especialmente cuando se realiza el control de malezas.

8. *Viruela*

Organismo causal: Colletotrichum gloeosporioides (Penz) Sacc.

Esta enfermedad fue observada por primera vez en el Ecuador en 1986, afectando plantaciones de C. canephora (Robusta) en el área cafetalera de Sto. Domingo de los Colorados, provincia de Pichincha.

La enfermedad afecta principalmente a esta especie, aunque se la ha observado en menor grado en algunas selecciones de Catimor e Icatuái. La Viruela es una enfermedad que afecta a las hojas, brotes tiernos, flores y frutos de los cafetos.

a. Sintomatología

La enfermedad presenta un amplio espectro de síntomas en las

plantas de C. canephora (Robusta). Esta característica probablemente se debe a los diferentes tipos de Robusta presentes en las plantaciones afectadas, producto de los múltiples cruzamientos que se han producido, debido a la naturaleza alógama de esta especie.

En el país se conocen principalmente 2 cultivares de C. canephora denominados 'Pepón' (hoja ancha y vigorosa) y 'Dormilón' (hoja angosta y corrugada). Este último es más susceptible al ataque de la enfermedad.

Bajo condiciones de campo se pueden observar en el cultivar 'Dormilón', manchas necróticas en las hojas características de los síntomas de antracnosis. Posteriormente, las lesiones se tornan color verde oliva de un diámetro aproximado de 1 mm, las que al ser colocadas contra la luz aparecen un tanto oscuras, denominándose a este síntoma "mancha mantecosa" (Foto 75). En estados avanzados de la enfermedad, estas lesiones coalescen, cubriendo una mayor área de la superficie de la hoja.

En otros casos, los síntomas se presentan como manchas cloróticas algunas de las cuales presentan una pequeña zona color ocre-marrón en el centro, siendo de un tamaño similar a las denominadas "manchas mantecosas" (Foto 76).

La nervadura central y secundaria de las hojas presentan también, inicialmente, lesiones negras que se convierten con el transcurrir del tiempo en protuberancias pequeñas color marrón. El pecíolo de las hojas es una parte altamente susceptible a la viruela, especialmente en la zona de unión al brote de la rama afectada. En estados avanzados del desarrollo de la enfermedad, el pecíolo se encuentra completamente rodeado por manchas negras y protuberancias.

Los brotes jóvenes afectados presentan manchas negras similares a los síntomas de una antracnosis. Las lesiones aparecen generalmente a partir del segundo o tercer entrenudo de la rama afectada. A partir de este último, las lesiones se convierten gradualmente en protuberancias oblongas que van aumentando de tamaño con el transcurso del tiempo. Es común observar brotes viejos completamente cubiertos por estas protuberancias. Estas lesiones características son las que motivaron al agricultor cafetalero a darle a la enfermedad el nombre de Viruela (Foto 77).

Bajo condiciones de ataques muy severos, la "Viruela" puede llegar a producir el torcimiento de los brotes afectados, provocando su secamiento posterior causando en consecuencia el síntoma de muerte descendente (Foto 78).

Cuando los cojinetes florales son afectados, los síntomas se presentan como manchas negras. Cabe recalcar que un ataque severo de la enfermedad puede provocar la caída de la flores, afectando directamente a la producción.

En el caso de los frutos, la "Viruela" presenta también manchas necróticas que terminan por convertirse en las típicas protuberancias extendidas, que llegan a cubrir la superficie total del fruto (Foto 79).

b. Prevención

Para prevenir los ataques de la "Viruela", es necesario propender a crear condiciones desfavorables para su desarrollo. En el caso de las plantaciones típicas de C. canephora (Robusta) debe procederse inicialmente a efectuar una rehabilitación del cultivo, mediante la utilización de la recapea (Foto 80). De esta forma se promoverá el desarrollo de nuevo tejido productivo, acondicionando de esta manera el cafetal para la fácil ejecución de las prácticas culturales, como podas, control de plagas, enfermedades y una fácil cosecha (Foto 81).

c. Control

Realizar una regulación de sombra, promoviendo una adecuada aireación de la plantación y penetración de luz que provocará una reducción en la duración de agua líquida en el follaje y tejidos susceptibles. Se ha planteado la necesidad de buscar alternativas de control integrado de la enfermedad.

G. BIBLIOGRAFIA

- ALVES, A. y CHAVEZ, G. 1978. Antracnose do cafeeiro. Informe Agropecuario (Brasil) 4(44): 82-90.
- ANZUETO, G. 1985. Variedades de café resistentes a la roya. ANACAFE (Guatemala) No. 257: 21, 23, 24, 27, 28, 29.
- ARGUETTA, O. E. 1979. Establecimiento de cortinas rompevientos en nuestros cafetales. ANACAFE (Guatemala). No. 181:22-24.
- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. 1987. Manual de Caficultura. Guatemala, Subgerencia de Asuntos Agrícolas. p. 108-132.
- BARRIENTOS DE LA C., D. A. 1979. El Ojo de Gallo en Alta Verapaz, incidencia y comparación con otras enfermedades. ANACAFE (Guatemala). No. 183:47-48.
- BAUTISTA, F. 1987. Algunas consideraciones sobre roya del café. Nuevo San Salvador, El Salvador. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del café, 4p.

- BIANCHINI, C. L. 1960. Informe resumido sobre la Mancha mantecosa, Chasparria y Ojo de Gallo del café en Costa Rica. *Café (Costa Rica)* 2(5):29-34.
- BIANCHINI, C. L. y WELLMAN, F. L. 1958. Experimentos en el control de Pellicularia del café y ciertas diferencias de Pellicularias de cinco huéspedes. *Turrialba (Costa Rica)* 8 (2): 73-92.
- BOCCAS, B. et al. 1984. La roya anaranjada del cafeto arábica en Nueva Caledonia. *Café Cacao y Thé (Paris)* 28 (3): 203-208.
- BONILLA, C. J. C. 1981. Estudio del Ojo de gallo causado por el hongo Mycena citricolor. In Tercer Simposio Latinoamericano sobre caficultura, Tegucigalpa, Honduras, 9-10 Diciembre de 1980. México, IICA-Zona Norte. 1981. pp. 177-188.
- CAMPOS, O.; MORALES, A.; OCHOA, H.; SANCHEZ DE LEON, A. y VASQUEZ, E. 1985. Protección vegetal. *Revista cafetalera (Guatemala)*. 31, 32, 33, 35, 38, 39, 41, 43, 45, 47, 48, 49, 51, 53.
- CARDENAS-GOMEZ, G. 1982. Uso de la pulpa de café para el control de la Mancha de hierro (Cercospora coffeicola Berk & Cooke) en almácigos. *CENICAFE (Colombia)* 33(3):76-90.
- COSTA, W. M. ESKES, A. B. e RIBEIRO, J. A. 1978. Avaliação do nível de resistencia de cafeeiro a H. vastatrix. *Bragantia (Brasil)* 37 (Nota 4): 23-29.
- CHAULFOUN, M. y ZAMBOLIN, L. 1985. Ferrugem do cafeeiro. Informe Agropecuario (Brasil). 126: 42- 42.
- DIAZ, M. J. y NAPOLIS, J. M. 1961. Comportamiento de varios fungicidas en el combate de Mycena citricolor del cafeto en el Ecuador. *Turrialba (Costa Rica)* 11 (3): 93-97.
- ECHANDI, E. 1959. Chasparria de los cafetos causada por el hongo Cercospora coffeicola Berk & Cooke. *Turrialba (Costa Rica)* 9 (2): 54-67.
- ECHEVERRI, J. H. 1977. La Roya del cafeto: Tecnología para la prevención, erradicación y control, uso de aspersoras para la aplicación de defensivos. *ANACAFE (Guatemala)* No. 168. 19-27.
- ECHEVERRI, J. H. 1983. Variedades resistentes a la roya del cafeto. *ANACAFE (Guatemala)* 227:5, 7, 9.
- ECHEVERRI, J. H. y MONTOYA, R. 1977. La roya del cafeto. Tecnología para prevención, erradicación y control. *ANACAFE (Guatemala)* No. 165: 29-37.
- ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN EL ALMACIGO Y SU CONTROL. 1979. *ANACAFE (Guatemala)* No. 183: 40-41.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. Manual del cafetero colombiano. 4. ed. Colombia. p. 133-148.
- FIGUEROA, G. 1985. Descripción y control del agente causal de phoma (Phyllosticta coffeicola). *ANACAFE (Guatemala)* 253:19, 21, 23.
- GALVEZ, C. 1983. Enfermedades. In Técnicas modernas para el cultivo de café. Nuevo San Salvador, El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del café. p.139-149.
- GALVEZ, C. 1987. Enfermedades en el cultivo del cafeto y su control. In Curso Fundamentos de caficultura moderna. Nuevo San Salvador, El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del café. 28p.
- GALVEZ, C. 1987. Enfermedades del cafeto y su control. Nuevo San Salvador, El

- Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del café, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 5p.
- GALVEZ, C. y BONILLA, J. 1983. La roya del cafeto. In Técnicas modernas para el cultivo del café. Nuevo San Salvador, El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del café. 150-155.
- GIL, S. L. y BAUTISTA, P. F. 1982. Evaluación de épocas y frecuencias de aplicación de Oxidocloruro de cobre 50% y su persistencia activa en el área foliar para el combate de la roya del cafeto. In Simposio Latinoamericano sobre caficultura San Salvador, El Salvador, 20-22 Octubre de 1982. México, IICA - Zona Norte 1982. pp. 81-103.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de Caficultura Guatemala. Guatemala, ANACAFE. P. 149-182.
- IBAÑEZ, E. 1979. La enfermedad del Phoma (Phoma Costarricense) en el cafeto. ANACAFE (Guatemala) No. 183:49.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFE. 1981. Doenças do cafeeiro. In cultura do café no Brasil. Manual de recomendações. Rio de Janeiro, Brasil, Ministerio da Industria e do Comercio. p.333-378.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, Costa Rica. p. 104-114.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. Técnicas modernas para el cultivo del café. Nueva San Salvador, El Salvador. p. 139-155.
- JAVED, Z. 1983. Eficiencia de dosis bajas de Oxido cuproso sobre el control de la roya del café en Kenia. Turrialba (Costa Rica). 33 (4): 351-360.
- LEANDRO, G. y SOTO, C. 1980. Evaluación de fungicidas para el combate de Myrcena citricolor y Cercospora coffeicola en café. Agronomía Costarricense. 4(1):41-46.
- LEGUIZAMON, C. J. 1977. La roya del cafeto. Tecnología para prevención, erradicación y control. ANACAFE (Guatemala). No. 167:13-19.
- LOPEZ-DUQUE, S. y FERNANDEZ-BORRERO, O. 1969. Epidemiología de la Mancha de hierro del cafeto (Cercospora coffeicola Berk y Cook). CENICAFE (Colombia). 20(1):3-19.
- MORALES, C. 1987. Plagas del café. ANACAFE (Guatemala) No. 97-132.
- MOROCOIMA, J. M. 1988. Sugerencias para el control de la roya del cafeto. FONAIAP DIVULGA. 29:16-18.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. 1983. Manual para el control químico de la roya del cafeto. Comisión México-Guatemala para la prevención y control de la roya del cafeto. Guatemala. 68p.
- ORDOÑEZ, H. 1990. El Ojo de gallo en las zonas cafetaleras. ANACAFE. 310:14-15.
- SANCHEZ DE LEON, A. 1977. Nuevas investigaciones sobre el control del Kolero-ga en el café. ANACAFE (Guatemala). No. 167: 21-25.
- SCHIEBER, E. y ECHANDI, E. 1960. El cáncer de los cafetos en Guatemala, provocado por Ceratocystis fimbriata (ELL. Halts). Hunt. Café (Costa Rica). 2(7):101-103.
- SCHIEBER, E. and ZENTMYER, G. 1984. Coffee rust in the western hemisphere.

- Plant Disease 68 (2): 89- 91.
- SCHIEBER, E. and ZENTMYER, G. 1984. Spread of coffee rust in the Americas. *In*: Simposio sobre ferrugens do cafeeiro, Oeiras, Portugal, 17-20 de Outubro de 1983. Comunicacoes. p. 167-179.
- SCHWARZ, R. FLIEGE, F. SCHLOESSER E. y SOTOMAYOR, I. 1988. La viruela del cafeto (Colletotrichum spp.), una nueva enfermedad de Coffea canephora Pierre ex Fr. en el Ecuador. Sanidad Vegetal (Ecuador) 3(3): 76-83.
- SCHWARZ, R.; FLIEGE, F. SCHLOESSER E. y SOTOMAYOR, I. 1988. Resistencia a la roya (Hemileia vastatrix Berk & Br.) de diferentes cultivares de café, según el método estandarizado de Eskes. Sanidad Vegetal (Ecuador) 3(3): 84-98.
- SCHWARZ, R.; FLIEGE, F. SCHLOESSER E. y SOTOMAYOR, I. 1989. Reacción de cultivares de café frente a dos tipos de inóculo de Hemileia vastatrix Berk & Br. Sanidad Vegetal (Ecuador) 4(4): 94-97.
- SEQUEIRA, L. 1958. The host range of Mycena citricolor (Berk & Curt). Sacc. Turrialba (Costa Rica). 8 (4): 137-147.
- SOTOMAYOR, I. 1984. Transmisión, dispersión y aspectos generales sobre epidemiología de la roya (Hemileia vastatrix Berk & Br.) del cafeto. *In*: Curso de caf. 1984, Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 17p. (mimeografiado).
- SOTOMAYOR, I. y DUCIELA L. 1988. Rehabilitación de cafetales mediante la poda de recepa. Quito, Ecuador. INIAP/PROTECA. Boletín Divulgativo 213. 25p.
- SOTOMAYOR, I.; FLIEGE F; DUCIELA, L. y LOAYZA, H. 1989. Determinación de la curva epidemiológica de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk & Br.). Sanidad Vegetal (Ecuador) 4 (4): 57-77.
- SOTOMAYOR, I.; FLIEGE F; DUCIELA, L. y LOAYZA, H. 1989. Evaluación de diferentes épocas de aplicación de Oxiclورو de cobre 50 PM en el control de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk & Br.). Sanidad Vegetal (Ecuador) 4 (4): 78-93.
- VASQUEZ, E. F. 1986. Clasificación de las razas fisiológicas del hongo Hemileia vastatrix Berk & Br. Revista cafetalera 265:9-13.
- VELEZ-ARANGO, P. 1991. Estudio macro y microscópico del efecto de Verticillium lecanii sobre el desarrollo de lesiones de la roya del cafeto. ANACAFE (Guatemala). 42(1):13-21.
- VILLALBA, G. D.; FERNANDEZ, B. O. y BAEZA, A. C. 1982. Identificación de una nueva raza de Meloidogyne incognita en Coffea arabica variedad Caturra. CENICAFE (Colombia). 33(3):91-101.
- VILLEGAS, G. C. y BAEZA-ARAGON, C. L. 1988. Factores naturales que intervienen en la diseminación de esporas de Hemileia vastatrix Berk & Br. CENICAFE (Colombia). 39(4):111-125.
- VILLEGAS, G. C. Y BAEZA-ARAGON, C. L. 1990. Diseminación de Hemileia vastatrix a nivel del árbol en un foco natural. CENICAFE (Colombia). 41(2):39- 50.

XI. PLAGAS DEL CAFETO

Ing. Vicente Páliz S.
Ing. Jorge Mendoza M.

A. INTRODUCCION

Los agroecosistemas cafetaleros están influenciados por diversos factores bióticos y abióticos que son los encargados de regular la fauna entomológica. En el interior de ella, se desarrolla una amplia gama de organismos poiquiloterms que incluyen los insectos polinizadores, fitófagos (dañinos) y benéficos (predadores y parasitoides).

El cafeto hospeda un gran número de especies de insectos, algunos de los cuales constituyen plagas importantes que frecuentemente causan perjuicios, mientras que otras no llegan a causar ningún daño.

Es importante que técnicos y caficultores reconozcan los insectos que atacan al cafeto y distingan las plagas de aquellas que no lo son, para saber cómo y cuándo controlarlas.

En base al conocimiento actual que se tiene sobre las plagas del cafeto y sobre los factores naturales que regulan el crecimiento de las poblaciones, se recomienda el manejo integrado de plagas (MIP). A través de este sistema se pretende racionalizar el uso de insecticidas y hacer más rentable la producción del café.

El MIP tiene como finalidad mantener la plaga a niveles que no causen daños económicos. Para lograr esto se utilizan varias técnicas, siendo las más utilizadas el control cultural, biológico y químico.

De acuerdo al potencial de daños, abundancia, frecuencia y distribución geográfica, los insectos que causan daños al café se han agrupado en plagas principales y secundarias. En este capítulo se ofrecen algunas informaciones que permiten el reconocimiento de las mismas y las técnicas más ade-

cuadas para manejar las poblaciones de insectos plagas, evitando ocasionar desequilibrios biológicos y ecológicos.

B. PLAGAS PRINCIPALES

1. *Broca del fruto del cafeto* (*Hypothenemus hampei* Ferr. 1867).

Esta plaga es originaria del continente africano y fue descrita en 1867 por Ferrari. Su detección en América ocurrió en 1924, en el estado de São Paulo, Brasil. Posteriormente, se detectó en Perú (1962), Guatemala (1971), Honduras (1977), Bolivia, Jamaica y México (1978), El Salvador (1981), Nicaragua (1988) y Colombia (1989). En el Ecuador, la broca del café fue detectada en 1981 en la parroquia Gramalotal, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe. Actualmente, esta plaga está presente en todas las áreas productoras de café en el país, exceptuándose la región insular o Galápagos.

a. Clasificación taxonómica:

Orden: Coleóptera
Familia: Scolytidae
Género: *Hypothenemus*
Especie: *hampei*

Sinónimos:

Stephanoderis hampei
Xyleborus coffeivorus
Xyleborus coffeicola

b. Importancia económica y daños

La broca es actualmente la plaga más importante del café en el Ecuador. Los niveles de infestación alcanzan hasta 85%, particularmente en café robusta (*Coffea canephora*). El ataque de esta plaga se ve favorecido por las condiciones precarias del cafetal, lo cual se refleja por la edad avanzada de las plantaciones, excesiva altura, sombra densa, cosechas inadecuadas y en general un semiabandono de los cafetales.

Los daños son causados por la hembra adulta, la cual penetra a la corona del fruto hasta llegar al endospermo o semilla, lugar de ali-

mento de las larvas y adultos. Generalmente sólo uno de ellos es dañado.

Entre los daños principales causados por el ataque de la broca se pueden mencionar:

- La caída del fruto tierno atacado.
- La disminución de peso del fruto brocado que no cae, lo cual está en proporción al grado de ataque.
- La pérdida de calidad del café beneficiado.
- Las perforaciones causadas por la broca sirven a menudo de entrada a patógenos que provocan la pudrición y caída del fruto atacado (Foto 82).
- El café pergamino u oro húmedo, puede ser atacado en el lugar de almacenamiento.

c. Biología

La broca tiene metamorfosis completa, pasando por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto.

Los huevos tienen forma ligeramente elíptica, de color blanco lechoso a blanco amarillento, miden de 0,50 a 0,70 mm de largo por 0,30 a 0,40 mm de ancho. Las larvas son de color blanco lechoso, de consistencia suave, con la apariencia de un grano de arroz. Su cuerpo es ligeramente curvo, no presenta patas (ápodos), delgado hacia la parte posterior y cubierto de setas o pelos largos esparcidos. La cabeza está dotada de un par de fuertes mandíbulas proyectadas hacia adelante. Las larvas completamente desarrolladas miden entre 1,80 y 2,30 mm de largo (Foto 83). La pupa, es del tipo libre, de color blanco lechoso a pardo pálido. Las pupas machos miden entre 1,26 y 1,42 mm y las hembras miden entre 1,70 y 2,00 mm, de largo.

Los adultos son muy pequeños, los machos miden entre 1,00 y 1,25 mm de largo y las hembras de 1,25 a 1,82 mm. Al emerger, presentan una coloración castaño claro y posteriormente adquieren una coloración castaño oscura, hasta negra (Foto 84). La cabeza es globular, escondida dentro del protórax que es semi-esférico. Las antenas tienen forma de codo, con los últimos cinco segmentos formando una clava

(antena clavada). Las hembras poseen dos pares de alas. El primer par son los élitros y el segundo son alas membranosas, que sirven para realizar el vuelo. Los élitros poseen arquitectónicamente una serie de rayas paralelas longitudinales y están cubiertos por una serie de setas o pelos. Los machos carecen de alas membranosas y por tanto están incapacitados para volar.

A una temperatura de $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$, el período de incubación de los huevos es de 4 a 5 días, el período larval de 12 a 15 días y la fase de pupa es de 6 a 9 días. El ciclo de huevo a adulto puede durar de 23 a 30 días.

La hembra de la broca para efectuar la penetración en el fruto se posa primero sobre la corona (disco u ombligo) de la cereza del café. La perforación la realiza generalmente en el centro de la corona y muy rara vez a los lados de la misma. La hembra con sus mandíbulas muerde y arranca el tejido para posteriormente expulsarlo como aserrín por medio de sus patas (Foto 85). La formación de galerías y oviposición ocurre cuando el fruto tiene más de 20 por ciento de materia seca. Si el contenido es menor, la hembra puede permanecer en el canal de perforación sin penetrar a la semilla o lo abandona.

En el interior de la cámara se cumple todo el ciclo biológico (huevo-larva-pupa-adulto). Los machos son los primeros en emerger y posteriormente lo hacen las hembras. La cópula ocurre cuando la hembra alcanza su madurez sexual (tres a cinco días post emergencia). La mayoría de las hembras abandonan el fruto luego de ser fecundadas, siendo el período de preoviposición de 10 a 12 días. La frecuencia de oviposición es variable. Durante los primeros 10 a 12 días una hembra oviposita de dos a tres huevos diarios. Luego durante un período de 8 a 10 días disminuye a un huevo cada dos días. La oviposición se realiza en las galerías construídas por la hembra, con un promedio de 30 individuos por fruto y un máximo de 120. La hembra permanece en el interior de la cereza hasta la muerte.

Las hembras tienen una longevidad de 80 a 285 días, con un promedio de 156 días y los machos entre 40 a 60 días. La proporción de hembras a machos es de 10:1.

d. Ecología

La broca es atraída al fruto por su olor, color y forma, también por los desechos de frutos brocados y las heces de las mismas brocas. En estudios de olfatometría se ha observado que existe diferencia en

atractividad entre los diferentes estadios del fruto y entre distintas especies y variedades de café.

La mayor actividad de dispersión ocurre en la tarde, entre las 14 y 18 horas. Algunas hembras pueden volar hasta 375 metros, aunque la mayoría vuelan menos de 50 metros. Los ataques más severos ocurren en cafetales situados abajo de 1000 m.s.n.m. Las brocas son más activas en ambientes sombríos y con alta humedad. En condiciones de baja humedad, (menor a 50% HR) la mortalidad aumenta; por esto se recomienda la poda del cafeto y los árboles de sombra, ya que con esta práctica se reduce la humedad relativa del cafetal.

La precipitación parece ejercer una influencia directa poco significativa en el desarrollo de la broca; sin embargo, en zonas húmedas, donde hay lluvias bien distribuidas a lo largo de todo el año, floración casi contnua (*C. canephora*) y, por tanto, frutos disponibles para ser atacados por la broca, favorecen el aumento de la población de la plaga. Ataca con mayor intensidad los frutos de las primeras floraciones.

e. Hospederos

La broca del café es considerada una especie monófaga. Se alimenta y reproduce solamente en frutos de *Coffea* sp. Ataca los frutos en cualquier estadio de desarrollo, mostrando preferencia por los frutos maduros, sobremaduros o secos (Foto 86).

Como hospederos ocasionales, donde la broca no completa su desarrollo, se citan los frutos de los géneros *Tephrosia*, *Crotalaria*, *Centrosema*, *Cesalpinia* y la especie *Leucaena glauca*. Como hospederos donde se ha encontrado descendencia de la plaga, se mencionan las semillas de *Hibiscus*, *Rubus*, *Dialium lacourtiana* y fréjol de palo o guandul (*Cajanus cajan*).

f. Control

El manejo integrado de la broca es la estrategia más adecuada para el control de esta plaga. Este sistema hace uso de todas las prácticas de control disponibles y de una manera compatible, con el fin de asegurar que las pérdidas no lleguen a niveles de daño económico. Este es un enfoque ecológico, ya que considera la plaga y su interacción con los factores bióticos (parasitoides, predadores, entomopatógenos, etc.) y abióticos (temperatura, humedad, luminosidad, etc.). Las prác-

ticas disponibles para el manejo de la broca son las siguientes: control cultural, biológico y químico.

1. Control cultural

Tiene como objeto reducir los focos de infestación de la broca, modificar el ambiente de manera que sea menos favorable y disminuir su daño. Entre las prácticas culturales tenemos:

- Repase

Consiste en la recolección de frutos dejados en la planta o en el suelo, después de la última cosecha. Con esta práctica se elimina a las brocas que sobreviven en estos frutos después de las cosechas. Esta labor es más importante en zonas y variedades con una producción estacional de café.

- Poda del cafeto y árboles de sombra

Las infestaciones de broca, generalmente son más altas con mayor sombra. La poda del cafeto y árboles de sombra permite una mayor ventilación y entrada de luz a las ramillas, lo cual reduce la humedad relativa en perjuicio de la broca, cuya sobrevivencia y actividad son mayores con alta humedad y obscuridad.

- Control de malezas

La limpieza del cafetal facilitará la recolección de frutos del suelo y en el caso de que éstos permanezcan sobre él, permitirá que el sol y el aire los sequen, aumentando la mortalidad de los diferentes estadios de la broca presentes.

- Fertilización

Una fertilización adecuada puede resultar en menos floraciones locas y principales más abundantes y uniformes con un período de fructificación más corto.

- Cosecha

Las cosechas periódicas y oportunas evitarán que los frutos se

sobremaduren y sequen en la planta impidiendo el desarrollo de otras generaciones de la plaga.

2. Control biológico

Existen varios enemigos naturales de la broca en su lugar de origen. La introducción de estos enemigos naturales y su liberación en el campo con miras a su establecimiento constituye el control biológico clásico. Con esta estrategia se persigue reducir las poblaciones a un nivel más bajo que el nivel de daño económico.

Entre los enemigos naturales de la broca se mencionan los parasitoides Cephalonomia stephanoderis, Prorops nasuta (Hymenoptera: Bethyilidae), Heterosphilus coffeicola (Hymenoptera: Braconidae) y Physmastichus coffea (Hymenoptera: Eulophidae) y, el entomopatógeno Beauveria bassiana.

De los parasitoides mencionados, C. stephanoderis y P. nasuta fueron introducidos a Ecuador en 1987. Ambos parasitoides se han liberado en el campo y se continúa evaluando su establecimiento y efectividad (Foto 87). De los parasitoides introducidos, C. stephanoderis es el más promisorio por ser más fácil de manejar y haberse adaptado y establecido en varias zonas cafetaleras, alcanzando hasta 50% de parasitismo (Foto 88). Las áreas donde mejor se ha adaptado este parasitoide son aquellas con períodos secos definidos y precipitaciones de mediana intensidad, sombreadas y ventiladas, con poca humedad y una luminosidad de 4 a 5 horas por día.

El hongo B. bassiana ataca a la broca en condiciones naturales. En las zonas más húmedas y sombrías (región amazónica y Sto. Domingo) su acción es más significativa, alcanzando hasta 35% de mortalidad (Foto 89).

3. Control químico

Otra alternativa para el control de la broca es la utilización de insecticidas. Esta representa un medio eficaz y de efecto inmediato. Sin embargo, si los insecticidas son empleados indiscriminadamente, podrán ocasionar efectos secundarios indeseables, tales como: contaminación ambiental, residuos en cosechas, resistencia de la plaga y desequilibrios ecológicos.

Para hacer un uso adecuado del control químico es necesario considerar algunos aspectos importantes como: aplicación oportuna, producto y dosis adecuada.

La aplicación del control químico debe hacerse cuando las brocas sobrevivientes de la cosecha anterior están iniciando la perforación en los frutos nuevos. Esto corresponde a 3 meses después de la floración principal. Para ello se recomienda hacer el muestreo durante esa época, para determinar el porcentaje de infestación en el cafetal.

El método de muestreo consiste en seleccionar 25 árboles distribuidos uniformemente por lote a muestrear (hasta 5 hectáreas). En cada árbol se escogerán cuatro ramas situadas en la parte media del mismo, dos entre las hileras y dos dentro de la hilera. En una hoja de campo se anotará el número de frutos sanos y brocados y se procederá a calcular el porcentaje de infestación con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{FB}{FB + FS} \times 100$$

I = Porcentaje de infestación
FB = Frutos brocados
FS = Frutos sanos

Si el porcentaje de infestación luego de haber realizado las prácticas culturales recomendadas es igual o superior al 5%, indicará la necesidad de aplicar el insecticida. En la mayoría de los casos una sola aplicación por año es suficiente, particularmente en C. arabica.

El producto más eficiente para el control químico de la broca es el endosulfan (Thiodan 35 EC, Palmarol, Thionex) en dosis de 1,0 l/ha. El Clorpirifos (Lorsban 4E, Pirinex) en dosis de 1,0 l/ha ejerce también un buen control de la plaga.

2. El Taladrador de la ramilla del café (Xylosandrus morigerus Blandford).

Esta plaga es originaria del sudeste de Asia e Indonesia. En América fue detectada en 1959 y actualmente se encuentra distribuida en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México y Venezuela.

En el Ecuador, se detectó en 1976, en el sector de Valle Hermoso, can-

tón Santo Domingo de los Colorados, atacando plantaciones de café robusta (C. canephora). Desde esta región se dispersó rápidamente hacia otros sectores cafetaleros del país, estando actualmente presente en todas las áreas donde se cultiva el café robusta.

a. Biología

Los huevos ovipositados por la hembra de X. morigerus son muy pequeños, de forma ovalada y de color blanco. El período de incubación tarda de 3 a 5 días. Las larvas son de color blanco lechoso, con la cabeza ligeramente amarilla, tipo vermiforme, ápodas y tienen la forma de un diminuto grano de arroz. El período larval tiene una duración de 7 a 9 días. La pupa recién formada es de color blanco y posteriormente, cerca de la emergencia del adulto, toma una coloración crema a café claro. El tiempo de duración de la fase pupal es de 8 a 10 días. El adulto es de forma cilíndrica, mide aproximadamente 1,5 a 1,9 mm de largo y de color castaño brillante. La hembra posee dos pares de alas, las anteriores constituidas por los élitros y las posteriores son membranosas y funcionales para el vuelo. Los machos carecen de alas membranosas y por lo tanto no pueden volar. La proporción de sexos es de un macho para 11 hembras. Las hembras están sexualmente aptas para realizar la cópula entre 24 y 48 horas después de la emergencia.

b. Daños

Las hembras realizan perforaciones de menos de un milímetro de diámetro en ramas, ramillas y brotes jóvenes. Alrededor de la perforación y en las paredes de la galería, el tejido se ennegrece y se necrosa, impidiendo la circulación de la savia y consecuentemente produciendo el amarillamiento y muerte de la ramilla o brote atacado (Foto 90). Cuando la muerte no se produce, el daño afecta la floración y el desarrollo del fruto, disminuyendo la producción (Foto 91). Por otra parte, las ramillas atacadas se quiebran fácilmente, especialmente durante la labor de cosecha, lo cual reduce el área de fructificación del café.

En plantaciones recepadas, los brotes tiernos son más susceptibles al ataque de la plaga causando, en muchos casos, la muerte de los brotes, si la plaga no es controlada a tiempo (Foto 92).

c. Etología

La hembra del Taladrador de la ramilla es la encargada de realizar las perforaciones en la planta de café. Las hembras fecundadas salen de las cámaras y vuelan en busca de nuevos brotes, ramillas o ramas, en los cuales realizan las perforaciones y construyen su respectiva cámara de cría, donde ovipositan de 20 a 60 huevos, en un período de 8 a 10 días. Se ha observado hasta 16 perforaciones por ramilla o rama atacada.

Las hembras ovipositan en forma escalonada, siendo común encontrar cámaras de cría conteniendo todas las fases biológicas del insecto (huevo-larva-pupa-adulto). Las larvas y adultos se alimentan básicamente del micelio del hongo Ambrosiaemyces zailanicus que se desarrolla en las paredes internas de las cámaras de cría.

El Taladrador de la ramilla tiene marcada preferencia por el café robusta, siendo una plaga principal en este cultivar. En café arábigo su presencia es ocasional y no reviste importancia.

d. Ecología

Dentro de los factores abióticos, la temperatura es preponderante en el tiempo de duración de los estadios larval y pupal. Igualmente, las precipitaciones son reguladoras de la dinámica y fluctuación poblacional del Taladrador. Las máximas densidades poblacionales de la plaga se observan en época seca. Plantaciones debilitadas por efecto de sequía, desnutrición y competencia con malezas son más atacadas y sus efectos más significativos.

e. Hospederos

El Taladrador de la ramilla tiene varios hospederos, la mayoría de los cuales están presentes en las diferentes zonas agroecológicas del café. Las especies sobre las cuales se ha reportado la presencia son: aguacate (Persea americana), guabo (Inga edulis), fréjol de palo (Cajanus cajan), laurel (Cordia alliodora) y cacao (Theobroma cacao).

f. Control

Para regular las poblaciones de insectos plagas lo recomendable es combinar en forma adecuada y armónica varios métodos de control.

En el caso del Taladrador de la ramilla, las labores culturales, el control biológico y químico han dado excelentes resultados en la disminución de sus daños al café. La eliminación del material vegetativo infestado y su quema posterior han sido las labores culturales de mayor importancia. Esta práctica debe realizarse periódicamente y en especial en aquellas plantaciones jóvenes o recepadas.

El control químico se recomienda cuando la plaga se incrementa notablemente y la acción de los enemigos naturales y control cultural son insuficientes para detenerla. Los insecticidas tienen una acción limitada de control sobre la plaga, siendo más eficientes sobre adultos que están fuera de la galería o en el momento de la perforación. Estos productos tienen poco o ningún efecto sobre los individuos que se encuentran en el interior de la galería o cámara de cría. Los insecticidas recomendados son el clorpirifos (Lorsban, Pirinex) o endosulfan (Thiodan, Thionex, Palmarol) en dosis de 1,0 l/ha.

Los agroecosistemas cafetaleros presentan una fauna insectil rica en organismos encargados de regular las poblaciones del Taladrador de la ramilla, tales como: predadores, parasitoides y entomopatógenos, sobre los cuales el hombre no interviene directamente. A esto se denomina control biológico natural.

En el Ecuador, se han observado especímenes del orden Hymenoptera de la familia Formicidae (hormigas) que predan huevos, larvas y pupas del Taladrador de la ramilla. Entre las especies predatoras tenemos a Crematogaster spp., Pheidole spp., Solenopsis spp., Pseudomirmex spp. y Leptothorax spp. También se ha detectado la acción predatora de macroconsumidores (aves) que agrandan los orificios construídos por el Taladrador y consumen todas las formas biológicas del insecto presentes en las cámaras de cría. Se ha observado también la acción reguladora del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana que ataca a los adultos del Taladrador de la ramilla, causándoles la muerte.

3. *Minador de la hoja del café* (Perileucoptera coffeella. Guer. Men. 1842).

Este espécimen pertenece al orden Lepidoptera, familia Lyonetiidae. Es un insecto fitófago defoliador que puede mermar considerablemente la producción. Su distribución es muy amplia, afectando a varios países cafetaleros del continente americano.

La presencia del "Minador de la hoja" en el Ecuador data de 1935 y

desde ese entonces se ha considerado como una plaga económica, especialmente en zonas bajas y con escasa precipitación.

a. Biología

El Minador de la hoja tiene metamorfosis holometábola o completa. Los huevos son muy pequeños, de forma ovalada, con una ligera depresión en la parte superior y plano en la parte inferior. Miden 0,3 mm de largo, aproximadamente. Al momento de la oviposición su color es plateado brillante, tomando posteriormente una coloración amarillenta. El período de incubación es de 5 a 10 días.

La larva es de color blanco cremoso, con cabeza y tórax de color café oscuro y más amplio que el abdomen. El cuerpo de la larva es bien segmentado y llega a medir hasta 5,0 mm de largo. La fase larval pasa por tres estadios y requiere de 12 a 16 días.

La pupa es de color blanco amarillento y se encuentra cubierta por un capullo de color blanco brillante de 3,0 mm de largo. En este estado permanece de 6 a 9 días.

El adulto es una mariposa muy pequeña. Su cuerpo es de color blanco plateado, excepto las puntas de las alas anteriores que contienen un dibujo de rayas amarillas y negras. En la parte superior de la cabeza se observa un mechón blanco, antenas del tipo filiforme, con artejos de color blanco y negro alternados. La longevidad es de 4 a 6 días.

b. Daños

Los daños provocados por la plaga se manifiestan por la defoliación que causa a las plantaciones. El insecto cuando se encuentra en su fase larval vive y se hospeda en el interior de las hojas. La larva se alimenta del tejido parenquimático de la hoja, entre el haz y el envés, formando de esta forma galerías o minas, que las protegen de los factores bióticos (enemigos naturales) y abióticos (medios físicos) adversos (Foto 93).

Las plantaciones de café más afectadas son aquellas que están expuestas directamente al sol o con escasa sombra. Durante la época seca, los ataques del minador son severos y constantes, llegando a defoliar totalmente el café. La defoliación puede afectar la producción normal, pues los frutos necesitan de nutrientes que son sintetizados en las hojas a través de la fotosíntesis. Si el follaje es insuficiente habrá

poca disponibilidad de nutrientes, bajo prendimiento de frutos, con perjuicios en la producción.

El Minador de la hoja puede causar daños económicos tanto en café arábigo como en robusta (*C. canephora*), estimándose defoliaciones del 70 al 90% para el primero y 30 al 40% para el segundo.

c. Etología

Las hembras realizan el vuelo de oviposición durante la puesta del sol. Los huevos son depositados durante la noche en la parte superior (haz) de las hojas, a lo largo de la nervadura principal y en las hojas maduras, sanas y muy rara vez en las que han sido infestadas. Cada hembra puede ovipositar de 70 a 85 huevos, durante un período de 15 días.

La larva recién emergida pasa directamente al tejido interno de la hoja, para alimentarse del parénquima, sin abandonarla hasta completar su fase larval. Durante el tiempo que tarda el desarrollo larval, ella forma galerías visibles desde el exterior de la hoja, con sinuosos recorridos. Las larvas en su último estado rompen la epidermis que cubre la mina y se cuelgan de un hilo de seda, descendiendo hasta las hojas de las ramas inferiores de la planta donde pupa. El lugar preferido para pupar es el envés de la hoja, en especial en las depresiones, bordes o cerca de la nervadura principal. En otros casos, desciende hacia el suelo para pupar en las malezas u hojas caídas. Esta actividad la realiza de preferencia en las horas de menor intensidad de luz.

Los adultos son de hábitos crepuscular-nocturnos, con dos períodos de actividades de vuelo. El primero en las últimas horas de la mañana, cuando realizan la cópula y el segundo a la puesta o cada del sol, cuando las hembras salen a ovipositar. La presencia de los adultos de la plaga se puede apreciar sacudiendo las plantas de café. Durante las horas de luz solar, las mariposas permanecen en estado de reposo en el envés de las hojas de las ramas inferiores del cafeto. Sin embargo, en períodos nublados del día se observan volando a muchos adultos. Las oviposiciones la realizan en las hojas localizadas en las ramas de la parte central y superior del cafeto, iniciándose durante las últimas horas de la tarde y comienzo de la noche.

d. Ecología

Los factores abióticos dentro del ecosistema cafetalero de mayor

importancia en la distribución y dinámica poblacional de la plaga son: precipitación, temperatura y altitud. Durante la época lluviosa la densidad poblacional del insecto se reduce o desaparece; mientras que, en la época seca la densidad aumenta en forma geométrica. En los períodos secos o "veranillos" que ocurren durante la época lluviosa, también pueden aparecer brotes de infestación. La temperatura ambiental incide en estos organismos poiquiloterms (sangre fría). A mayor temperatura aumenta la fecundidad de la hembra pero disminuye su longevidad.

La altitud influye en la distribución y en los daños causados por el Minador. En plantaciones de café ubicadas abajo de los 1200 msnm, el ataque del Minador ocasiona daños económicos. A mayor altura los daños no son importantes.

e. Control

Los enemigos naturales, las prácticas culturales y el uso correcto de los insecticidas constituyen la estrategia básica del manejo integrado de esta plaga.

En condiciones naturales, existen varios enemigos naturales (predadores, parasitoides y entomopatógenos) que regulan las poblaciones del Minador. Avispas de los géneros Polistes y Polybia son depredadoras y consumen gran cantidad de larvas. Otras avispitas de las familias Eulophidae y Braconidae son parasitoides importantes de larvas del Minador.

Las labores culturales de mayor importancia son la eliminación de malezas y hospederos, regulación de sombra, fertilización, podas de copas, eliminación de cafetales abandonados, uso racional de fungicidas cúpricos, riegos y densidad poblacional adecuada.

En relación al uso de insecticidas, éstos deben ser manejados con mucho cuidado y en forma racional. Las recomendaciones del control químico deben estar relacionadas al grado de infestación del cultivo. Se deben hacer recomendaciones cuando el 20% de las hojas tengan larvas vivas. Los muestreos se realizan tomando dos hojas completamente desarrolladas de la parte media de la planta, en 50 árboles distribuidos al azar, en lotes de hasta 5 ha. Posteriormente, se revisan las 100 hojas y se determina el grado de infestación.

Los insecticidas granulados recomendados tienen la particularidad de tener acción sistémica, es decir, penetran a través del sistema radicular y son transportados por la savia a las diversas partes de la

planta para cumplir con su función. La eficiencia de los productos químicos granulados dependen en sumo grado de la cantidad de humedad en el suelo al momento de la aplicación y de la dosis recomendada, la que debe estar relacionada con el tamaño de la planta. El caficultor debe aplicar los insecticidas granulados al voleo alrededor de la planta en un radio de 0,50 a 1,0 m del tallo. Las aplicaciones se deben realizar en los meses de mayo a junio (fin de la época lluviosa) lo que la protegerá del ataque de la plaga durante 3 a 4 meses. El producto recomendado es Carbofuran (Furadan 5G) en dosis de 10 gramos por planta joven y 20 gramos por planta adulta.

Otra forma de controlar el Minador de la hoja es mediante las aspersiones de insecticidas al follaje. La ventaja que ofrecen estas aplicaciones es que no necesitan de la humedad del suelo. La desventaja es que sólo protegen a las plantas de café del ataque de la plaga por un tiempo de 30 a 45 días. Los insecticidas y dosis recomendadas son: chlorpirifos (Lorsban, Piryrex) 0,75 a 1,0 l/ha., endosulfan (Thiodan, Thionex, Palmarol) 0,75 a 1,0 l/ha, decametrina (Decis) 0,20 a 0,30 l/ha y cipermetrina (Cymbush) 0,15 a 0,20 l/ha.

C. PLAGAS SECUNDARIAS

1. *Afidos o pulgones (Toxoptera aurantii)*

Los pulgones están clasificados taxonómicamente dentro del orden Homóptera, familia Aphididae. Poseen metamorfosis simple o hemimetábola (huevo, ninfa y adulto) y se reproducen partogenéticamente a través de hembras aladas y ápteras. Los áfidos son de tamaño pequeño, miden aproximadamente de 1,0 a 1,5 mm de largo. En todos sus estadios o fases son de color gris oscuro y de forma globosa. Viven en colonias que agrupan todas las edades de los insectos. Producen una sustancia azucarada sobre la que se desarrolla un hongo denominado fumagina, lo que da al follaje una apariencia ennegrecida. Las hormigas transportan a las ninfas a plantas sanas para establecer nuevas colonias. Ecológicamente los pulgones se adaptan mejor a condiciones secas.

a. Daños

Las ninfas y adultos chupan la savia de las partes tiernas de la planta, causando distorsión, encrespamiento, desecación achaparra-

miento, retardo en el crecimiento y caída de hojas y flores. Puede ocurrir una reducción severa en la producción cuando se producen ataques fuertes y prolongados, especialmente si estos ocurren durante la época de floración y fructificación.

b. Control

Los pulgones son plagas secundarias o de poca importancia, sin embargo, pueden observarse infestaciones elevadas en forma cíclica y causar daños severos en condiciones de sequía.

Existen varios enemigos naturales que regulan las poblaciones de pulgones manteniéndolos en niveles que no ocasionan daños económicos. Los más comunes son los predadores, coccinélidos, Hipodamia sp y Cycloneda sp. (Coleoptera, Coccinellidae), los sírfidos Allograpta sp., Baccha spp., (Diptera, Syrphidae) y los crisópidos, Chrysopa sp., (Neuroptera, Chrysopidae). Como especies parasitoideas se han observado varios tipos de avispas como Aphidius spp., Lusiphlebus sp y Diaretus sp. (Hymenoptera, Braconidae).

Durante la época seca, cuando se produce un ataque masivo y persistente de áfidos, se recomienda realizar aspersiones con insecticidas. Los productos químicos y dosis recomendadas son: acefato (Orthene) en dosis de 0,50 a 0,75 Kg/ ha, oxydemeton metil (Metasystox) de 0,50 a 0,75 l/ha, diazinon (Diazinon, Basudin) de 0,75 a 1,0 l/ha y malathión (Malathión) de 0,75 a 1,0 l/ha.

2. *Gallina ciega* u *Orozco* (Phyllophaga spp.)

Pertenece al orden Coleóptera, familia Scarabacidae, subfamilia Nello-lonthinae. En estado larval se la conoce comúnmente como "gallina ciega", "orozco", "Joboto", etc. y como adulto "abejón de mayo", "ronron", "mayate", etc.

a. Daños

El daño lo realizan las larvas del tercer estadio al atacar las raíces de las plantas jóvenes. El ataque a plantas adultas no tiene importancia económica debido a lo extenso del sistema radicular y a la estructura leñosa del mismo. El daño tiende a ser más frecuente en cafetales rodeados de pastizales.

b. Biología y etología

Las hembras ovipositan hasta 200 huevos en los primeros 10 cm de profundidad del suelo. Al momento de la oviposición son blancos, de forma elongada y posteriormente se tornan esféricos. Los huevos son ovipositados en forma aislada o en pequeños grupos, con un agregado de partículas de tierra, usualmente bajo la cobertura del pasto saboya o de malezas del tipo gramínea.

Las larvas pasan por tres estadios, durando esta fase de 10 a 12 meses. Miden de 35 a 40 mm de largo, cuando están completamente desarrolladas y son de color blanco cremoso, en forma de "C" (Foto 94). La cabeza es de color amarillento, prominente y con mandíbulas fuertes. Las patas torácicas son muy desarrolladas y cubiertas de setas o pelos. En los primeros dos estadios, que duran unas 4 a 6 semanas, se alimentan de materia orgánica y raíces fibrosas en el suelo. En el tercer estadio, que dura unas 5 a 8 semanas, se alimentan vorazmente de las raíces. Al finalizar el tercer estadio, la larva forma una celda en el suelo a unos 10-20 cm de profundidad, pasa al estadio de prepupa, y así finalmente hasta la pupación. La pupa es de color café-dorado, dentro de una celda de tierra. Mide unos 18 a 20 mm de largo.

Los adultos son insectos fuertes de tamaño mediano, miden de 16 a 22 mm de largo por 9 a 11 mm ancho. Su coloración es café rojiza, cubiertos de pelos blancos finos y cortos sobre los élitros o alas anteriores. Las antenas son del tipo lamelado teniendo de 8 a 11 segmentos o artejos. Tienen 5 segmentos dorsales. Los adultos emergen del suelo y son atraídos por la luz artificial y hacia los árboles de Erythrina, palma africana y plantas de yuca, sobre las que se alimentan.

c. Control

La población de Gallina ciega se logra reducir aplicando ciertas labores culturales tales como: eliminación o destrucción de malezas y preparación del suelo. Esta última labor expone las larvas sobre la superficie del suelo y son eliminadas por la acción de la temperatura o por la acción predatora de aves (garzas, gallinas, patos, etc.) e insectos.

El control químico es recomendado en áreas infestadas y cuando se observe un promedio igual o mayor a 3 larvas grandes o 7 larvas pequeñas por metro cuadrado. Se recomienda el insecticida carbofu-



FOTO 92. Brote joven de Robusta atacado por el Taladrador de la ramilla.



FOTO 93. Síntomas característicos del ataque del Minador de la hoja del café.



FOTO 94. Larvas de *Phyllophaga* sp.



FOTO 95. Cafeto joven defoliado por ataque de hormigas



FOTO 96. Hojas de café mostrando ataque de Escamas verdes a lo largo de las nervaduras.



FOTO 97. Fumagina creciendo sobre sustancias azucaradas producidas por Cochinillas en hojas de café.



FOTO 98. Cultivo de café afectado por la competencia de malezas.



FOTO 99. Maíz asociado al cultivo de café en fase de establecimiento.



FOTO 100. Control manual de malezas en café.



FOTO 101. Control químico de malezas en café.



FOTO 102. Aplicación de herbicidas sobre malezas en estado de activo crecimiento.



FOTO 103. Aspersor de mochila de presión continua.



FOTO 104. Técnico explicando el uso de aspersores de presión previa



FOTO 105. Aspersores de mochila de presión previa retenida.



FOTO 106. Aspersor motorizado de espalda.



FOTO 107. Composición de las boquillas hidráulicas.



FOTO 108. Turbina acoplada en el extremo del flujo de descarga.



FOTO 109. Boquilla de aspersión en equipos motorizados de espalda.



FOTO 110. Calibración de aspersor manual de mochila



FOTO 111. sistemas de captación de agua para uso en la finca.



FOTO 112. Captación de agua utilizando el techo de la vivienda y almacenamiento en tanque metálico.



FOTO 113. Cosecha de café maduro por pebeteo



FOTO 114. Cosecha de café por sobado.



FOTO 115. Cosecha de granos maduros de café.



FOTO 116. Despulpadora de café tipo tambor.

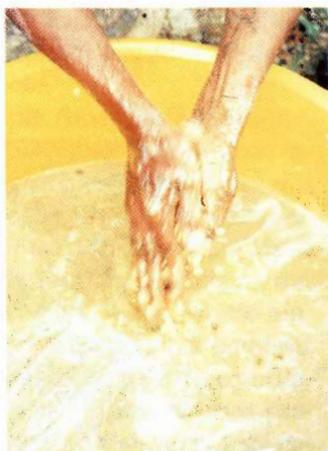


FOTO 117. Determinación del punto de suspensión de la fermentación del café.

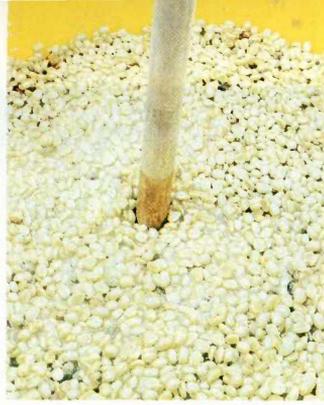


FOTO 118. Determinación del punto de lavado del café mediante el uso de la estaca de madera.



FOTO 119. Café en punto correcto de lavado.



FOTO 120. Preparación de café para pruebas de calidad de taza.

ran (Furadan 5G) en dosis de 10 gramos por hueco, aplicado al momento de la siembra de la planta de café. Se puede aplicar también insecticidas en forma líquida, después de la siembra. Esta aplicación debe hacerse con bomba de mochila, quitando el disco de turbulencia de la boquilla y dirigiendo el chorro de insecticida hacia el pie de la plántula de café. Los insecticidas recomendados son clorpirifos (Lorsban, Pirinex) endosulfan (Thiodan, Thionex, Palmarol) en dosis de 500 cc por 100 litros de agua.

En suelos húmedos, la fase larval y prepupa de la gallina ciega es atacada por patógenos bacteriales (Micrococcus sp). Se ha observado también algunos ectoparasitoides larvales tales como: Campsomeris sp.; Elis sp. y Tiphia (Hymenóptera, Scolitidae). Otro agente de control biológico muy importante es un predator perteneciente a la familia Cicindelidae.

3. Piojo blanco de la raíz del caféto (Dysmicoccus sp).

Pertenece al orden Homóptera, familia Pseudococcidae. Se lo conoce también como "Cochinilla de la raíz" del café. Las hembras adultas y ninfas chupan o succionan la savia en las raíces. Viven en colonias en simbiosis con las hormigas. Al succionar causan amarillamiento, retardo en el crecimiento y aniquilamiento gradual de las plantas, ocasionado en muchos casos la muerte. En suelos deficientes en sustancias nutritivas donde abundan malas hierbas, los resultados del ataque se manifiestan con mayor rapidez, puesto que los cafetales se encuentran en condiciones de ofrecer menos resistencia al insecto. Los cafetos atacados adolecen de poco anclaje y pueden ser tumbados fácilmente.

El piojo de la raíz tiene metamorfosis simple (huevo-ninfa-adulto). Los huevos son ovipositados en grupos de hasta 300 bajo una capa de cera algodonosa. Las ninfas del primer estado se dispersan por la planta antes de establecerse en una concavidad adecuada, en donde permanecen alimentándose hasta formar la cobertura cerosa. Pueden establecerse o recorrer distancias cortas hasta la madurez. Las ninfas hembras maduran después de tres mudas. El macho es inactivo en el tercer estado ninfal, formando un capullo ceroso en el cual pupan. Los adultos hembras son de color amarillo o rosado, cubiertos con una capa de cera con filamentos cerosos que se proyectan lateralmente. Los adultos machos presentan dos alas y un par de filamentos posteriores, son delicados y de color blanco. La plaga tiene marcada preferencia por las áreas húmedas y sombreadas.

Para su control, el caficultor puede seguir las instrucciones dadas para el control de la "gallina ciega" u "orozco".

4. *Hormiga arriera* (*Atta* sp).

Pertenece al orden Hymenóptera, familia Formicidae. Se la conoce comúnmente como zampopo o arriera. Ataca a una gran cantidad de cultivos, árboles y malezas. Se la considera una plaga secundaria en los cafetales del país. Las obreras defoliar los cultivos haciendo cortes semicirculares en los márgenes de las hojas. Cuando la densidad poblacional es elevada pueden defoliar completamente una planta en corto tiempo (Foto 95).

Las hormigas arrieras poseen metamorfosis completa. Los adultos son de color pardo o café rojizos, cabeza grande con mandíbulas fuertes. Viven en colonias bien organizadas de hasta un millón de individuos, en nidos subterráneos. Las larvas y las obreras se alimentan del hongo *Pholiota* (*Rhizithes*) *gongylophora*, que cultivan en el material vegetal que las obreras transportan al nido.

Una colonia está compuesta por la reina y las obreras. La reina es la casta reproductiva de la colonia y las obreras son las encargadas de la alimentación y cuidados. La casta de las obreras se dividen en tres categorías de acuerdo al tamaño y cumplen funciones diferentes. Las grandes son denominadas "soldados", y son responsables por la defensa de la colonia y pueden a veces cortar hojas. Miden de 10 a 12 mm de largo, poseen cabeza grande y mandíbulas bien desarrolladas. Las obreras medianas cortan y transportan pedazos de hojas para el hormiguero y son conocidas como "cortadoras". Miden de 5 a 8 mm de largo. Las obreras pequeñas, conocidas como "jardineras", arreglan el material vegetal y sobre éste cultivan el hongo. Además, realizan la limpieza del nido, sacando residuos o basura. Las obreras pequeñas miden de 3 a 5 mm de largo.

Una colonia potencialmente destructiva puede formarse en el plazo de un año. Las arrieras pueden estar activas ya sea durante el día o la noche, pero la actividad nocturna es mayor. El nido se localiza frecuentemente en los bosques o terrenos incultivados y los trillos se extienden por centenares de metros hasta el hospedero preferido. Los ataques en las plantaciones de café son más frecuentes cerca de las áreas boscosas o enmalezadas. Existen ciertas plantas, tales como que el sorgo que son repelentes. Los controles químicos funcionan acompañados de ciertas labores culturales tales como la limpieza del hormiguero y siembra de plantas repelentes.

Para destruir un hormiguero se deben seguir las siguientes instrucciones:

a. Localización del hormiguero. Se puede seguir el trillo que construyen las obreras o localizar el hormiguero por los montones de tierra o por los agujeros que se encuentran en el suelo.

b. Taponar agujeros. Los nidos generalmente poseen varios agujeros, por lo que es necesario taponear la mayoría de los orificios con piedras, palos o la misma tierra suelta.

c. Aplicación de pesticidas. Los insecticidas recomendados son diluidos en agua y aplicados con bomba de mochila o embudos en suelos húmedos. Cuando se utiliza la bomba de mochila se debe retirar el disco de turbulencia de la boquilla para conseguir un chorro penetrante. El insecticida es introducido por los orificios principales del hormiguero. Los insecticidas recomendados son el clorpirifos (Lorsban, Pirinex), endosulfan (Thiodan, Thionex, Palmarol) o diazinón (Basudin, Diazinon) en dosis de 100 cc por 20 litros de agua.

5. *Gusanos defoliadores* (Automeris sp.; Eacles masoni).

Pertenecen al orden Lepidóptera, familia Saturniidae. Se los conoce comúnmente como "gusanos del cafetal". Las larvas se alimentan del follaje de las plantas, consumiendo las hojas desde el borde hacia la nervadura central o también cortando el brote de crecimiento. Estas plagas son cíclicas y se presentan durante la época lluviosa. Las larvas son de color verde o blanco con pelos o setas urticantes.

En caso de presentarse poblaciones elevadas se recomienda aplicar decametrina (Decis 2,5 CE) en dosis de 300 cc/ha o permetrina (Ambush, Pounce) en dosis de 200 cc/ha.

6. *Gusanos trozadores* (Agrotis spp.; Spodoptera spp.).

Pertenecen al orden Lepidóptera, familia Noctuidae. Se los conoce comúnmente como gusanos cortadores o tierreros. Las larvas permanecen durante el día escondidas en el suelo y en la noche salen a causar daños en los cultivos. Cuando el ataque se realiza en los semilleros y viveros cortan los tallos tiernos. En el campo, durante el primer año de vida,

estas plagas roen el tallo causándole debilitamiento, retardando su crecimiento y en muchos casos la muerte de las plántulas.

El control de los gusanos trozadores en semilleros y viveros se lo realiza a base de aspersiones de insecticidas al suelo. Los insecticidas y dosis recomendados son: clorpirifos (Lorsban, Pirinex) o endosulfan (Thiodan, Thionex, Palmarol) en dosis de 60 cc por bomba de 20 litros de agua. Se los controla también con un cebo formulado con 0,5 l de uno de los insecticidas antes mencionados, 25 kg de afrecho, 1,0 litro de melaza y 5 litros de agua. La aplicación de este cebo debe hacerse en las últimas horas de la tarde.

El control biológico natural ayuda a regular estas plagas a través de algunas especies de parasitoides larvales como Bonetia sp. (Dipt., Tachinidae); Chelonus sp. (Hym., Braconidae) y el predator Calosoma sp. (Col., Carabidae).

7. Escama verde (Coccus viridis)

Pertenece al orden Homoptera, familia Coccidae. Estos especímenes se localizan a lo largo de las nervaduras, en el envés de las hojas, en brotes tiernos y en los granos de café (Foto 96). Las escamas verdes son plagas de importancia económica en los semilleros y viveros. Las ninfas y adultos succionan la savia de la planta ocasionándole un debilitamiento y retraso en su crecimiento. Ataques severos y repetidos pueden causar la muerte de las plántulas.

Las cochinillas verdes excretan una sustancia azucarada que se deposita sobre las hojas, donde se desarrolla el hongo denominado "fumagina", dando una apariencia ennegrecida al follaje y dificultando el proceso de la fotosíntesis (Foto 97). Estos insectos viven asociados con hormigas, observándose las mayores incidencias en cultivos sin sombra y en época seca.

Poseen algunos enemigos naturales como el hongo Cephalosporium lecanii y algunos parasitoides de ninfas y adultos que pertenecen a las familias Aphelinidae, Encyrtidae, Pteromalidae y Eulophidae y, predadores de los órdenes Coleoptera y Neuróptera.

El control químico se recomienda realizarlo cuando las ninfas están formando la capa cerosa, para lo cual se debe aplicar la siguiente mezcla: 0,5 a 0,75 l de Malathion, 1 l de aceite agrícola, 200 cc de emulsificante Triton ATC y 200 litros de agua.

D. BIBLIOGRAFIA

- AMANCHA, E. W. 1990. Biología, etología y ecología de la broca del café, Hypothenemus hampei (Ferrari, 1867). Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 76p. (Tesis Ing. Agr.).
- BENNET, F. D. 1982. Informe sobre una visita de consultoría al Ecuador para asesorar las posibilidades del control biológico del taladrador de las ramillas del café. Santiago de Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina. 9 p. (mecanografiado).
- CANSING, V. 1985. Evaluación de insecticidas granulados sistémicos en combinación con labores culturales para el combate del Taladrador de la ramilla del café, Xylosandrus morigerus Blandford. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil, 63p. (Tesis Ing. Agr. sin publicar).
- COMITE DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE ANTIOQUIA. 1991. Control de plagas y enfermedades del café. Medellín, Colombia, División Técnica. 145 p.
- DECAZY, B. Y CASTRO, M. T. eds. 1990. El manejo integrado de la broca del fruto del café (Hypothenemus hampei, Ferrari). San José, Costa Rica. IICA/PROMECAFE. 21 p.
- DELGADO, D.; SOTOMAYOR, I.; PALIZ, V. Y MENDOZA, J. 1990. Cría, colonización y parasitismo de los entomófagos Cephalonomia stephanoderis Betrem y Prorops nasuta Waterston. Quito, Ecuador, Revista Sanidad Vegetal, 5 (5): 51-66.
- LA BROCA DEL CAFE (Hypothenemus hampei). 1986. Quito, Ecuador, MAG (INIAP, PNSV, PNC)/GTZ. 45 p.
- LE PELLEY, R. H. 1968. Las plagas del café. Traducido por J. Cuello, J. Lleonart y P. Juan. Barcelona, España. Ed. Labor. 693 p.
- MANUAL DE CAFICULTURA. 1988. Plagas y enfermedades del café. ANACAFE. Retalhuleu, Guatemala. p. 106-150.
- MENDOZA, J. R. 1988. Plagas del café: Guía para su reconocimiento y control. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quevedo, Ecuador, Comunicación Técnica No. 17. 21 p.
- MENDOZA, J. R. 1991. Resposta da broca-do-café, Hypothenemus hampei, a estímulos visuais e semioquímicos. Vicosá, Brasil, Universidade Federal de Vicosá. 44p. (Tesis M.S.).
- PALIZ, V. 1982. La broca del fruto del café. Quevedo, Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Comunicación Técnica No. 02. 19 p.
- REIS, P. R.; SOUZA, J. C. de Y ANDRADE, M. C. C. 1984. Pragas do cafeeiro. Informe Agropecuario (Brasil) 10 (109):3-57.
- SANDOVAL, J. 1979. Combate del Taladrador de las ramillas del café. Quito, Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo No. 104. 8 p.

- SEQUEIRA, A. e HIDALGO, O. 1979. Control del Minador de la hoja del cafeto, Leucoptera coffeella Guer. Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Boletín divulgativo N° 89. 18 p.
- SOTOMAYOR, I. Y DELGADO, D. 1991. Controle la broca del cafeto. Quito, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Plegable N° 115.
- TOLEDO, B. P. 1974. Estudios de biología y control del Minador de la hoja del café, Leucoptera coffeella, Guer. con granulados de acción sistémica. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 68 p. (Tesis Ing. Agr.).
- VASCONEZ, E. E. 1990. Estudio de frecuencia de aplicación del insecticida endosulfán (Thiodan 35 EC) para el control químico de la Broca del café Hypothenemus hampei (Ferrari, 1867). Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 76 p. (Tesis Ing. Agr.).

XII. CONTROL DE MALEZAS

Ing. Iván Garzón C.
Ing. Carlos Galarza M.

A. INTRODUCCION

La agricultura moderna exige la integración de todos los medios de la producción para el logro de mejores rendimientos. El control de malezas constituye una de las prácticas agronómicas que, al igual que las otras, deben ser manejadas adecuadamente, de lo contrario, disminuyen considerablemente las cosechas.

En el mundo existen alrededor de 1800 especies de malezas que son causantes de grandes pérdidas económicas en áreas cultivables. En algunas áreas tropicales se han reconocido 200 especies de malezas infestando los cultivos de café. Sin embargo, su efecto no es reconocido de inmediato, sino cuando éstas ya han causado su mayor daño. Aquellas que se establecen durante los primeros estadios del desarrollo de los cultivos, son las más perjudiciales en relación con las que aparecen en épocas posteriores.

Dado el amplio complejo de malezas existentes, tanto de hoja ancha como angosta, con un basto rango de adaptabilidad a las condiciones ecológicas predominantes en un cafetal, su control por medio de un sólo método se torna difícil. Por ello, se hace necesario el empleo integrado de una serie de prácticas, a fin de crear condiciones en el ambiente y en el suelo que sean favorables para el crecimiento del café y no de las malas hierbas.

Bajo estas consideraciones, uno o varios métodos de control sólo serán efectivos cuando propicien el crecimiento del cafetal libre de la interferencia de las malas hierbas y sin causar ningún efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas. Los rendimientos serán los indicadores de su eficacia, sin de-

jar a un lado aspectos importantes como: la erosión de los suelos, contaminaciones, acumulación de sustancias tóxicas en productos y residuos de cosechas, alteración en los microorganismos del suelo, desequilibrios en el balance biológico, daños al suelo, y desarrollo de otras malezas existentes, que a la larga constituyen un problema difícil de solucionar.

B. PERDIDAS CAUSADAS POR LAS MALEZAS

Los principales problemas que causan las malezas en el cultivo de café son las pérdidas de rendimiento debido a la competencia por nutrientes, agua, luz, espacio y CO₂ y a los efectos alelopáticos que muchas malezas poseen (Foto 98). Se estima que son en el orden del 15 al 20% en climas fríos y de un 25 a 50% en zonas bajas. Sin embargo, el grado de competencia varía con los cultivos, especies de malezas, ciclo de vida, morfología, distanciamiento de siembra, presencia o ausencia de sombreado, uso del riego y otras prácticas.

Se conoce que en los primeros 15 cm de profundidad del suelo se encuentran distribuidas el 70% de las raíces del café. Esto permite deducir que en su mayoría son raíces superficiales, por lo que la susceptibilidad a la competencia por nutrientes es marcada.

Estudios realizados han permitido determinar que malezas como: "Marigold" (Tagetes minuta) y "Cadillo" (Bidens pilosa) extraen del suelo de cuatro a cinco veces la cantidad de fósforo retirado por el café, igual que altos contenidos de Ca y Mg en tallos y hojas de "Verdolaga" (Portulaca oleracea), de Mg en "Bledo" (Amaranthus spp) y N en "Lechosa" (Euphorbia heterophylla), presentando el cultivo aspectos cloróticos, atraso en el crecimiento y muerte de las ramas inferiores.

Es necesario destacar también que las malas hierbas constituyen hospederos de plagas y enfermedades, a más de ser causantes del incremento de la humedad relativa del ambiente, lo que torna más difícil y costoso el tratamiento fitosanitario.

Los efectos indirectos que causan las malezas son también de gran importancia. Existen malezas que debido a su hábito de crecimiento y a su germinación escalonada, pueden ejercer efectos nocivos sobre cultivos ya establecidos, sofocándolos, causando volcamiento y en otros casos interfiriendo en las labores de cosecha o en la realización de otras prácticas culturales.

C. METODOS DE CONTROL

Existen diferentes métodos para combatir la vegetación indeseable. Estos se han ido desarrollando en la misma medida en que ha progresado la agricultura e incluyen medidas preventivas, culturales, mecánicas, químicas y biológicas. Se debe señalar que ningún método de control excluye a los demás, sino más bien se deben combinar dos o más prácticas dentro de un programa de control sistemático, integral y rentable.

Para la selección de uno o varios métodos de control, se precisa conocer a las malezas en lo que concierne a sus hábitos de crecimiento, capacidad de producción de semillas, métodos de dispersión, latencia, longevidad, capacidad de sobrevivencia a condiciones adversas, así como susceptibilidad o tolerancia al uso de productos químicos (herbicidas). Se debe conocer también el suelo (textura y materia orgánica), equipos necesarios, las ventajas y desventajas que presenta el control integrado y su costo. Es necesario tener presente reducir al mínimo los riesgos de la erosión y la contaminación del medio. Es más fácil controlar malezas cuyo ciclo de vida es anual y consiste en prevenir la formación de semillas y provocar la germinación de aquellas en estado de latencia. El control de malezas perennes puede enfocarse a prevenir la formación de semillas, agotar reservas nutritivas de los órganos de almacenamiento o destruyendo las malezas en estado de plántulas.

1. *Control preventivo*

Se consideran todas aquellas acciones encaminadas a evitar la introducción y establecimiento en los campos de especies de malezas no existentes en ellos, especialmente de las que son difíciles de controlar en forma económica. Por lo general, se trata de contrarrestar los mecanismos de dispersión de las malezas y son efectivas cuando el principal agente de dispersión es el hombre a través de las diferentes actividades agropecuarias.

Las acciones preventivas que se recomiendan son las siguientes:

a. Eliminación total. Esta práctica es económicamente justificable, cuando se trata de detener la infestación inicial de malezas altamente nocivas. Consiste en la eliminación total de las plantas y estructuras reproductivas.

b. Restricción de malezas. Esta medida se ejecuta con el propósito de destruir parcialmente las poblaciones o para limitar el crecimiento

y desarrollo de las malezas. Los mecanismos empleados son de tipo cultural o de manejo del cultivo y son efectivos y económicos, si se integran y ejecutan adecuadamente.

2. *Control cultural*

Incluye aquellas prácticas encaminadas a propender el desarrollo vigoroso del cultivo, logrando ventajas en relación a las malezas o competir favorablemente con ellas.

En este aspecto, se recomienda el uso de genotipos adaptados a la zona, realizar una adecuada preparación del suelo, uso de una densidad adecuada de siembra, efectuar una balanceada y oportuna fertilización, control de plagas y enfermedades, empleo de un sombreamiento equilibrado, etc.

La implementación de cultivos de ciclo corto y tipos de cobertura vegetal viva entre las hileras de cafetos constituye una alternativa viable para el control de malezas durante la fase de establecimiento (Foto 99).

3. *Control mecánico*

Este tipo de control incluye prácticas basadas en el arranque de las malezas, bien sea a mano o con complementos mecánicos como el machete (Foto 100). A pesar de ser bastante efectivo, su uso es limitado por el costo y por la disponibilidad de mano de obra requerida en el momento oportuno. Puede provocar la muerte de plantas al facilitar el ingreso de patógenos a través de los cortes o lastimaduras accidentales efectuadas por los jornaleros durante la labor de deshierba o el corte total de ellas.

En la fase de establecimiento, se requiere efectuar deshierbas por lo menos cada dos meses y posteriormente cuatro rozas para de este modo permitir que el cultivo se mantenga libre de competencia. En períodos de mayor humedad, el tiempo de duración entre las deshierbas es reducido, siendo necesario aumentar su número durante el año. El control manual es más económico, si se efectúa cuando se detectan fallas de los otros métodos y en muchas ocasiones es necesario recurrir a limpiezas pre-cosecha para evitar los problemas que causan en la recolección de frutos caídos.

4. *Control biológico*

Se basa en el empleo de enemigos naturales, tales como: hongos, ne-

mátodos, bacterias, virus, insectos o animales superiores que prefieren determinado tipo de malezas.

5. Control químico

Consiste en el uso de herbicidas o matamalezas, los que deben ser usados como complemento de los métodos anteriormente nombrados (Foto 101). Estos productos pueden destruir total o parcialmente a las malezas dependiendo su éxito del conocimiento que se tenga acerca de su modo de acción. Algunos pueden ser selectivos al café y otros, de no serlo, necesitan ser manejados con precaución, realizando aplicaciones dirigidas solamente a las malezas.

El uso de herbicidas debe hacerse con el conocimiento de las especies de malezas y de su susceptibilidad a los productos recomendados. Muy pocos problemas de malezas en café pueden ser solucionados con un solo tratamiento o aplicación. El uso de herbicidas químicamente relacionados ha dado lugar a la selección de especies resistentes.

La efectividad y selectividad de los herbicidas es afectada por condiciones de clima y suelo por lo que estos factores deben tenerse en cuenta para seleccionar los tratamientos. La textura del suelo y el contenido de materia orgánica reducen la movilidad de muchos productos, aumentando la selectividad, pero al mismo tiempo reducen la cantidad activa del producto en el suelo.

Las temperaturas altas aumentan las pérdidas por volatilización y descomposición, reduciendo la persistencia de herbicidas aplicados al suelo, pero pueden presentarse más tóxicos al cultivo. Lluvias intensas y frecuentes pueden lavar los herbicidas, lo cual da lugar a menor control y mayor daño.

Como puede notarse, el uso de herbicidas como un método de control de las malezas, exige conocimientos tecnológicos avanzados y precisos, pues su utilización indebida o indiscriminada puede llevar a resultados catastróficos.

En el Cuadro 8, se presentan las principales recomendaciones para el control químico de malezas en el cultivo de café. Para obtener una mayor eficiencia con los tratamientos recomendados deben tenerse presente las siguientes consideraciones:

- a. En los dos primeros años de establecimiento de un cafetal, debe procurarse mantener al cultivo libre de competencia con las malezas el mayor tiempo posible, realizando controles manuales localizados

CUADRO 8. Recomendaciones para el control de malezas en café.

Herbicidas Nombre común	Nombre comercial	Dosis kg/l/ha	Epoca de aplicación	Observaciones
diuron + paraquat*	STAVRON + GRAMOXONE KARMEX	2.0+2.0	Postemergente	Aplicación dirigida y con malezas de 20 - 25 cm de altura.
diuron + dalapon**	STAVRON + DOWPON KARNEX	1.5+10	"	IDEM.
glifosato	ROUNDUP - RANGER	2.0-3.0	"	Aplicación dirigida. Para mayor eficiencia las malezas deben estar en activo crecimiento.
fluazfop-butil	H1 - SUPER	1.0	"	Controla únicamente gramíneas. Puede aplicarse - 2,4-D (a) para el control de malezas de hoja ancha a los 5 días subsiguientes.

* Uso restringido

** Aplicación fraccionada del dalapon en dosis de 5 kg con intervalos de 8 - 12 días.

(corona), combinando con aplicaciones dirigidas de los herbicidas recomendados.

b. Las aplicaciones siempre deberán hacerse sobre malezas que se encuentren en estado de activo crecimiento y con no más de 20 - 25 cm de altura (Foto 102).

c. Cuando se usan herbicidas de acción preemergente, el suelo deberá presentar una buena humedad; para que el efecto de estos sea más seguro.

d. La distribución de la dosis recomendada por unidad de superficie estará asegurada, si se realiza una buena calibración del equipo de aspersión, cuyo gasto de agua deberá enmarcarse entre 300 a 400 litros por hectárea.

e. Aplicar los herbicidas en horas de poco viento, generalmente en la mañana, para evitar el acarreo del producto a otros cultivos a los cuales pueden ser tóxico.

f. Se debe conocer que los factores ambientales, especialmente la lluvia, pueden perjudicar al tratamiento por lavado del producto hasta 6 horas después de la aplicación.

D. BIBLIOGRAFIA

- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. 1987. Manual de caficultura. Guatemala, Subgerencia de Asuntos Agrícolas. p. 91-96.
- CASTRO, M. 1983. Control de malezas en caf. ANACAFE (Guatemala). No. 234:5-9
- ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE. DEPARTAMENTO DE CONTROL DE MALEZAS. 1977. Informe Anual 1976. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. p.48. (mimeografiado).
- ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE. DEPARTAMENTO DE CONTROL DE MALEZAS. 1979. Informe Anual 1978. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. p.10-11. (mimeografiado).
- ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE. DEPARTAMENTO DE CONTROL DE MALEZAS. 1981. Informe Anual 1980. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. p.4-9. (mimeografiado).
- ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE. DEPARTAMENTO DE CONTROL DE MALEZAS. 1990. Informe Anual 1989. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. p.51-57. (mimeografiado).
- FERREIRA DE SOUZA, I; ANDRADE, C. y CONTIJO, P. 1985. Plantas daninhas e seu controle. Informe Agropecuario (Brasil), 11(126):59.
- GABELA, F. 1982. Principios de prevención, control y erradicación de malezas. In Curso Teórico práctico de control de malezas. Quito, Ecuador, INIAP. p. 1 (mimeografiado).
- GALARZA, C. 1990. Evaluación de mezclas herbicidas para el control de malezas en café (Coffea arabica L.). Tesis Ing. Agr. Machala, Ecuador, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Técnica de Machala. 122 p.
- GARCIA, G. E. A. 1982. Evaluación del glifosato solo y mezclado con otros produc-

- tos para el control de malezas en el cultivo de café. ANACAFE (Guatemala). No. 220: 14-21.
- GOMEZ, A. 1987. Manejo y Control integrado de malezas en el cultivo de café en Colombia. In Tecnología del cultivo de café, Chinchin, Federación Nacional de cafeteros de Colombia. p. 145-156.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de caficultura Guatemala. Guatemala, ANACAFE. p. 133-148.
- HOESCHLE, I. 1988. Estudio preliminar de malezas asociadas al cultivo del café en dos secciones del litoral ecuatoriano. Sanidad Vegetal (Ecuador) 3(3): 41-47.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, Costa Rica. p. 73-87.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. Técnicas modernas para el cultivo del café. Nueva San Salvador, El Salvador. p. 102-106.
- MEDRANO, C. 1987. Recomendaciones para el control químico de malezas. Caracas, Venezuela, América. 133 p.
- MORALES, J. C. R. 1982. Evaluación de mezclas de herbicidas para el control de malezas en el cultivo del café. ANACAFE (Guatemala). No. 220: 27- 29.
- PADILLA, W. y QUIMI, V. 1987. Manual Agrícola. Quito, Ecuador, AGRIPAC. 227 p.
- RUIZ, E. 1978. El cultivo del café. Manual práctico. Edic. No. 136:43-44.
- SAN JUAN, E. R. 1982. Evaluación de herbicidas de uso común en el cultivo del café. ANACAFE (Guatemala). No. 220: 9-11.
- VENEGAS, F. y MUÑOZ, R. 1984. Cómo controlar malezas. Quito, Ecuador, INIAP. Boletín divulgativo No. 152. 6 p.

XIII. EQUIPOS DE ASPERSION DE PESTICIDAS

Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

Actualmente se dispone en el mercado de una gran variedad de equipos de aspersión, que comprende diversos tipos, formas, tamaños y capacidades.

Los criterios para la selección de un equipo de aspersión están gobernados por una serie de factores como: aspecto económico, densidad de la plantación, área cultivada, topografía dominante, disponibilidad de agua, mano de obra, etc., entre otros.

Este equipo deberá hacer una distribución óptima (uniforme) de la sustancia activa sobre el objetivo (planta, suelo, plagas, hongos, etc) al cual se desea asperjar.

B. CLASES

Los equipos aspersores de mochila más comúnmente empleados en el cultivo de café son los siguientes:

1. *Aspersores de mochila de presión continua.*

Estos equipos consisten en un tanque que sirve como depósito de la solución pesticida con una capacidad que varía de 5-20 litros; una bomba impulsadora de la solución operada a mano, cuya presión es originada al mover el émbolo o diafragma por medio de una palanca; una lanza con

una llave de control y una o más boquillas que pueden ser de bronce, acero o plástico (Foto 103).

En estos equipos el operador debe mover la palanca continuamente para mantener la presión necesaria, la misma que puede variar de 15-45 lb/pulg². La velocidad de aplicación fluctúa entre 2-4 Km/hora.

El sistema a presión puede ir colocado dentro o fuera del tanque del aspersor. Consta de una bomba de pistón o émbolo que sirve para emitir la solución por compresión de aire en la respectiva cámara por medio de la palanca accionada manualmente por el operador.

El sistema de agitación interna en la mayoría de los modelos conocidos se lleva a cabo por medio de aspas que mueven el líquido en el interior del tanque, cuando el operador acciona la palanca de bombeamiento.

Esta clase de aspersores no poseen manómetro, de tal manera que, el operador con la práctica irá aumentando o disminuyendo el ritmo de movimiento de la palanca de bombeamiento, hasta obtener la presión que permita alcanzar un chorro adecuado.

Se utilizan generalmente en la aplicación de herbicidas, ya que son los que mayores ventajas presentan para este propósito. Sin embargo, podrían ser empleados en propagadores de café o en aspersiones dirigidas de insecticidas o fungicidas en plantaciones establecidas.

2. Aspersores de mochila de presión previa

Están constituidos por un tanque, una bomba de aire manual (cilindro y pistón), manómetro, válvula de retención, manguera, lanza y boquilla. Son fabricados de latón, cobre o acero inoxidable. La capacidad del tanque es variable pudiendo alcanzar hasta 20 litros. Sin embargo, éste puede ser abastecido solamente en las dos terceras partes de su capacidad, dejando un tercio restante para la cámara de aire comprimido. Se debe tapar bien el tanque para proceder a la compresión del émbolo, hasta alcanzar una presión de 5 Kg/cm² (75 lb/pulg²). Esto contrasta con el continuo bombeo requerido en los aspersores manuales de presión continua (Foto 104).

De esta manera, el operador al tener las manos libres, puede dar mejor dirección de la boquilla hacia la planta que desea proteger, lo que permite trabajar en áreas con declive acentuado, donde es necesario remover ramas para facilitar su desplazamiento.

En los aspersores más simples de este tipo, la bomba de presión es

ajustada como parte de la tapa del tanque. La presión empieza a decrecer muy rápidamente, a medida que el aspersor empieza a funcionar. Esto determina que, en algunos casos, se deba detener la aplicación del pesticida para dar nuevamente presión al tanque, antes de vaciar el contenido de líquido en el aspersor.

3. Aspersores de mochila de presión previa retenida

Estos equipos de aspersión son dotados de una cámara en el tanque donde el aire una vez inyectado permanece constante. Cuando el líquido que se está asperjando se consume, una válvula de fluctuación cierra el orificio de salida del aire. El aire es retenido en los aspersores hasta que sea descargado por el operador, después de la labor de aspersión.

Para inyectar aire al aspersor se puede utilizar un compresor para inflar llantas de carro. La presión no debe exceder de 3 Kg/cm^2 (45 libras por pulgada cuadrada). Posteriormente, el producto que se desea asperjar es inyectado también sobre presión para alcanzar $7-9 \text{ Kg/cm}^2$ (105-135 lb/pulg²). En este caso, se puede emplear una bomba de pistón estacionaria.

Esta clase de aspersores son construídos de láminas de cobre o acero inoxidable. Generalmente, están dotados de una válvula de seguridad que estabiliza la presión cuando ésta excede el límite de la resistencia del tanque. El manómetro es una pieza fundamental en esta clase de equipos.

Debido a que estos aspersores resisten altas presiones, es posible adaptar 2-4 boquillas montadas en barras fijas, con armazones de aluminio, especialmente cuando se los desea utilizar en terrenos accidentados. De esta manera, el trabajador tendrá sus manos libres para el equilibrio y desvío de ramas que dificultan su movimiento en la plantación (Foto 105).

4. Aspersores de espalda accionados por motor.

Estos equipos constan de un tanque donde se coloca el pesticida y otro para el combustible; un motor de dos tiempos que acciona un ventilador impulsador de una corriente de aire de alta velocidad que es desviada a través de un codo de 90° hacia una manguera flexible de descarga. En el extremo de aquella se encuentra una boquilla para pulverizar y arrojar el producto que se desea aplicar (Foto 106).

El tanque donde se coloca el pesticida puede tener una capacidad de 10 - 20 litros, variando el peso del aspersor completamente abastecido de 21 - 27 Kg. Considerando que estos aparatos son transportados en la espalda del operador su peso total debe ser lo más reducido posible. Para los motores de dos tiempos el combustible es una mezcla de aceite (especial para motores de dos tiempos) y gasolina usualmente en la proporción de 1:25, es decir 1 parte de aceite por 25 de gasolina. La mezcla correcta es marcada sobre el tanque del combustible o en la tapa del recipiente.

En condiciones ideales, el combustible debe ser drenado del tanque y carburador una vez concluida la labor de aspersión ya que la gasolina con el tiempo se puede evaporar, afectando a la proporción mencionada.

Para mejorar la eficiencia de la aplicación, algunos aspersores de este tipo están provistos de una bomba centrífuga que es acoplada especialmente cuando se los emplea en cultivos de porte bastante alto.

En los aspersores de este tipo que generalmente vienen desprovistos de bomba centrífuga, cuando la boquilla sobrepasa en la vertical al nivel del líquido en el tanque, el flujo de salida decrece, perjudicando la aspersión.

La bomba centrífuga permite la aplicación con un flujo uniforme de líquido, independientemente de la altura a la que está colocada la boquilla de aspersión y del nivel del líquido en el tanque. La bomba centrífuga recircula el líquido en el tanque, promoviendo un sistema de agitación hidráulica.

Algunos aspersores de este tipo poseen un sistema de agitación neumático, sin bomba centrífuga.

C. BOQUILLAS

Las boquillas desempeñan una de las funciones más importantes de un aspersor. Son dispositivos a través de los cuales el líquido es transformado en gotas. Las boquillas varían de acuerdo al tipo de aspersor y son las que determinan el gasto en litros por minuto, el diámetro de la gota y la forma del chorro. La distribución posterior del flujo de gotas es influenciado principalmente por las corrientes naturales del aire.

No existe una boquilla universal, por lo que diferentes diseños están siendo empleados para lograr un aspecto apropiado de gotas.

1. Composición de las boquillas

Las boquillas hidráulicas usadas en aspersores manuales de mochila están formadas por un cuerpo, capa o casquete, filtro, núcleo, punta o disco. El cuerpo es una pieza unida a la boca de la lanza del aspersor, provista de una rosca hembra o macho. Su forma externa puede ser hexagonal o redonda, provista de ranuras o aletas que sirven para ajustarlas manualmente a la lanza para evitar el escurrimiento del líquido (Foto 107).

La capa o casquete, es un componente que comunica las otras piezas de la boquilla al cuerpo. Debe ser ajustada manualmente o mediante el uso de herramientas apropiadas.

Se conocen dos tipos de filtros: mallas (tamices) o coladores.

Los filtros mallas tienen forma cilíndrica y son fabricados de metal o de nylon, pudiendo ser de 50, 80, 100 y 200 mesh*.

En cambio, los filtros coladores tienen forma cónica y pueden ser de metal, plástico rígido o de nylon. Poseen aberturas semicirculares y se emplean en aquellos casos en que se requiere aplicar polvos mojables, que generalmente tapan los filtros mallas.

La punta o el disco es una pieza colocada en la extremidad de la boquilla. Posee un orificio central cuyo diámetro determina el flujo. Es una parte de la boquilla que sufre los mayores desgastes por los efectos de la corrosión química y la abrasión. Normalmente, no se debe admitir un aumento de flujo superior al 20% de lo normal. En este caso, es necesario substituir las piezas dañadas o la boquilla completa, para evitar desperdicios de líquido. Por esta razón, es importante hacer una calibración o chequeo constante del flujo y de la homogeneidad del chorro emitido en la boquilla.

2. Tipos de boquillas.

En los aspersores manuales se conocen tres tipos de boquillas hidráulicas: a). deflector o impacto, b). abanico y c). cono. En cambio, en las de motor existen varias adaptaciones que serán revisadas en este capítulo.

a. Deflector o impacto

En este caso, el líquido a asperjarse pasa a través de un orificio de gran dimensión y por impacto en una superficie lisa, de inclinación

* Mesh es una expresión de la lengua inglesa que significa número de mallas por pulgada lineal.

bastante acentuada, produce un chorro en forma de abanico. Las boquillas de impacto forman gotas bastante grandes con diámetros mayores de 300-500 micras. Estas boquillas son las adecuadas para la aplicación de herbicidas, permitiendo evitar la deriva o desviación del pesticida aplicado (Fig. 9).

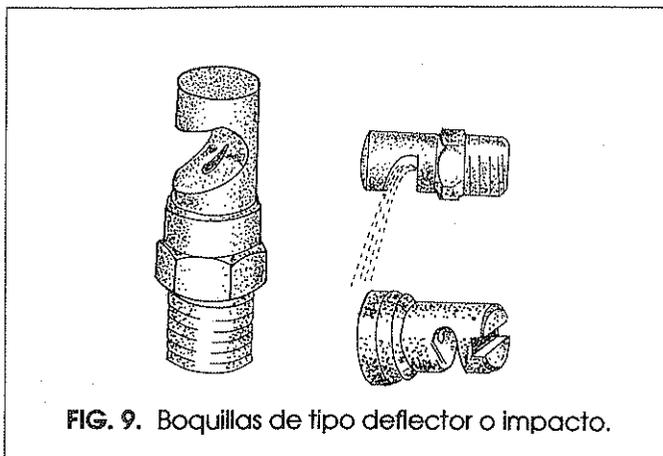


FIG. 9. Boquillas de tipo deflector o impacto.

b. Abanico

En estas boquillas, el chorro es formado por la corriente de líquido a través de un orificio rectangular originando un flujo achatado en forma de abanico (Fig. 10). Además de regular el flujo, la forma de la punta determina la forma del chorro y su ángulo. Algunas fábricas identifican estas dos características de la punta por un número. Así por ejemplo, una punta 8002 (teejet) indica un ángulo de aspersión de 80° y 0,2 galones por minuto que descarga el aspersor a una presión de 40 libras por pulgada cuadrada ($1,85 \text{ Kg/cm}^2$). Las boquillas polijet tienen colores distintivos y vienen graduadas para cubrir una determinada área o espacio. Así por ejemplo, la amarilla cubre 0,50 m., la verde 1,00 m., la azul 1,50 m. y la roja 2 metros.

Este tipo de boquillas son usadas principalmente en la aplicación de herbicidas.

c. Cono

En este tipo, el chorro es formado por la corriente de líquido a tra-

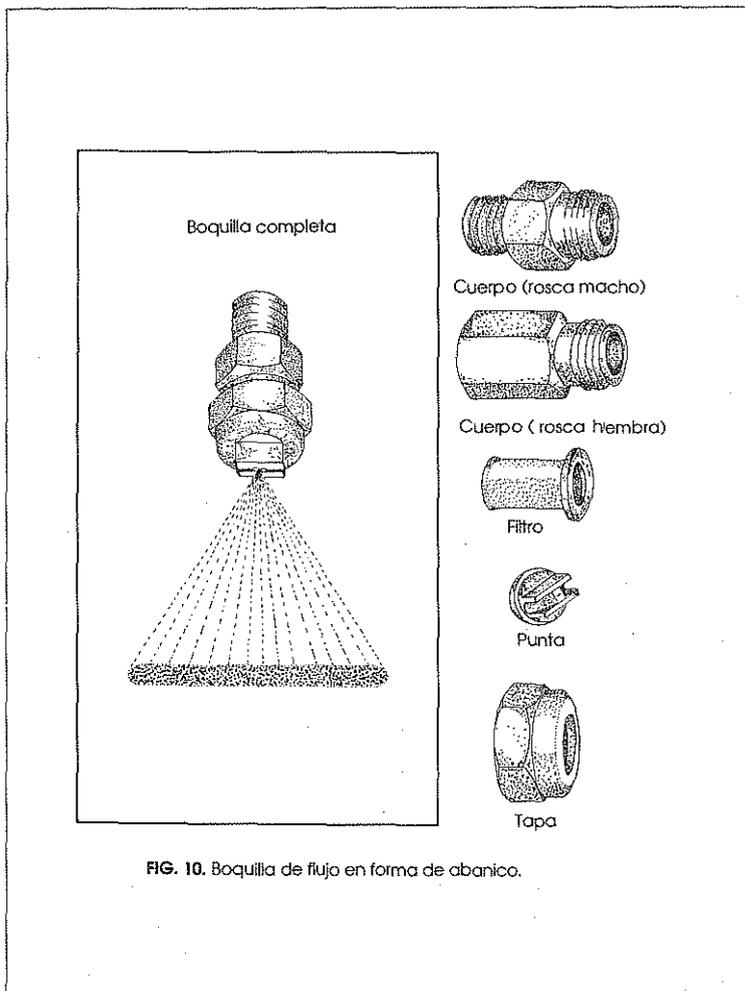


FIG. 10. Boquilla de flujo en forma de abanico.

vés de un núcleo que posee uno o varios orificios dispuestos tangencialmente o de un difusor que le dan la turbulencia necesaria, por lo que al atravesar el orificio del disco produce un chorro en forma de cono.

Cuando el núcleo tiene un orificio en el centro la aspersion que genera la boquilla es un cono sólido (Fig. 11).

Algunos tipos de boquillas que generan rocío en forma cónica carecen de núcleo y disco, en cuyo caso una sola pieza con diseño especial, llamada "punta", realiza el trabajo de pulverización (Fig. 12).

Las boquillas que provocan la emergencia del pesticida en forma de cono trabajan con presión relativamente alta ($4-21 \text{ Kg/cm}^2$) y forman gotas de 150-300 micras, adecuadas para una buena distribución y penetración del pesticida en el interior de la planta.

Para los diferentes tipos de boquillas, existen tablas que proporcionan la información necesaria sobre la capacidad de caudal bajo diferentes presiones, incluyendo además características de la aspersión y la identificación de la boquilla.

Las boquillas de cono son principalmente utilizadas para la aplica-

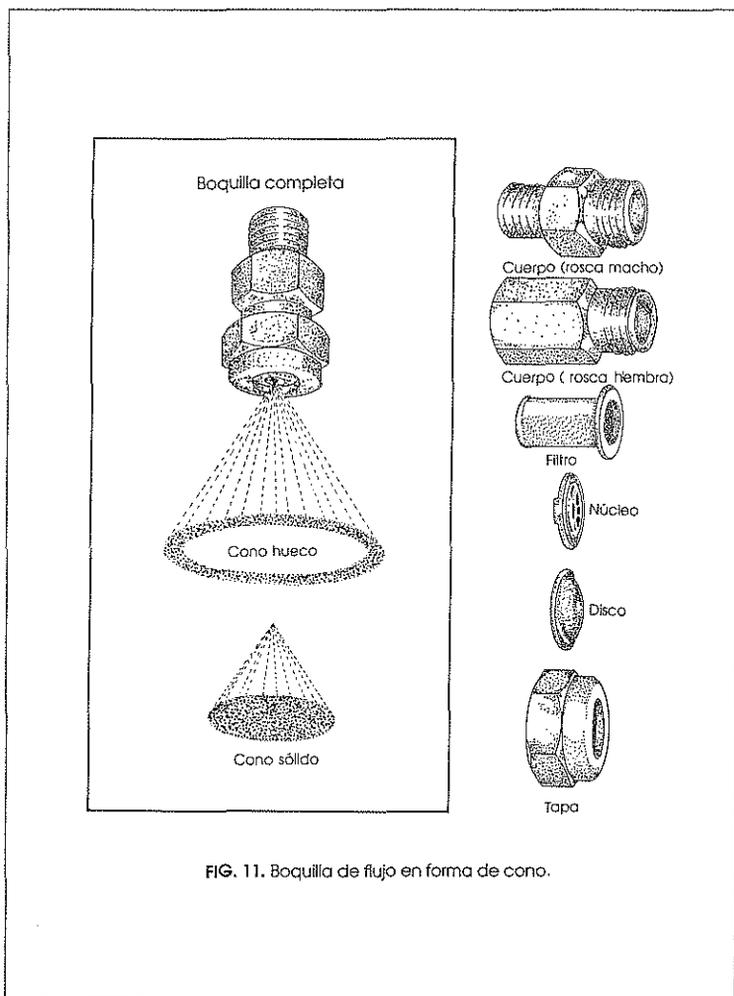


FIG. 11. Boquilla de flujo en forma de cono.

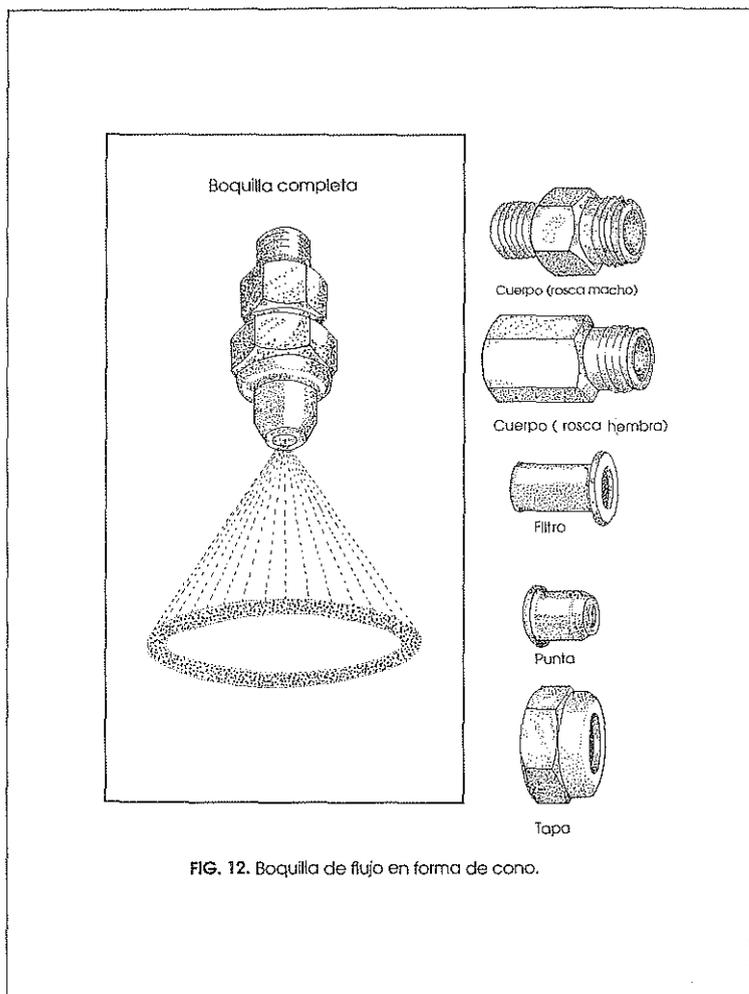


FIG. 12. Boquilla de flujo en forma de cono.

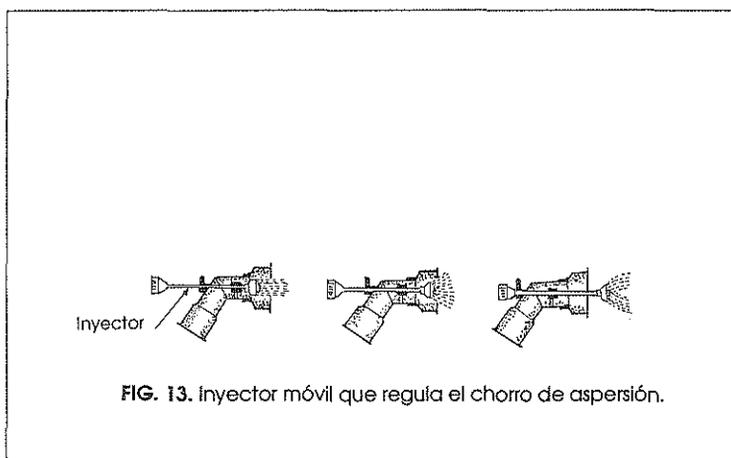
ción de fungicidas o insecticidas en relación a las boquillas de abanico en razón de que las gotas son mejor dirigidas. Proporcionan una mejor cobertura del follaje ya que las gotas alcanzan las hojas en varias direcciones con relación a la boquilla de abanico.

En el caso de aspersores de mochila motorizados se han desarrollado varias adaptaciones para reducir el volumen de aplicación y mejorar la formación de gotas. Algunos aspersores poseen un dosificador que regula el volumen de aplicación al girarlo sobre un indicador que tiene una graduación de 1 a 4 o más. Otros, en cambio, poseen di-

ferentes tipos de boquillas con diferentes numeraciones, cuyo gasto expresado en ml/ minuto está indicado en el manual de operaciones del equipo.

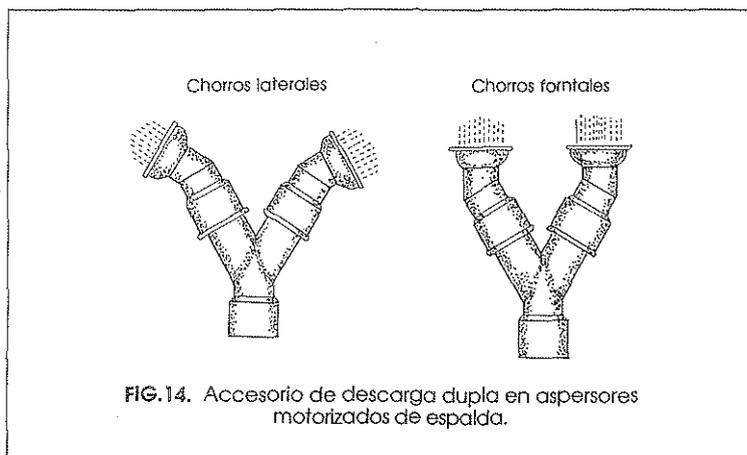
Algunos modelos de aspersores motorizados poseen adicionalmente una turbina acoplada al extremo del tubo de descarga, para la generación de gotas por la fuerza centrífuga (Foto 108). Esta regula la formación de gotas de diámetro y espectro adecuados para una buena penetración y recubrimiento de la planta.

Por otra parte, existen aspersores de este tipo que poseen un inyector móvil que regula el chorro de aspersión (Fig. 13). En estos equipos, la descarga es regulada destornillando o apretando la boquilla de aspersión (Foto 109). Complementariamente a lo expuesto, en estos



aspersores puede adaptarse un accesorio denominado de "descarga dupla". Este es un dispositivo compuesto de un tubo en forma de "Y", con dos bocales que pueden ser dispuestos en diferentes sentidos de acuerdo al trabajo que se desea realizar. De esta manera se tendrá dos chorros laterales opuestos, o dos chorros frontales con otras modalidades intermedias (Fig. 14).

Por otra parte, en el extremo del tubo de aspersión se puede adaptar también varios tipos de rejillas que sirven para orientar el flujo de la aspersión (Fig. 15). Estos acoples se los expende en las casas distribuidoras, como partes adicionales del equipo o en ciertos casos vienen incluidos en la compra.



D. CALIBRACION DE ASPERSORES

Cada vez que se requiera aplicar un pesticida en una plantación se debe calibrar el equipo de aspersión porque esta es la única forma como se podrá estar seguro de que su aplicación va a ser correcta.

1. *Aspersores manuales de mochila*

Como primer paso, es importante determinar cuántos centímetros cúbicos de agua por minuto (caudal) puede arrojar la boquilla del aspersor a la presión que se usará en la aplicación. Para el efecto, es necesario coleccionar la cantidad de líquido que emerge de la boquilla en un minuto, empleando un recipiente graduado.

Este trabajo es necesario repetirlo unas tres veces y el promedio se considera la descarga de la boquilla bajo las condiciones probadas.

Para el caso de aplicación de herbicidas, como segundo paso se debe medir un área cuya dimensión puede ser de 100 m^2 ($2 \times 50 \text{ m}$). A continuación, se abastece el aspersor con 5 litros de agua, para realizar la aplicación en el área marcada, teniendo el cuidado de obtener la presión adecuada y efectuar un buen cubrimiento.

Una vez concluida la aplicación, se procede a medir la cantidad de agua que queda retenida en el tanque y se le resta a los 5 litros iniciales, determinándose de esta forma la cantidad de agua gastada en los cien metros cuadrados.

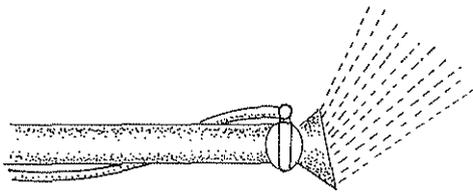


FIG. 15. Sistema de rejilla para orientar el flujo.

Este procedimiento puede repetírselo tres veces y el promedio de los gastos obtenidos debe tomárselo como gasto real para los 100 metros cuadrados. Así por ejemplo, si se gastan 4 litros de agua en los 100 m² durante la calibración del equipo, el cálculo del gasto de agua por hectárea sería el siguiente:

Litros gastados en 100 m² x 100 = litros por hectárea.

$$4 \text{ l} \times 100 = 400 \text{ l/Ha.}$$

En el caso de emplearse el equipo para la aspersión a plantas, la calibración puede efectuarse midiendo el volumen de agua empleado en un número determinado de cafetos. De esta manera, conociendo la distancia de siembra del cafetal, se puede obtener automáticamente la cantidad de litros necesarios para cubrir una hectárea, como también el tiempo empleado para asperjar dichas plantas.

La calibración del equipo de aspersión debe repetirse en los siguientes casos:

- Cuando se cambia de operario.
- Cuando en la finca existen áreas con topografía diferente o distinta densidad de siembra.
- Cuando se cambia el equipo de aspersión.

2. *Aspersores de mochila accionados por motor*

En este caso, el aspersor debe ser previamente operado con una pequeña cantidad de líquido, para chequear que el motor y la boquilla seleccionada están funcionando correctamente y hasta que el líquido haya sido completamente emitido. Luego el tanque del pesticida debe llenarse nuevamente con una cantidad conocida de líquido, para luego poner el aspersor en la aceleración normal de trabajo. Se puede asperjar 10 árboles de café a la velocidad normal del operador, observando la cobertura del tratamiento. Finalmente, se calcula el número de litros de agua que fueron empleados para tratar los 10 árboles durante la calibración, lo que permitirá convertir el gasto necesario para asperjar el número total de árboles establecidos en una hectárea (Foto 110).

E. MANTENIMIENTO DE ASPERSORES

El mantenimiento de los equipos de aspersión constituye un factor determinante en el éxito o fracaso de un programa de aspersión de pesticidas y en la duración del equipo requerido.

1. *Aspersores manuales de mochila*

Cuando estos aspersores han permanecido mucho tiempo almacenados en bodega, es necesario lavarlos con agua limpia para desalojar el polvo o basura que se haya acumulado en el tanque, mangueras, filtros o boquillas.

Para evitar el taponamiento de las boquillas es muy importante mantener el filtro del tanque donde se coloca el pesticida en buenas condiciones o en su defecto usar un pedazo de manta en el momento de llenar el aspersor.

Una vez que el equipo de aspersión haya sido usado, se debe limpiarlo, lavándolo cuidadosamente con agua y detergente para eliminar los residuos de los pesticidas empleados, que pueden afectar al aspersor a través de su acción corrosiva o por su efecto tóxico que podrían causar a otros cultivos.

A continuación, se limpia el filtro y las boquillas para que estos implementos sean almacenados completamente limpios y secos.

Es conveniente aplicar grasa donde juega el émbolo que genera la presión, ya que de esta manera se obtiene mayor elasticidad y función de la bomba, además que lo mantiene suave y escurridizo al operar.

Cuando se haya empleado los aspersores con herbicidas formulados como polvos mojables o en soluciones no hormonales, es recomendable lavar el tanque con agua y detergente para luego agregar una solución de amoníaco al 1 por ciento.

Cuando se usan herbicidas hormonales, se sugiere poner agua en el tanque y adicionarle amoníaco o acetona al 2 por ciento. A continuación, se procede a llenar el aspersor agitando la solución, para dejarla en reposo durante la noche y al siguiente día asperjarla completamente.

Es importante resaltar que aquellos aspersores que sean empleados para aplicación de herbicidas no deben ser empleados en las aspersiones de fungicidas e insecticidas. Es difícil remover los residuos de herbicidas durante el lavado, los que podrían causar efectos tóxicos en las plantas.

2. Aspersores de mochila accionados por motor

Al igual que los aspersores mencionados anteriormente, es recomendable lavarlos previamente antes de su uso, empleando agua limpia. De esta manera, se remueve el polvo o basura que se haya acumulado en el tanque, manguera, boquilla, filtros, etc.

Después de cada uso, estos equipos deben lavarse adecuadamente con agua y detergente para remover los residuos de sustancias químicas que pueden afectar a los aspersores por su acción corrosiva.

F. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, S. R.; MATIELLO, J.B., HASHIZUME, H. e ANDRADE, I. P. 1975. Avaliação de pulverizadores de traço mecânica em aplicações a baixo volumen no controle a ferrugem do cafeeiro. Rio de Janeiro, Brasil. Resultados de pesquisas cafeiras 1971/82, Resumos. p. 176-177.
- ALMEIDA, S.R.; HAZHIZUME,H. e MATIELLO, J. B. 1976. Adaptação de máquinas normais para aplicação em baixo volumen no controle a ferrugen do cafeeiro. Rio de Janeiro, Brasil. Resultados de pesquisas cafeiras 1971/82, Resumos. p. 173-174
- ASHBURNER, J. 1982. Aspersores. Quito, Ecuador, INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Serie didáctica No. 4. 21 p.
- ASOCACION NACIONAL DEL CAFE. 1987. Manual de caficultura. Guatemala, Subgerencia de Asuntos Agrícolas. p. 136-141.
- CIBA - GEIGY. 1980. Técnicas de aplicación - Curso Avanzado. Cali, Colombia.

- Centro Regional de Aplicaciones. América Latina, Agosto 18 -29. 182 p.
- CLAYPHON, J. E. 1971. Comparison trials of various motorized knapsack mistblowers at the Cocoa Research Institute of Ghana. PANS 17 (2) : 209- 225.
- CLAYPHON, J. E. 1974. The abrasive action of a copper based fungicide on four different nozzle tips. PANS 20 (4) : 476-479.
- CORREA, H.G., LORENA NETO,B., MOREIRA, C. A. e NAGAI,V. 1977. Cobertura foliar do cafeeiro, obtida com pulverizador a pressao e jato arrastrado por corrente de ar. Campinas, Brasil. Instituto Agronômico, Boletim Técnico No. 52. 19 p.
- CRUZ, J., CHAVES,G. e ZAMBOLIM, L. Pulverizadores e pulverização. Vicosa, Brasil. Universidad Federal de Vicosa. 89 p. (mimiografiado).
- ECHEVERRI,J. H. 1978. La roya del cafeto; tecnología para la prevención, erradicación y control, aprendamos a controlar la roya del cafeto. ANACAFE (Guatemala) No. 172 : 29-32.
- ECHEVERRI J. y MONTOYA, R. 1977. La roya del cafeto; tecnología para la prevención, erradicación y control; uso de aspersores para aplicación de defensivos. ANACAFE (Guatemala) No. 168 : 19-27.
- GOMEZ, J. 1982. Uso de las aspersoras y cuidados para el mantenimiento. ANACAFE (Guatemala) 222: 18-20, 22, 23, 26,y 27.
- HASHIZUME, H., MATIELLO,J.B., MANKS, Z. e ANDRADE, I. P. 1975. Tecnología de aplicación de fungicida sistémico e cúpricos com pulverizadores tracionados manualmente, no controle de ferrugen do cafeeiro. Río de Janeiro, Brasil. Resultados de pesquisas cafeeiras 1971/82. Resumos. p. 177-78.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, Costa Rica. p. 114-120.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. Técnicas modernas para el cultivo del café. Nueva San Salvador, El Salvador. p. 156-179.
- LEGUIZAMON, J. 1977. La roya del cafeto; tecnología para la prevención, erradicación y control; curso sobre tecnología de aplicación de pesticidas. ANACAFE (Guatemala) 167 : 13 -18.
- LEGUIZAMON, J.; SIERRA, C.; CADENA, G. 1979. Criterios técnicos sobre control químico de la roya del cafeto. (*Hemileia vastatrix* Berk & Br). Lima, Perú. Curso de capacitación de la roya amarilla de cafeto. (1979, Lima, Perú). 1979. Lima, Perú, editorial. 4p.
- LORENA NETO, B., CORREA, H. G. e HELD, J. 1977. Cobertura foliar do cafeeiro, obtida com pulverizador neumatico costal. Campinas, Brasil. Instituto Agronômico. Boletim técnico No. 49. 16 p.
- MATIELLO, J. B. 1973. La roya del cafeto en el Brasil. Estado actual del desarrollo de los trabajos de control químico. Río de Janeiro, Brasil. Instituto Brasileño del café. 46 p.
- MATIELLO, J.: ALMEIDA, S. R., ANDRADE, I. P. ABREU, R.J, e MANKS. Z. 1973. Avaliação de fungicidas sistémicos, cúpricos e a base de estanho, aplicados por vía aérea e terrestre, no controle da ferrugen do cafeeiro. Río de Janeiro, Brasil. Resultados de pesquisas cafeeiras 1971/82, Resumos. p.175.
- MATTHEWS, G. A. 1978. Nozzles for pesticide application in the tropics, PANS 19 (4): 583-600-

- MATTHEWS, G. A. 1979. Pesticide application methods. London, England. 334 p.
- ROHR, P. 1982. Equipos de aspersión, algunos conceptos básicos. ANACAFE (Guatemala) 22 : 10,11, 14,15,17
- SIERRA, C. y LEGUIZAMON, J. 1980. Aspectos generales sobre técnicas de aplicación en el cultivo del café. Bogotá, Colombia. Federación Nacional de Cafeteros. 41 p.
- TEIXEIRA, H. 1977. Sistemas y técnicas aplicadas al control de la roya del café. In Curso Subregional sobre roya del café. (1.1977, Táchira, Venezuela). 1977. (Memorias). Venezuela, Estación Experimental de Bramón. p. 197-200.

XIV. CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA

Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

El agua es el elemento indispensable para la ejecución de programas de aspersión de pesticidas (fungicidas, insecticidas, herbicidas) en cafetales, ya sea para el control de enfermedades, plagas y malezas.

Por otra parte, el agua es el elemento requerido para labores de riego en semilleros y viveros, beneficio del grano y uso doméstico.

En la mayoría de las zonas cafetaleras, las fincas no disponen de fuentes de agua cercanas, por lo que se hace imperativo que se utilicen métodos para captar y almacenar el agua de lluvia en cantidad suficiente.

La presencia de la roya y la broca exigen la utilización de nuevos sistemas de manejo del cultivo, donde el uso de pesticidas constituye un componente de importancia en los casos requeridos.

Se entiende por captación el empleo de superficies elevadas para coleccionar el agua que cae sobre ellas durante las lluvias. El almacenamiento consiste en acumular y conservar el agua obtenida a través de la captación, para satisfacer futuras necesidades de este elemento.

La unidad empleada para poder cuantificar la captación es el litro (l) de agua por metro cuadrado (m^2) de superficie (l/m^2).

En general, se requieren de 200 a 500 litros de agua para asperjar una hectárea de cafetal por una sola vez. Los requerimientos se elevan proporcionalmente, si se ha programado efectuar 2 (400-1000) a 3 (600-1500 litros) aspersiones. De esta manera, de no contarse con depósitos adecuados para captar el agua y almacenarla, se hará necesario su transporte, en muchos

casos desde arroyos o manantiales ubicados en sitios muy distantes del cafetal.

La captación del agua de lluvia, dentro o cerca del cafetal, que no disponga de fuentes naturales cercanas, torna menos costosas las aplicaciones de pesticidas.

B. MEDIOS DE CAPTACION DE AGUA

La captación de agua puede hacerse utilizando los siguientes medios:

1. Construcción de muros de contención en quebradas durante la época seca. Se aprovecha el cauce natural, logrando almacenar el agua, cuando aumenta su caudal en la época lluviosa.

Este sistema resulta un tanto costoso, aunque es compensado por la vida útil ya que es una construcción de larga duración.

2. Utilizando los techos o cubiertas de las construcciones o instalaciones que existen en la finca (vivienda o establo). En este caso, es necesario acoplar canalones (lámina, bambú, madera, etc.) para la conducción del agua hacia un tanque abierto o reservorio (Foto 111).

3. Instalación de casetas con un tanque provistas de techo de láminas, tejas o plástico. Este es uno de los medios más eficientes y factibles de construirse. La construcción e instalación de estas estructuras es de un costo bajo, ya que es posible usar postes o vigas con materiales obtenidos en las fincas.

En estas últimas, su ubicación debe ser estratégica dentro del cafetal, en lugares de buen acceso para disponer del agua en el momento oportuno. El techo debe orientarse en sentido contrario a la dirección del viento para evitar su desprendimiento, debiendo eliminarse también la interferencia en la captación que podría ser provocada por árboles de sombra cercanos.

El tamaño y distribución de las casetas dependerá de las necesidades propias de cada finca. Sin embargo, para facilitar el acarreo de agua y el cumplimiento de las aspersiones en el tiempo programado, se sugiere la construcción de una caseta por cada 7000 m² de terreno.

C. ALMACENAMIENTO

Para acumular el agua a través de los sistemas mencionados anteriormente, se debe proceder a la instalación de estructuras de almacenamiento, cuyo tamaño guardará relación con las necesidades de la finca. El agua captada puede ser almacenada en tanques plásticos, de eternit o metálicos contruidos especialmente para este propósito (Foto 112). Estos serán colocados debajo de las casetas o cerca de las estructuras de captación de la finca dentro y/o fuera del cafetal. En otros casos, puede construirse reservorios de ladrillo y cemento, fosas o cajuelas revestidas con material impermeable que pueden ser de cemento o plástico.

Las cajuelas son construcciones simples de 0,60 m de profundidad en el suelo, 0,80 m de ancho y 1,20 m de largo. Las cajuelas son forradas de plástico y tienen una capacidad de almacenamiento de 500 litros aproximadamente. En este caso, el agua es canalizada a través de una lámina de zinc o polietileno, colocada en la parte superior de la cajuela. El reservorio es cubierto con una lámina de polietileno por la parte superior, que evita también el arrastre de tierra, protegiendo los bordes para evitar el derrumbe. Se recomienda en este caso, una lámina de plástico de 3 m de largo por 3 m de ancho.

Se sugiere la instalación de 4 cajuelas por hectárea, lo que dará una capacidad de captación de 2000 litros, cantidad suficiente para realizar las aspersiones.

En general, el número y tamaño de las construcciones que se realicen, así como el lugar apropiado, dependerá de las características propias de cada finca, clima de la zona y características del suelo.

Los diques o muros de contención que se construyan en las quebradas, deben poseer paredes impermeables y el fondo de cemento.

Cabe tener presente que los depósitos de agua que se empleen deberán almacenar al menos 3 veces el volumen requerido de agua para cada aspersión. El propósito es poder efectuar las aspersiones que se requieren hacia el final de la época lluviosa e inclusive almacenar de ser necesario para su empleo en la época seca.

D. RECOMENDACIONES GENERALES Y CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE CAPTACION DE AGUA

1. Superficie de captación y eficiencia

Para poder calcular la superficie de captación o techo, es necesario te-

ner en consideración varios aspectos: a) requerimiento del agua, lo que está en relación directa a la extensión de la finca, b) el régimen de precipitación, c) factor de eficiencia de captación y d) número de aspersiones requeridas.

En aquellas zonas cafetaleras con épocas secas muy prolongadas, se deberá aumentar el área de captación y el número y capacidad de los reservorios de almacenamiento de agua.

El factor de eficiencia de los diferentes techos que se pueden emplear convenientemente es como sigue:

CLASE DE TECHO	EFICIENCIA (d)
Lámina galvanizada (zinc)	0. 85
Eternit	0. 75
Plástico	0. 73
Teja	0. 65
Lona	0. 55

2. Cálculo del área de captación

Para calcular el área de captación se empleará la siguiente fórmula:

$$\text{m}^2 \text{ de techo} = \frac{A}{B \times d}$$

donde:

- A: Volumen del agua requerida
- B: Precipitación mensual en mm
- d: Factor de eficiencia de captación

Por ejemplo, si se requiere captar 500 litros de agua sobre un techo de eternit durante el mes de mayo en el sitio Las Moras, cantón Quevedo, prov. de Los Ríos, donde según el INAMHI hay una precipitación de 220 mm (promedio de 5 años), se procederá de la siguiente manera:

- A: 500 litros
- B: 220 mm
- d: 0,75 (Eternit)

Aplicando la fórmula anteriormente indicada, se tendrá lo siguiente:

$$\text{m}^2 \text{ de techo} = \frac{500 \text{ l}}{220 \text{ l/m}^2 \times 0,75} = 3,03 \text{ m}^2 \text{ de eternit}$$

3. Cálculo de la capacidad de almacenamiento

a. Depósito cuadrado o rectangular

Cuando se dispone en la finca o hacienda de un depósito o reservorio cuadrado o rectangular se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} = \text{ancho} \times \text{largo} \times \text{altura}$$

Así por ejemplo, si un depósito tiene 1 m de ancho, 2 m de largo y 1 m de altura, la capacidad de almacenamiento será calculada de la siguiente manera:

$$\text{Volumen} = 2 \text{ m}^3$$

Si se conoce que un metro cúbico de volumen almacena 1000 litros de agua, se tendrá que:

$$\text{Volumen} = 2000 \text{ litros}$$

b. Depósito de forma cilíndrica

Si se dispone de un depósito de agua de forma cilíndrica se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} = 3.14 \times r^2 (\text{radio del cilindro al cuadrado}) \times \text{altura}$$

Así por ejemplo, si se tiene un depósito cuyo radio es de 0,5 m y una altura de 2 m, aplicando la fórmula anterior se tendrá:

$$V = 3.14 \times (0.5)^2 \times 2\text{m}$$

de donde:

$$V = 1.57 \text{ m}^3 = 1570 \text{ litros de agua de capacidad de almacenamiento.}$$

E. CONSERVACION DE AGUAS ALMACENADAS

Es importante mantener limpio tanto los materiales utilizados para la captación de agua, como el tanque o reservorio de almacenamiento. Para el efecto, se recomienda hacer pasar el agua por mallas o filtros, lo que permitirá retener partículas o residuos.

Por otra parte, es importante mantener los recipientes tapados con el propósito de evitar la contaminación de plagas, basura, hojas, polvo, estiércol de pájaros y la penetración de luz, aunque es recomendable permitir la aireación periódica de los reservorios.

En aquellos casos, en que el agua almacenada sea destinada al consumo animal o humano, se debe hacer todo lo posible para conservar su limpieza, no contaminar con productos químicos y proceder a hervirla antes de ser utilizada por las personas.

F. BIBLIOGRAFIA

- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. 1987. Manual de caficultura Guatemala, Subgerencia de Asuntos Agrícolas. p. 142-145.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1983. Conozca la roya y prepárese para su manejo. Colombia, Boletín de extensión No. 53. 16 p.
- INSTITUTO MEXICANO DEL CAFE. sf. Contra la roya: acondicionamiento de cafetales. Jalapa, Veracruz, México. 12p.
- INSTITUTO MEXICANO DEL CAFE. 1981. Contra la roya mejora la producción. México, Gerencia de protección fitosanitaria. 8p.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE. 1983. Técnicas modernas para el cultivo de café. Nueva San Salvador, El Salvador. p.188-203.

- OLMOS, R. sf. Almacenamiento de agua lluvia. Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. 4 p.
- SUAREZ-SERRATO, J. 1980. Captación de la lluvia en la zona cafetera. Chinchiná, Caldas, Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Avances técnicos. CENICAFE. No. 99. 4p.

XV. COSECHA Y BENEFICIO

Ing. Luis Duicela G.
Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

La aplicación de tecnología orientada hacia la obtención de elevados rendimientos en el cultivo del café, podrá resultar un esfuerzo infructuoso, si no se efectúa una adecuada cosecha y un buen beneficiado del grano.

La calidad del café no puede mejorarse en el beneficio. Lo que se hace es preservarla ya que la misma se obtiene del cafeto, de acuerdo a una serie de factores tales como variedad cultivada, altitud sobre el nivel del mar, promedio anual de precipitaciones, textura y estructura del suelo, control de plagas, enfermedades, uso de fertilizantes, etc.

B. COSECHA

El café en el Ecuador se lo cultiva principalmente bajo condiciones de sombra permanente. De esta forma, el café inicia su producción generalmente 2 años después de haberse sembrado, por lo que al tercero empieza a producir en forma abundante.

La etapa final del ciclo de desarrollo del fruto es la maduración. La mayoría de cultivares comerciales como "Typica", "Caturra Rojo", "Bourbón Rojo", "Mundo novo", "Catuai Rojo", "Pacas" y algunas líneas de "Catimor", presentan una coloración verde en sus frutos cuando están tiernos y a medida que van madurando se tornan rojos. Otros cultivares como "Caturra amarillo", "Catuai amarillo", "Bourbón amarillo" y algunas selecciones de "Catimor" presentan frutos con un color amarillo durante todas las fases de

su desarrollo. En este caso, la madurez se determina presionando las cerezas entre los dedos índice y pulgar, constatando una suavidad de la consistencia de la pulpa y un fácil desprendimiento de su pedúnculo.

El caficultor antes de iniciar la cosecha de café debe considerar los siguientes aspectos generales:

1. Recursos económicos

El aprovisionamiento de materiales y equipos utilizables en la cosecha y beneficiado de las cerezas requiere de un financiamiento oportuno. El caficultor puede obtenerlos mediante los créditos que para movilización de cosecha otorga el Banco Nacional de Fomento o en su defecto puede hacerlo con sus propios recursos.

El caficultor requiere proveerse de sacos de yute, baldes y lonas, debe disponer de recursos para el pago de los cosechadores, transporte, construcción de tendales y bodegas. Si el volumen de producción justifica inversiones mayores, podrá construir una planta de beneficio.

2. Época de cosecha

Es importante determinar cuándo es la época más adecuada para efectuar la cosecha de café, ya que si se colectan granos después de esta época, estarán sobremaduros provocando un sabor denominado "vinoso", debido al inicio de la fermentación dentro de la pulpa.

En las zonas de producción de cafés arábigos, la época de cosecha normalmente está comprendida entre los meses de Mayo a Julio. En ciertas zonas y/o en ciertos años, las cosechas se inician en Abril y en otros casos se prolonga hasta Agosto. Por lo general, se efectúan tres recolecciones, aunque en determinadas zonas se pueden efectuar hasta seis por año.

Aunque se conoce que las condiciones del ambiente son incontrolables, el agricultor puede mejorar sustancialmente las cosechas, si aplica en gran medida las recomendaciones técnicas para el buen manejo del cultivo tales como: uso adecuado de abonos, regulación de sombra, poda y control de malezas, plagas y enfermedades.

En lo que se refiere al café Robusta, cabe indicar que es una especie que tiene el hábito de florecer permanentemente en zonas húmedas, habiendo en consecuencia frutos para recolectar durante todo el tiempo. Por lo tanto, no hay una época de cosecha definida. Sin embargo, se recomienda efectuar una cosecha mensual, que es el equivalente a 12 reco-

iecciones por año. Esta recomendación es particularmente importante para mantener bajos niveles de infestación de broca (Hypothenemus hampei).

3. Forma de cosechar

En las actuales condiciones de la caficultura ecuatoriana sólo es factible recomendar la cosecha manual de los frutos maduros. Esta labor se realiza mediante un desgrane, es decir, presionando las cerezas maduras con los dedos, jamás con la palma de la mano. Se debe evitar el desgarramiento de las yemas ubicadas en los nudos de las ramas del cafeto, ya que de ellas se formarán las ramas secundarias o terciarias y por consiguiente habría una zona de producción por planta más extensa.

El término "pepiteo" empleado y conocido para la cosecha de café, significa que hay que recolectar los frutos maduros de uno en uno, dejando el pedúnculo adherido a la rama. De esta manera, se evita cosechar frutos con diferente edad, lo que provocará descensos en la calidad final del producto (Foto 113).

Los frutos verdes o poco maduros (pintones) no deben ser cosechados, ya que la máquina no despulpa esos granos o lo hace en forma parcial. Esto trae como consecuencia la producción de un café de baja calidad, ya que la despulpadora rompe los granos verdes y pintones.

Por otra parte, este tipo de granos se secan muy lentamente en razón de la alta humedad que conservan, lo que favorece el desarrollo de hongos que dan mal sabor a la bebida.

La práctica del "sobado" en la cosecha debe ser eliminada, ya que mediante esta forma antitécnica de cosecha se destruyen las yemas vegetativas o productivas (florales) y se provoca una severa defoliación de los cafetos (Foto 114). Estos hechos repercuten directamente en la disminución de la longevidad o tiempo de vida del arbusto y en la pérdida de su capacidad productiva.

Durante la cosecha, se debe usar en lo posible canastas bien ventiladas, las que una vez llenas en su totalidad no deberán ser colocadas a pleno sol. El autosombreamiento de los granos, el calor producido, más la poca ventilación, favorecen la fermentación de la cereza, manchando en consecuencia el pergamino.

4. Volumen de cosecha

La cantidad de café recolectado, está en función de la superficie culti-

vada y del nivel de producción del cafetal. El caficultor ecuatoriano necesita desarrollar nuevos y más eficientes sistemas de producción a nivel de finca, en donde cada uno de los componentes agrícolas como la siembra de cacao, plátano, frutales y desde luego el café, como el componente principal, sean manejados técnicamente a fin de obtener los máximos beneficios. Los resultados experimentales demuestran que es factible elevar los niveles de producción de café y por consiguiente mejorar las condiciones de vida de los caficultores.

En el cuadro 9, se expone el promedio de rendimiento obtenido en cafetales de la variedad "Caturra rojo" manejados con un nivel de tecnología intermedia.

La caficultura no debe ser una aventura del agricultor, tiene que ser una actividad planificada rigurosamente desde antes del establecimiento del cafetal. Es necesario hacer un análisis en base a la disponibilidad de recursos económicos y humanos.

Se requiere tomar decisiones con suficiente anticipación sobre los diversos aspectos de la actividad cafetalera como: contratación de personal, método de beneficio a emplear, número, tipo y capacidad de los equipos requeridos de aspersión (bombas, despulpadoras, secadoras, piladoras), área de tendales a construir, capacidad de almacenamiento, forma de co-

CUADRO 9. Rendimientos* obtenidos con la variedad Caturra rojo bajo un sistema de manejo semitecnificado.

Peso	Localidades		Promedio
	Quevedo (Los Ríos)	Balsas (El Oro)	
kg/ha café oro	1236	1094	1166
qq/ha café oro	27	24	25.5

* Promedio de 4 años.

mercualizar, entre otros aspectos, los que están íntimamente relacionados con el volumen de producción de café.

5. Cálculo de rendimiento

El rendimiento y volumen total de producción que se espera obtener en una plantación de café puede ser calculado poco antes de efectuar las cosechas regulares. Este cálculo (rendimiento aproximado) es muy importante para poder preparar las condiciones, materiales, equipos y trabajadores que realizarán las actividades post-cosecha.

El rendimiento es calculado en base a los siguientes datos: número de plantas por hectárea, especificación de la unidad (peso), relación de conversión de café cereza a oro y producción promedio de café cereza

El número de plantas está en función de los distanciamientos de siembra. En caso de existir "fallas" o plantas perdidas en el cafetal, éstas se pueden estimar con el propósito de establecer lo más preciso posible, el número real de plantas por hectárea.

La especificación de la unidad de peso tiene que estar en relación con una unidad que permita comercializar fácilmente el producto, como es el kilo.

La relación de café cereza a café oro depende de la especie de la que se trate. Para C. arabica (variedades Caturra, Typica, Bourbón, Catuaí), se considera la relación 5:1 y para la especie C. canephora se considera una relación de 4,5:1.

La producción promedio de café cereza por planta debe ser pesada en gramos, lo cual facilita la transformación a kilos. Con estos datos se procede a aplicar la siguiente ecuación:

$$R = \frac{P.U.}{M.T.}$$

donde: R = Rendimiento en kilos/ha café oro

P = Producción promedio en gramos de café cereza por planta.

M = Unidad de peso (kg)

U = Número de plantas por hectárea

T = Valor de la relación de conversión de café cereza a oro.

Ejemplo: En un cafetal de la variedad "Caturra rojo" sembrado a un distanciamiento de 2,5 x 1,25 m, donde se registra aproximadamente el

6% de cafetos perdidos ("fallas"), se obtuvo un promedio de producción de 4200 gramos de café cereza por cafeto. Cuál es el rendimiento obtenido?

Datos: Distancia = 2,5 x 1,25 m

"fallas" = 6%

Producción por planta (P) = 4200 gramos de café cereza

Especie = C. arabica

Procedimiento:

1. Determinación de la densidad teórica:

$$\frac{\text{Superficie m}^2/\text{ha}}{\text{Distanciamiento m}} = \frac{10.000}{2.5 \times 1.25} = 3200 \text{ plantas/ha}$$

2. Determinación del número de plantas perdidas:

$$100\% = 3.200$$

$$x = \frac{3200 \times 6}{100} = 192 \text{ plantas perdidas}$$

- Cálculo del número real de plantas/ha

Densidad teórica - número de plantas perdidas

$$= 3200 - 192 = 3008 \text{ plantas/ha (U= 3008)}$$

3. Producción promedio en gramos de café cereza por planta. Este dato debe ser obtenido en base al registro de producción de por lo menos 20 cafetos. En el ejemplo es 4200 gramos (P = 4200).

4. Relación de conversión de café cereza a oro. En este caso es de 5:1 porque la variedad Caturra corresponde a la especie C. arabica (T=5).

5. Unidad de peso. El peso en kg es igual a 1000 gramos por consiguiente M = 1000.

En base a los datos obtenidos del ejemplo se tendrá:

$$R = \frac{\text{P.U} \quad 4.200 \text{ g} \quad 3008 \text{ p/ha}}{\text{M.T} \quad 1.000 \text{ g} \times 5} = 2527$$

El rendimiento calculado es de 2527 kg/ha de café oro.

C. BENEFICIO

Es el procedimiento en el cual a partir del café cereza se obtiene café pergamino seco.

El cultivo del café no termina con la cosecha sino con la venta de un buen grano. El beneficio es una labor tan importante como cualquier otra de las que requiere el cultivo. Todo el esfuerzo, cuidado y costos de inversión realizados por el caficultor en el año para conseguir un buen rendimiento de su cultivo, podrían fracasar si no se hace un correcto beneficio del grano.

Se conocen dos métodos de beneficio del café: vía húmeda y vía seca.

1. *Beneficio por vía húmeda*

Incluye los siguientes pasos: Recolección del café en estado maduro (café cereza), Despulpado, Fermentación, Lavado, Secamiento, Almacenamiento.

a. Recolección

Es recomendable recolectar el café en completo estado de madurez (Foto 115). En razón de que las cerezas no maduran uniformemente, es posible que con una buena recolección se obtenga el mayor número de granos de buena calidad. Es importante registrar las épocas de floración de los cafetos, así como también las fechas de los picos máximos de floración. En el Ecuador, la maduración del fruto después de la floración generalmente ocurre alrededor de 210-240 días (30-34 semanas). Esta información permite hacer los preparativos para las cosechas.

El flujo de cosecha es el que determina la capacidad que debe tener el beneficiado. Para el efecto, se debe tomar como parámetro de cálculo el 2% de la cosecha anual de café en estado de pergamino seco, como el día de mayor recolección en la época de cosecha.

b. Despulpado

Es la remoción de todas las envolturas exteriores (epicarpio y mesocarpio) del fruto de café. La pulpa equivale al 40% del peso del café cereza.

Es conveniente efectuar el despulpado del café cereza el mismo día de la recolección con el propósito de evitar problemas por recalentamiento y fermentación en el grano. Cuando no es posible despulpar inmediatamente después de la cosecha, se debe hacerlo al día siguiente, debiendo permanecer el café cereza en un tanque que contenga agua en circulación. En otros casos, se lo podrá mantener en sacos de yute en un sitio fresco y ventilado.

Cuando no se tienen estos cuidados, el grano de café sale manchado, provocando también en la bebida el sabor "vinoso". Cuando más se retrasa el proceso de despulpado se va convirtiendo en "agrio" hasta llegar a constituir un defecto completo. Para remover la pulpa de las cerezas se utiliza una máquina despulpadora, que puede ser manual o accionada por motor. La despulpadora de tambor es la que se emplea principalmente en el país. Estas poseen un cilindro o tambor cubierto con una lámina de metal dentada, que es la que desprende la pulpa de café. Se considera conveniente y necesario que el caficultor siempre posea como repuesto un cilindro con camisa o lámina de metal nueva, para evitar contratiempo durante la fase de recolección (Foto 116).

La despulpadora debe tener bien calibrado su pechero o instalarse en un lugar adecuado cercano a una fuente de agua con espacio para amontonar la pulpa, que deberá luego ser trasladada a una fosa para su descomposición.

Cuando el fruto o cereza de café está maduro y jugoso, la labor de despulpada se hace de una manera eficiente. Se debe tener presente que cualquier máquina que se emplee y esté bien graduada, no despulpará los granos que hayan sido cosechados en estado inmaduro. El café verde o pintón se remuerde en la máquina despulpadora.

El tamaño y tipo de despulpadora están en relación con el volumen de producción a beneficiarse durante la temporada de cosechas.

Al despulpar un quintal de café cereza se obtienen aproximadamente 60 libras de café despulpado y 40 de pulpa.

c. Fermentación

Cuando el grano de café ha sido despulpado, queda recubierto de una capa mucilaginosa que representa aproximadamente el 20% en peso del fruto maduro.

La fermentación es el proceso mediante el cual se descompone el mucílago adherido al pergamino del café, el mismo que se disuelve en agua y se elimina mediante el lavado. La fermentación se lleva a cabo por la acción de levaduras, hongos y bacterias que se alimentan del azúcar del mucílago y de la pulpa. Estos microorganismos se multiplican en forma acelerada produciendo enzimas que son las que disuelven el mucílago. Durante este proceso ocurre la formación de diferentes alcoholes, ácidos acético, láctico, propiónico y butírico.

Normalmente, para la iniciación de la fermentación se agrega un volumen de agua equivalente a la mitad del volumen del café despulpado y se deja un tiempo aproximado de 24 horas (no debe ser mayor a 30 horas) que constituye el tiempo de fermentación más común en el país. Este proceso está en relación con la temperatura ambiental. Se puede requerir menor tiempo cuando la temperatura promedio es superior a los 22 °C. o en caso contrario, mayor tiempo en zonas con temperaturas más bajas.

Los tanques de fermentación pueden ser de madera, concreto o eternit. Para esta labor no se recomiendan los recipientes de hierro porque manchan al pergamino.

El diseño de los tanques debe ser tal, que el espesor del café despulpado no pase de un metro. Su fondo o piso debe tener un desnivel o inclinación de alrededor de 4% para que se facilite su vaciado. Su forma debe ser rectangular y con sus esquinas redondeadas.

El punto de suspensión de la fermentación o de corte, se determina tomando un puñado de café en la mano, que al lavarse en un recipiente, debe desprender el mucílago con facilidad del pergamino de café (Foto 117). Luego esta muestra al frotarse en las manos debe sentirse áspera, dando un sonido a "cascajo". Otro método para determinar el punto de lavado es introduciendo una estaca de madera de 2 pulgadas de diámetro en la masa de café (Foto 118). Si el orificio provocado permanece intacto sin desmoronarse en sus paredes, es decir, el orificio dejado por la estaca no se cierra nuevamente, es un indicativo de que el café se encuentra en el momento adecuado o preciso para ser lavado (Foto 119).

Una manera para acelerar el proceso de fermentación consiste en añadir a la masa de café una porción del caldo mucilaginoso (miel) resultante de la lavada anterior. Este contiene los microorganismos que actúan en la descomposición del mucílago de café, lo que acelera el proceso.

Si se procede a lavar café sin estar bien fermentado, el pergamino queda manchado, dando una mala apariencia. En cambio, cuando ocurre una sobrefermentación, el pergamino adquiere una coloración rojiza, se forman los ácidos propiónico y butírico, afectando directamente a la calidad del producto, dando a la bebida un sabor desagradable.

d. Lavado

Después de la fermentación, se procede a lavar inmediatamente los granos de café con abundante agua. El propósito de esta práctica es eliminar todo el mucílago del pergamino y sustancias solubles formadas durante la fermentación. El grano de café lavado en el punto adecuado de fermentación presenta un pergamino limpio, áspero y blanco, sin restos de miel en la hendidura del grano (Foto 120).

Cuando no se puede hacer completamente el proceso se puede hacer un primer lavado en el tanque de fermentación, agregándole agua limpia hasta cubrir completamente el producto. De esta manera, es posible retrasar el lavado por 24 horas, para luego continuar.

El lavado debe efectuárselo con mucha precaución de tal manera que no queden restos de mucílago adheridos al pergamino. Todo lugar donde se beneficie el café debe disponer de agua suficiente, ya que a medida que el mucílago se va desprendiendo, se van revolviendo y restregando los granos hasta que el agua salga completamente limpia.

El lavado puede realizarse en tanques de fermentación, recipientes (lavacaras, baldes), o canalones, de acuerdo al volumen de producción a beneficiarse y al tipo de planta de beneficio. En los canalones se puede clasificar el café a medida que se realiza el lavado y constituye una parte esencial de una planta de beneficio de café.

e. Secamiento

Inmediatamente después del lavado, se procede a secar el café, hasta que éste alcance un porcentaje de humedad del 10-12%, que

permita su almacenamiento sin riesgos de sufrir ataques de microorganismos, o adquirir malos olores y sabores.

Existen dos formas de secamiento: natural (sol) y artificial (secado mecánico).

- Secado natural

Una vez que el café se ha escurrido, éste pasa a los patios o tendales de cemento. En estos momentos, el grano de café tiene alrededor del 55% de humedad, es decir, en 1 quintal hay 55 libras de agua y 45% de café seco. El secado natural o al sol permite lograr la mejor calidad de café, siempre y cuando los granos no se mojen durante la fase de secamiento. De esta manera, es conveniente cubrir el café inmediatamente en caso de la presencia de lluvias. El secado natural se debe efectuar en la forma más uniforme posible, lo que se consigue esparciendo los granos en capas delgadas de unos 3 cm de espesor, removiéndolas por 3 o 4 veces al día para acelerar y emparejar el grado de secamiento.

El espesor puede aumentar conforme aumenta el secamiento. Cien libras de café distribuidas en una capa aproximada de 3,5 cm, se puede secar en alrededor de 4 m² de patio. El movimiento de las capas de café en los patios se efectúa con rastrillos que en cada pasada forman surcos que al pasarlos nuevamente cambian y revuelven los surcos formados. Pueden emplearse también palas de madera.

Cuando no se dispone de patios es necesario emplear otro tipo de secadoras de fácil construcción.

Se pueden emplear las llamadas "parihuelas" o "bandejas", secadoras pequeñas hechas con un marco de madera de 2,0 m x 1 - 1,20 m de largo y ancho, respectivamente. Debe tener 0,15 m de profundidad, cuyo fondo puede ser de latillas de guadúa o madera. Cuando se va a secar el café, estos secadores se deben colocar sobre soportes de madera o cañas de bambú, para evitar ponerlos en contacto con el suelo. Además, deben estar localizados cerca de lugares abrigados para cubrirlos inmediatamente en caso de lluvia.

Una modificación a este sistema es usar secadoras provistas de rieles que van una a una sobre madera o hierro, de tal manera que cada una de ellas sea almacenada en forma de armario debajo de un techo de zinc, cuya altura debe ser igual al número de secadoras.

Cuando el grano de café está completamente seco, la almendra resiste la presión de la uña, presentando un color gris verdoso con 12% de humedad. Se pueden también partir transversalmente algunos granos con una navaja o cuchillo bien afilado. Cuando el café está bien seco, las 2 mitades saltan inmediatamente. Además, el trillado de los granos se realiza con facilidad al frotarlo entre las manos, desprendiéndose la película y el pergamino.

Se debe tener presente no mezclar lotes de café con un secado incompleto, con aquellos bien secos, ya que los anteriores al igual que los cosechados en estado verde, toman mal olor afectando la calidad del producto final y el precio de venta. La causa principal de un mal secamiento del grano se debe al poco espacio que el caficultor dispone para secar el grano. Por ello, se ve obligado a extender el café en capas gruesas o en montones.

- Secado artificial

Se realiza en diversos tipos de secadoras que utilizan aire caliente a presión. El área puede ser calentada por medio de estufas, hornos, quemadores que funcionan a base de carbón, leña, energía eléctrica o gas. El tiempo de secamiento en este caso depende del equipo utilizado. Se recomienda que la temperatura de la masa de café no sea mayor de 50 °C porque el café se cristaliza. Esta forma de secamiento puede emplearse en zonas productoras donde coincidan las épocas de cosecha con un período de lluvias frecuentes y días nublados.

Estos factores han obligado a complementar el secamiento en secadoras, ya que es deseable que no se realicen exclusivamente por medios mecánicos, sino que se lo haga al sol previamente, al menos durante 3 horas o terminar de secarlo al sol.

f. Almacenamiento

Después del secamiento se procede al almacenamiento de café en sacos de yute limpios, debidamente pesados en kilos, unidad de peso que facilita la comercialización. El lugar donde se va a almacenar el café debe ser seco, ventilado y seguro. El suelo del lugar de almacenamiento debe en lo posible estar cubierto con madera o tarimas de este material. Es necesario evitar colocar los sacos de café en la proxi-

midad de materiales o productos aromáticos, ya que el grano tiene la característica de absorber cualquier clase de olores fuertes, deteriorando su calidad y su venta es más difícil.

Debe tenerse presente que el grano de café se deteriora cuando se alarga su permanencia en las bodegas de los puertos o lugares de almacenamiento. Si el ambiente no es controlado de manera artificial, es rápido el apareamiento del sabor a "cosecha vieja". Se conoce que el deterioro es más lento cuando el café está en pergamino que en oro.

Cuando el café ha sido secado en su punto, se lo conserva adecuadamente durante varios meses en lugares frescos con temperaturas máximas de 20 °C y humedades relativas de alrededor de 65 por ciento.

2. *Beneficio por vía seca*

En este caso, el café cereza una vez cosechado, es colocado en tendales de cemento para su secamiento hasta que alcance el estado denominado "bola seca". El café en este estado es pilado directamente, obteniéndose de esta manera el café oro. El café debe almacenarse en un lugar seco, ventilado y seguro.

D. BIBLIOGRAFIA

- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. 1985. Manual de beneficiado del café. Guatemala. 125 p.
- BEGAZO, C. 1979. Colheita e processamento do café. Universidade Federal de Vicosa. Vicosa, Minas Gerais, Brasil. Boletim de extensao. 19p
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. Manual del cafetero colombiano. 4ta. ed. Bogotá, Colombia. p. 149-180.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de caficultura Guatemala. ANACAFE, Guatemala. P. 227-240.
- LOPEZ, G. 1977. Beneficio del café por vía húmeda. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional del Café. Portoviejo, Manabí, Ecuador. 34 p.
- MENCHU, J. F. 1988. Separación de la pulpa y pretratamiento de aguas de desecho de los beneficios de café. ANACAFE (Guatemala). 295:15-19.
- MONTERROSO, M. L. 1981. Efecto del beneficiado del café en la mortalidad de la broca del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). ANACAFE (Guatemala).

la). 6(206):20-21.

OP DEN BOSCH, G. 1991. Beneficio de café. Quito, Ecuador. FUNDAGRO, AID. 52 p.

PROGRAMA DE FOMENTO CAFETERO. 1964. Beneficio húmedo del café. Jipijapa, Ecuador. Boletín de divulgación No. 7, 12 p.

RODAS, C. A. 1981. Manual de beneficio para pequeños y medianos productores de café. Guatemala. Asociación Nacional del Café. 28p.

RODAS, C. A. 1985. Beneficiado del café. ANACAFE (Guatemala). 261:5, 7, 9, 11.

VALENCIA, A. 1978. Eficiencia de la energía solar en el secado del café, empleando varios espesores de grano y tiempos de remoción. CENICAFE (Colombia). 29 (1):18-28.

XVI. LA CALIDAD DEL CAFE

Ing. Luis Duicela G.
Ing. Ignacio Sotomayor H.

A. INTRODUCCION

El café es apreciado en el mercado internacional de acuerdo a sus características organolépticas tales como: acidez, aroma, cuerpo y sabor. Las características mencionadas son definidas mediante las denominadas "Pruebas de taza" que realizan los profesionales expertos en esta área llamados "Cataadores".

B. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL CAFE

La calidad del café está condicionada por una serie de factores íntimamente correlacionados entre sí, como son: especie, variedad, ecología, prácticas culturales, métodos de cosecha, beneficio, secamiento, almacenamiento, gusto del consumidor y otras características.

1. *Especie*

Las dos especies comerciales que se cultivan en el Ecuador son: Coffea arabica (Arábigos) y C. canephora (Robustas). Se distinguen porque producen distintos tipos de bebida. Los cafés arábigos dan como resultado una bebida suave de aroma agradable, buena acidez y mediano cuerpo. El café robusta en cambio, produce una bebida de sabor amargo con

aroma y acidez bajos pero de buen cuerpo. Además, entre el café robusta y el arábigo hay diferencias en los contenidos de cafeína, lípidos y sólidos solubles. El café arábigo tiene un contenido de cafeína más bajo en relación con el robusta. Las variedades "Caturra" y "Typica" registran un promedio de 1.015% de cafeína, mientras que el café robusta presenta el 1,61 por ciento.

En cuanto al contenido de lípidos (aceites y grasas) el café robusta presenta porcentajes más bajos (6.9%) en relación con los cafés arábigos como Typica y Caturra (10.85%) y éste es el factor determinante del aroma propio en estos últimos.

Respecto al contenido de sólidos solubles, compuesto por hidratos de carbono y proteínas, las dos especies en referencia tienen contenidos similares (28.6% en promedio), antes de la preparación del producto. Sin embargo, el café robusta posee un rendimiento de extracción mayor porque soporta temperaturas y presión más altas en los procesos industriales.

2. Variedad

Las variedades arábigas no presentan entre ellas diferencias en la calidad de la bebida. Las variaciones que frecuentemente se observan más bien dependen de otros factores. Cuando se tratan de híbridos con ascendencia interespecífica (como el "Catimor" y "Sarchimor"), la calidad de bebida se garantiza sólo mediante selecciones sucesivas durante el desarrollo del programa de mejoramiento genético. Normalmente, la calidad de bebida que registran los híbridos seleccionados llega a ser similar a las variedades arábigas verdaderas ("Typica", "Pacas", "Caturra").

3. Ecología

Las condiciones en que se cultiva café influyen de manera determinante sobre su calidad. En particular, el factor altitud está correlacionado con el grado de acidez de la bebida. Esto significa que, a mayor altura sobre el nivel del mar se obtiene café con mayores niveles de acidez. Las deficiencias de microelementos, como el boro, hierro y potasio influyen sobre las características físicas, organolépticas y el peso de los granos de café.

4. *Prácticas culturales*

Un manejo adecuado del cultivo favorece un buen desarrollo de los frutos, aspecto que incide en el tamaño y apariencia de los granos. Cuando se aplican pesticidas inapropiados como los clorinados, los residuos se manifiestan en la bebida afectando la calidad de taza.

Por otra parte, cuando no se controlan adecuadamente enfermedades como "Mal de hilachas" y "Foma", se provoca la momificación de los frutos, dando como resultado granos negros. Los granos afectados por "Mancha de Hierro" y "Ojo de gallo" dan como resultados granos carcomidos.

5. *Método de cosecha*

Una correcta cosecha, es decir, la recolección de los frutos en su correcto grado de madurez, permite obtener una excelente calidad de taza.

Esto no ocurre cuando se cosecha café tierno o sobremaduro o si se realizan mezclas de los frutos tiernos, maduros y sobremaduros (cosecha mediante el "sobado") ya que de este modo se altera la calidad del producto. Además, cuando se benefician los granos tiernos, estos no se despulpan y salen carcomidos o enteros de la despulpadora.

6. *Beneficio*

El beneficio del café probablemente es el factor que en mayor grado determina la calidad de bebida. Mediante el beneficiado por la vía seca se produce un café de inferior calidad en comparación con el procesado por la vía húmeda. Además, los cuidados que se tomen en cuenta en los dos métodos de beneficio incidirán también sobre la calidad final de la bebida.

7. *Secamiento*

El secamiento del grano es una fase del procesamiento post-cosecha en el que se deben extremar las precauciones, especialmente en lo referente a la limpieza del tendal o de la secadora. El grano de café tiene una alta sensibilidad para absorber los olores del medio que lo rodea que

más tarde se manifiestan en la taza. Sería lamentable que todos los trabajos realizados en la etapa de producción y beneficiado se pierdan por un descuido en la fase de secamiento.

8. Almacenamiento

Para almacenar café, los granos deben encontrarse con un porcentaje de humedad del 12%, es decir, bien secos. El lugar de almacenamiento debe tener condiciones adecuadas especialmente en lo referente a la aireación, seguridad, limpieza y un ambiente seco.

9. Gusto del consumidor

El café se expende a los consumidores en diversas presentaciones: granulado, en polvo, molido, esencia. Esta situación determina formas particulares de preparar la bebida, aspecto que está en relación con el gusto del consumidor.

El consumo de un buen café, así como el mejoramiento de la calidad de exportación, constituyen metas realizables con una apropiada aplicación de la tecnología en las fases de producción como en aquellas posteriores a la cosecha.

10. Otras características

a. Características físicas de los granos

Las características físicas de los granos, repercuten sobre la calidad de la bebida y la apariencia (presentación). Por lo tanto, es importante disponer de granos de buena calidad y apariencia, para tener la seguridad de elaborar una bebida de excelente calidad.

Las características físicas de los granos que se correlacionan con la calidad son: tamaño, forma, uniformidad y color.

- Tamaño

Los granos de café por el tamaño se clasifican en grandes, me-

dianos y pequeños. Los granos de café grandes son los más apreciados en el mercado internacional.

- Forma

Los granos normales, de forma plano-convexa son preferidos en el mercado, no así los granos anormales, "monstruos", "triángulos" y "caracolillos", que afectan a la presentación del producto, aun cuando parecen no incidir directamente sobre la calidad de la bebida.

- Uniformidad

La uniformidad de los granos particularmente en relación al tamaño es un aspecto importante a considerarse para realizar un tostado homogéneo. Cuando hay mezclas de granos de diferentes tamaños, se observa un tostado irregular. Los granos más pequeños tienden a sobretostarse (quemarse), situación que provoca un detrimento de la calidad de la bebida.

- Color

El color del grano del café oro es una manifestación del estado del producto, de su calidad y está relacionada con: altitud, nutrición del cafeto, estado sanitario de los frutos, estado de maduración, beneficio y secamiento. El color ideal del café tiende a presentar una tonalidad azul-verdosa.

Los cafés de altura tienden a presentar un color verde azulado, en cambio, aquellos provenientes de regiones bajas presentan tonalidades distintas del verde claro.

Cuando han existido deficiencias de hierro en el cafetal, se observan granos de color ambar.

La presencia de enfermedades fungosas (Mal de hilachas, Forma) que afectan las cerezas de café, provocan un ennegrecimiento de los granos.

Por otra parte, la cosecha de café tierno repercute en la coloración. Cuando no se cosecha a tiempo se obtienen granos rojizos o dorados, también con una película adherida.

La sobrefermentación origina una coloración pálida de apariencia cerosa y germen reventado. Cuando se retarda el despulpado se obtienen granos de una coloración rojiza.

Una decoloración de los granos puede ser consecuencia del sobrecalentamiento, el mismo que palidece al grano, dando colores grisáceos y cuando reabsorven humedad se blanquean irregularmente, especialmente en sus bordes.

b. Características organolépticas

La calidad del café se determina por sus características organolépticas: acidez, aroma, cuerpo y sabor. Una alta acidez, aroma, buen sabor y un cuerpo mediano son las características de un café de excelente calidad.

La acidez del café está relacionada con la altitud y es modificada por el grado de madurez de los frutos cosechados. Conforme aumenta la altitud, la acidez tiende a incrementarse, superando la calidad de la bebida. Los cafés provenientes de las zonas de baja altitud, presentan acidez reducida. Normalmente los grados de acidez con los cuales se clasifica el café son: alta (aguda y penetrante), mediana, ligera, escasa y carencia absoluta de acidez.

El aroma hace referencia a la fragancia de la bebida de café. Un aroma delicadamente fino, fragante y penetrante es la manifestación de un buen café. El aroma está dado por el contenido de lípidos, especialmente del aceite contenido en la almendra. Un defectuoso beneficiado y un inadecuado almacenamiento provocan alteraciones en el aroma.

El cuerpo está determinado por el contenido de sólidos solubles, como los hidratos de carbono y proteínas. Los cafés arábigos registran un mediano cuerpo en la taza, lo que les da una apariencia apetecible como bebida.

Los granos de café son susceptibles a absorber todos los olores y sabores del medio que los rodea. Por lo tanto, para asegurar una buena calidad de bebida, es necesario tener las debidas precauciones en lo referente a la limpieza de los equipos, tendales, saquillos y bodegas. En el sabor influyen también la interacción de algunos factores tales como la especie o variedad cultivada, estado de madurez del

grano en la cosecha, el beneficiado, secamiento y almacenamiento.

La bebida obtenida de la especie Robusta registra un gusto (olor y sabor) a cereal. Esta característica es considerada cuando se desarrollan programas de mejoramiento genético, orientada hacia la obtención de híbridos derivados del café robusta, donde el defecto mencionado puede ser eliminado mediante selección sucesiva de las progenies. Se busca obtener cultivares que no presenten este gusto a cereal. Este tipo de sabor está normalmente ausente en las variedades arábicas.

Cuando se cosechan los frutos en estado inmaduro o verdes, se aprecia una distorsión del sabor característico. La sobremaduración de los frutos provoca una acidez indeseable con un sabor astringente. De igual manera, provoca una alteración en la acidez, dando un sabor a fermentado. Los defectos en el proceso de secamiento y almacenamiento (por ejemplo, el secado del café cerca de estiércol), se manifestarán en un sabor desagradable de la bebida. Además, se presentan otros sabores extraños como la influencia de los sacos de yute, el sabor a madera, gasolina, jabón, tierra, etc., dependiendo del material con el cual se puso en contacto el café. El mal lavado y sobrecalentamiento ocasionan un sabor vinoso que puede alcanzar el agrio.

Un almacenamiento inadecuado, que provoque el apareamiento de "mohos", también se manifestará en el sabor final de la bebida.

Los olores y sabores extraños interfieren en la calificación de las características organolépticas, aspectos que influyen directamente en una pérdida de calidad del café.

C. BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO, A.; TEXEIRA, A. A.; FAZUOLI, L. C. y GUERRERO FILHO, O. 1990. Qualidade da bebida em especies e populações derivadas de híbridos interespecíficos de coffea. *Bragantia* (Brasil) 49 (Tomo II):281-291.
- ESCOBEDO, L. A. 1979. Influencia de diversos fungicidas aplicados en alto y bajo volumen en la calidad de la bebida del café. *ANACAFE* (Guatemala) No. 182: 16-17.
- HERNANDEZ, M. 1988. Manual de caficultura Guatemala. Guatemala, ANACAFE. p.241-247.

- HOLSCHER, W.; VITZTHUM, O. G. y STEINHART, H. 1990. Identificación y evaluación sensorial de los compuestos que influyen en el aroma del café torrefacto de Colombia. *Café-Cacao-Thé*, 34(3):205- 213.
- MEJIA, A. 1981. Clasificación de los cafés de Guatemala. ANACAFE (Guatemala). No. 205:47-49.
- MENCHU, F., J. F. 1968. La composición química y la calidad del café de Guatemala. *Agronomía (Guatemala)*, 3(7):5-17.
- MENCHU, F. 1987. Avances en la práctica en la determinación de la calidad del café. ANACAFE. No. 285: 15-23.

INDICE DE FOTOGRAFIAS

- FOTO 1. Cerezas seleccionadas para semilla
- FOTO 2. Semilla apta para la siembra y granos anormales
- FOTO 3. Cobertizo para semilleros y viveros de café
- FOTO 4. Vivero de café con sombra natural.
- FOTO 5. Vivero de café con cobertizo de material vegetativo.
- FOTO 6. Protección lateral del vivero para evitar exceso de luz en las plantitas de café.
- FOTO 7. Substrato cernido para uso en semilleros de café.
- FOTO 8. Plántulas de café en estado de fosforito y chapola.
- FOTO 9. Sistema de siembra de café al voleo.
- FOTO 10. Sistema de siembra de café en surcos.
- FOTO 11. Semillero con plántulas de café en estado de fosforito.
- FOTO 12. Plántulas de café con raíces deformes.
- FOTO 13. Distribución de plántulas en hileras dobles.
- FOTO 14. Plántulas de café listas para ser transplantadas.
- FOTO 15. Planta de Robusta (*Coffea canephora*) multiplicada por vía asexual.
- FOTO 16. Troncos de cafetos recepados para uso como leña.
- FOTO 17. Cafetal establecido con sombra temporal de plátano.
- FOTO 18. Cultivo de café bajo sombra temporal de plátano.
- FOTO 19. Remoción de raíces y tejido necrótico en rizomas de plátano.
- FOTO 20. Cultivo de café con sombra regulada.
- FOTO 21. Cafetal con distanciamiento adecuado entre hileras.
- FOTO 22. Cultivo de *C. canephora* (Robusta).
- FOTO 23. Cafetal establecido en curvas a nivel utilizando barreras vivas y zanjas de desviación.
- FOTO 24. Cultivo de café establecido en curvas a nivel.
- FOTO 25. Cultivo de café bajo sombra permanente.
- FOTO 26. Cultivo de café tradicional con sombra de varias especies vegetales.
- FOTO 27. Cafeto con dos ejes productores.
- FOTO 28. Cafeto previamente agobiado con chupones seleccionados.
- FOTO 29. Cafeto descopado (Var. Caturra).
- FOTO 30. Sistema de recepa por áreas (Robusta).
- FOTO 31. Recepa en ciclo de dos años.
- FOTO 32. Recepa en ciclo de 4 años (Primer año).
- FOTO 33. Recepa en ciclo de 4 años (Segundo año).
- FOTO 34. Recepa en ciclo de 4 años (Tercer año).
- FOTO 35. Recepa en ciclo de 4 años (Cuarto año).
- FOTO 36. Desrame de cafetos previo a la recepa.

- FOTO 37. Protección de cortes frescos con pasta cúprica.
- FOTO 38. Control de malezas en cafetal recepado.
- FOTO 39. Cafeto recepado mostrando nuevo tejido productivo.
- FOTO 40. Planta de café mostrando clorosis aguda por deficiencia de N.
- FOTO 41. Hoja de café mostrando el color violáceo-rojizo típico de la carencia de P.
- FOTO 42. Hoja de café mostrando la típica quemazón marginal por deficiencia potásica.
- FOTO 43. Deficiencia de Mg expresada como clorosis intervenal de las hojas más viejas.
- FOTO 44. Hojas torcidas y brotes en forma de abanico por deficiencia de B.
- FOTO 45. Zona de fertilización localizada entre la proyección del extremo de las ramas y el punto medio de su distancia al tronco.
- FOTO 46. Fertilización al hoyo en plántulas de café en viveros.
- FOTO 47. Fertilización en corona en plántulas de café en viveros.
- FOTO 48. Aplicación de abono para la fertilización al hoyo del transplante.
- FOTO 49. Respuesta de cafetos a la fertilización temprana.
- FOTO 50. Aplicación de fertilizante en cafeto en producción.
- FOTO 51. Empleo de mantillo vegetal en plantaciones de café.
- FOTO 52. Observaciones necesarias para determinar la incidencia y severidad de una enfermedad.
- FOTO 53. Síntomas típicos del Mal del Talluelo.
- FOTO 54. Hojas con presencia de micelio blanquecino de P. koleroga.
- FOTO 55. Hojas necróticas suspendidas del micelio de P. koleroga.
- FOTO 56. Micelio de P. koleroga que sobrevive durante la época seca.
- FOTO 57. Arbusto de café atacado por Mal de hilachas.
- FOTO 58. Síntomas típicos de Ojo de gallo en hojas de café.
- FOTO 59. Frutos de café atacados por Ojo de gallo.
- FOTO 60. Defoliación prematura de café atacado por roya.
- FOTO 61. Síntomas típicos de roya en el haz y envés de las hojas.
- FOTO 62. Pústulas de roya en el envés de la hoja del café.
- FOTO 63. Lesiones de roya con presencia de Verticillium sp.
- FOTO 64. Cultivo de café establecido en curvas a nivel con barreras vivas.
- FOTO 65. Cultivo de café con una distancia apropiada entre hileras.
- FOTO 66. Aplicación de fungicida para el control de la roya del cafeto.
- FOTO 67. Planta de café afectada por la Mancha de hierro.
- FOTO 68. Lesiones típicas de Mancha de hierro en hojas de café.
- FOTO 69. Frutos de café afectados por la Mancha de hierro.
- FOTO 70. Síntomas típicos de Foma en hojas de café.
- FOTO 71. Brote de café afectado por Muerte descendente.

- FOTO 72. Tronco de café recepado atacado por el Mal de machete.
- FOTO 73. Lesiones necróticas causadas por C. fimbriata en el tronco de café.
- FOTO 74. Síntoma de Mal de machete en cafeto recepado.
- FOTO 75. Síntoma de Viruela (Mancha mantecosa) en hojas de café robusta.
- FOTO 76. Síntomas de Viruela (manchas cloróticas) en hojas de café robusta.
- FOTO 77. Brote de café robusta afectado por Viruela.
- FOTO 78. Torcimiento de brotes de café afectados por Viruela.
- FOTO 79. Frutos de café robusta atacados por Viruela.
- FOTO 80. Arbusto de robusta rehabilitado por recepa.
- FOTO 81. Arbusto de robusta rehabilitado por recepa mostrando su nuevo tejido productivo.
- FOTO 82. Cerezas brocadas de café mostrando síntomas de pudrición en su interior.
- FOTO 83. Larva de H. hampei en un grano de café
- FOTO 84. Adultos de H. hampei que han emergido de granos brocados.
- FOTO 85. Cerezas brocadas mostrando la presencia de aserrín alrededor de las galerías hechas por H. hampei.
- FOTO 86. Frutos sobremaduros de café atacados por la Broca.
- FOTO 87. Adulto de Cephalonomia stephanoderis parasitoide de la Broca del café.
- FOTO 88. Larva de H. hampei parasitada por C. stephanoderis en la parte ventral.
- FOTO 89. Cerezas de café brocadas con presencia del hongo Beauveria bassiana.
- FOTO 90. Tejido necrótico en galerías realizadas por el Taladrador de la ramilla del café.
- FOTO 91. Rama productora de café robusta mostrando daños del Taladrador de la ramilla
- FOTO 92. Brote joven de robusta atacado por el Taladrador de la ramilla.
- FOTO 93. Síntomas característicos del ataque del Minador de la hoja del café.
- FOTO 94. Larvas de Phyllophaga sp.
- FOTO 95. Cafeto joven defoliado por ataque de hormigas.
- FOTO 96. Hojas de café mostrando ataque de Escamas verdes a lo largo de las nervaduras.
- FOTO 97. Fumagina creciendo sobre substancias azucaradas producidas por Cochinillas en hojas de café.
- FOTO 98. Cultivo de café afectado por la competencia de malezas.
- FOTO 99. Maíz asociado al cultivo de café en fase de establecimiento.
- FOTO 100. Control manual de malezas en café.
- FOTO 101. Control químico de malezas en café.

- FOTO 102. Aplicación de herbicidas sobre malezas en estado de activo crecimiento.
- FOTO 103. Aspersor de mochila de presión continua.
- FOTO 104. Técnico explicando el uso de aspersores de presión previa.
- FOTO 105. Aspersores de mochila de presión previa retenida.
- FOTO 106. Aspersor motorizado de espalda.
- FOTO 107. Composición de las boquillas hidráulicas.
- FOTO 108. Turbina acoplada en el extremo del flujo de descarga.
- FOTO 109. Boquilla de aspersión en equipos motorizados de espalda.
- FOTO 110. Calibración de aspersor motorizado de espalda.
- FOTO 111. Sistema de captación de agua para uso en la finca.
- FOTO 112. Captación de agua utilizando el techo de la vivienda y almacenamiento en tanque metálico.
- FOTO 113. Cosecha de café maduro por pepiteo.
- FOTO 114. Cosecha de café por sobado.
- FOTO 115. Cosecha de granos maduros de café.
- FOTO 116. Despulpadora de café tipo tambor.
- FOTO 117. Determinación del punto de suspensión de la fermentación del café.
- FOTO 118. Determinación del punto de lavado del café mediante el uso de la estaca de madera.
- FOTO 119. Café en punto correcto de lavado.
- FOTO 120. Café lavado de buena calidad.