

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO ”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



*Recomendaciones para la fertilización del cultivo del caféto (C. Arabica
L.) en México.*

POR:

RODOLFO FELIPE FELIPE

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO

DE INGENIERO

AGRÓNOMO EN LA ESPECIALIDAD DE HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre del 2000.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO ”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Recomendaciones para la fertilización del cultivo del cafeto (C. arabica) en México.

POR:
RODOLFO FELIPE FELIPE

MONOGRAFÍA

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN LA ESPECIALIDAD DE HORTICULTURA.**

APROBADA

El presidente del jurado

Ing. José A. De la Cruz Bretón
Sinodal Sinodal

Ing. Antonio Rodríguez Rdz.

Dr. Adolfo Ortegón Pérez.

Suplente

Ing. René A. De la Cruz Rdz.

El coordinador de la división de agronomía

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre del 2000.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. José Angel De la Cruz Bretón

Por su colaboración y el apoyo incondicional que me brindó para darle forma y sentido al presente trabajo Monográfico, le agradezco sinceramente.

Al Dr. Adolfo Ortegón Pérez

Por sus aportaciones, en la revisión y sugerencias en el transcurso del desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Antonio Rodríguez Rdz.

Por su apoyo, en la revisión para el desarrollo de este trabajo y por haber aceptado como jurado examinador.

Al Ing. René De la Cruz Rodríguez

Por su apoyo y tiempo dedicado para la revisión de este trabajo.

A las personas que me dieron su ayuda para que esta Monografía se llevara a cabo.

A mi ALMA MATER, que me acogió en su seno, y me preparó para ser un hombre capaz para poder enfrentar los retos de la vida.

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a todos aquellos que han hecho de mí lo que hasta ahora soy:

Primeramente a Dios:

Porque en la vida nos encontramos en momentos muy difíciles en donde a veces pensamos que para nosotros es muy duro salir adelante, que con nuestra fe puesta en él se puede hacer las cosas.

A mis padres:

Sra. Lucía Felipe Esteban

Sr. Candelario Felipe Díaz

Este humilde trabajo se los dedico de todo corazón porque ustedes con su humilde trabajo, el esfuerzo que han hecho y los golpes de la vida que les ha dado me han dado consejos que como otros nunca me lo van a dar, por todo eso y más gracias Padre, gracias Madre y lo digo con respeto y orgullo.

A mis hermanos:

Abidail Felipe Felipe

Leopoldo Felipe Felipe

Osiel Felipe Felipe

Por la comprensión que tienen hacia mí, el respeto y sus consejos, y por los momentos gratos que hemos pasado, gracias.

A mi novia Ramona:

Por la ilusión y motivación que has sembrado en mí, he logrado esta etapa de mi vida y por lo mucho que te quiero te doy las gracias mi amor.

A mis tíos:

Macaria, Roselia, Josefa, Obdulio, Ángela.

Por todos los consejos y apoyo que me han brindado, muchas gracias.

A mi abuelito Mateo:

Con tus consejos, las pláticas amenas que siempre hemos tenido te doy las gracias y que Dios te conserve siempre y este esfuerzo te lo obsequio hoy y siempre.

A mis amigos:

Rosemberg, Leodegario, Ferneli, Nectali, José Manuel, Mitsunori, Kenedy (Chino), Eredín, Emigdio, Raymundo.

Les doy las gracias porque en los momentos buenos y malos siempre estuvieron conmigo.

A mis primos:

Que siempre han estado conmigo, también les doy las gracias.

Y por último a todas aquellas personas que no menciono, pero que han influido en algo para que se haya llevado a cabo este esfuerzo de años.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pag.
Agradecimiento.....	i
Dedicatoria.....	ii
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
ORIGEN E HISTORIA.....	3
Origen.....	3
Historia.....	4
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS PRODUCTORAS DE CAFÉ EN EL MUNDO.....	6
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS PRODUCTORAS DE CAFÉ EN MÉXICO.....	11
IMPORTANCIA MUNDIAL Y NACIONAL DEL CAFETO.....	18
TIPOS BÁSICOS DE CAFÉ EN EL MERCADO Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	21
IMPORTANCIA ECONÓMICA, Y ALIMENTICIA DEL CAFÉ.....	23
Importancia económica del Café.....	23
Importancia alimenticia del Café.....	23
CLASIFICACION TAXONÓMICA Y BOTÁNICA DEL CAFETO.....	24
Taxonomía.....	24
Botánica.....	25
IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL CAFETO.....	28
ECOLOGÍA DEL CAFETO EN LAS REGIONES DE MÉXICO.....	29
Vertiente del Golfo de México.....	29
Vertiente del Océano Pacífico.....	30
Región Soconusco.....	30
Región Centro – Norte de Chiapas.....	31
Ecología óptima para el cultivo del cafeto.....	31
DESCRIPCION DE LAS VARIEDADES DE <i>C. arabica</i> CULTIVADAS EN MÉXICO.....	32

REQUERIMIENTOS GENERALES DEL CULTIVO DEL CAFETO.....	38
Altitud.....	38
Precipitación pluvial.....	38
Temperatura.....	39
Luminosidad.....	40
Humedad ambiental.....	40
Vientos.....	40
Suelo.....	40
pH.....	41
Latitud.....	41
Materia orgánica.....	41
 PROPAGACION DEL CAFETO.....	 42
Sexual.....	42
Asexual.....	43
 SEMILLERO Y VIVERO.....	 44
Selección de semilla.....	44
Preparación del semillero.....	44
Siembra.....	46
Labores en el semillero.....	46
Establecimiento semillero – vivero.....	49
Injertación.....	50
Establecimiento del vivero.....	51
Labores en el vivero.....	52
 ESTABLECIMIENTO DE CAFETALES.....	 56
Preparación del terreno.....	56
Conservación del suelo.....	56
Variedades.....	57
Distancia de siembra.....	58
Trazo de plantación.....	59
Trasplante.....	60
Época de siembra.....	61
Sombreado.....	61
Cafetales con sombra: Ventajas y Desventajas.....	65
Cafetales a pleno sol: Ventajas y Ventajas.....	66
 MANEJO DE CAFETALES.....	 67
Control de malezas.....	67
Poda del café.....	69
Sistemas de poda del café.....	71
Regulación de la sombra.....	72
Renovación de cafetales.....	73
Riego: Ventajas y Desventajas.....	73

FERTILIZACIÓN EN CAFETO.....	77
Fertilización química.....	77
Análisis de suelo.....	79
Muestreo de suelo.....	80
Análisis foliar.....	80
Muestreo foliar.....	80
Fertilización orgánica.....	83
Encalado.....	84
Nutrimentos: Funciones y Deficiencias.....	85
Época para hacer la fertilización en café.....	88
Fuentes de fertilización a aplicar en el café.....	88
DESCRIPCION Y CONTROL DE PLAGAS MÁS IMPORTANTES DEL CAFETO.....	91
DESCRIPCION Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES MAS IMPORTANTES DEL CAFETO.....	100
EL CAFÉ ORGÁNICO Y SU MERCADO.....	113
COSECHA, BENEFICIO Y ALMACENAMIENTO DEL CAFÉ.....	115
Cosecha.....	115
Beneficio del café.....	117
Vía húmeda.....	117
Vía seca.....	119
Almacenamiento del café.....	122
TUESTE.....	123
MOLIENDA.....	124
TENDENCIAS DEL CONSUMO DEL CAFÉ.....	125
Cafés solubles.....	125
Descafeinados.....	125
Gourmets.....	126
EL CAFÉ EN LA SALUD.....	127
EXPORTACIÓN DEL CAFÉ MEXICANO.....	128
RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFIA.....	134

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	Producción de café por país en miles de sacos de 60 kg.....	7
2	Producción mundial de café (10 países principales productores).....	9
3	Producción de café por estado y ciclo en México.....	14
4	Unidades de producción obtenidas hasta 1997 por estado.....	16
5	El café entre los principales cultivos de México.....	17
6	Superficie sembrada y unidades de producción rurales de los 10 principales cultivos en México, 1995.....	19
7	Estados productores de café en México.....	20
8	Características de las principales variedades de café cultivadas en México.....	36
9	Producción de café cereza de las principales variedades de café cultivadas en México.....	37
10	Precipitación pluvial y temperatura anual de los estados cafetaleros de México.....	39
11	Actividades para la propagación del cafeto.....	43
12	Problemas fitosanitarios en semilleros de café y productos químicos que controlan.....	49
13	Plagas y enfermedades más comunes en el vivero y su control.....	54
14	Variedades de <i>C. arabica</i> introducidas o generadas en México.....	58
15	Densidades de plantación en variedades de porte bajo y alto.....	59
16	Algunas especies de árboles de sombra en México y Centroáfrica.....	63
17	Control de maleza con el método mixto en cafetales con sombra.....	68
18	Balance hídrico.....	76
19	Datos de nivel promedio de nutrientes en el tejido de hoja en café.....	81
20	Fertilización para cafetos en producción bajo sombra.....	81
21	Cantidades totales de sustancias nutritivas absorbidas por los cafetos jóvenes del primero al quinto año.....	82

22	Análisis químico de la pulpa de café en base seca.....	83
23	Dosis de fertilización más usada en diferentes zonas de producción de café en el mundo.....	90
24	Planta agroindustrial de café en México.....	121
25	Exportación del café mexicano, comparativo por ciclos 1995-98.....	128

INDICE DE FIGURAS

Fig. No.		Pág.
1	Producción mundial total, ciclo 1997 – 1998.....	8
2	Porcentaje de consumo de café en países no productores.....	10
3	Porcentaje de consumo en países productores de café.....	11
4	Principales estados productores de café en México.....	13
5	Destino de las exportaciones del café mexicano.....	129

INTRODUCCIÓN

El café es originario de África Oriental, de las montañas de Etiopía; su comercialización comenzó en Europa entre los siglos XV y XVI; alrededor de 1720 se trajo a América, donde se establecieron las primeras plantaciones en las Guayanas Francesa y Holandesa.

El café se introdujo a México por tres regiones diferentes: en el año de 1796 de la Isla de Cuba a la región de Córdoba, Veracruz; en 1823 proveniente de Mokka, Arabia, se introdujo a Uruapan, Michoacán; y en 1847 de Guatemala a Tuxtla Chico, Chiapas. La primera exportación que consistió en 272 quintales, se realizó por el año de 1802; a partir de esa fecha, en forma ininterrumpida el país ha continuado la producción y comercialización del grano, aún con los altibajos del precio (Villaseñor, L.A., 1982).

El café es para el país una base importante de captación de divisas; la producción total de la cosecha 1996-1997 fue de 6,652,173 quintales, que equivalen a 5,100,000 sacos de 60 kilos, en lo que se refiere a la exportación, estas ascendieron en el ciclo 1996-1997 a 4,384,363 sacos de 60 kilos y se exportó a 58 países del mundo.

Para cosecha 97-98 las cifras finales al mes de septiembre registran una producción de 4,800,900 sacos de 60 kilos y se han exportado 3,881,902 sacos de 60 kilos a 52 países (Valadez, R., 1998).

Este cultivo genera empleos a más de 3,000,000 de mexicanos involucrados en las actividades de siembra, trasplante, cuidados de huertos, cosecha, beneficiado y comercialización.

Los estados productores de café más importantes son Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla que contribuyen con el 85% de la producción nacional.

El café en el país es producido por cerca de 300,000 productores, agrupados en 16 organizaciones. Existen varios problemas para el cultivo de esta Rubiácea, una de ellas es la carencia de información sobre el manejo de la misma, que les proporcione a los productores obtener rendimientos elevados y que resulte económica su explotación comercial. En la actualidad los beneficios que se pueden obtener se ven reducidos por problemas propios del productor, tales como el manejo adecuado del cultivo, que afectan directamente al consumidor (Consejo Mexicano del Café, 1999).

Este trabajo tiene como propósito dar la información generalizada sobre la fertilización adecuada para este cultivo el cual es una de las labores más importantes para obtener un mejor aprovechamiento y/o rendimiento del mismo; así como también orientar técnicamente a quienes de una u otra forma se relacionan con la actividad cafetalera.

ORIGEN E HISTORIA

Origen

El centro primario del cafeto o café es, según algunos, la provincia de Kaffa, en la república de Etiopía o Abisinia, en África Oriental, frente al mar Rojo y el Golfo de Adén. Según otros, el café procede de una región situada entre los puertos de Moka y Adén, en la vasta península de Arabia.

En cuanto a su etimología, existen dudas sobre el origen de la palabra café. Kahveh, palabra turca que designa el fruto del cafeto, Kaboueh, palabra árabe que significa fuerza, y Kaffa, nombre de una ciudad etíope, son las tres acepciones más barajadas por los expertos.

El café proviene, pues, de África, para algunos; de Asia, para otros. Y aunque parezca insólito decirlo, proceden, en realidad del mismo lugar, según la teoría de la tectónica de las placas. Esta teoría es la explicación más aceptada actualmente acerca del origen de los continentes y océanos.

En las zonas montañosas bajas, tanto de Yemen como de Etiopía, nació el cafeto, casi en una cuna de oro, en un medio excepcional de clima fresco y lluvioso y de suelos fértiles, que contrasta radicalmente con la aridez típica de la región.

Historia

La leyenda cuenta que alrededor del año 600 a.c., Kaldi, un pastor de cabras etíope, descubrió el café viendo que después de que sus cabras comían las cerezas y hojas de un cafetal se ponían alegres y saltarinas; obviamente él tenía que probarlo.

La primer bebida de café se obtiene al remojar los granos verdes en agua fría alrededor del año 950 d.c., esta bebida se administraba como medicina.

En el siglo XIV los árabes los comenzaron a cultivar comercialmente en la península cercana al puerto de mocha. En este mismo siglo el café se hizo sustituto de bebidas alcohólicas ya que estaban prohibidas por el Corán. En el siglo XV, Turquía era el mayor distribuidor de café con mercados establecidos en Egipto, Siria, Persia y Venecia.

La primera planta de café llega a América en el año de 1723 a las islas de Martinique. En el 1727 se sembraron las primeras semillas de café en Brasil después de haberlas llevado desde París como contrabando.

Hoy en día Brasil es el país productor y exportador más grande del mundo ya que más del 30% del café que se consume en el mundo es proveniente del Brasil.

En cuanto a México, al parecer el primer café mexicano no nace de Córdoba, Xalapa o algún otro lugar de Veracruz sino en el estado de Morelos, cerca de la ciudad de Cuernavaca. El iniciador del cultivo en México es el español Jaime Salvet, aunque hay quienes dicen que fue el mexicano Juan Antonio Gómez, quien cultivó el café en Córdoba, Veracruz. Donde sí coinciden las opiniones es en el comienzo de la historia del café en México que es a finales del siglo XVIII.

En 1880 el estado de Veracruz estaba considerado como el más avanzado en el cultivo de café, producía cerca de dos terceras partes de la cosecha en México, lo seguían los estados de Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca y Tabasco. Hoy en día Chiapas es el estado de mayor producción seguido por Veracruz y Oaxaca, los demás tienen producciones muy limitadas (INMECAFÉ – SARH, 1988).

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS PRODUCTORAS DE CAFÉ EN EL MUNDO Y EN MÉXICO.

Descripción de las zonas productoras de café en el mundo.

La mayor parte de los países productores se encuentran en zonas tropicales. Donde el clima es cálido y húmedo. Ciertos países producen al mismo tiempo “Arábica” en las regiones altas y “Robusta” en las regiones más bajas, por ejemplo Brasil y Ecuador, en América del Sur, Camerunes en África e India en Asia.

La producción de café está localizada en los países comprendidas entre el trópico de cáncer y el trópico de Capricornio, es decir, países de América Central y del Sur, India, Indonesia, Filipinas, Hawai y África.

Según Krug y De Poerck, 1969, en América el cultivo de café, se encuentra distribuido de la siguiente manera:

En la zona de las Amazonas: Brasil, Colombia y Venezuela.

En la zona del Pacífico: El Salvador, Guatemala, Costa Rica y México.

En la zona del Caribe: República Dominicana, Haití y Cuba.

En África se encuentra distribuido de la siguiente manera:

En la región Malgache: Madagascar y Reunión.

En África Oriental: Kenia y Tanganyca.

En África Occidental: Angola, África Ecuatorial Francesa, Congo Belga y Guinea Española.

Respecto a Asia y Oceanía, los principales productores son: India, Indonesia, Filipinas, Yemen, Papua y Nueva Guinea de Oceanía.

Muchos otros países producen en menor cantidad, de los cuales se mencionan algunos de los países más conocidos: Indochina, Arabia, Malasia, Abisinia, Nicaragua, Honduras, Antillas Inglesas, Antillas Francesas, Bolivia, Ecuador, Perú, Guayana, Hawai, Islas Canarias, etc. Interesante producción por su modalidad de cultivo más que por su cantidad, que probablemente no alcanza las 10 toneladas.

El café es un cultivo eminentemente orientado hacia el mercado internacional, ya que por su producción se concentra en cerca de 50 países tropicales y su consumo en los países de clima templado. De hecho, más del 75% de la producción mundial se comercializa en el mercado internacional. La forma en que este se exporta es como café verde, sin cáscara (café oro), por lo que los países productores, además de la producción primaria, solo aplican los procesos de beneficiado húmedo y seco, efectuándose en los países consumidores desarrollados, las fases propiamente industrial: la torrefacción, la molienda, la solubilización, el descafeinado y el envasado (Santoyo, C.H. *et al.*, 1996).

En la actualidad se le considera la bebida más popular del mundo y proporciona aproximadamente 10 mil millones de dólares de ingresos al año a los países productores, por cada una docena aproximada de países supone más del 25% de sus ingresos de divisas. La producción mundial de café oscila entre los 95 millones de sacos de 60 kgs. El grupo de países productores lo encabeza Brasil, seguido de Colombia, Indonesia, Vietnam y México (Consejo Mexicano del Café, 1999).

CUADRO No. 1. PRODUCCIÓN POR PAÍS miles de sacos de 60 kg.

País	1996-97	1997-98	1998-99**	Participación (%) 1997-98
Brasil	28,000	23,500	35,600	33%
Colombia	10,779	11,932	12,500	12%
Indonesia	7,900	7,200	8,800	6%
Vietnam	5,500	6.667	6,333	6%
México	5,300	4,950	4,950	5%
Costa de Marfil	5,333	4,080	3,750	4%
Otros*	41,082	39,346	36,867	35%
Total mundial	103,894	97,675	106,800	100%

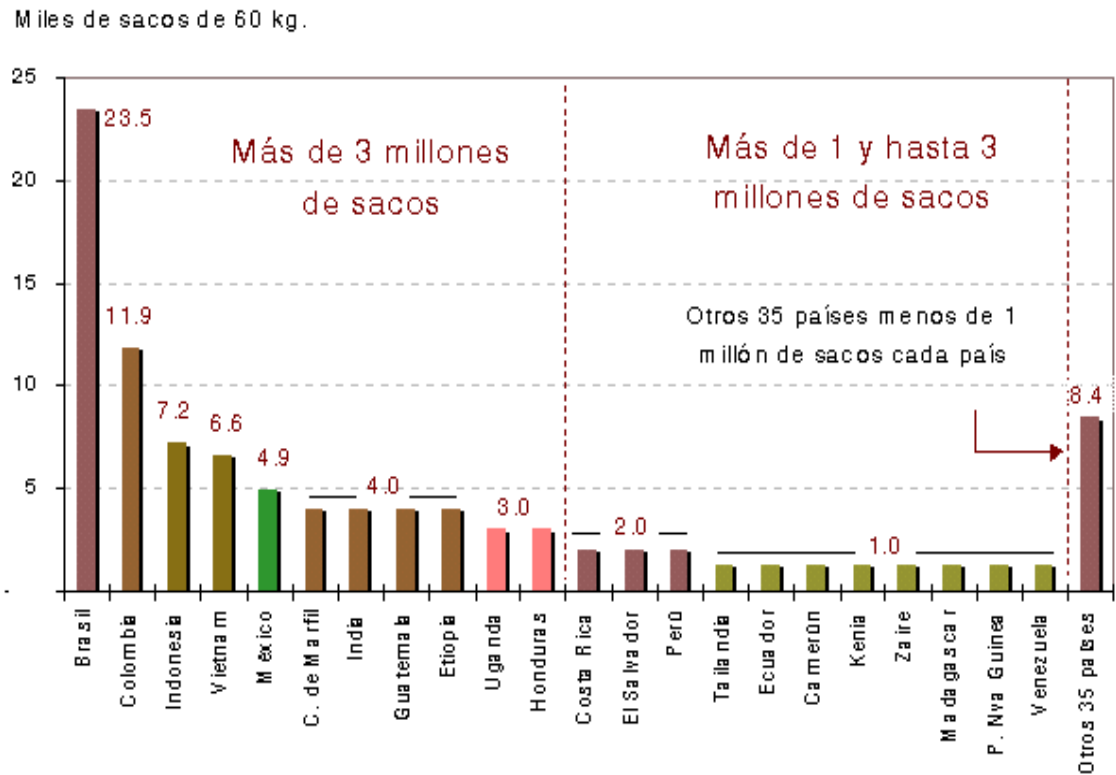
* Tiene una participación de 51 países

** Producción estimada

FIG. No. 1. Producción mundial total Ciclo 1997 – 1998

PRODUCCION MUNDIAL TOTAL : 97.6 millones de sacos de 60 kg

PRODUCCION POR PAIS : millones de sacos de 60 kg



La producción mundial estimada para 1998-1999 espera alcanzar un récord de 107.492 millones de sacos es decir 12.30% arriba de su estimación para 1997-1998 y de 3.35% sobre el récord anterior establecido en 1996-1997 de 103,894 millones de sacos.

La producción mundial para el ciclo 1997/1998 estima 94,321 millones de sacos, es decir un 9.21% abajo del récord establecido en 1996/1997 de 103,894 millones de sacos.

CUADRO No. 2. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE Café (1,000 costales de 60 kg.).

10 Principales países productores

PAIS	1993/94		1994/95		1995/96		1996/97		1997/98		1998/99	
	SACOS	PARTE	SACOS	PARTE	SACOS	PARTE	SACOS	PARTE	SACOS	PARTE	SACOS	PARTE
Brasil	28,500	31%	28,000	28%	16,800	19%	28,000	27%	23,500	24%	35,600	33%
Colombia	11,400	12%	13,000	13%	12,939	14%	11,779	10%	11,932	12%	12,500	12%
Indonesia	7,400	8%	6,400	7%	5,800	7%	7,900	8%	7,200	7%	6,800	6%
Vietnam	2,700	3%	3,500	4%	3,937	4%	5,783	4%	6,667	7%	6,333	6%
México	4,200	5%	4,030	4%	5,400	6%	5,300	6%	5,000	5%	4,950	5%
Costa de Marfil	3,465	4%	3,733	4%	2,900	3%	5,333	5%	4,080	4%	3,750	3%
India	2,700	3%	3,060	3%	3,717	4%	3,417	3%	3,833	4%	3,835	4%
Guatemala	2,500	3%	3,500	4%	3,827	4%	4,141	4%	3,982	4%	2,825	3%
Etiopía	3,078	3%	3,800	4%	3,800	4%	3,800	4%	3,500	4%	3,500	3%
Uganda	3,700	4%	3,100	3%	4,200	5%	4,350	4%	3,000	3%	3,600	3%
TOTAL	69,643	75%	72,123	73%	63,320	71%	79,803	75%	72,694	74%	83,693	78%
Mundial	93,303	100%	98,178	100%	89,743	100%	103,894	100%	97,675	100%	107,492	100%

107.5 MILLONES DE SACOS, PRODUCCION MUNDIAL ESPERADA PARA 1998/1999

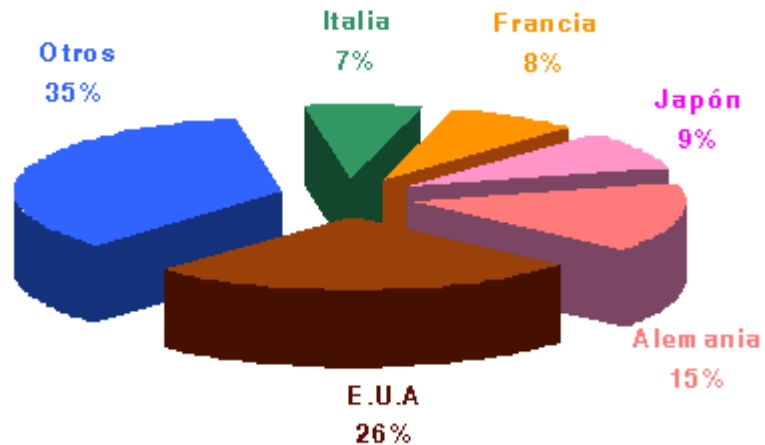
FUENTE: USDA, 1999

La producción mundial de café en 1998-1999 se estima en 107,492 millones de sacos que representa una de las producciones más altas, desde el pico de la producción de 1993-1994 que alcanzó 93,303 millones de sacos (sacos de 60 kg de café oro). Esto se debe a la alza de los precios, que han permitido el desarrollo de nuevas plantaciones y generado el buen cuidado de las existentes (Santoyo, C.H. *et al.*, 1996).

Por otro lado dentro de los países consumidores destacan Estados Unidos, Alemania, Japón, Francia e Italia (Consejo Mexicano del Café, 1999).

Los Estados Unidos consume aproximadamente la mitad de la producción mundial del café; el consumo de éste, su bebida nacional favorita, alcanza algo más de 150 mil millones de tazas al año. Respecto a la demanda, los Estados Unidos, Europa y Japón absorben más de 80% de café comercializado en el mundo.

FIG. No. 2. Porcentaje de consumo de café en países no productores.



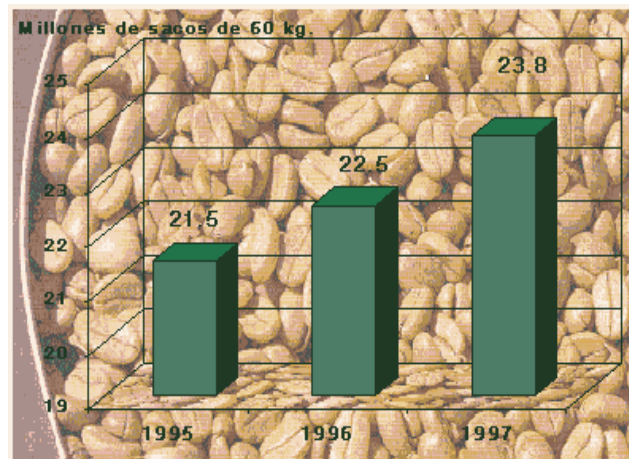
Consumo en países productores

Consumo mundial

El café es un producto cultivado para el comercio exterior ya que los principales países productores no son los principales consumidores.

En la presente década el consumo de los países productores se ha incrementado, solo basta observar que al cerrar el ciclo de producción de 1995, los países exportadores miembros de la OIC (Organización Internacional del Café), aumentaron el consumo interno de 21.5 a 22.5 millones de sacos en 1996 y al cerrar 1997 el autoconsumo llegó a 23.8 millones de sacos.

FIG. No. 3. Porcentaje de consumo en países productores de café.



Se estima que el consumo interior de todos los países productores ha aumentado de unos 20.5 millones de sacos en 1990/91 a unos 21.5 millones de sacos en 1994/95. El consumo interior en los países productores de Asia ofrece, en general, posibilidades considerables de crecimiento. Durante el ciclo 1996/97, los países productores miembros de la Organización Internacional de Café (OIC) consumieron un total de 23.8 millones de sacos, de los cuales Brasil consumió el 46.6%; Indonesia el 7.5%; Colombia el 6.7% y México el 4.5%.

México consume un millón de sacos de 60 kilos de café al año, lo que representa un máximo de 700 grs por habitante. Esta cifra es muy baja en comparación con otros países, como los Nórdicos de Europa, que consumen en promedio 11 kgs de café por habitante por año (Santoyo, C. H. *et al.*, 1996).

Descripción de las zonas productoras de café en México

En México existen condiciones edáficas ambientales apropiados para el desarrollo de este cultivo del café, por lo que actualmente se produce café de alta

calidad, competitivo en el mercado internacional. Diversas tierras de las costas producen café de mediana a baja calidad. Mientras que zonas de altura media en el trópico son las que producen cosechas de más alta calidad. Estas últimas poseen un clima de temperaturas constantes altas y con abundante lluvia durante el verano y otoño, con alturas desde 200 msnm, hasta no más de 1000 m, encerradas dentro de valles y recodos montañosas que se encuentran protegidos de las inclemencias del tiempo evitándose los daños que se ocasionan en las planicies (forma de sequías más prolongadas, fuertes vientos, inundaciones, etc.), la variedad de café que produce México pertenecen al *Coffea arabica* con un 96 por ciento y el resto pertenece al *Coffea robusta*.

Respecto a la participación del café en la balanza agropecuaria, este producto ha ocupado el primer lugar en la captación de divisas desde 1995, a pesar de que sus cantidades han sido inferiores a la caña de azúcar y prácticamente similar al plátano y limón/lima (Consejo Mexicano del Café, 1999).

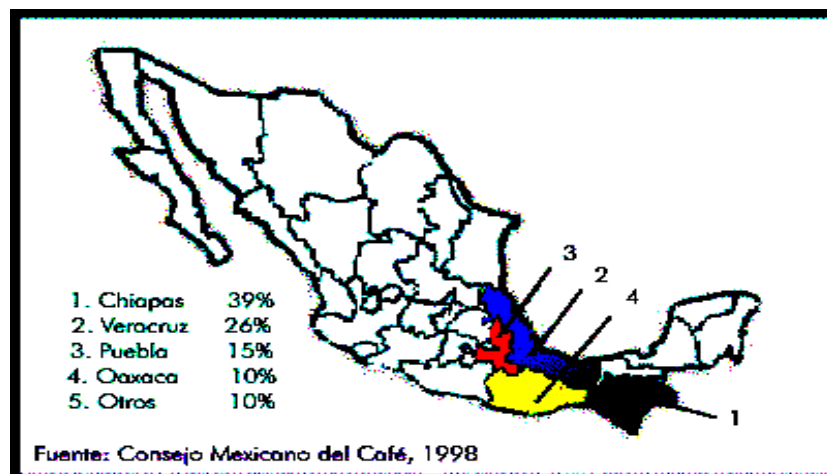
Las regiones cafetaleras de nuestro país comprenden 12 estados, 400 municipios y más de 3,500 comunidades, se ubican altitudinalmente entre los 250-1500 msnm, el mayor porcentaje de cafetales se ubica arriba de los 700 msnm, lo que aunado de baja luminosidad, temperaturas frescas, precipitaciones suficientes y efectos de altitud favorables, favorecen la fructificación, crecimiento y calidad de café (Pérez, P.E., 1989) citado por (Santoyo, C. H. *et al.*, 1996).

El cultivo se produce sobre una superficie de 690 mil has., en 12 estados de la República Mexicana, situados en la parte centro-sur del país. Estos estados son: Colima Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz. El sistema de cultivo del café se hace bajo sombra, y protegiendo el ecosistema, por lo que los cafetales mexicanos son grandes productores de oxígeno. México produce cafés de excelentes calidades, ya que su topografía, altura, climas y suelos, le permiten cultivar y producir variedades clasificadas de entre las

mejores calidades de café del mundo. A este respecto, México es el primer productor mundial de café orgánico, y uno de los primeros en cafés “Gourmets”.

El café en México es producido por cerca de 300 mil productores, agrupado en 16 organizaciones. Alrededor del 60% (170 mil) son pobladores de comunidades indígenas. Se estima en 2.5 has la superficie plantado promedio de estos cafeticultores, que habitan en las regiones más agrestes y aisladas de la geografía nacional (Consejo Mexicano del Café, 1999).

FIG. No. 4. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DEL CAFÉ EN MÉXICO.



Principales estados productores de café en México

a) Parte Centro – Sur de México

- 1.- Veracruz
- 2.- Sierra Norte de Oaxaca
- 3.- Norte de Chiapas y Tabasco

b) Pacífico

- 1.- Soconusco y Centro del estado de Chiapas
- 2.- Sur de Oaxaca
- 3.- Guerrero
- 4.- Michoacán
- 5.- Jalisco
- 6.- Colima
- 7.- Nayarit

c) Central

- 1.- Puebla
- 2.- Hidalgo
- 3.- San Luis Potosí
- 4.- Morelos
- 5.- México
- 6.- Parte de Querétaro (Nolasco, 1985)

CUADRO No. 3. Producción de café por estado y ciclo en México.

Estado	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98*	Participación 1997-98
Chiapas	1,304.36	1,471.55	1,742.60	1,387.10	29%
Veracruz	1,053.31	1,718.34	1,173.74	1,347.45	28%
Oaxaca	663.53	643.27	736.42	648.92	13%
Puebla	617.31	888.42	809.94	793.76	16%
Guerrero	167.13	193.14	231.03	230.90	5%
Hidalgo	149.63	226.55	190.22	188.01	4%
Otros	204.40	226.03	216.05	270.75	6%
Total	4159.70	5,367.30	5,100.00	4,866.89	100%

• Estimado con base en daños climatológicos en las zonas productoras, especialmente en los estados de Chiapas, Puebla, Guerrero y Oaxaca.

Principales estados y sus regiones productoras de café en México

Chiapas y sus regiones productoras:

- a) Ángel Albino Corzo
- b) Chenalho
- c) Escuintla
- d) Motozintla
- e) Ocosingo
- f) Salto de Agua
- g) Simojovel de Allende
- h) Altamirano

Veracruz y sus regiones productoras:

- a) Córdoba
- b) Acayucan
- c) Catemaco
- d) San Andrés Tuxtla
- e) San Juan Evangelista
- f) Santiago Tuxtla
- g) Sayula
- h) Soteapan
- i) Tosechoacan

Oaxaca y sus regiones productoras:

- a) Jiménez
- b) Oaxaca, Oax.
- c) Tuxtepec.

CUADRO No. 4. Unidades de producción obtenidas hasta 1997.

	Cosecha Obtenida 1995-96			Cosecha Obtenida 1996-97		
	Oct-95 --- Sep-96			Oct-96 --- Sep-97		
	Rendimiento		Producción	Rendimiento		Producción
Estado	Qq. por Ha.	Kg. por Ha.	Sacos de 60 kg	Qq. por Ha.	Kg. por Ha.	Sacos de 60 kg.
Chiapas	9.45	2,361.54	1,471,553	11.19	2,796.53	1,742,610
Veracruz	16.51	4,128.57	1,718,343	11.28	2,820.08	1,173,740
Puebla	21.24	5,311.20	888,425	19.37	4,842.00	809,940
Oaxaca	5.42	1,356.05	643,278	6.21	1,552.39	736,420
Guerrero	5.45	1,363.43	193,140	6.52	1,630.91	231,030
Hidalgo	8	2,001.10	226,559	6.72	1,680.14	190,220
Nayarit	7.87	1,968.55	95,134	9.07	2,266.64	109,220
S. L. P.	6.24	1,560.20	97,628	4.79	1,197.30	74,920
Colima	6.81	1,703.07	13,192	7.02	1,754.45	13,590
Jalisco	5.17	1,293.69	11,162	4.36	1,089.48	9,400
Tabasco	5.05	1,263.55	7,714	4.73	1,182.64	7,220
Querétaro	4.77	1,193.09	1,174	5.57	1,392.28	1,370
Totales	10.37	2,592.61	5,367,302	9.85	2,463.49	5,100,000

Durante el ciclo 1996/1997 la fuerza de trabajo que se utilizó en la cafecultura representó el 10% de los empleos generados por la agricultura del país, también hay que considerar que el 70% del costo de la producción se debe a la mano de obra.

Las cosechas obtenidas durante 1996-1997 fueron de 5'100,000 sacos lo que indica una disminución en un 5% con respecto al ciclo 1995-1996 que fue de 5,367,302 sacos. Durante 1996-1997 el estado más productivo es Chiapas ya que aporta 34.16% de la producción nacional con 1,742,610 sacos, Veracruz por su parte produjo 1'173,740 sacos, un 23% de participación nacional y en tercer posición lo ocupa el estado de Puebla con una producción de 809,940 sacos, lo que se traduce en un 15.88% (Consejo Mexicano del Café, 1999).

El cultivo de café en México ocupa el quinto lugar, después del maíz, frijol, sorgo y trigo. En producción ocupa el cuarto lugar durante los años de 1985-88. En 1988-92 cayó al doceavo lugar debido a la caída de precio.

CUADRO No. 5. EL CAFÉ DENTRO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE MÉXICO.

CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA + (Miles de Has.)	Valores de la producción (Millones de nuevos pesos).	
		1985-1988	1989-1992
MAÍZ	6929	2175	9231
FRIJOL	1781	444	1904
SORGO	1539	883	1908
TRIGO	994	563	2068
CAFÉ	642	493	301
CAÑA DE AZÚCAR	491	746	2764
SOYA	333		737

Promedio 1986 - 1992

Fuente: CNA. Estadísticas Básicas del Sector Agropecuario 1981 – 1990 y 1983. Salinas de Gortari, C., 1993, V informe de Gobierno. México, D.F. Anexo.

IMPORTANCIA MUNDIAL Y NACIONAL DEL CAFÉ

El cultivo del café es de gran importancia a nivel mundial, debido a varias razones, entre las que destacan:

--- Ocupa terrenos con topografía accidentada, que difícilmente podrían utilizarse para la explotación de otros cultivos de manera rentable, contribuye a la preservación de los recursos naturales al evitar la erosión de los suelos y favorece el desarrollo de la cubierta vegetal; es generador de empleos, al ocupar gran cantidad de mano de obra en la fase de producción primaria y de industrialización.

--- Su comercialización genera una importante cantidad de divisas para los países productores, promoviendo con ello el desarrollo regional y la capitalización del sector.

--- La producción mundial de café se incrementó 5.4 veces entre 1930 y 1990 al pasar de 18 a 98 millones de sacos de 60 kg de café oro, logrando una tasa de crecimiento media anual de 2.8 por ciento (FIRA, 1994).

Por continentes, América ocupa el primer lugar en producción del aromático, debido a los grandes volúmenes que aportan Brasil y Colombia, quienes ocupan el primero y segundo lugar a nivel mundial, respectivamente. La producción del continente Africano es probable que se contraiga, como consecuencia de los problemas económicos que ha venido presentando; mientras que Asia ha tenido un repunte debido a la producción de Indonesia que ocupa el tercer lugar en producción mundial. La producción de Oceanía es de escasa importancia.

México en el ciclo 92/93 ocupó el cuarto lugar a nivel mundial en términos de producción del grano; el quinto lugar en superficie cosechada y el noveno por su rendimiento.

México produce café de excelente calidad, ya que su topografía, altura, climas y suelos, le permiten cultivar y producir variedades consideradas entre las mejores del mundo (variedades como: coatepec, pluma hidalgo, jaltenango, marago y natural de atoyac). Asimismo, nuestro país es el primer productor mundial de café orgánico y unos de los primeros en cafés “Gourmets” (Consejo Mexicano del Café, 1999: información obtenida vía internet).

A nivel nacional el café no sólo es importante por su superficie sembrada, sino también por el número de unidades de producción que lo cultivan.

El promedio nacional de superficie plantada con café en las unidades de producción rural asciende a 2.2 has, sin embargo se cultiva en condiciones geográficas, socioeconómicas y culturales muy diversas, por lo que el tamaño de los predios es sólo un factor que influye en los niveles de productividad.

Existen otros cultivos como la soya, el sorgo y el trigo, que destacan en superficie plantada más no en el número de unidades de producción que lo cultivan. De manera general estos requieren mejores condiciones para su producción; como terrenos planos, irrigados y con mayor tecnificación, entre otras.

CUADRO No. 6. SUPERFICIE SEMBRADA Y UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURALES DE LOS 10 PRINCIPALES CULTIVOS EN MÉXICO, 1995.

CULTIVO	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)	UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURALES	PROMEDIO DE SUPERFICIE SEMBRADA POR UPR
MAÍZ	8'601,859	2'752,020	3.1
FRIJOL	2'818,525	893,314	3.2
SORGO	1'668,302	141,452	11.8
TRIGO	993,532	113,379	8.8
CAFÉ	850,063	388,913	2.2
CAÑA DE AZÚCAR	621,615	132,322	4.7
NARANJA	532,044	424,115	1.3
AVENA FORRAJERA	379,519	76,322	5.0
SOYA	362,827	21,866	16.6
CABADA	300,989	49,300	6.3

FUENTE: INEGI. VII Censo Agropecuario, 1995.

En 1996 se registraron 761,161 has plantadas con café, distribuidas en doce estados de la República Mexicana, ellos son: Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz.

El número de productores es cercano a los 300 mil, agrupados en 16 organizaciones (INEGI, 1997).

En el ciclo 94/95 la cosecha de café en México ascendió a 5,425,700 quintales, que se convirtieron en 4,159,700 sacos de 60 kg. El 78.3% de la producción (3,257,774 sacos) se exportó a 49 países del mundo (INEGI, 1997).

CUADRO No. 7. ESTADOS PRODUCTORES DE CAFÈ EN MÈXICO

ESTADO	SUP. PLANTADA (ha)	No. DE PRODUCTORES
TOTAL	761,161	282,593
SAN LUIS POTOSI	23,702	12,920
QUERÈTARO	355	248
HIDALGO	42,403	25,630
PUEBLA	62,649	30,973
VERACRUZ	152,457	67,227
TABASCO	2,236	955
CHIAPAS	228,254	73,742
OAXACA	173,765	55,291
GUERRERO	50,773	10,497
COLOMA	2,776	783
JALISCO	3,060	597
NAYARIT	18,731	3,730

En la agricultura mexicana, la cafeticultura representa un renglón de relevante importancia económica, social y ecológica, en virtud de que se cultivan 761,165 hectáreas pertenecientes a 282,593 cafeticultores de 12 entidades, predominando los minifundistas. Actualmente se generan empleos para 3.5 millones de personas que se dedican directa e indirectamente a la cafeticultura. En los últimos diez años, esta actividad ha permitido en promedio el ingreso de 450 millones de dólares estadounidenses (Madrigal, L. R., 1996).

Esta actividad absorbe el 9% de la fuerza de trabajo ocupada en la agricultura nacional, impactando sobre todo en las zonas indígenas carentes de otras fuentes laborales, pues cada dólar generado por el café tiene un alto contenido de inversión

interna, ya que en el costo de producción, no menos del 70% es mano de obra (FIRA, 1994).

TIPOS BÁSICOS DE CAFÉ EN EL MERCADO Y SUS CARACTERÍSTICAS

COFFEA ARABICA

Posee un color verde - azulado, con menor contenido de cafeína, entre 0.9 a 1.2%, produciendo una bebida suave, con buenas características de aroma y acidez, así como cuerpo mediano y exquisito sabor. A sus variedades se les conoce como cafés árabes y son muy cotizados en el mercado internacional. México produce un 97% de café Arábica y un 3% de café Robusta.

Estos granos son delicados y plenos de sabor y se venden a los más altos precios debido a su alta calidad y disponibilidad limitada (Hernández, P.M., 1988).

Características:

- a) Arbustos de hoja perennes.
- b) Altura de 8-10 m.
- c) Tallos múltiples.
- d) Ramas opuestas.
- e) Hojas opuestas de longitud de 10-15 cm, anchura de 4-6 cm.
- f) Flores blancas, agrupadas en axilas de las parejas de hojas.
- g) Corola formado de un largo tubo que se ensancha en cinco lóbulos.

- h) El ovario son una drupa llamada “cereza” dos semillas unidas por sus caras planas de color amarillento (Osorio, 1954 y Villaseñor, 1987).

COFFEA CANEPHORA

Es de color más café que el Arábica, fluctúa entre 1.6 a 2.4% de cafeína, produce una bebida amarga, con menor acidez y aroma, pero con buen cuerpo. Estos arbustos crecen en altitudes menos elevadas y producen cafés instantáneos y tostados, mucho más comerciales debido a su bajo precio y su gran disponibilidad. El robusta es más resistente a las plagas (León, J., 1962).

Características:

- a) 2.2 o más de altura, forma irregular.
- b) Hojas elípticas de color verde oscuro y brillante en la parte superior; verde pálido en la inferior.
- c) Inflorescencia muy compleja.
- d) Frutos son duros elipsoidales, frutos caedizos (Villaseñor, L.A., 1987).

IMPORTANCIA ECONÓMICA, Y ALIMENTICIA DEL CAFÉ.

Importancia económica

El cultivo de esta especie en el país se realiza en terrenos accidentados con condiciones topográficas muy desfavorables para las actividades agrícolas en forma mecánica, lo que resalta su importancia desde el punto de vista socioeconómico, puesto que se emplea a medio millón de trabajadores que realizan todas estas labores en forma manual. A grandes rasgos se puede decir que hoy, más de 20 millones de personas en el mundo viven de este producto, la mayor parte cultivando y preparando el café verde en los países consumidores.

El café es el producto agrícola que genera el mayor empleo en el campo, en donde la familia ha sido la base del trabajo en las fincas cafetaleras y cerca de 350,000 hogares se benefician de su cultivo.

Importancia alimenticia

El café prácticamente está exento de valores nutritivos y se consume por sus propiedades refrescantes y estimulantes, contiene cafeína, que produce el efecto de estímulo fisiológico.

TAXONOMÍA Y BOTÁNICA

Clasificación taxonómica

El género *Coffea* incluye por lo menos 70 especies, de las que sólo resaltan por su valor comercial en grano para bebida estimulante: *C. arabica* Linneo y *C. canephora* Pierre (Coste, R., 1968; Ramírez, B. J., 1971).

En México se cultiva primordialmente *C. arabica* L., que es la de mayor comercialización por las características organolépticas de la bebida y en muy pequeña escala *C. canephora*. A continuación se cita la posición taxonómica de ambas según Chevalier, citado por Ramírez en 1971:

Reino Vegetal
División Antofita
Subreino Angiosperma
Clase Dicotiledoneas
Subclase Simpétala
Orden Rubiales
Familia Rubiaceae
Tribu Cofeales
Género Coffea
Sección Eucoffea
Subsección Erythrocoffea
Especies *C. arabica*
C. canephora

Descripción botánica de *C. arabica*

La planta es un arbusto que puede medir hasta 7 metros de altura, su forma es cónica o irregular y en condiciones normales de crecimiento se desarrolla con un solo eje (Costa Rica, 1984).

Raíz. El sistema radical de la planta se constituye por una raíz principal o pivotante, que profundiza de 0.5 hasta 1.0 metros en suelos profundos y cuya principal función es la fijación del cafeto; a partir de este eje se desarrollan de cuatro a ocho raíces axiales y numerosas ramificaciones laterales, responsables de la alimentación hídrica y la nutrición mineral. El 90% de las raíces se distribuye en los primeros 30 centímetros de profundidad y en un radio de 2.5 metros del tronco (Costa Rica, 1989).

Tallo y ramas. La planta de café presenta dos tipos de crecimiento: Vertical u ortotrópico, representado generalmente por un tallo central con pocas ramificaciones verticales (Costa Rica, 1984), a menos que reciba algún tipo de poda de formación, para estimular la producción de un mayor número de ejes; este tipo de crecimiento produce sólo yemas vegetativas. Lateral o plagiotrópico, representado por las llamadas bandolas o ramas primarias, las cuales pueden originar ramas secundarias y éstas a su vez terciarias. Estas poseen nudos y entrenudos, y son el asiento único de fructificación del cafeto; las primarias son opuestas, largas, flexibles y forman ángulos de 45° a 60°, con respecto al tallo central (Sánchez, C. J. C., 1991).

Hojas. Las hojas se presentan en su mayoría, en el crecimiento lateral o plagiotrópico (primarias, secundarias, terciarias); se sitúan en un mismo plano y crecen opuestas (Costa Rica, 1989), son elípticas, oblongas o lanceoladas, miden de 7 a 17 centímetros de largo y de 3 a 8 centímetros de ancho, son de color verde oscuro brillante en el haz, cerosas y coriáceas, con un verde más pálido y menos brillante en el envés, con

nervadura lateral poco prominente y márgenes de ondulaciones diversas (Costa Rica, 1984).

Flores. Las flores se presentan en una inflorescencia compleja denominada cima; normalmente se presentan de dos a tres cimas por axila, con dos a cuatro flores por cima, es decir, entre cuatro y 12 flores por axila. Las flores individuales son completas, hermafroditas y autógamas, presentan cáliz, corola, estambres y pistilo, son de color blanco y miden de 6-12 milímetros de largo y 3-4 milímetros de ancho (Haarer, A. E., 1964); tiene un ovario superior con dos óvulos (Costa Rica, 1989).

Fruto. El fruto es botánicamente una drupa, comúnmente conocida como cereza que mide de 10-17 milímetros de largo por 8-14 milímetros de ancho (Costa Rica, 1984), consta de varias partes: epicarpio o epidermis, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y endosperma o semilla (Costa Rica, 1989), es de color verde en estado inmaduro, puede ser rojo o amarillo cuando madura.

Existe una formación defectuosa de la semilla, que reduce el rendimiento en beneficio, denominada fruto vano, resultado de un proceso que causa supresión en el desarrollo del endosperma y lo reduce a una estructura en forma de disco. Este defecto está influenciado por el medio ambiente, siendo encontrado en mayor proporción en altitudes inferiores a 700 msnm (Zamarripa, C. A., 1986).

Semillas. Son oblongas, planoconvexas, cubiertas por una película plateada o perisperma (vestigios del tegumento del óvulo) (INIA, 1998).

La semilla se constituye por el endosperma principalmente, cuya coloración es verde oscuro amarillento mide de 10-15 milímetros de largo por 5-10 milímetros de ancho, con un embrión pequeño basal de 1 a 2 milímetros. La semilla está cubierta por un endocarpio fibroso, comúnmente denominado pergamino (Haarer, A. E., 1964).

El endosperma es córneo y se constituye de hemicelulosa, proteínas, cafeína, aceite, azúcares, dextrina, celulosa, ácido clorogénico y otros compuestos.

La madurez fisiológica de la semilla se alcanza alrededor de 220 días después de la antesis y carece de período de latencia, por lo que son capaces de germinar inmediatamente.

Polinización. Los granos de polen de *Coffea arabica* son más densos y voluminosos con respecto a *Coffea canephora*, germinan en breve plazo, una o dos horas si las condiciones son favorables.

El café arábigo debido a que es autofértil más o menos fértil en un 90%, gran número de flores son fecundadas antes de la inflorescencia (Osorio, 1954).

Por tener las características de autopolinizarse esta especie, está constituida en su mayor proporción, por líneas puras casi homocigótica (Nolasco, 1985).

Fecundación. La fecundación está caracterizada por el hecho de que los granos de polen producidos por los estambres que han estallado en el momento de abrirse la flor, son transportados por el viento o por los insectos sobre las puntas bífidas o húmedas del estilo. Al estar en contacto con el estilo, los granos de polen germinan, dando origen a un tubo polínico, que penetra a través del estilo, hasta encontrar el ovario y fecundarlo (Chovssy, 1967).

Si la flor ha sido fecundada, se nota que inmediatamente el ovario aumenta de volumen y permanece de color verde; se dice que el fruto ha cuajado.

Pero si no ha habido fecundación se observa que la corola de la flor se separa del ovario, el cual se seca rápidamente, para desprenderse finalmente de la rama (Chovssy, 1967).

Inmediatamente después de la fecundación, la corola y los estambres se secan y caen; aproximadamente transcurren de 2 a 3 días entre la fecundación y la caída de las piezas florales (Coste, R., 1968).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL CAFETO

El cultivo de café contribuye a evitar el deterioro ecológico provocado por el hombre en las zonas tropicales y es, al mismo tiempo, un cultivo económicamente rentable. En México, aún y cuando se localiza en zonas con una topografía accidentada, de suelos someros y con fuertes precipitaciones que pueden provocar activos procesos de erosión, la presencia de este agroecosistema impide que sean tan peligrosos y frecuentes como los reportados para zonas que están destinados a otros cultivos. Se erige como el último bastión ecológico, es el bosque sustituto de aquellos naturales que ya se destruyeron. La poda anual del bosque cafetalero es fuente de energía de leña, lo cual reduce la presión de la población sobre los últimos vestigios del bosque natural. El bosque cafetalero es un excelente fijador de CO₂, y con los elevados niveles de contaminación de la atmósfera, que incrementan el calentamiento global, contribuyen a la purificación del aire.

Los efectos de la temperatura y altitud son mitigados por la presencia de árboles de sombra, que reducen la intensidad de la luz y ayudan a retener la humedad de la tierra. Los árboles de sombra crean un ambiente de bosque que protege la fauna local y sirve de refugio temporal a las aves migratorias.

Estas características juegan un papel importante como protectores del suelo y ayudan a mantener las capas friáticas que son la fuente de agua potable para muchas poblaciones.

ECOLOGÍA DEL CAFETO

En México, el cafeto se cultiva desde la frontera con Guatemala hasta el estado de Nayarit, con diferencias ecológicas.

Vertiente del Golfo de México

Los estados comprendidos en esta vertiente son: San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Tabasco. En general esta última región no tiene problemas de agua, ya que sólo en invierno hay déficit de humedad para el cafeto. El período de lluvias intensas empieza en junio interrumpiéndose éste en agosto, para reiniciarse en septiembre y finalizar en octubre - noviembre; las precipitaciones que se registran van desde 1300 a 3000 mm anuales. Aunque en invierno las precipitaciones no son abundantes, los vientos del norte se cargan de humedad en el mar y ocasionan al chocar con la sierra, los llamados “nortes húmedos”, caracterizados por días nublados, atmósfera saturada y lloviznas finas pero consistentes que causan dificultad para la recolección de la cereza y para el secado del pergamino. En invierno, hay algunas zonas cafetaleras altas, de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y principalmente, Veracruz, que se ven afectadas por bajas temperaturas, incluso heladas o nevadas (González, S.; Jesús, A., 1978).

En general, los suelos cafetaleros de esta vertiente son de texturas migajón-arcilloso, con pH de 4 a 6, bajos contenidos de materia orgánica y responden a las aplicaciones de macronutrientes; la profundidad en la mayoría rebasa 1 metro. Los cafetales se encuentran en altitudes desde los 200 a 1400 msnm (González, S.; Jesús, A., 1978).

Vertiente del Océano Pacífico

Los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero y Oaxaca, se localizan en esta vertiente. La característica común a esta región es que tienen de 6 a 7 meses continuos de sequía, que inicia en noviembre y termina en abril - mayo. El invierno es seco y caluroso, por lo que la recolección se facilita, así como el secado del café pergamino; sin embargo, debido al déficit de agua las producciones tienden a ser bajas. Los suelos son de textura de migajón - arcilloso, principalmente con valores de pH entre 5 a 6.5 y bajos contenidos de materia orgánica. Los cafetales se encuentran desde los 200 a los 1500 msnm (Licona, F.; Roberto y Ruíz, B. R., 1979).

Región Soconusco

Comprende parte del estado de Chiapas y aunque geográficamente está ubicada en la vertiente del Pacífico, difiere en clima a los demás estados, ya que las precipitaciones son del orden de los 2500 hasta los 5000 mm, anuales. Los suelos son profundos de textura migajón - arcilloso, con valores del pH entre 4 y 6.0 y bajos contenidos de materia orgánica. Los cafetales se encuentran desde los 200 hasta los 1800 msnm (Licona, F.; Roberto y Ruíz, B. R., 1979).

Región Centro Norte de Chiapas

Comprende parte del estado de Chiapas y se caracteriza por tener períodos de sequía prolongados de noviembre a abril en las zonas de Comalapa, Ocozocuahtla y Tuxtla Gutiérrez; en las zonas de Yajalón y Simojovel son más húmedas puesto que están influidas indirectamente por vientos húmedos del Golfo de México. Los suelos son profundos con valores de pH entre 4.5- 6.0 y medianos contenidos de materia orgánica (González, S.; Jesús, A., 1978).

Ecología óptima para el cultivo del café

Las condiciones óptimas para el café son: temperaturas promedio de 18 a 22° C, sin riesgos de heladas en el invierno, con temperaturas máximas en primavera-verano por debajo de los 30° C, precipitaciones bien distribuidas en el año entre 1400 y 2000 mm, suelos con más de 1 metro de profundidad, de textura franca a migajón-arcilloso, pH de 4.5 a 5.5, contenidos de materia orgánica por arriba de 7%. Las altitudes sobre el nivel del mar en donde el rendimiento en beneficio y calidad en taza son mejores se ubican por arriba de los 700 metros (Licona, F.; Roberto y Ruíz, B.R., 1979).

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea arabica*,L) CULTIVADAS EN MÉXICO

ESPECIE ARABICA

La especie arábica es la más cultivada en el mundo cafetalero, está constituida por plantas autógamas o de autopolinización en una proporción superior a 95%; los cafés más finos por su calidad corresponden a la especie que nos ocupa; en México, el 99% de la producción proviene de la especie citada y sus principales variedades en cultivo son:

Variedad Typica

- a) Originaria de Etiopía, traída de Cuba a México a fines del siglo XVIII.
- b) En cuanto a altura alcanza hasta 6 m.
- c) Tallo ligeramente cónico y flexible.
- d) Ramas delgadas y flexibles.
- e) Entrenudos largos.
- f) Flores blancas.
- g) Hojas de color verde oscuro.
- h) Frutos de color rojo, lisos y cubiertas por una película plateada.
- i) Sensible a la insolación plena y vientos.
- j) 4.8 kg. por arbusto de producción de rendimiento promedio (León, J., 1962; Rivera, F.A., Villarreal, R.C., García, O.L., 1988).

Variedad Bourbon

- a) Originaria de África, introducida a México por Chiapas desde Guatemala.
- b) Altura ligeramente menor que la variedad Typica.
- c) Tallo robusto con entrenudos cortos.
- d) Las ramas laterales primarias forman con el tallo un ángulo medio de 50°, con ramas secundarias y terciarias abundantes.
- e) Hojas color verde oscuro, elípticas, nervaduras bien notorias, margen ondulado.
- f) Los frutos son más pequeños y granos más cortos y más redondos que los de la variedad Typica.
- g) Se adapta a cualquier altura, y es más productiva que la Typica.
- h) Rendimiento promedio es de 5.1 kg. (León, J., 1962; Rivera, F.A., Villarreal, R.C., García, O.L., 1988).

Variedad Maragogipe

- a) Su forma es piramidal;
- b) Su altura, superior a la Typica;
- c) El tallo es grueso, vigoroso y con entrenudos largos;
- d) Las ramas, fuertes, largas y forman con el tallo un ángulo cercano al recto;
- e) Sus entrenudos largos y con escasa tendencia a ramificar.
- f) Cuando maduran sus grandes hojas, son de color verde claro, con nervaduras notorias y margen ondulado.
- g) Los brotes terminales son de color bronce;
- h) Los frutos son grandes y de forma oval-elíptica;
- i) Las almendras son grandes e irregulares, y la maduración es tardía (Graner, E.A. y C. Godoy Junior, 1974).

Variedad Caturra

- a) Es nativa del Brasil, mutación originada de la variedad Bourbón.
- b) Traída a México en 1952 procedente de Colombia.
- c) Estructura cilíndrica.
- d) Altura de 2-4 m.
- e) Ramas con un ángulo de 65°.
- f) Entrenudos cortos con tendencia a producir ramas secundarias y terciarias.
- g) Hojas verde oscuras, cuando son jóvenes presentan un color verde claro.
- h) Soporta la insolación, viento y frío, exigente en agua y nutrientes (Graner, E.A. y C. Godoy Junior, 1974).

Variedad Mundo Novo

- a) Originario de Brasil.
- b) Cruzamiento natural entre Typica y la variedad Bourbón.
- c) Llegó a México en el año de 1951.
- d) Es de gran soporte y de mucho vigor.
- e) El tallo es redondo, fuerte y entrenudos largos.
- f) Hojas de color verde oscuro.
- g) Fruto semejante al Typica, aunque con maduración más tardía. Tolera sequía (Carvalho, A. y C.A. Krug, 1952).

Variedad Garnica

- a) Originario de México.
- b) Cruzamiento entre el Mundo Novo 15 de color rojo y Caturra amarillo 13 en 1961.
- c) Tallo fuerte con entrenudos de tamaño medio.

- d) Ramas fuertes, largas y con gran tendencia a ramificar.
- e) Hojas de color oscuro y jóvenes de color verde claro.
- f) Frutos rojos semejantes al del Mundo Novo (Rivera, F.A.; Villarreal, R.C.; García, O.L., 1988).

Variedad Catuai

- a) Tiene porte pequeño, lo que facilita su cosecha y manejo,
- b) Posee elevado vigor y productividad, como Mundo Novo;
- c) La maduración es tardía, pero la producción es precoz.
- d) El Catuai parece soportar condiciones climáticas rigurosas.
- e) No obstante que Garnica y Catuai tienen origen semejante,
- g) Los ideotipos seleccionados por los fitomejoradores son diferentes y fáciles de diferenciar, sobre todo cuando son jóvenes (Villaseñor, L.A., 1987).

Variedad Catimor

Para su descripción tomemos como modelos Caturra y tendremos:

- a) Porte ligeramente mayor; follaje menos compacto;
- b) Hojas semejantes a la de Caturra;
- c) Algunas progenies tienen brote terminal de color verde claro, mientras que otras lo tienen color bronce;
- d) El fruto y el grano son muy semejantes a Caturra.
- e) Sin embargo, hay progenies que tienen frutos y granos muy irregulares.
- f) Es un híbrido interespecífico entre *C. canephora* y *C. arabica* (INMECAFÉ, 1979; Villaseñor, L.A., 1987).

Variedad Oro Azteca

Es el resultado del cruce entre la variedad Caturra Rojo y el híbrido de Timor, caracterizada particularmente por su resistencia a la roya anaranjada, su alto rendimiento, buena calidad de la bebida y buena adaptación a las regiones cafetaleras (en altitudes de 600 a 1200 msnm) (INIFAP, 1997).

CUADRO No. 8. CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE CAFÉ CULTIVADAS EN MÉXICO.

Variedad	Origen	Porte	Brotos	Frutos	Sensibilidad	Producción/ Planta (kg)
Typica	Etiopía	Alto	Bronceados	Rojos	No soporta el sol directo ni vientos.	2.8 a 4.8
Bourbón	Africa	Alto	Verdes claros	Rojos o amarillos	Soporta el sol directo y vientos.	5.0a 5.1
Caturra	Brasil	Bajo	Verdes claros	Rojos o amarillos	Soporta el sol directo.	4.9 a 8.9
Mundo Novo	Brasil	Alto	Verdes oscuros	Rojos	Tolera sequía y poder de recuperación.	5.4 a 16.6
Maragogype	Brasil	Alto	Bronceados	Rojos grandes	---	---
Garnica	México	Bajo o intermedio	Verdes claros	Rojos o amarillos	Tolera el sol directo.	6.5 a 17.6
Catuaí	Brasil	Bajo	Verdes claros	Rojos o amarillos	Tolera el sol directo.	6.7
Catimor	Portugal	Bajo	Verdes claros y bronceados	Rojos o amarillos	Resistente a la roya anaranjada.	5.2 a 9.4
Robusta	Africa	Muy alto	Verdes	Rojos pequeños redondos, escaso mucílago	Tolera el sol directo.	2.8 a 10.8

FUENTE: Regalado, O.A.. Manual para la Cafecultura Mexicana, 1996.

CUADRO No. 9. Producción de café cereza de las principales variedades de café cultivadas en México.

Variedad	Producción/cafeto (kg).	Producción (Qq/ha/año)*	Comportamiento en relación a la Variedad Typica (%)
Typica	4.8	32.6	100.0
Bourbón	5.1	34.7	106.3
Caturra	4.9	33.3	102.1
Mundo Novo	5.4	36.7	112.5
Garnica	6.5	44.2	135.4
Catimor	5.2	35.5	108.8

* A una densidad de 1666 cafetos/ha. Producción promedio mínimo de 6 ciclos de cosecha.
(Rivera, F.A.; Villarreal, R.C.; García, O.L; 1988).

REQUERIMIENTOS GENERALES DEL CULTIVO DEL CAFETO

El medio ejerce una influencia determinante en el comportamiento de las especies; un entorno propicio permite la manifestación del máximo potencial genético, por el contrario, si alguno de los factores del medio no es requerido, puede ser una limitante para el desarrollo y crecimiento, por lo que su explotación económica se ve seriamente afectada.

Los elementos determinantes en el crecimiento, floración y maduración del fruto así como en la calidad del producto final (bebida en taza) son: temperatura, lluvia en cantidad y distribución a través del año, intensidad lumínica y suelo; factores influenciados por la altitud y latitud; otros que deben considerarse, son el viento y la topografía (Carvajal, J.F., 1972). A continuación se enuncian algunos de los requerimientos edafoclimáticos para *C. arabica*:

Altitud. La altitud está íntimamente relacionada con la calidad del café, y su efecto de acuerdo con la latitud en que se encuentran las plantaciones (Nolasco, 1985). En México, las alturas mejores se encuentran entre los 900 y 1300 metros sobre el nivel del mar, donde se puede obtener un café de muy buena calidad, de tipo altura, el cual tiene reconocimiento a nivel internacional por su sabor, aroma, cuerpo y acidez (Regalado, O.A., 1996; INIFAP, 1997).

Precipitación. La precipitación media anual requerida para el café es de 1800 a 2000 milímetros, distribuidos a través del año, con un período de sequía relativa de dos a tres meses, que debe coincidir con un período de reposo vegetativo, para posteriormente iniciar la floración. Una precipitación de 1500 milímetros, repartida

uniformemente, puede ser suficiente; por el contrario, por debajo de ésta, el crecimiento de la planta se limita y por lo tanto afecta la cosecha del año siguiente. Los períodos de sequía prolongados propician la caída de las hojas; limitando la actividad fotosintética, consecuentemente, la cosecha disminuye y en algunos casos puede causar la muerte de las plantas. Con precipitaciones mayores a 3000 milímetros, la calidad física del café oro y la calidad de taza se deterioran (Costa Rica, 1989).

CUADRO No. 10. Precipitación pluvial y Temperatura media anual en los estados cafetaleros de México.

ESTADO	PRECIPITACIÓN PLUVIAL (mm).	TEMPERATURA (C)
Chiapas (Soconusco)	4,136	23.2
Chiapas (Centro Norte)	1,828	23.0
Puebla	2,749	18.8
San Luis Potosí	2,494	22.8
Oaxaca	2,492	20.6
Jalisco	2,428	20.8
Veracruz	2,302	21.6
Hidalgo	1,801	19.2
Guerrero	1,370	23.6
Nayarit	1,349	20.9

Temperatura. El café requiere de temperaturas medias mensuales entre 19 y 22° C, con mínimas de 16° C y máximas de 22° C. Los valores fuera de estos rangos causan daños a la planta.

Las temperaturas intermedias 23°/17° C día/noche son las más favorables para la iniciación floral, a temperaturas altas se marchitan los botones florales, o bien se forman flores estrella, y a temperaturas bajas prácticamente se inhibe la iniciación floral. Cuando las temperaturas son inferiores a los 10° C, se produce clorosis por la muerte de los cloroplastos, lo que detiene el crecimiento de la planta (Costa Rica, 1989).

Luminosidad. La mayoría de los estudios sobre las necesidades del cafeto en cuanto a luminosidad o brillo solar, coinciden en señalar que requiere de 1500 a 2500 horas efectivas de luminosidad, también mencionan que ésta es muy importante, tanto por su intensidad, como por su duración diaria y la distribución durante el año, ya que la planta requiere de 200 a 280 horas durante los meses secos y de 100 a 150 durante los meses húmedos (Regalado, O.A., 1996; INIFAP, 1997).

Humedad ambiental. Para el buen desarrollo de la planta es recomendable una humedad relativa de 70 a 80%. Es importante recordar que, la humedad relativa superior a 80% favorece el desarrollo de las enfermedades fungosas.

Vientos. Los vientos fuertes son nocivos para el cultivo del café, ya que producen la ruptura de ramas y caída de hojas, y además si se trata de vientos cálidos y secos, propicia un aumento en la transpiración que puede ocasionar el marchitamiento de hojas y brotes jóvenes, deteniendo el crecimiento del cafeto (INIFAP, 1997).

Suelos. Desde el punto de vista físico, los mejores suelos para café son aquellos profundos, permeables, friables y de textura franca. La buena aireación es fundamental, el suelo ideal para café debe tener un espacio poroso de 60%, del cual la mitad debiera permanecer ocupado por aire, cuando está húmedo (INMECAFÉ, 1979).

Los suelos de textura franca y profundos son ideales para el desarrollo del cultivo, ya que en éstos las raíces no tienen dificultad para penetrar y cumplir con su función, además de explorar con mayor eficiencia el suelo (INIFAP, 1997).

pH. El café se desarrolla bien en los suelos ácidos con valores de 4.5 a 5.5, sin embargo, es importante considerar las propiedades físicas del suelo y la disponibilidad de nutrientes, como también un contenido de materia orgánica arriba del 7 por ciento (INIFAP, 1997).

Latitud. *Coffea arabica*: 6-9° C latitud norte. Zonas de altas mesetas.

Coffea canephora: 6-9° C se encuentra ubicada en la Zona Ecuatorial (Osorio, 1954).

23° C longitud norte (Nolasco, 1985).

Materia orgánica. El contenido de materia orgánica en el suelo modifica y mejora la estructura, la cual influye en la porosidad y la permeabilidad, también hace más efectiva la vida de los microorganismos del suelo y desempeñan un papel similar al de la arcilla al retener los nutrientes. Los suelos cafetaleros generalmente son ricos en materia orgánica y en algunos casos llegan a un contenido de 8 a 12% (Manual del Cafetalero Colombiano, 1969).

PROPAGACIÓN

Las plantas de café pueden propagarse de forma sexual, es decir, por medio de semilla o de forma asexual, vía estacas, injertos y cultivo de tenidos *in vitro*. La especie autógama *C. arabica* se multiplica normalmente por semilla mientras que *C. canephora*, especie alógama, autoestéril, debe propagarse por métodos asexuales para evitar problemas de autoincompatibilidad y producción.

Sin embargo, estos métodos tradicionales presentan los problemas siguientes:

- Poca capacidad de multiplicación (un cafeto produce en promedio 6,000 semillas por año),
- Se requiere de grandes superficies de cultivo para la obtención de semillas,
- Se necesita de largo tiempo para la propagación masiva de una variedad (INIFAP, 1997).

En el cultivo del café predomina la propagación por semilla, con importantes diferencias en los procedimientos utilizados, que dan lugar a alta variación en el vigor, sanidad y estado general de las plantas establecidas en el terreno definitivo (INEGI, 1997). Esto es porque debido a que en cada flor el polen fertiliza al gineceo en no menos de 95% de los casos, ya que la polinización ocurre antes de que los botones abran (Villaseñor, L.A., 1987).

Para la propagación sexual, es importante el establecimiento de semilleros y viveros de tal manera que se tenga control sobre la semilla utilizada, su origen, sus características y el cuidado que debe proporcionársele a la plántula. Esta forma de propagación tiene la finalidad de concentrar en el terreno una cantidad grande de semilla para su germinación, de esta forma se controla económicamente algunos factores que influyen en dicha germinación como: humedad, profundidad de siembra, sombra y control de malezas, plagas y enfermedades (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990).

CUADRO No. 11. ACTIVIDADES PARA LA PROPAGACIÓN DEL CAFETO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
SEMILLA	Selección y tratamiento.
SEMILLERO O GERMINADOR	Selección del terreno, limpia y preparación del suelo, establecimiento de sombra, preparación de parcelas, desinfección y siembra.
VIVERO	Selección del terreno, limpia, colocación de sombra, preparación del suelo, trazo de parcelas y trasplante.
ESTACAS (reproducción asexual)	Selección de tallos, aplicación de reguladores de crecimiento, sustrato de enraice, trasplante de estacas, riegos.
INJERTO (reproducción asexual)	Generación de plántulas, realización de injerto, protección del injerto, retiro de la protección y cuidados generales.
CULTIVO DE TEJIDOS IN VITRO (reproducción asexual)	Selección de órganos a utilizar, cultivo de tejidos en medios nutritivos bajo condiciones de asepsia, obtención de la plántula.

FUENTE: Regalado, O.A. Manual para la Cafeticultura Mexicana, 1996.

En cuanto a la propagación asexual (estacas, injerto, cultivo de tejidos *in vitro*) presenta grandes perspectivas para la multiplicación masiva de materiales resistentes a la roya anaranjada del cafeto porque puede producir los siguientes efectos:

- a).- reducir el tiempo de selección en materiales provenientes de cruzas interespecíficas;
- b).- producir nuevos materiales resistentes a roya anaranjada del cafeto;
- c).- facilitar el transporte de cafetos a grandes distancias; y
- d).- conservar a bajo costo colecciones de interés genético (Villaseñor, L.A., 1987).

SEMILLERO Y VIVERO

Selección de semilla. El éxito de toda plantación se obtiene con semilla proveniente de plantas sanas, vigorosas y productivas. Es importante asegurarse de la pureza genética de la variedad que se pretende propagar, es decir, que posea todas las características deseadas (porte, rendimiento, resistencia, etc.). Los frutos se cosechan cuando se encuentran en completa madurez, se despulpan a mano, se fermenta de 14 a 27 horas de acuerdo a la temperatura del lugar, se lava y se seca la semilla a la sombra. Posteriormente, se selecciona, eliminando la semilla pequeña, pues está comprobado que la semilla grande produce plantas más vigorosas (Costa Rica, 1989). Los frutos a elegir son los de la parte media de la planta (Sánchez, C.J.C., 1991). Es importante enfatizar que los cafetos seleccionados para semilla deben tener menos de 5% de gravos vanos y anormales. La semilla para la siembra es la denominada tipo “planchuela”. La semilla del cafeto es capaz de germinar desde el momento inmediato a su recolección, por lo que puede utilizarse inmediatamente; ésta pierde su viabilidad en un corto plazo; a los tres meses, germina del 70 al 75%, a los cinco el 50 y a los nueve meses sólo el 20-25% (Costa Rica, 1991). Para mantener la viabilidad de la semilla por un período de tiempo más largo, se debe almacenar en locales limpios y desinfectados a una temperatura de 10° C.

Preparación del semillero. El semillero puede prepararse de varias formas; sin embargo, conviene considerar algunas normas, para asegurar la máxima germinación de las semillas.

En la selección del sustrato o suelo para el semillero debe considerarse que tenga:

- a) Buena retención de humedad; pero al mismo tiempo, es importante un buen

- drenaje, para eliminar los excesos de agua,
- b) pH ligeramente ácido y con bajo nivel de sales,
 - c) Ausencia de patógenos, o bien pueda desinfectarse sin efectos nocivos para la semilla y plántula de café,
 - d) Textura franca, para que la raíz se desarrolle sin dificultad.

Como el semillero sólo se utilizará para germinar la semilla, no es necesario que el suelo o sustrato sea muy fértil. Puede utilizarse suelo (siempre y cuando no sea muy arcillosos) y algunas mezclas como arena + suelo + pulpa de café, en proporciones iguales, procurando que la pulpa de café esté bien descompuesta (fermentada) (INIA-SARH-CIAGOT, 1996).

--- **Desinfección.** Uno de los factores más importantes para tener éxito en el semillero, es la desinfección del suelo, labor que protegerá al cultivo de plagas y enfermedades y que redundará en una mejor calidad de la planta.

Para ello se recomienda el Dazomet (Basamid), fumigante granulado poco tóxico, de fácil manejo, que se utiliza para almácigos de café en dosis de 40 gramos por metro cuadrado del producto comercial. Después de una aplicación homogénea debe darse un riego ligero y tapar con plástico durante 48 horas. El dazomet controla semillas de malezas, patógenos y plagas comunes del suelo.

Otra alternativa es el bromuro de metilo, aunque no es muy recomendable ya que a comparación del dazomet es más peligroso (Hernández, P.M., 1988).

--- **Dimensiones.** Las dimensiones del semillero pueden variar de 1 a 1.5 metros de ancho por el largo necesario, según las plantas a producir. Las camas deben separarse entre sí por canales o espacios de 0.5 metros de ancho, que sirven como drenes y andadores, para realizar las diferentes prácticas culturales.

Otras características que debe de reunir un semillero son:

- a) Terreno lo más plano posible,
- b) Localización cerca de una toma de agua, para poder realizar los riegos necesarios,
- c) Lugar cercano donde se trasplantarán las pesetillas o plántulas de café.

Siembra. Se siembra en surcos espaciados a 10 centímetros entre cada uno, depositando la semilla a chorrillo y cubriéndola con una capa del mismo sustrato, cuidando que quede a una profundidad de 2 centímetros aproximadamente (Sánchez, C.J.C., 1991); la posición de la semilla en el surco es indistinta, ya que no tiene influencia en su germinación.

Las camas se tapan con algún material vegetal como pesma (helecho), hoja de plátano, hoja de grevilea o costalera de desecho, la cual se retira cuando empiezan a germinar las primeras semillas, lo que ocurre entre los 40 y 60 días, dependiendo de la temperatura del lugar (INIFAP, 1997).

Labores en el semillero. El cobertizo estructura que proporciona la sombra, debe instalarse previamente a la siembra, para lo cual se necesitan postes de madera o cualquier material disponible. La altura del tapesco se recomienda de 1.80 metros y pueden utilizarse postes intermedios de sostén, de acuerdo a las dimensiones del semillero. El emparrillado puede ser de alambre de púas, o de cualquier otro material resistente. Los materiales para la sombra pueden ser: costales de desecho, hojas de plátano, helecho o pesmas, palma, bambú, grevilea, malla, etc. (INIA-SARH-CIAGOT, 1996).

Cualquiera de ellos debe proporcionar una sombra uniforme y cubrir los lados del semillero donde más incida la luz solar. El espesor de la capa de sombreado no debe ser tan denso que evite o reduzca la aireación ni penetración del agua de lluvia, ni tan escaso que deje “huecos” visibles que perjudiquen a las semillas o plántulas justo abajo del “hueco”.

--- **Riego.** La semilla requiere de abundante humedad para germinar, la práctica de cubrir las parcelas con una cobertura vegetal, después de sembrar, constituye una protección para la semilla y favorece la conservación de la humedad en el suelo. Sin embargo, cuando los semilleros se establecen en lugares secos, con poca precipitación, es necesario ayudar a la germinación con riegos de auxilio, mediante regaderas y sobre la cobertura vegetal, para evitar remover la semilla del suelo.

--- **Control de la maleza.** En los almácigos, el deshierbe manual es una práctica, que ayuda a mantener un buen estado fitosanitario. Los deshierbes se realizan después de levantar la cobertura vegetal y se hacen tantos como sean necesarios, ya que en esta etapa de crecimiento, la competencia con la maleza es definitiva en el buen desarrollo de las plántulas. Pero lo más conveniente es aplicar fumigante al suelo (desinfección) al inicio del establecimiento del almácigo ya que esta controla enfermedades de la raíz causadas por hongos, bacterias o nemátodos, e inhibe la germinación de semillas de maleza, permitiendo un buen estado fitosanitario del semillero hasta por cuatro semanas (Rivera, 1991; INIFAP, 1997).

--- **Control de enfermedades y plagas.** Aunque el propósito de desinfectar el suelo es para prevenir enfermedades o ataques de insectos puede existir nemátodos el cual pueden presentarse en las raíces una o dos semanas después de la germinación; sin embargo, es muy difícil de observar los síntomas en el follaje, a no ser que las poblaciones sean muy altas (Costa Rica, 1989).

Cuando las plántulas presentan flacidez y amarillamiento del follaje en áreas o manchones, deben arrancarse y revisarse de la raíz, para constatar la presencia de nemátodos por medio de las nodulaciones que estos hacen; en algunos casos, además de los nódulos o agallas, se presentan necrosis (pudriciones) de raíces secundarias y terciarias, provocadas por otros nemátodos y/o microorganismos patógenos.

Las plagas más comunes en un semillero son los grillos, que trozan los tallos tiernos y las hojas, en cantidades que pueden ser importantes, principalmente la “arriera”, que hacen daños similares a los de los grillos, gusanos medidores y gallina ciega. El incremento de estas plagas depende, en mucho, de la cantidad de maleza presente dentro y alrededor del semillero. Para evitar los plaguicidas en el semillero y como consecuencia el aumento de los costos de producción, es muy recomendable realizar todas las demás labores, siguiendo las indicaciones antes señaladas, a fin de obtener planta sana y de buena calidad. No obstante, si se presenta alguno de los problemas arriba mencionados, pueden seguirse las recomendaciones del cuadro 13:

CUADRO No. 12. PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN SEMILLEROS DE CAFÉ Y PRODUCTOS QUÍMICOS QUE CONTROLAN.

PROBLEMA	AGENTE CAUSAL	PARTES AFECTADAS	PRODUCTOS QUE CONTROLAN (1)	DOSIS (L./HA) (2) Y FORMA DE APLICAR
Damping off o Ahogamiento	<u>Rhizoctonia solani</u>	Tallo y raíces	Quintozeno (PENTACLOR 600 F)	22 kg. Aplicar al suelo y tallos de plantas.
Mancha de hierro	<u>Cercospora coffeicola</u>	Hojas	Benomil (BENLATE o PROMYL)	70 gr. Aplicar al follaje hasta 3 aplicaciones con intervalo de 2 semanas.
Requemo	<u>Phoma costerricensis</u>	Brotos, tallos y hojas	Fosetil-AI (ALIETTE 80% P.H.) o Iprodiona (ROVRAL 50 P.H.)	800 gr. de fosetil o 200 gr. de iprodiona. Aplicar al follaje hasta 3 aplicaciones con intervalo de 2 semanas.
Grillo, Hormigas, Larvas, Defoliaciones, Escamas y Afidos.	Varios géneros y especies	Hojas, brotes y tallos	Diazinón (BASUDIN 40 H)	400 gr. Aplicar al follaje. Puede mezclarse con los fungicidas aplicados al follaje.
Nemátodos (nigua) Gallina ciega	<u>Meloidogyne Incognita</u> <u>Pratylenchus Coffeae</u> <u>Phyllophaga Spp</u>	Raíces	Aldicarb (TEMIK 15 G) Fenamifos (NEMACUR 10 % GR)	7.9 kg. De aldicarb, 3 kg. De fenamifos 20 días después de la germinación incorporándolo entre los surcos de plantas.

(1) Productos registrados en el catálogo oficial de plaguicidas 1994.

(2) Las dosis están calculadas en base a 200 litros de agua/ha. Debe calcularse la cantidad de formulación a emplear, según la concentración de ingrediente activo indicado.

Establecimiento de semillero – vivero. Esta práctica consiste en sembrar la semilla directamente en bolsas de polietileno (como ya se indicó en el apartado correspondiente) con la modalidad que la planta se desarrolla en el mismo sitio desde su germinación hasta que sale al lugar definitivo, lo cual representan un ahorro para el productor. En este sistema, las plantas tienen un mejor desarrollo vegetativo, ya que se evita el

autosombreado. La raíz también puede desarrollarse sin problemas de competencia; también se facilitan las labores de fertilización y deshierbes.

Si se elige este sistema, deben considerarse varios aspectos como son:

- a) La época de establecimiento. La semilla se siembra entre junio y julio y la planta se aprovecha desde junio hasta septiembre del siguiente año,
- b) El número de deshierbes para el control de maleza aumenta, pero se facilita, ya que es por bolsa,
- c) El tamaño de la bolsa debe ser de 18 x 30 centímetros, considerando la variedad (porte alto o bajo) y el tiempo que permanecerá en el almácigo, el cual es aproximadamente entre 12 y 14 meses,
- d) La planta en bolsa está sujeta a un mayor estrés, por lo que se deben considerar riegos auxiliares a lo largo de todo el período de desarrollo,
- e) La aplicación de fertilizante, así como de plaguicidas deben hacerse al suelo con sumo cuidado, ya que pueden causar quemaduras o lesiones a la planta,
- f) Los programas de fertilización y prevención de plagas y enfermedades deben elaborarse siguiendo las recomendaciones señaladas en el semillero y vivero,
- g) Las bolsas también se mantienen bajo sombra (INIFAP, 1997).

Injertación. La injertación no es una práctica común en el cultivo, a pesar de que se conoce desde hace 17 años (Sylvain, G.P, 1979). Sin embargo, con la importancia actual de la corchosis de la raíz en el estado de Veracruz, es necesario considerar la injertación hipocotiledonar o injerto Reyna (Sánchez, C.J.C., 1991) dentro de las labores del semillero. El portainjerto más conocido es la variedad Robusta, de la especie *C. canephora*, ya que ésta posee un sistema radical abundante y tolerancia a problemas como nemátodos y pudriciones por *Rosellinia*; asimismo, soportan muy bien el estrés por déficit hídrico. El cafeto a injertar puede ser cualquiera de las variedades de *C. arabica*, de acuerdo a la aceptación del productor; sin embargo se recomienda que

sea una variedad con buenas características de producción, independientemente de su porte.

Establecimiento del vivero. Los viveros se preparan mediante siembra directa o en bolsa de polietileno. Para su correcta ubicación conviene considerar la disponibilidad de agua, no sólo por la aplicación del riego si se juzga necesario, sino porque facilita las labores de aplicación de fertilizantes al follaje o de productos fitosanitarios.

--- **Viveros en tubo de polietileno.** El lugar donde se van a colocar los tubos debe ser bien nivelado y de 1.20 a 1.50 metros de ancho, dejando pasillos o calles de 50 centímetros para facilitar la supervisión y labores culturales; el largo depende del tamaño y configuración del terreno. Para el llenado del tubo se mezcla tierra con arena y materia orgánica en proporción similar, a fin de tener un suelo franco que facilite el desarrollo radical, la mezcla deberá ser previamente desinfectada igual que la del suelo a utilizar en los semilleros.

Desinfectada la mezcla se procede al llenado de los tubos, sin que quede muy apelmazada para que permita el libre desarrollo de la raíz. Se recomienda utilizar tubos negros con dimensiones de 18 x 30 centímetros; estos se colocan dentro del viveros en hileras formando parcelas. El arreglo de las hileras puede ser variable siempre y cuando se considere el espaciamiento que permita la aireación entre ellas.

Lo más recomendable es hacer tres hileras de dos tubos cada una con una separación de 15 centímetros. Para colocar las plántulas se hace un hoyo en forma de cono en los tubos, con una punta de estaca, el cual deberá permitir la entrada de la raíz libremente; luego de eliminar el extremo de la raíz pivotante, para evitar que quede doblada, se le adhiere en la punta un poco de tierra húmeda, con lo que se evita torcer la raíz al introducirla en el hueco (De la Cerda, L.J., 1990).

Antes del trasplante se seleccionan uniformemente plántulas sanas y con la raíz normal. Se siembran a un nivel similar al del semillero, se agrega tierra para fijarla, presionando un poco, de tal manera que no quede en falso, ni dejando espacios de aire,

ni cavidades que faciliten la acumulación de agua y provoquen el desarrollo de hongos.

Los tubos se colocan en posición vertical y bien alineados, para facilitar el manejo. El riego debe ser constante y controlado.

--- **Viveros en suelo directo.** Inicialmente, deberá seleccionarse un área cercana a las plantaciones con vías de acceso, de preferencia plana y con disponibilidad de agua (Sánchez, C.J.C., 1991).

Los tabloncillos o camas se hacen de 1 a 1.50 metros de ancho, el largo convencional, el espesor de 20 centímetros y calles de 0.5 metros. El terreno debe quedar suelto a una profundidad no menor de los 20 centímetros, para evitar el rebrote de malezas. Para controlar plagas y enfermedades del suelo, así como semillas de maleza, se recomienda la desinfección de las camas, en la forma descrita anteriormente. El trazo para la colocación de las plantas puede hacerse con la ayuda de un marcador de madera.

Una vez trazado el espacio, se procede al trasplante, con la ayuda de un espeque, profundizándolo a unos 8 centímetros. La distancia entre plantas depende en gran parte de la variedad y de las condiciones climáticas de la zona. En términos generales se recomienda plantar a una distancia que varía entre los 20 x 20 centímetros y los 25 x 25 centímetros. El trasplante se realiza con la misma técnica que para el sistema en tubo.

En ambos casos, el estado de desarrollo de la planta seleccionada para el trasplante puede ser de “soldadito” a “mariposa” (Sánchez, C.J.C., 1991).

Labores en el vivero:

--- **Preparación y manejo del sombreado.** El sombreado de plántulas de café es una práctica común en todo el país y además recomendable, si se consideran los problemas actuales de conservación de suelos, uso racional de plaguicidas y en general la preservación de los ecosistemas. Por esta razón, se necesita el oportuno manejo de la

sombra, para lograr plantas sanas y vigorosas. Pero lo que se puede ahorrar en la elaboración de un tapesco, se tiene que invertir en insumos que implican mayores jornales, compra de equipo y otros gastos que aumentan considerablemente los costos de producción.

Existen tres sistemas de sombreado de viveros que el productor puede seleccionar, de acuerdo a su capacidad de inversión que son: Cobertizo tradicional, Cobertizo artificial fijo, y el tipo semifijo.

El sistema que se recomienda para el productor que por lo general no cuenta con suficiente recurso económico es el Cobertizo tradicional ya que los materiales a utilizar lo puede conseguir en su propio predio, además de que es rústico a comparación de los otros dos sistemas.

--- **Control de maleza.** El crecimiento de maleza puede ocasionar problemas de competencia en el vivero. En aquellos establecidos directamente en el suelo, los deshierbes manuales son los más apropiados; se realizan de cuatro a cinco durante todo el período de vivero.

Se ha reportado que el uso de herbicidas preemergentes como oxifluorfén (GOAL) combinado con alador (LAZO); sin embargo, resulta costoso y requiere de una buena práctica en la aplicación del herbicida, por lo que el productor que prefiera este tipo de control debe consultar al técnico (Costa Rica, 1989; INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990; Sánchez, C.J.C., 1991).

--- **Fertilización.** Para obtener planta vigorosa de buen porte y desarrollo, los viveros deben fertilizarse con 100 gramos por metro cuadrado de la fórmula 18-12-6 cada tres meses, después de establecido el vivero, aplicando un total de 300 gramos por metro cuadrado. Los viveros en tubo o bolsa se fertilizan con la misma fórmula, con aproximadamente 5 gramos por planta, procurando incorporarlo en la periferia de la bolsa y tapanlo (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990).

Cuando el vivero presente deficiencias en el follaje por una escasez de sombreado, debe utilizarse un nutrimento foliar que aporte microelementos y complemente la fertilización al suelo. Este puede ser Gro-green en dosis de 0.5% de la cantidad total de agua a utilizar, o Bayfolán Plus a dosis de 0.5 litros por cada 100 litros de agua, dando tres aplicaciones con intervalo de dos meses (México, 1988).

--- **Control de plagas y enfermedades.** En la etapa de vivero pueden aparecer algunos problemas fitosanitarios que pueden controlarse realizando todas las labores antes recomendadas, para evitar la aparición de brotes de algún parásito. Pero existen productos químicos que controlan estos parásitos el cual encarece los costos de producción; estos productos se presentan a continuación, con el nombre de la enfermedad y su nombre científico y las plagas que controla:

CUADRO No. 13. PLAGAS Y ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN EL VIVERO Y SU CONTROL.

PROBLEMA	AGENTE CAUSAL	PARTES AFECTADAS	PRODUCTOS QUE CONTROLAN (1)	DOSIS (L.A/HA) (2) Y FORMA DE APLICAR
Mancha de Hierro	<u>Cercospora coffeicola</u>	Hojas	Oxicloruro de Cobre 50% (CUPRAVIT)	1.2 kg. Aplicar al follaje cada 15 días. De 3 a 5 aplicaciones.
Requemo	<u>Phoma costarricensis</u>	Brotos, Tallos y hojas	Clorotalonil o Fosetil-Al (ALIETTE 80% PH)	1.5 kg. De clorotalonil, 1.6 kg. De fosetil-Al no más de 4 aplicaciones alternadas de ambos productos.
Estrangulamiento del cuello o fusariosis	<u>Fusarium spp</u>	Parte basal del tallo y raíces	Quintoceno (PENTAFLOR 600 F)	22.5 kg. Una sola aplicación al suelo mezclando con agua.
Nemátodos Y Gallina ciega	<u>Meloidogyne Incognita, Pratylenchus Coffeae y Phytophaga Sp</u>	Raíces	Aldicarb (TEMIK 15 G)	7.9 kg. Incorporar al suelo y regar. Una sola aplicación.
Escamas	<u>Saissetia spp</u> <u>Coccus spp</u>	Tallos y ramas	Aldicarb (TEMIK 15 G) O Diazinón (BASUDIN 40 H)	7.9 kg. De aldicarb, 800 gr. de diazinón. El primero se incorpora al suelo; el segundo se aplica al follaje una sola vez.
Pulgones	<u>Toxoptera aurantii</u>	Brotos y tallos	Diazinón (BASUDIN 40 H)	480 gr. Se mezcla con agua y se aplica sobre el follaje una sola vez.

(1) Productos registrados en el catálogo oficial de plaguicidas 1994.

(2) Las dosis están calculadas en base a 400 litros de agua/ha.

--- **Riegos.** Los viveros de café se deben regar con técnicas que asperjen el agua sobre los canteros y las bolsas, para emplear las técnicas de riego por aspersión, se debe de tomar en cuenta las siguientes condiciones:

Que las gotas de lluvia asperjadas sean finas y de medias a baja intensidad.

Que el chorro del aspersor tenga una altura inferior a los umbráculos y cobertizos.

Partiendo de las consideraciones anteriores y de las posibilidades y disponibilidad del país, la aplicación del riego en los viveros abarca dos etapas. En condiciones anormales (no se aplica la técnica del aspersor) aplicando el agua con mangueras. Para aplicar esta técnica es obligatorio el uso de regaderas en el extremo de las mangueras.

No se puede regar con las mangueras conectadas directamente a la motobomba.

ESTABLECIMIENTO DE CAFETALES

Para establecer con éxito una plantación de café se deben considerar las variaciones ecológicas de la zona en que se ubica el terreno; entre otros factores destacan: la altitud, latitud, precipitación, temperatura, tipo de suelo, topografía, etc. (Costa Rica, 1989).

Por su productividad, adaptación a las condiciones agroclimáticas, así como su resistencia a plagas y enfermedades, el material genético es uno de los elementos importantes a considerar en la producción de los cultivos (Santoyo, C.H. *et al.*, 1996).

Preparación del terreno. El primer paso es limpiar el terreno, con implementos manuales o mecánicos. Una vez preparado el terreno se procede a realizar el trazo de plantación, seguidamente el estacado y la preparación de los hoyos.

Conservación del suelo. La zona cafetalera se localiza en su mayoría en terrenos con pendiente considerable y presenta cantidades, frecuencia e intensidades de lluvia que favorecen la erosión hídrica. Considerando los daños que causa la erosión y el deterioro de la finca por cárcavas y derrumbes, deben establecerse algunas prácticas u obras de conservación, buscando disminuir o anular el efecto de los factores que favorecen la erosión. Por ejemplo, amortiguar el golpe de las gotas de la lluvia, disminuir la velocidad del agua de escorrentía, encauzar las aguas sobrantes, o proteger la estructura de suelos. Algunas de las prácticas que pueden utilizarse en la conservación de suelos en cafetales son:

--- **Curvas a nivel.** El trazo de plantación en curvas a nivel se debe utilizar en la construcción de canales, acequias de ladera, zanjas de infiltración y barreras vivas, las cuales se establecerán antes del cultivo (Colombia, 1975).

Un sistema práctico para trazar curvas a nivel, es el nivel de triángulo o plomada, o bien el de manguera; con estas prácticas las plantas de un surco quedan a un mismo nivel sobre la pendiente del terreno.

--- **Siembras en contorno.** Es la disposición de las hileras de cultivo a través de la pendiente, siguiendo las curvas a nivel. Así, cada hilera de plantas forma un obstáculo donde choca el agua de esorrentía. El cultivo en contorno debe implantarse en todos los casos en que la pendiente del terreno sea superior al 5%. En este trazo, se sigue la configuración natural del terreno y se inicia trazando una línea perpendicular a la pendiente, de la que seguirán las demás en forma paralela.

Todas estas prácticas disminuyen la velocidad y la energía del agua de esorrentía, aumentan la infiltración y disminuyen el arrastre del suelo, además facilitan el manejo, las limpias, el control fitosanitario, la recolección y la aplicación de fertilizantes (Colombia, 1975).

Variedades. La cafecultura se encuentra en un proceso de cambio paulatino en las variedades cultivadas así como en su superficie sembrada. La tendencia ha sido cambiar a variedades de porte bajo que permitan realizar cultivos con altas densidades de plantación. Así, en los últimos 30 años se han introducido de otros países materiales tales como Caturra y Catuaí, que se han adaptado a las condiciones ecológicas de México y que por su potencial productivo han contribuido al aumento de los rendimientos. Sin embargo, todas las variedades cultivadas de *C. arabica* en el país son susceptibles al ataque de la roya anaranjada *H. vastatrix* Berk and Br.

Sin embargo, se recomienda sembrar en regiones cafetaleras de altitudes de 600 a 1200 msnm la nueva variedad de café Oro Azteca, resultado del cruce entre la variedad Caturra Rojo y el híbrido de Timor, caracterizada particularmente por su resistencia a la roya anaranjada, su alto rendimiento, buena calidad de la bebida (INIFAP, 1997).

En el cuadro 4 se presentan algunas características de las variedades cultivadas en México tanto de porte bajo como de porte alto. En las zonas altas se sugiere sembrar las variedades Caturra y Catuaí, debido a su buena adaptación en estas zonas.

CUADRO No. 14. VARIETADES DE *C. arabica* INTRODUCIDAS O GENERADAS EN MÉXICO.

VARIEDAD	ORIGEN	PORTE DE LA PLANTA	REACCIÓN A LA ROYA (1)	PRODUCCIÓN MEDIA (2) Qq/Ha.
Oro azteca	INIFAP-México	Bajo	r	30-45
Caturra rojo	Brasil	Bajo	s	20-39
Catuaí	Brasil	Bajo	s	22-44
Garnica	INMECAFE-Mex.	Bajo	s	12-43
Bourbón	Isla Reunión-Franc.	Alto	s	22-40
Mundo Novo	Brasil	Alto	s	15-42
Typica	Etiopía	Alto	s	16-28

(1) r = resistente, s = susceptible

(2) Resultados experimentales del INIFAP en los estados de Chiapas, Oaxaca y/o Veracruz. expresado en quintales de café pergamino seco/ha.

C. canephora (café robusta) es una especie cultivada en México que se adapta bien a las partes bajas de las zonas cafetaleras. Esta especie constituye una fuente valiosa de resistencia a problemas fitosanitarios como la roya y los nemátodos.

Distancia de siembra. La disposición de una plantación y la densidad de los cafetos están en función de numerosos factores; especie, variedad, sombreado, modo de cultivo, fertilidad y declive de suelo, y sistemas de poda. Otro factor a considerar es la posibilidad que tenga el productor para mantener cierto número de plantas. A continuación se recomiendan las distancias de plantación tanto de variedades de porte alto y bajo (INIFAP, 1997):

CUADRO 15. DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN VARIEDADES DE PORTE BAJO Y ALTO.

DISTANCIA ENTRE SURCOS (m)	DIATANCIA ENTRE CAFETOS (m)	NÚMERO DE CAFETOS
PORTE BAJO		
2.0	1.5	3,333
2.5	1.0	4,000
2.0	1.0	5,000
PORTE ALTO		
3.0	1.5	2,222
2.5	1.5	2,666
2.0	1.5	3,333

Trazo de plantación. Para marcar el terreno, se define previamente la variedad y distancia de siembra a utilizar. El marcado consiste en situar mediante una estaca, el emplazamiento de cada cafeto, de acuerdo a la disposición de la plantación a establecer. Los trazos de plantación recomendados son: curvas a nivel, curvas en contorno, rectangular, tres bolillo y marco real. La selección de estos trazos depende de la topografía del terreno, densidad de plantación y variedad.

--- **Hoyadura.** Los hoyos, deberán hacerse con un mes de anticipación a la siembra o trasplante, con una dimensión promedio de 40 x 40 x 40 centímetros; es importante que al cavar, la tierra obtenida de los primeros 20 centímetros se coloque de un lado y la de los siguientes 20 centímetros del lado contrario, para que al tapar el hoyo, la obtenida en los primeros 20 centímetros se mezcle con materia orgánica bien descompuesta el cual puede ser composta, pulpa de café seca, o cachaza de caña de azúcar y se coloque en el fondo del hoyo.

Los hoyos deben permanecer destapados por espacio de 10 días, esto ayuda a que los rayos solares y la aireación eliminan algunas plagas del suelo; después se llenan y se dejan asentar y compactar por espacio de 20 días para poder trasplantar.

TEXTURA DEL TERRENO	BOCA	HONDO
1.- Arcilloso (chicloso)	50 X 50 centímetros	50 centímetros
2.- Arenoso	30 X 30 centímetros	30 centímetros

(ANACAFÉ, 1996.

Trasplante. Para el trasplante, se seleccionan plantas de la variedad deseada, sanas y vigorosas, las ideales son las de dos a tres cruces.

Cuando se utilice una planta obtenida en tubo de polietileno, al efectuar el trasplante éste se debe eliminar. Si es planta a raíz desnuda, debe considerarse que tenga las siguientes características:

- a) Buen tamaño; el largo de la raíz pivotante el momento de trasplantar debe tener entre 20 y 30 centímetros, ya que su función es anclar o fijar la planta al suelo,
- b) Abundantes raíces secundarias, conocidas como “estropajo”, ya que son las encargadas de nutrir o alimentar al cafeto,
- c) Bu en aspecto fitosanitario de la raíz, principalmente la pivotante, cuidando que no presente nódulos, aspecto acorchado, pudriciones o escasez de raíces, ya que de ser así, la planta puede estar atacada por nemátodos, hongos, insectos o la interacción de estos que tienen importancia económica por los daños ocasionados y la propagación a áreas más grandes,
- d) Cuidar que en el trasplante, la raíz principal no quede doblada, ya que de ser así tendría una vida productiva muy corta.

La planta puede trasplantarse vertical o inclinada, en ambas modalidades se deberá trasplantar al centro de la cepa y cuidar que el cafeto quede en la posición correcta con el cuello o nudo vital al nivel del suelo. Se apisona bien alrededor del cafeto, y enseguida se agrega una cantidad de tierra alrededor, de manera que forme un montículo, así cuando asiente el suelo el punto donde se sembró el cafeto quedará a raz del suelo; de lo contrario, al compactarse la tierra, se formará un hoyo, en el cual podría acumularse agua de lluvia, que puede ocasionar la pudrición en la raíz y la muerte del cafeto (ANACAFÉ, 1996).

--- **Época de siembra.** La época más conveniente para iniciar la siembra es durante la temporada de lluvias (de mayo a agosto); aunque se sugiere realizarla lo más temprano posible, de preferencia en los meses de mayo a junio, para que la plantación esté bien establecida al llegar el invierno, y no le afecten las bajas temperaturas en las regiones altas del país. Un mes después, se replantan las fallas y se fertiliza la plantación (Agrilab, 1998).

Recomendaciones para sembrar café en suelo definitivo:

- 1.- Sembrar un buen almácigo (vigoroso y sano).
- 2.- Sembrar en época adecuada: mayo, junio y julio; cuando haya suficiente humedad.
- 3.- Cuidar que las plantas no queden muy enterradas.
- 4.- Poner 2 onzas de fertilizante 20-20-0 O 16-20-0, por mata al momento de sembrar y alrededor del pilón.
- 5.- Evitar que la raíz principal quede doblada.
- 6.- Apretar bien la tierra (que no quede huecos dentro del hoyo) (ANACAFÉ, 1996).

Sombreado. Se recomienda establecer de manera simultánea a los cafetos, los árboles que proporcionarán la sombra. Existen diversas formas de sombrear el cultivo del café, el uso de algunas de ellas depende de las condiciones ecológicas, del nivel de tecnología del productor y de la disponibilidad del material que se pretende utilizar. Existen dos tipos de sombra en cuanto a la duración de la misma en el cafetal, los cuales se describen a continuación;

--- **Sombreado temporal o provisional.** Consiste en sembrar una especie de rápido crecimiento que cumpla la función del sombreado, mientras la especie definitiva se desarrolla. Este tipo de sombreado también puede utilizarse para viveros.

Las especies utilizadas como sombra temporal se siembran en distancias más cortas. Las leguminosas más comúnmente utilizadas son la crotalaria *Crotalaria spp.*, y el gandul *Cajanus Cajan* que pueden sembrarse a “chorrillo”, cada dos hileras de cafetos; posteriormente, se hace un arrale de plantas. El crecimiento de esta especie es arbustivo y proporciona buena cantidad de penetración de luz; sin embargo, se deben ir eliminando las ramas más bajas del arbusto. La duración de esta especie es de dos a tres años desde que se siembra; posteriormente, debe eliminarse desde la raíz, para evitar rebrotes.

Existen otras especies que se utilizan en forma intercalada entre la plantación con doble propósito: proporcionar sombra y obtener algún producto comercializable o de consumo familiar. Tal es el caso de varios tipos de plátano, que se utilizan por su rápido crecimiento y sus beneficios adicionales (Agrilab, 1998).

La siembra de plátano se realiza poco después del establecimiento de la plantación y simultáneamente con la sombra que funcionará en forma permanente. Cuando la sombra definitiva está lista para ejercer su función de sombreado, el plátano se elimina, ya que compite fuertemente con el cafeto en la extracción de nutrientes y agua, asimismo, debe darse paso al crecimiento y desarrollo vigoroso de los árboles de sombra definitivos (ANACAFÉ, 1996).

--- **Sombreado permanente o definitivo.** Se recomiendan, por sus características fenotípicas y su facilidad de manejo, el *Inga micheliana* conocido regionalmente como “Chalum” o Chalahuite e *Inga edulis*, conocido como guagua. Esta última se recomienda para cafetales en zonas altitudinales bajas (INIFAP, 1997).

Estos árboles se siembran a 10 x 10 metros entre la hilera de café, para no obstaculizar otras labores del cultivo, distancia que permite hasta 100 árboles por hectárea; siempre y cuando exista un programa permanente de podas de formación de los árboles.

Actualmente se está probando la adaptación de otra especie de origen brasileño (*Mimosa scabrella*), conocida comúnmente como “bracatinga”, “mimosa” o “zarza”. Alcanza de 12 a 20 metros de altura y de 10 a 50 centímetros de diámetro. Es una especie que renueva en forma continua el follaje en grandes cantidades, por lo que constituye a un buen aporte de materia orgánica todo el año (Costa Rica, 1991).

Otras especies que se usan en países centroamericanos y en muy escasas plantaciones en México, pero que poseen buenas características de adaptación y sombreado, se señalan en el cuadro 16.

CUADRO 16. ALGUNAS ESPECIES DE ÁRBOLES DE SOMBRA EN MÉXICO Y CENTROAMÉRICA.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA BOTÁNICA	DISTRIBUCIÓN
Grevilea Poró	<u>Grevillea robusta</u> <u>Erythrina</u> <u>peoppigiana</u>	Proteaceae Leguminosae	México y Guatemala Costa Rica y Guatemala
Cuervavaca Guaba	<u>Solanum bansau</u> <u>Inga vera.</u>	Solanaceae Leguminosae	Guatemala y México Guatemala y Costa Rica

Es importante señalar que para las condiciones ecológicas de las zonas cafetaleras en México, el café debe producirse bajo condiciones de sombreado. Los cafetales “al sol” tienen altos rendimientos durante los primeros años, sin embargo, la vida productiva óptima de la planta se acorta a un máximo de seis años, teniendo que utilizar una tecnología altamente insumista, y altos de costos de producción; además propicia la erosión del suelo (Disagro, 1999).

Funciones de la sombra

Las funciones de protección al suelo son:

- a) Evitar la erosión
- b) Mantener la fertilidad del suelo
- c) Formar materia orgánica, por caída de las hojas.

Las funciones de protección al cafetal son:

- a) Proteger a las plantas contra el viento
- b) Proteger a las plantas del exceso de luz solar
- c) Ayuda a que la maduración del fruto sea más sana y pareja (ANACAFÉ, 1996).

Características de un árbol para sombra

- Crecimiento rápido.
- Raíz profunda.
- Resistencia al viento.
- Suficientes hojas.
- Hojas durante todo el año.
- Que la copa tenga forma de sombrilla.
- Madera aprovechable (leña).
- Que después de la poda brote nuevamente (ANACAFÉ, 1996).

Cafetales con sombra.

Ventajas:

- a). Evitar que la luz del sol y viento llegue directamente en época seca.
- b). Para que no se erosione el suelo.
- c). Ataque de enfermedad durante el verano en menor intensidad en cafetales.
- d). Regula el crecimiento vegetativo del cafeto y de malas hierbas.
- e). Incorporación de materia orgánica con la caída de las hojas, y fijación de N.
- f). Variación de temperaturas, en ambiente y suelo (Guiscafré, A.J., 1960).

Desventajas:

Tiende a favorecer el desarrollo de las siguientes enfermedades:

- a). Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*)
- b). Ojo de gallo (*Mycena citricolor*)
- c). Mal de hilachas (*Corticium koleroga*)
- d). Entre otros (Villaseñor, L.A.,1987).

Cafetales a pleno sol

Ventajas:

- 1.- Mayor producción.
- 2.- Disminución de plagas y enfermedades.
- 3.- Mayor distribución de agua de lluvia y aireación.
- 4.- No hay competencia por agua y nutrientes entre árbol de sombra y cafetos (Villaseñor, L.A., 1987).

Desventajas:

- 1.- La transpiración es mayor.
- 2.- Agotamiento de los cafetos.
- 3.- Más demanda de fertilizantes.
- 4.- La disponibilidad de materia orgánica es menor.
- 5.- Erosión del suelo por lluvia.
- 6.- La calidad del grano es menor.
- 7.- Existen más malas hierbas.
- 8.- En lo económico es más caro a comparación con el de sombra (Guiscafré, A.J., 1960).

MANEJO DE CAFETALES

Control de la maleza. Un buen control de la maleza en el cafetal representará siempre mejores resultados, ya que evitará la competencia por agua y nutrientes. Para llevarlo a cabo, existen diferentes métodos que a continuación se mencionan:

--- **Control manual.** Este es el más usado en el cultivo, debido a lo accidentado de las fincas cafetaleras; se utiliza el machete o el azadón; la práctica requiere de 10 a 13 jornales por hectárea, lo que eleva sensiblemente los costos del cultivo. El método de azadoneo no se recomienda, debido a la pérdida de suelo que provoca esta práctica, si se realiza en forma continua (Agrilab, 1998).

El uso de machete es recomendable siempre y cuando la limpia no se efectúe a nivel del suelo. Eliminar la maleza en forma manual requiere de tres a cuatro limpiezas al año, lo que representa un 25 a 30% de los costos de mano de obra en la producción. Los siguientes métodos de control pueden usarse buscando la disminución de estos costos y disminuyendo los efectos de erosión.

--- **Control químico.** Este consiste en el uso de herbicidas post-emergentes de contacto o sistémicos, algunos de estos se mencionan en el cuadro 17; sin embargo, se requiere del conocimiento técnico para su adecuada aplicación.

El manejo de los herbicidas requiere de una calibración previa del equipo de aplicación, así como del conocimiento del tipo de boquillas a utilizar para los diferentes tipos de herbicida (Disagro, 1999).

--- **Control mixto.** Este método consiste en alternar el uso de herbicidas con el machete, lo cual reduce hasta en un 50% los costos del control, dependiendo del

programa que se utilice (Rivera, A.M., 1991). En el cuadro 17, se exponen tres opciones para la aplicación de este método en cafetales con sombra.

CUADRO 17. CONTROL DE MALEZA CON EL MÉTODO MIXTO EN CAFETALES CON SOMBRA.

PROGRAMA	CONTROLES		
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
1	Limpia con machete entre mayo y junio	Aplicación de glifosato (FAENA) 410 gr de i.a./ha *al rebrote entre agosto y septiembre	Aplicación de glifosato (FAENA) 410 gr de i.a./ha *entre enero y febrero
2	Limpia con machete entre mayo y junio	Aplicación de glifosato (FAENA) 410 gr de i.a./ha al rebrote entre agosto y septiembre	Aplicación de paraquat (GRAMOXONE) 500 gr de i.a./ha ** entre febrero y marzo
3	Limpia con machete en invierno (diciembre a marzo)	Aplicación de glifosato (FAENA) 615 gr de i.a./ha * cuando comience el rebrote	Limpia con machete antes de la cosecha

* Debe aplicarse con boquilla TJ8001 con un gasto aproximado de 100 l de agua por hectárea

** Debe aplicarse con volúmenes de 200 a 300 l de agua por hectárea, y boquillas TJ8002 para 200 l/ha y TJ8003 para 300 l/ha.

Si el control de la maleza se combina con un manejo adecuado de la sombra (uniformidad y cobertura), el número de limpieas y de jornales puede disminuir considerablemente.

--- **Control biológico.** Este método es todavía poco conocido entre los productores de café, consiste en usar cualquier organismo vivo que contribuya a disminuir la maleza a niveles tolerables, sin recurrir al control químico.

El método más conocido es la utilización de plantas de cobertura, generalmente de la familia de las leguminosas, las cuales se siembran entre hileras de café.

Algunas especies con muy buenas posibilidades de usarse en plantaciones de café son: el matlali varias especies del género *commelina*, y el cacahuatillo *Arachis pintoii*;

éstas se adaptan bien a las condiciones que prevalecen en los cafetales, soportan el pisoteo, son perennes y tienen poca competencia con el café. En esta última, su propagación con partes vegetativas es más eficiente y sin dificultades para establecerla en cafetales. El objetivo principal al establecer estas coberturas es evitar las limpiezas, ya que el suelo se tiene cubierto todo el año. Los beneficios adicionales son controlar los niveles de erosión o pérdida del suelo por efecto de la lluvia.

Poda de la planta. Las podas del café consisten en eliminar parte de la planta o cambiar su forma normal de crecimiento, para darle una configuración armoniosa, favorecer el crecimiento de nuevas ramas y preparar tejido productivo, de manera que el café esté siempre sometido a un tratamiento de poda para sustituir oportunamente las ramas que ya produjeron.

Las podas son prácticas que merecen gran atención si se consideran las ventajas siguientes:

- a). Producción mayor y estable por períodos más largos,
- b). Facilidad de operación en la cosecha y las labores culturales,
- c). Ambiente favorable para el cultivo y desfavorable para el desarrollo de la plaga y enfermedades,
- d). Mejoramiento de la calidad del grano al producirse una maduración más uniforme.

En la mayoría de las plantaciones de México, debido a las condiciones del café (viejos y mal atendidos), se sugiere realizar principalmente las siguientes podas:

--- **Poda sanitaria severa.** Consiste en eliminar todo el tejido viejo, y ramas enfermas e improductivas, eliminando tallos o ejes completos, dejando de tres a cuatro, siempre los más jóvenes y vigorosos. Esta poda debe realizarse año con año, de

manera sistemática, así puede disminuirse el efecto de bianualidad o alternancia en la producción (un año bueno y uno malo) que presenta el cafeto.

--- **Podas de formación.** Consiste en formar, en los primeros años de crecimiento, la estructura del cafeto. Las prácticas recomendadas son:

- a) Agobio. Consiste en arquear el tallo principal con la finalidad de obtener brotes sanos y vigorosos. Una vez que se desarrollan, se seleccionan de dos a cuatro y se elimina la parte terminal de la planta madre. Esta práctica se recomienda en plantas de un eje. La siembra inclinada evita la realización del agobio.
- b) Descope o suspensión de crecimiento. Consiste en podar el eje vertical u ortotrópico a una altura de 1.8 a 2.0 metros con el objetivo de estimular el crecimiento lateral del cafeto, manteniendo el área productiva. Esta poda evita el crecimiento excesivo de la planta y facilita las prácticas culturales y la cosecha.

--- **Poda de rejuvenecimiento.** Consiste en la eliminación parcial del tejido, para estimular a la planta a que desarrolle nuevo follaje. De este tipo de poda existen algunas variantes como son:

- a) Recepa. Esta práctica consiste en cortar con machete o serrote el tallo principal a una altura de 40 centímetros de la superficie del suelo; el corte se realiza en forma inclinada y se protege con pintura vinílica. Con la recepa la planta desarrolla el primer año y luego se obtienen dos años de buena producción.
- b) Poda intermedia o “Rock and Roll”. Esta práctica es una modificación del descope, desarrollada en Costa Rica en la que se elimina la parte superior de la planta a una altura de 1.0 a 1.20 metros, de tal manera que se tengan ramas laterales en buen estado.

Con esta poda, la cosecha se reduce menos que con la recepa.

En todos los casos, lo importante es mantener siempre diferentes estados de desarrollo o crecimiento vegetativo en el cafetal, de tal forma que las producciones se puedan mantener, evitando los marcados descensos en los volúmenes de producción. La mejor época para realizar todos estos tipos de poda es terminando la cosecha.

Sistemas de poda. El sistema de poda a utilizar está determinado básicamente por la población de cafetos por hectárea, la edad de la planta y la capacidad económica del productor. Las podas pueden ser selectivas (poda por rama, planta, parches, etc.) o sistemáticas (en ciclos de tres, cuatro, cinco años, etc.). Para cafetales que requieren rejuvenecimiento, se recomienda el sistema de recepa al 25% anual alternando surcos, con poda sanitaria en aquellos cafetos que no se recepan ese año. Con este sistema se puede mantener una producción escalonada evitando un descenso brusco en la producción (INIFAP, 1997).

--- **Deshijes de poda en cafetos.** Consiste en eliminar todos aquellos brotes nuevos que le salgan al cafeto, después de la poda y que sean defectuosos, para dejar sólo aquellos brotes que tengan las siguientes características:

- 1.- Que sean sanos y robustos (fuertes).
- 2.- Que hayan salido rectos.
- 3.- Que hayan nacido en la parte de afuera de la planta.

--- **Cómo deshijar los cafetos:**

- 1.- Hacer los deshijes con las manos.
- 2.- Dejar como máximo 3 brotes (retoño) por planta.

--- **Cuándo deshijar los cafetos:**

- 1.- En fincas que estén de 1,000 a 3,500 pies de altura, se deshijan de 4 a 6 meses después de haber recepado.
- 2.- En fincas que estén de 3,500 pies de altura, se deshijan al año después de haber recepado, para evitar problemas con la enfermedad llamada PHOMA.
- 3.- En el caso de los DESCOPES no se debe dejar más de 3 ejes (retoños) para formar el segundo piso de la planta (ANACAFÉ, 1996).

Regulación de la sombra. La regulación de los árboles de sombra es de suma importancia para el buen desarrollo de las cafetos, ya que permite una mayor penetración de luz, mejora la distribución de la misma, y facilita el movimiento del aire.

La densidad de los árboles por hectárea es una forma de regular la sombra necesaria en el cafetal, y depende de la orientación y ubicación de la plantación; a mejores horas de exposición de luz solar, la densidad de sombreado tendrá que ser mayor. En lugares donde hay nubosidad constante, el número puede disminuir hasta 70 árboles.

La regulación a base de podas debe hacerse cada año, después de la cosecha y antes de la floración del cafeto; se realiza con machete o motosierra eliminando las ramas más bajas y entrecruzadas (Agrilab, 1998).

La sombra bien manejada, debe cumplir además, otras funciones importantes dentro del cafetal; proporcionar suficiente cantidad de materia orgánica para mejorar el suelo, y regular naturalmente la cantidad de malezas existente en el agroecosistema.

--- **Épocas para poda de sombra.** Las especies para sombra del café, ya sean Temporales o Permanentes, es necesario podarlas para que su exceso de ramas y hojas no perjudiquen el desarrollo de la plantación.

Las épocas más adecuadas para la poda de sombra son:

Para sombra alta y vieja, la poda se hace al finalizar la cosecha; más o menos en los meses de: DICIEMBRE a FEBRERO dependiendo la altitud de la finca.

Para podar plantas jóvenes que se les empieza a formar follaje para sombra, se debe hacer en los meses de ABRIL a JUNIO (ANACAFÉ, 1996).

Renovación de cafetales. Cuando en un cafetal se tienen plantas viejas e improductivas, mayores de 20 años, se recomienda la renovación, que consiste en cambiar los cafetos viejos por cafetos nuevos de las variedades recomendadas. Es importante evitar la resiembra intercalando la planta nueva entre las viejas, sin seguir un orden definido, ya que provoca un débil desarrollo de la planta nueva y dificulta la aplicación de programas de manejo.

Es necesario llevar a cabo trabajos de renovación en base a un trabajo técnico que permita los mejores beneficios para el productor. Se recomienda el sistema de renovación al 25%, en hileras sucesivas, en ciclos de cuatro años; así mismo se recomienda una poda sanitaria en aquellos cafetos que todavía no corresponde renovar; este sistema permite al cafeticultor mantener ingresos a medida que se realiza la renovación y obtener ganancias a partir del quinto año (INIFAP, 1997).

Riego. En las regiones en que la estación seca es rigurosa y de larga duración, es necesario el riego.

Ya es sabido que el riego puede practicarse por gravedad o por aspersión.

Riego por gravedad. El agua es llevada mediante canalizaciones a las partes altas de las parcelas, se desliza por el suelo, conducida de cafeto a cafeto por regueras trazadas siguiendo el declive del terreno. El mayor inconveniente de este sistema practicado corrientemente en las montañas yemenitas, es el de la erosión superficial, muchas veces aumentaba por un profundo lavado del suelo.

Riego por aspersión. Permite un aporte de agua mucho más natural que aprovecha también al follaje. Precisa una instalación que comprende un grupo de motobombazo, una red de canalización distribuidora de agua y aparatos de riego (dispensores rotativos, cañón regador, etc.).

Este sistema de riego (aspersión) tiene las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- a) Economía de un 20% a un 40% de agua.
- b) Supresión de los canales de riego, cuyo terreno puede ser utilizado.
- c) Considerable reducción de la erosión en terrenos pendientes.
- d) Permite regar los cafetales situados en terrenos sin relieve, en los cuales el riego por gravedad resultaría muy difícil.

Desventajas:

- a) El costo del material es muy caro.
- b) Su instalación es muy importante (tener mucho conocimiento).
- c) La rentabilidad de su utilización.

El aporte de agua a los cafetos puede considerarse oportuno para ampliar una insuficiencia de precipitaciones durante el período crítico de la formación de los frutos, es decir, inmediatamente después de la floración, o también de un modo menos ocasional para permitir a los arbustos resistir mejor los largos períodos estacionales de sequedad cuando las lluvias son muy escasas (Coste, R., 1968).

En los dos casos puede justificarse el riego. Efectivamente, en el primero (por gravedad) un aporte de algunos milímetros de agua en el período crítico puede salvar la cosecha; en el segundo (por aspersión), la sequedad del suelo llevando a los arbustos por debajo del “punto de marchitamiento”, puede causar graves daños al cafeto o por lo menos a la reconstitución del follaje.

Se han hecho numerosos estudios sobre la irrigación por aspersión, particularmente en Brasil y en África Oriental; la mayoría se refieren al cafeto Arábica y demuestran aumentos de rendimiento que a veces sobrepasan el 100%. Los observadores han podido comprobar que los cafetos resisten, muy bien los meses de sequía cuando se riegan cada diez días. El tercer año de la experiencia, el consumo de agua (evapotranspiración) ha sido, durante el período de junio a agosto, de 3.9 a 4.0 mm diarios, lo que implica un aporte de 40 ó 50 mm cada diez días.

La irrigación debe realizarse teniendo en cuenta los datos experimentales en los que influyen principalmente la naturaleza del suelo (capacidad de retención, etc.) y la evapotranspiración. Los aportes de agua incontrolados e inoportunos pueden presentar muchos más inconvenientes que ventajas, como por ejemplo: erosión, lavado del suelo, brotes florales fuera de tiempo, etc. (Coste, R., 1968).

En lugares cultivados con café puede aconsejarse la irrigación donde exista un mercado comprador seguro por ser exclusivo a causa de medidas fiscales protectoras; donde se trate de un consumo en el mismo lugar de producción, con lo que se eliminan los gastos de transporte, impuestos, seguro etc.; o, por último, donde ya se haya establecido un sistema de regadíos para otros cultivos.

En los países Centro Americanos, la lluvia varía mucho de acuerdo con la altitud y la situación, habiéndose desarrollado el cafeto sabiamente en regiones climáticas apropiadas, en México las mejores alturas se consideran entre 793-991 m, (Villaseñor, L.A., 1987).

CUADRO No. 18 . BALANCE HÍDRICO.

BALANCE HÍDRICO				
ESTADOS	TEMPERATURAS MEDIA °C	PRECIPITACIÓN PLUVIAL mm	ET POTENCIAL mm	H₂O EXCEDENTE mm
CHIAPAS (SOCONUSCO)	23.2	4,136	1,157	2,979
PUEBLA	18.8	2,749	915	1,834
OAXACA	20.6	2,492	966	1,526
VERACRUZ	21.6	2,302	1,096	1,206
SAN LUIS POTOSÍ	22.8	2,494	1,519	975
HIDALGO	19.2	1,801	888	913
CHIAPAS (CENTRO-NORTE)	23.0	1,828	1,114	714
NAYARIT	20.9	1,349	999	350
GUERRERO	23.6	1,370	1,657	287

FERTILIZACIÓN

Los suelos cafetaleros mexicanos son muy variables por su origen, su composición física, química y biológica; su topografía, la acción erosiva y de lixiviación del agua de lluvia, las temperaturas a que están sometidos; la presencia de malezas y de otras plantas que viven asociadas al cafeto y, finalmente, el tipo de manejo que le da el propio caficultor (Villaseñor, L.A., 1987).

El café es una planta muy susceptible a las deficiencias de nutrientes o excesos de ellos. Puede llegar a constituir severos impedimentos para el cultivo próspero en ciertas áreas (Haarer, 1964).

La fertilización del cafeto es una de las labores más importantes del cultivo; sin ella los cafetos producen poco, se acaban o “palotean” rápidamente, producen mayor cantidad de frutos vanos y son mayormente atacados por plagas y enfermedades.

Los mejores rendimientos y calidad de café se obtienen cuando se aporta la cantidad necesaria de nutrimentos, en forma balanceada, en época oportuna de acuerdo a su ritmo de absorción en la planta, y con la fuente de fertilizante adecuado.

El café generalmente se cultiva en una amplia gama de tipos de suelo, casi todos ellos con un pH ácido a levemente ácido (4.5 a 6.0).

“En suelos ácidos, bajo 5.5 de pH, es necesario corregir este factor, realizando aplicaciones de carbonato de cal o idealmente cal dolomítica donde el contenido de magnesio es bajo” (Crop Protection Manager, 1998).

Fertilización química. Se refiere al empleo de fertilizantes los cuales actúan más rápidamente que los abonos orgánicos al entrar en contacto húmedo, se disuelve inmediatamente y quedan disponibles para que los cafetos lo absorban; y para obtener buenos resultados en fertilización de café se aconseja lo siguiente:

- a) Mantener el cafetal libre de malezas.
- b) Regular la sombra en una población promedio de 100 árboles por hectárea distribuida uniformemente.
- c) Fertilizar plantas preproductivas.
- d) Recepas y cafetos en producción que tengan abundante y vigorosos crecimientos.
- e) No tener dentro del cafetal a otras plantas como plátano y naranja y tener cuidado que el suelo se encuentre húmedo para que el fertilizante se disuelva y la planta lo aproveche al máximo.

La fertilización inorgánica varía de acuerdo a la fertilidad natural del suelo, por ello es necesario realizar anticipadamente un análisis del mismo, con el fin de buscar la mejor fórmula de fertilización (INIFAP, 1997).

El cultivo del café atraviesa por 4 etapas de manejo, cada una con requerimientos nutricionales bien definidos y muy distintos; estas etapas son: a). Semillero, b). Almácigo, c). Plantía de establecimiento y, d). Planta en producción. El plan de fertilización es más complejo conforme el cafetal madura y se acerca a su fase productiva. Los siguientes factores deben considerarse al diseñar el plan de fertilización; (Agrilab, 1998; Disagro, 1999):

- El estado físico y químico del suelo.
- La variedad de café (Caturra, Catuai, Catimor, etc.) y su productividad potencial (qq de pergamino por manzana).
- La productividad esperada ese año (carga de floración y fruto, etc.).

- La zona geográfica donde se ubica la plantación, que a su vez define el régimen climático (lluvia, temperatura) y fenología del cultivo, principalmente las fechas de floración y cosecha.
- El manejo agronómico, incluyendo: densidad de siembra, número de posturas, enmiendas al suelo y renovación de la plantación. Estas prácticas afectan principalmente al café en producción.
- La demanda de nutrientes en función del tiempo y etapa fenológica (Agrilab, 1998).

Herramientas de análisis para la elaboración de un plan de fertilización.

Existen 2 herramientas de análisis que el agricultor puede emplear para definir el mejor plan de fertilización; estas son: a). El análisis de suelos y b). El análisis foliar.

a). Análisis de suelos: su propósito principal es medir el nivel relativo de fertilidad del suelo, con el fin de diseñar recomendaciones de fertilización que mantengan los niveles adecuados de nutrientes, a lo largo de las distintas etapas de desarrollo del cultivo. Es importante considerar los parámetros que influyen en la capacidad para retener y hacer disponibles a la planta los nutrientes, como: textura, pH, saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico, etc. Es una herramienta para monitorear el estado de la fertilidad del suelo a través de los años y conocer si se mantiene, reduce o aumenta.

El análisis de suelos permite identificar problemas para los cuales hay que diseñar soluciones específicas, por ejemplo:

- pH inadecuado (suelos ácidos o alcalinos).
- Escasa materia orgánica (menor del 3%).

- Deficiencias de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes, en especial boro y zinc.
- Desbalance entre nutrientes (ej.: magnesio, calcio y potasio).
- Concentraciones fitotóxicas de aluminio, hierro y manganeso (asociadas a pH ácidos).
- Mala estructura del suelo; suelos muy arenosos (facilitan la lixiviación de nutrientes) o arcillosos (escasa aireación y movimiento lento de agua y nutrientes), poca profundidad de la capa arable del suelo, etc. (Disagro, 1999).

Muestreo de suelos: se recomienda tomar una muestra representativa del suelo por casa 25-30 m² (un pante o sección con condiciones homogéneas), compuesta por 15-20 submuestras, en el área de goteo y a una profundidad de 0 a 20 cm, evitando áreas donde se haya fertilizado o encalado recientemente. Debe muestrearse por separado áreas con plantaciones de diferente variedad y edad, así como suelos de distinto color, textura o pendiente (Disagro, 1999).

Las herramientas de muestreo deben estar limpias, no oxidadas y se debe evitar el contacto de la muestra con las manos desnudas. De preferencia la muestra debe ser enviada en bolsa de papel, debidamente rotulada, evitando su almacenamiento en sitios calientes o expuestos al sol (Agrilab, 1998).

b). Análisis foliar: su propósito es obtener información sobre el estado nutricional de la planta y la asimilación de nutrientes en etapas fenológicas específicas, como la floración y cosecha. También nos indica si hay que realizar cambios en los programas de fertilización, para evitar deficiencias y/o toxicidades (Crop Protection Manager, 1998).

Muestreo foliar: se recomienda hacer el análisis foliar al final de la cosecha y antes del inicio de la floración, así como 20-30 días después de la aplicación de fertilizantes al suelo. Se deben muestrear unas 35-40 plantas sanas, elegidas al azar, en un área de 30

mz (media caballería). Tomar el cuarto par distal (de la punta de la rama hacia el tallo) de hojas de una bandola productiva. Si la muestra no se lleva inmediatamente al laboratorio, se recomienda refrigerarlas a 4° C (Malavolta, 1992).

CUADRO No. 19. DATOS DE NIVELES PROMEDIO DE NUTRIENTES EN EL TEJIDO DE LA HOJA DE CAFÉ.

Datos de análisis foliar de referencia para café

Nutriente	Categoría Bajo	Categoría Suficiente	Categoría Alto
Nitrógeno %	2.5	3.0	3.5
Fósforo %	0.07	0.1	0.15
Potasio %	1.5	1.8	2.5
Calcio %	0.5	1.0	1.5
Magnesio %	0.2	0.3	0.5
Azufre %	0.05	0.2	0.3
Boro (ppm)	15	40	60
Cobre (ppm)	3	4	8
Hierro (ppm)	20	70	120
Manganeso (ppm)	15	50	70
Zinc (ppm)	7	10	15

Fuente: Instituto Brasileño del Café. Las hojas para análisis foliar deben tomarse del tercio medio de brotes del año, 4 a 6 meses después de floración..

En términos generales, el cafeto requiere de 270 kg de nitrógeno, 140 de fósforo y 180 de potasio al año (Carvajal, J.F., 1972). Para obtener estas cantidades se requiere de 588 kg de Urea, 305 kg de Superfosfato Triple y 360 kg de Nitrato de Potasio.

CUADRO 20. FERTILIZACIÓN PARA CAFETOS EN PRODUCCIÓN BAJO SOMBRA.

APLICACIÓN	ÉPOCA	KILOGRAMOS POR HECTÁREA		
		N (1)	P(2)	K(3)
1	Marzo-abril	90	70	
2	Junio-julio	90	70	90
3	Septiembre-octubre	90		90

(1). Se obtiene con 196 kilogramos de Urea en cada aplicación (2). Se obtiene con 152.5 kilogramos de Superfosfato de calcio triple (3). Se obtiene con 180 kilogramos de Nitrato de potasio en cada aplicación.

Forma de aplicación. Al aplicar se toma en cuenta la mayor concentración de raíces, la cual se encuentra en la zona de goteo del cafeto, en ella se distribuye el fertilizante después de hacer un “cajeteo” con el azadón. Es importante cubrir el fertilizante con el mismo suelo removido, con el fin de evitar pérdidas del mismo. Es sitios donde la pendiente del suelo sea muy pronunciada, el fertilizante se aplica en la parte de arriba de la planta y en forma de media luna, para evitar arrastre por el agua (INIFAP, 1997).

El cafeto es una planta exigente en macro y micronutrientes los que son requeridos en diferentes cantidades en las distintas fases fenológicas de la planta. Así, las cantidades extraídas del suelo dependen del tipo de nutrientes, edad, manejo de la plantación, así como la cosecha que se obtenga. La absorción de nitrógeno, potasio y calcio se incrementa con la edad y el crecimiento de la planta; de igual modo el fósforo y el magnesio, pero con menor intensidad. Con la fructificación (formación, llenado y maduración del grano) y desarrollo del nuevo tejido vegetativo a base de las próximas cosechas, las existencias nutricionales se duplican. Si el cafeto se cultiva a pleno sol, se tiene una fuerte demanda de nitrógeno, nutriente importante en su crecimiento, ya que interviene en la formación de la madera, hoja, fruto y en la actividad fotosintética de la planta. En cafetales muy sombreados la demanda de nitrógeno se reduce sensiblemente.

CUADRO No. 21. CANTIDADES TOTALES DE SUSTANCIAS NUTRITIVAS ABSORBIDAS POR LOS CAFETOS JÓVENES DEL PRIMERO AL QUINTO AÑO.

EXPRESADO EN Kg.	1° AÑO	2° AÑO	3° AÑO	4° AÑO	5° AÑO
N	1.29	28.27	80.40	84.24	117.47
P ₂ O ₅	0.11	3.67	9.38	9.89	16.33
K ₂ O	1.43	20.85	85.45	70.88	121.32
CaO	0.63	22.8	64.65	59.61	77.11
MgO	0.32	2.16	22.33	13.18	23.47
Materia Seca	76	2.665	6.103	6.748	10.174

Las investigaciones sobre el uso de nutrimentos por parte del cafeto, consignan que una tonelada de cereza requiere de 15 kg de nitrógeno, 2.5 kg de anhídrido fosfórico y 24 kg de óxido de potasio (Jacob, A. y H. von Uexkull; 1964).

Fertilización orgánica. La utilización de abono orgánico es de gran valor cuando se puede adquirir a bajos costos; su empleo en plantaciones de café es particularmente ventajoso en suelos degradados y poco fértiles, o bien para mantener la fertilidad natural del mismo (INIFAP, 1997; Agrilab, 1998).

Entre los materiales más comunes se citan los diferentes tipos de estiércol a la dosis de 20-30 ton/ha., guanos y compostas, así como desechos de procesos agroindustriales como la pulpa de café y la cachaza de caña de azúcar. La pulpa de café es excelente, aporta buena cantidad de nutrientes, le proporciona al suelo una buena capacidad de retención de humedad, aumentando la flora bacteriana del mismo, impide su compactación y le permite una mejor aireación. Se estima que el contenido de nitrógeno en la pulpa de café es 3 veces más alto que en el abono orgánico de establo, y el de potasio 7 veces mayor. El contenido de fósforo aún cuando varía, no parece ser más alto (Carvajal, J.F., 1972).

Los desechos orgánicos, se convierte en humus al incorporarlos al suelo es la que se le llama materia orgánica del suelo. Si la temperatura está entre 30-45° C.

CUADRO NO. 22. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PULPA DE CAFÉ EN BASE SECA.

DETERMINACIÓN	INMECAFÉ (1976) %	MEHLICH (1965) %	CARVAJAL (1959) %
N	1.95	1.74	1.56
P	0.09	0.10	0.16
K	1.59	5.26	2.43
Ca	1.52	5.26	0.45
Mg	1.55	0.11	0.07
C	18.39		
R-C/N	9.43		
pH	7.1		
C.I.C.	62 meq/100 gr.		

Una tonelada de pulpa tal como se separa en los pulperos durante el beneficiado contiene, las siguientes cantidades:

N ----- 3.74 kilos

P ----- 0.88 kilos

K ----- 7.02 kilos (Carvajal, J.F., 1972).

Se deben poner procurando no ponerlo junto al tallo de la planta y quede distribuida en una capa delgada en todo alrededor, la cantidad mínima es de 20 lts/cafeto/año, la aplicación debe hacerse cuando se disponga de pulpa, este ayuda a controlar las malezas.

Encalado. Esta actividad no se ha usado con la frecuencia necesaria, ello resta eficiencia en el aprovechamiento de las fórmulas integradas con otros elementos, en la neutralización oportuna de la acidez de los suelos y en la disponibilidad misma del calcio como elementos esencial para la planta (Costa Rica, 1989).

No obstante, debe señalarse la inconveniencia de aplicaciones excesivas de cal, lo que resulta tanto o más perjudicial que la falta de la misma. El análisis de los suelos es el instrumento adecuado para determinar los requerimientos necesarios, que permitan el aprovechamiento efectivo del encalado. Dependiendo del pH, la textura y el contenido de materia orgánica y de aluminio, así será la cantidad de calcio que se aplique; entre más ácido es un suelo, mayor será la cantidad de cal que se necesita para elevarlo; un suelo arcillosos requiere más cal que un suelo arenoso. En otros países, la cal se aplica un mes antes de la fertilización, y en términos generales de 1.5 a 2 toneladas de carbonato de calcio por hectárea cada tres a cuatro años (Costa Rica, 1984).

NUTRIMENTOS: FUNCIONES Y SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS

Para satisfacer sus necesidades vitales, el cafeto requiere de carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, zinc, hierro, manganeso, cobre y molibdeno. Todos estos elementos señalados tienen en la planta funciones específicas y son necesarios en cantidades determinadas (Villaseñor, 1987).

Nitrógeno: participa activamente como promotor del desarrollo vegetativo. En combinación con otros elementos forman los compuestos nitrogenados, que son sustancias indispensables para el normal desarrollo de la planta. La disponibilidad de una cantidad adecuada de este elemento da al cafeto buen aspecto y hojas verdes, vigorosas y de buen tamaño.

--- **Deficiencias.** Las hojas viejas presentan un amarillamiento o clorosis general, y en las hojas jóvenes se observa un borde amarillento a lo largo de la hoja (Barrientos, M.E., 1989).

Fósforo: favorece el crecimiento de brotes nuevos y raíces, propicia la floración y da buena formación al fruto y semillas. En plantas pequeñas es muy importante para estimular el desarrollo de raíces.

--- **Deficiencias.** Las hojas viejas se muestran moteadas con manchas amarillas irregulares, generalmente con un tinte rojizo que se torna necrótico. Posteriormente las hojas se caen (Valencia, A.G., 1985).

Potasio: la tasa de absorción del potasio se concentra principalmente en la fase de desarrollo y llenado del fruto. Es vital para la formación de sustancias de reserva en la planta. Dentro de ella, ayuda la traslado de alimento y da resistencia a los tejidos.

--- **Deficiencias.** Las hojas viejas muestran una necrosis que principia en el margen de la hoja y que está limitada por un borde amarillento en la porción que da

hacia el interior de la hoja. Las hojas adultas con esta deficiencia se caen fácilmente (Muller, L., 1959).

Calcio: participa en la formación de las paredes celulares y por tanto la planta lo requiere para desarrollar sus tejidos.

--- **Deficiencias.** Las hojas jóvenes presentan una clorosis o amarillamiento en sus bordes, que luego puede convertirse en necrosis. Las hojas afectadas toman a veces la forma de cuchara, y su extremo forma de gancho. Cuando la deficiencia es muy severa, los puntos de crecimiento del tallo y raíces se afectan apreciablemente y pueden morir (Valencia, A.G., 1985).

Magnesio: forma parte de la clorofila, participa en la síntesis de carbohidratos, proteínas y lípidos y tiene un cierto efecto catalítico en el sistema enzimático, así como en la síntesis de las vitaminas.

--- **Deficiencias.** Aparece primeramente en hojas adultas en forma de clorosis o amarillamiento en los espacios comprendidos entre las nervaduras. Si aumenta la deficiencia puede afectar también a las hojas jóvenes. La clorosis avanza de la base hasta el extremo de la hoja (Barrientos, M.E., 1989).

Azufre: forma parte de las proteínas y tiene relación con la transformación de energía en la planta.

--- **Deficiencias.** Las plantas padecen una clorosis anaranjada general en las hojas jóvenes (Carvajal, J.F., 1972).

Hierro: desempeña un importante papel catalizador en la planta, por lo cual se convierte en elemento clave de reacciones como la fotosíntesis, la respiración y la reducción de nitratos y sulfatos.

--- **Deficiencias.** Las hojas jóvenes tienen clorosis intensa que en ocasiones llega a un tono casi blanco. En las hojas amarillentas destacan las nervaduras de color verde, apreciándose toda la reticulación de la hoja (Muller, L., 1959).

Manganeso: influye en el aprovechamiento del nitrógeno, actúa en la reducción de los nitratos y también tiene efectos en la fotosíntesis.

--- **Deficiencias.** Esta deficiencia adopta dos formas diferentes. Si la deficiencia no es grande, las hojas jóvenes toman un color verde pálido, en tanto que las venas principales así como una pequeña franja difusa de tejido a uno y otro lado permanecen de color verde intenso. Cuando la deficiencia es severa, el primer par de hojas de la rama reviste color verde claro o amarillento si la planta crece a la sombra, y de color amarillo limón brillante si se cultiva al sol, a menudo con pequeñas manchitas blanquecinas entre las venas más finas (Barrientos, M.E., 1989).

Zinc: interviene en la formación de sustancias que tienen relación con el crecimiento de la planta y de sus frutos.

--- **Deficiencias.** Las hojas son pequeñas, deformadas, angostas, lanceoladas y presentan clorosis marcada. El crecimiento del cafeto es raquítrico y los entrenudos muy cortos (Valencia, A. G., 1985).

Boro: participa en el transporte de azúcares en la planta, propicia la floración y el aprovechamiento del nitrógeno, asegura el contenido de agua en la planta y favorece la fotosíntesis (Villaseñor, L. A., 1987 e INMECAFÉ – NESTLÉ, 1990).

--- **Deficiencias.** En las hojas muy jóvenes se ven puntos necróticos de color café rojizo y de forma angular. Las hojas, que tienden a engrosar, presentan deformaciones en los bordes. Los extremos de las ramas tienden a producir *palmillas*. En hojas adultas se presenta una clorosis de color verde olivo que va del extremo a la base de la hoja. La zona clorótica aparece sin brillo y, cuando la deficiencia es notable, mueren los crecimientos terminales, tanto de tallos como de ramas (Muller, L., 1959).

PARCIALIZACIÓN DEL N, P Y K.

Nitrógeno. Una óptima parcialización del nitrógeno en café sería un 35%; 30%; y 35% de la dosis total en post-cosecha, post-floración y en desarrollo del fruto, respectivamente.

Fósforo. Este elemento se debería aplicar todo en la primera fertilización (post-cosecha).

Potasio. Siendo el potasio menos móvil que el nitrógeno, por lo tanto con menores riesgos de pérdida por lixiviación; lo óptimo es parcializarlo en proporciones relativamente similares de 35%; 30%; y 35%, usando fuentes de potasio de menor solubilidad en la primera aplicación (post-cosecha) como sulfato de potasio o sulfato doble de potasio y magnesio, y fuentes de potasio más solubles en las dos últimas aplicaciones (nitrato de potasio: 13.5-0-45, nitrato simple de potasio: 15-0-14) (Crop Protection Manager, 1998).

ÉPOCA DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

Para lograr una mayor eficiencia los fertilizantes deben aplicarse de acuerdo a como los nutrientes van siendo absorbidos por la planta durante el desarrollo del cultivo, que en las áreas cafetaleras de México, generalmente es entre marzo y septiembre. En dicho período ocurre la floración, el establecimiento de las lluvias y, en algunas zonas, el inicio de la cosecha. Por tanto, el fertilizante debe aplicarse un mes antes de la primera floración, al establecerse las lluvias, y de uno a dos meses antes del inicio de la cosecha.

FUENTES DE FERTILIZANTES A APLICAR EN EL CAFETO

La fuente de fertilizantes a utilizar tendrá incidencia directa en el rendimiento y calidad del café.

En cuanto al nitrógeno, está claro que el cultivo y su objetivo de producción (calidad) requieren de un importante porcentaje de nitrógeno nítrico para una rápida absorción temprana en el ciclo de crecimiento y así expresar plenamente su potencial de producción y calidad (Malavolta, 1992).

El nitrógeno nítrico se caracteriza por su inmediata disponibilidad para los cultivos, logrando en estos una alta eficiencia agronómica y fisiológica en su absorción. Se considera que idealmente en café debería usarse nitrógeno nítrico al menos en un 20% al 40% del nitrógeno aplicado en la primera y segunda fertilización, y hasta en un 100% de la aplicación final. Un factor importante en esta decisión es además el efecto de no disminuir el pH del suelo al usar esta fuente de nitrógeno (Disagro, 1999).

Referente al fósforo, el café no tiene preferencia marcada por la fuente en que se aporte este nutriente. Lo que sí hace la diferencia es en qué tipo de pH de suelo se está cultivando. En general si el pH supera el índice de 7 a 7.5 debería preferirse la fuente de fosfato monoamónico (11-52-0), entre 6.0 y 7.5 o usar fosfato diamónico (18-46-0), y si el pH baja de 6.0 usar Súper Triple (0-46-0), por su efecto alcalinizante y su aporte de calcio (Crop Protection Manager, 1998).

Por otra parte, la fuente de potasio tendrá también incidencia en el resultado final que el productor obtenga. Entre las fuentes disponibles de potasio, es de amplio conocimiento que el cloruro de potasio es el fertilizante más usado en café, pero a la vez el menos recomendado para un cultivo por su alto aporte de cloro. El sulfato de potasio, es una fuente adecuada, principalmente para las aplicaciones iniciales, por su lenta solubilidad (Agrilab, 1998).

También, hay que tener en cuenta que su fórmula incluye un 50% de K_2O y 18% de S (una relación 2:8:1) con lo que al aplicar todo el potasio como sulfato se está aplicando un exceso de azufre en la solución del suelo que ingresará a la planta, provocando interferencias de absorción con otros aniones como nitratos, sulfatos, boro, etc. (Crop Protection Manager, 1998).

La fertilización más usada para producción de café en diferentes países y zonas de producción, se presenta a continuación:

CUADRO No. 23. Dosis más frecuentes en diferentes zonas de producción

País	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
México	180	60	60
Guatemala	320	60	150
Costa Rica	290	40	120
Rep. Dominicana	210	105	210
Colombia	150	30	150
Brasil	250	25	250
India	120	90	120
Kenya	150	100	200
Promedio	208	61	157
Relación N: P: K	1	0.3	0.75

Cifras en kilos de nutrientes por hectáreas

DESCRIPCIÓN, CONTROL Y PREVENCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES MÁS IMPORTANTES EN CAFETO.

Descripción y control de plagas

En el cafeto existen varias plagas que afectan año con año la producción; sin embargo, no todas son de importancia económica mundial o nacional; las de mayor interés, para México son las siguientes:

--- Broca del grano del café (*Hypothenemus hampei*, Ferr.)

Se distribuye en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Guerrero. Es la plaga más perjudicial del cultivo; originaria de África Ecuatorial y detectada por primera vez en México en 1978.

El insecto es un coleóptero muy pequeño de menos de dos milímetros de longitud. Los daños se identifican por las perforaciones al fruto en estado de semiconsistencia. Las hembras adultas penetran al fruto por la corona o parte opuesta al pedúnculo y ovipositan en el interior. Si el daño se efectúa en las primeras fases de desarrollo, el fruto cae, pero si ya tiene la consistencia adecuada, la hembra oviposita los huevecillos, de los cuales más tarde emergerán las larvas que se alimentan del endospermo del grano, destruyéndolo total o parcialmente.

Los daños de esta plaga se hacen evidentes en el beneficio húmedo, ya que se requiere de una mayor cantidad de cereza para obtener un quintal de café pergamino. En el beneficio seco los granos perforados ofrecen un mal aspecto, lo que demerita su

calidad. En Guatemala, se reportan pérdidas hasta del 47 por ciento de la producción (Sánchez, C.J.C.,1991), lo cual coincide con varios países que tienen la plaga (Méndez, L.I., 1990). El control se enfoca bajo el criterio de un manejo integrado, combinando las medidas cuarentenarias, el manejo cultural, las técnicas de control biológico, el control químico basado en programas permanentes de muestreo y el establecimiento de umbrales económicos en cada área de incidencia.

Control legal. En México, se tiene en operación la cuarentena interior No. 12 contra la broca del café, desde 1978, misma que aunque no ha evitado en su totalidad la diseminación, se ha logrado retrasar el avance de la plaga en períodos de tiempo considerables, hecho que ha permitido tomar las medidas preventivas necesarias en las áreas libres del problema.

Control cultural. El manejo del cultivo bajo ciertas prácticas, permite disminuir las infestaciones y los daños de la plaga; la más importante consiste en recolectar todos los frutos abandonados en el árbol (repela) o en el suelo (pepena) después de la cosecha; estos se sumergen en recipientes de agua hirviendo durante 5 a 10 minutos, para matar cualquier fase del ciclo biológico de la plaga (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990). También el “repase”, que consiste en la recolección de los frutos tempranos, producto de las floraciones “locas”, se suma a esta práctica de control manual (Méndez, L.I., 1990). Otras prácticas no menos importantes son: la disminución de la sombra, el espaciamiento adecuado de cafetos y la disponibilidad oportuna de nutrientes para la planta, mediante la fertilización.

Control químico. Este se realiza en el caso de que las poblaciones rebasen el umbral de daño permisible económicamente, aunque para México estos valores no se han establecido, en otros países, este umbral es del 4 al 6 por ciento. Para ello, es necesario consultar a los técnicos, ya que se requiere del conocimiento de los niveles de infestación de la plaga, de los costos de producción del cafetal y de la aplicación del insecticida a usar.

El endosulfán (THIODAN 35% C.E.) es un producto eficaz para el control de la broca, aplicado a la dosis de 680 gramos de ingrediente activo por hectárea (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990). Actualmente este insecticida está catalogado por las autoridades fitosanitarias como de “uso restringido”, autorizando su aplicación sólo en focos de reciente aparición.

Control biológico. El insecto tiene varios enemigos en su hábitat natural, algunos de ellos con la posibilidad de utilizarse como reguladores de las poblaciones de la broca. Los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y *Prorops nasuta* Weterst se introdujeron a México y se están haciendo estudios de adaptación y reproducción en el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES), en el estado de Chiapas (Barrera, J.F.; Infante, F.; Gómez, J.; Castillo, A.; De la Rosa, W.; 1991); estas avispas diminutas ofrecen buenas perspectivas de control biológico en un futuro no muy lejano.

Otro hongo entomopatógeno que ha sido estudiado en el sureste de Chiapas es *Bauveria bassiana* (Méndez, L.I., 1990), las investigaciones de varios años han permitido establecer que este hongo es uno de los enemigos naturales de la broca presente en México, con mayores posibilidades de utilizarse en el control de la plaga. La producción en pequeña escala de *C. Stephanoderis* y *B. Bassiana* ya se realiza a nivel regional, y se aplica por el productor en algunas regiones de los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

--- **Minador de la hoja (*Leocoptera coffeella*, Guer.-Men.)**

Tiene amplia distribución mundial; está presente prácticamente en todas las regiones cafetaleras y su importancia económica radica en que el insecto puede producir epizootias que provocan del 60 al 80 por ciento de hojas caídas, cuando coinciden temperaturas altas y precipitaciones bajas. El insecto adulto es un lepidóptero, de apenas 3 milímetros de longitud, que oviposita en el haz de las hojas; las larvas que

emergen de los huevecillos penetran al tejido, formando las “galerías” por debajo de la epidermis, para alimentarse del tejido parenquimatoso y esponjoso.

Las larvas pasan en las galerías todo el estado larvario, posteriormente rompen la epidermis y buscan el envés de las hojas, para formar la crisálida, la cual es muy característica porque tiene la forma de un a “X”, de ahí salen los adultos que son diminutas mariposas de hábitos nocturnos (Pensado, C.M.A., 1982).

La importancia de la plaga estriba en que el insecto puede tener hasta cuatro generaciones al año, dependiendo de las condiciones favorables de temperatura.

Control cultural. El insecto puede controlarse con prácticas del cultivo que desfavorecen las condiciones de reproducción del insecto, como: un manejo uniforme de la sombra, las podas del cafeto para estimular buenos crecimientos, la fertilización oportuna y el control de maleza, el cual debe realizarse con las recomendaciones dadas anteriormente.

Control biológico. En aplicaciones masivas y consecutivas de plaguicidas se ha comprobado que el minador de la hoja puede incrementarse considerablemente hasta establecerse como plaga económica (Brasil, 1981), debido a que tiene enemigos naturales que regulan sus poblaciones, por lo que es importante no abusar de los productos químicos sobre todo los que no poseen especificidad, ya que con ello se eliminan grandes cantidades de estos parasitoides benéficos.

Control químico. El control químico se realiza cuando la plaga rebasa el umbral de daño económico; en igual forma que para la broca, se tiene que estimar este valor para formar la determinación de las aplicaciones. Los insecticidas que ofrecen mayor eficiencia son:

- 1.- Aldicarb (TEMIK 15 g.) en dosis de 1.5 kilogramos de ingrediente activo por hectárea incorporándolo de 5 a 8 centímetros de profundidad alrededor de la

zona de goteo. Una aplicación por año, cuando aparezcan las primeras galerías.

2.- Disulfotón (DISYSTON 10 % GR) en dosis de 3 kilogramos de ingrediente activo por hectárea. Se incorpora igual que el Aldicarb.

3.- Permetrina (AMBUSH 34). Este producto es recomendado en la literatura (INMECAFÉ - NESTLÉ, 1990) en aspersiones al follaje, en dosis de 600 gramos de ingrediente activo por hectárea.

--- **Barrenador del tallo y ramas (*Plagiohammus maculosos*, Bates)**

Es un escarabajo poco distribuido; se ha detectado en los estados de Oaxaca, Guerrero, Nayarit y Veracruz, en este último con mayor frecuencia. Es un insecto de aproximadamente 2.5 centímetros de largo, con las antenas más grandes que el cuerpo. Los adultos se observan después de las primeras lluvias, los cuales ovipositan en la corteza de los tallos, y con mayor frecuencia cerca de la base del tronco (Pensado, C.M.A., 1982).

El daño lo causa las larvas que emergen de los huevecillos, al alimentarse de la corteza hasta abrir los hoyos, para luego hacer las galerías dentro del tallo en sentido longitudinal. El daño se aprecia por la aparición de “aserrín”, provocada por la alimentación de las larvas. Las galerías se localizan en tronco, tallos leñosos y raíces; las ramas afectadas se tornan amarillas, flácidas y posteriormente se secan. Cuando existen más de cinco galerías por cafeto, generalmente este muere antes de la cosecha siguiente.

Control cultural. No se conoce mucho sobre los hábitos de estos insectos en el cafetal; sin embargo, la fertilización, las podas del material enfermo o improductivo y un buen control de la maleza coadyuvan al uso del control químico, manteniendo cafetos vigorosos y con buena formación.

Control químico. En la literatura (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990; Sánchez, C.J.C., 1991), se menciona que lo más eficiente ha sido la aplicación de insecticidas dirigida a las galerías, con una jeringa, localizando las entradas, quitando el aserrín y posteriormente aplicando insecticida; esta “operación” se concluye tapando con jabón, barro, cera o cualquier otro producto disponible que selle la galería. El tratamiento es laborioso pero efectivo para matar las larvas. El insecticida recomendado por los mismos autores es:

- 1.- Paratión metílico (PARAMETHYL 50 E) en dosis de 648 gramos de ingrediente activo por hectárea.

El paratión metílico puede utilizarse también para aspersiones al follaje, que deben realizarse al inicio de las lluvias, época en que aparecen los adultos.

--- **Esacamas (*Saissetia spp*; *Coccus spp.*) y otros géneros.**

Existen varios géneros y especies en el café, que están distribuidas en todas las áreas cafetaleras del país. Su mayor frecuencia y abundancia es en áreas cálidas y con períodos bien definidos de sequía.

El adulto de estos insectos presenta la forma de pequeñas “conchitas” que se adhieren a los tallos de los cafetos por medio de su aparato bucal, están recubiertos por una capa cerosa, que las protege de ambientes desfavorables (Pensado, C.M.A., 1982).

El daño es provocado por la succión de los insectos en las zonas más tiernas del café, lo que provoca el debilitamiento y atraso del desarrollo; en ataques muy severos, puede causar el secamiento total. El adulto permanece inmóvil pero las ninfas emergidas de los huevecillos pueden transportarse de un lugar a otro; sin embargo, la forma de disseminación más efectiva es por medio de las hormigas que las transportan de

un árbol a otro, para asegurar la producción de la mielecilla que secreta, y que estas últimas utilizan como alimento. Esta secreción también provoca la aparición de “fumagina”, un hongo no parásito, pero que obstruye los procesos de transpiración de las hojas.

Control cultural. Por fortuna, estos insectos adquieren una importancia mayor sólo en plantaciones con escaso o nulo manejo cultural, por lo que su control radica en efectuar todas las prácticas recomendadas anteriormente.

Control químico. La plaga puede presentarse en viveros y en plantaciones jóvenes, por lo que es necesario protegerlas con algún insecticida sistémico, que pueden ser los mismos recomendados para minador de la hoja con las mismas dosis e indicaciones.

--- **Pulgones o Áfidos (*Toxoptera aurantii*, B de F.)**

Tienen hábitos semejantes a los de las escamas y también se asocian con las hormigas. El insecto es un homóptero de la familia de los áfidos, de tamaño pequeño; los machos son alados y las hembras ápteras (sin alas).

Su daño consiste en la succión por medio de su estilete, de la savia de las partes más tiernas de la planta, normalmente se encuentran en grupos compactos alrededor de los brotes y pedúnculo de las hojas más nuevas, lo que provoca el debilitamiento y en ocasiones la muerte de los brotes; en ataques severos las hojas y flores se deforman.

Debido a sus secreciones, el insecto se asocia con las hormigas y la aparición de fumagina; sin embargo, poseen enemigos naturales que mantienen a las poblaciones por debajo del umbral económico, por lo que raramente es necesario llevar a cabo un control químico.

Control. Las mismas técnicas recomendadas en la plaga anterior (Escamas). Además, el insecto es muy sensible a los insecticidas, y puede utilizarse una gama amplia de ellos.

--- **Piojo harinoso de la raíz (*Planococcus citri* Risso, *Pseudococcus cryptus* Hempel)**

Es una plaga que está presente en algunas zonas cafetaleras de México, principalmente en la región del Soconusco, Chiapas. Al igual que las escamas y pulgones, estos insectos se asocian con las hormigas, de las que obtienen el beneficio de ser transportados.

Los cafetos de cualquier edad pueden ser infestados por este insecto. En las raíces forma una cubierta coriácea formada por algunos hongos que también se asocian aprovechando las secreciones del insecto, dando el aspecto de tumoraciones.

Con su aparato bucal chupador se fijan a las raíces, y la continua succión de la savia provoca la debilidad progresiva de la planta y fuertes deficiencias nutricionales hasta matar al cafeto. En el follaje los síntomas son: amarillamiento, follaje escaso y flacidez.

Control cultural. Para evitar infestaciones severas es necesario atender los focos iniciales, realizando algunas labores, como arrancar las primeras plantas infestadas, exponerlas al sol y/o quemar las raíces. Evitar el uso de azadón alrededor de los cafetos infestados.

Control químico. Se recomienda (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990) aplicar parathión metílico (PARAMETHYL 50 E), en dosis de 648 gramos de ingrediente

activo por hectárea. Se descubren un poco las raíces formando una especie de embudo y se aplica el producto cubriendo nuevamente las raíces; se adiciona cobertura de hojarasca y hierbas para obtener un mejor control.

--- **Hormigas. Varios géneros.**

Se describe aquí este tipo de insectos por la importancia de la asociación con las plagas anteriores; sin embargo, el combatirlos químicamente puede traer efectos negativos, ya que juegan un papel muy importante en el agroecosistema; no obstante, el mal manejo de éste puede ocasionar que estos insectos se eleven a la categoría de plagas, ocasionando serios perjuicios al cafetal.

Existen varias especies que pueden causar perjuicio a los frutos del cafeto en etapas de maduración completa, ya que los azúcares producidos son un alimento muy deseable por estas hormigas. Cuando su aparición y su asociación con escamas y áfidos alcance dimensiones de daño económico se recomienda combatirlos con algún insecticida, realizando antes las prácticas culturales recomendadas.

Control. El producto más utilizado es el clordano (CLORDANO 40 C), aplicado al hormiguero en solución, a la dosis de 1.2 gramos de ingrediente activo por litro de agua, removiendo el orificio para una mejor penetración. Este producto es de “uso restringido”. Otro insecticida recomendado es el foxim (VOLATON 5 % GR ó 5 % POLVO) en dosis de 0.15 a 0.25 gramos de ingrediente activo por hormiguero, dependiendo del tamaño, incorporándolo en la misma forma que el anterior (México, 1988).

--- Gallina ciega (*Phyllophaga spp.*)

Se le denomina gallina ciega a las larvas de varias especies de este coleóptero, cuya distribución es bastante amplia, así como su rango de hospederos. En el café adquieren importancia cuando atacan plantas de vivero o plantaciones nuevas, aunque también se han detectado ataques severos de plantaciones adultas en el estado de Veracruz.

La larva vive en el suelo, a profundidades variables, dependiendo de la temperatura y la humedad de éste; se alimenta de las raíces por medio de un fuerte aparato bucal masticador, ocasionando la destrucción de raíces primarias y secundarias. El daño en la parte aérea se manifiesta por el marchitamiento del follaje y la defoliación posterior, en ataques severos causa la muerte de las plantas.

En los viveros, esta plaga se previene con las recomendaciones dadas en el capítulo correspondiente. En las plantaciones adultas, es necesario comprobar la existencia de las larvas mediante el muestreo de raíces y suelo. Algunos autores consideran que con la presencia de una sola larva se justifica el combate químico, el cual puede hacerse con aldicarb (TEMIK 15 G) en la misma dosis señalada para las otras plagas, o bien etoprofos (MOCAP) a la dosis de 1.5 kilogramos de ingrediente activo por hectárea, incorporándolo al suelo en la zona de goteo.

Descripción y prevención de enfermedades

La cafecultura mexicana sufre pérdidas anuales considerables, debido a problemas fitosanitarios en su conjunto; con excepción de la broca, las enfermedades son las de mayor relevancia en las plantaciones de México. Las más importantes por su incidencia, severidad y daño económico, son las que se describen a continuación:

--- **Roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*, Berk. y Br.)**

Es la enfermedad del cafeto más importante mundialmente; en México se convive con esta enfermedad desde 1981; actualmente se distribuye en todas las regiones productoras del país. El hongo es un basidiomiceto de la familia de las pucciniaceas, ataca únicamente a las hojas, pero su habilidad devastadora puede provocar la defoliación total de los cafetos y en consecuencia la nula producción del ciclo posterior de cosecha.

Las lesiones se identifican por manchas de un color amarillo intenso, con áreas necróticas en el haz de las hojas y por un polvo anaranjado que coincide con las manchas, por el envés de la hoja. Primero aparecen las manchas y posteriormente la esporulación.

El desarrollo de la enfermedad depende de varios factores ambientales, determinados por la altitud; por ejemplo, de los 900 msnm hacia arriba la enfermedad se presenta muy incipiente con porcentajes de infección muy bajos que no ameritan otro tipo de control aparte del cultural; en cambio, en plantaciones por debajo de los 650 msnm, el hongo produce más ciclos uredospóricos y los porcentajes de infección son muy elevados. Las temperaturas y la humedad relativa juegan un papel determinante en las epidemias de este hongo.

Para las zonas cafetaleras de Veracruz, Chiapas y Oaxaca la enfermedad se comporta en forma similar, presentando cuatro fases de desarrollo, la primera se le denomina de “establecimiento” y ocurre entre los meses de mayo a julio; la segunda se denomina de “crecimiento” y se presenta entre agosto y noviembre; la tercera se conoce como fase de “máxima infección” que es donde ocurren los ciclos uredospóricos más frecuentes, alcanzando índices de infección hasta el 50 por ciento, esta fase se presenta entre diciembre y febrero; la cuarta es la de “decadencia” y ocurre entre marzo y mayo.

Manejo integrado. El control de la enfermedad tiene que ser bajo un manejo integrado de las plantaciones, y habrá de tomarse en cuenta el comportamiento de las epidemias, señalado anteriormente. Dentro de los métodos de control, se recomienda principalmente el uso de variedades resistentes, ya que es una alternativa que puede utilizar el productor fácilmente y que permite aumentar el rendimiento.

En zonas arriba de los 900 metros sobre el nivel del mar, no debe utilizarse ningún control químico, y solamente las prácticas de cultivo son importantes en la prevención de altos índices de infección. En zonas medias (entre los 600 y 900 msnm), es necesario combinar las prácticas culturales con la aplicación de un fungicida; y en zonas bajas (menores a 600 msnm), es necesario establecer un programa permanente de control químico preventivo y de prácticas culturales de mayor importancia en el control.

A continuación se mencionan las técnicas que pueden aplicarse en el manejo integrado de la roya:

Control cultural. Las prácticas más importantes a considerar se describen a continuación:

- a) Podas. Las principales son las de formación y rejuvenecimiento porque eliminan una cantidad importante de tejido enfermo. Se deben realizar cada año, conforme a las indicaciones que se dieron anteriormente. Mediante esta práctica, el inóculo que permanece de un ciclo epidémico a otro, se elimina bajando los niveles de infección en la etapa decadente de la enfermedad; es muy importante realizarlas con oportunidad para mantener una constante, adecuada y sana densidad foliar.
- b) Fertilización. La práctica anterior debe ir acompañada de la fertilización, para mantener las funciones nutrimentales de los cafetos en condiciones de equilibrio óptimos. Seguir las recomendaciones dadas en dicho capítulo.

- c) Regulación de la sombra. Aunque la roya se presenta indistintamente en cafetales con o sin sombra, el exceso de humedad favorece el desarrollo de la enfermedad y predispone a los cafetos a otros problemas fitosanitarios, por lo que la cantidad de sombreado debe ser uniforme en densidad y distribución. La poda sistemática de árboles de sombra permite una mayor penetración de luz, elevación de la temperatura y regulación de la humedad relativa.

Control genético. Los países con el problema de Roya han trabajado durante varias décadas para obtener materiales resistentes a esta enfermedad, y con buenas características, tanto agronómicas como de producción y calidad en taza. La investigación realizada por el INIFAP durante 12 años sobre mejoramiento genético del cafeto, ha permitido seleccionar algunos materiales promisorios para el control de la roya y el mejoramiento en general de la cafecultura. Así, en 1994 se ha liberado la variedad Oro Azteca, resistente a este hongo, de alto rendimiento y buena calidad de la bebida (INIFAP, 1997).

Control químico. El fungicida más utilizado en el control químico de la enfermedad es el oxiclорuro de cobre, éste es de contacto, preventivo, y se recomienda aplicarlo en zonas bajas y medias, en los meses de mayo a julio; son suficientes de una a dos aplicaciones a dosis de 1.5 kilogramos de ingrediente activo por hectárea (CUPRAVIT 50 % PH). En condiciones de infección severa, las cuales ocurren en zonas bajas, además de las dos aplicaciones del primer fungicida, es conveniente la aspersión uniforme de un curativo sistémico, como el propiconazol (TILT 250 CE) en dosis de 125 gramos de ingrediente activo por hectárea, o triadimefon (BAYLETON 25 % PH) en dosis de 250 gramos de ingrediente activo por hectárea. Estos fungicidas sólo se recomiendan en plantaciones con altos rendimientos, ya que por su precio encarecen los costos de producción.

--- Ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk. Y Curt, Sacc.)

Es una enfermedad ampliamente distribuida en México, de gran importancia por los daños que causa, y requiere de atención, dada su persistencia endémica en los cafetales. El hongo es un basidiomiceto y posee una fase imperfecta conocida como *Stilbella flavida* cooke P. Hervn. que es la responsable de la diseminación y establecimiento de la enfermedad (Pensado, C.M.A., 1982).

El hongo se presenta en el haz de las hojas como manchas circulares de color pardo, con bordes bien definidos; en ocasiones, el tejido necrosado se desprende; el hongo puede colonizar además de las hojas, los peciolo y nervaduras, pedúnculos y frutos verdes. En ataques severos, puede defoliar hasta un 90 por ciento y los frutos sufren daños que se reflejan en un mal despulpado, ya que el pericarpio afectado se adhiere a los cotiledones, haciendo difícil el proceso, lo que demerita la calidad del grano.

El hongo fructifica sexualmente cuando las condiciones de humedad relativa alta (cerca de 100 por ciento) y temperaturas frescas, produciendo pequeños filamentos parecidos a la cabeza de un alfiler de color pardo-cremoso, que crecen sobre las lesiones iniciales.

Cuando la infección es severa, la defoliación de los cafetos produce un “colchón” de hojarasca que constituye una fuente de inóculo importante para las reinfecciones del siguiente ciclo. El exceso de sombra es un factor determinante en el desarrollo de este hongo.

Control cultural. Las prácticas de importancia en el control de esta enfermedad son las mismas de la roya, haciendo énfasis en la regulación de la sombra.

Control químico. Solamente se justifica en ataques muy severos y cuando los daños se hayan extendido a plántulas en crecimiento o viveros. Este se realiza con

oxicloruro de cobre (CUPRAVIT 50 % P.H.), o con mancizeb (MANZATE 200) a la dosis de 1.5 y 1.6 kilogramos de ingrediente activo por hectárea, respectivamente; dependiendo de la severidad, deberán realizarse de una a tres aplicaciones con intervalos de 20 a 25 días al inicio de lluvias.

--- **Mal de hilachas (*Corticium koleroga*, Cooke Van Hoehnel)**

Este problema adquiere importancia mayor en zonas bajas, cuyas temperaturas medias son superiores a los 18° C y una alta humedad relativa mayor al 90 por ciento. Raramente causa la muerte de los cafetos, pero los daños pueden reducir hasta un 30 por ciento los rendimientos de la cosecha siguiente.

El hongo se identifica fácilmente porque coloniza el envés de las hojas, e invade todo tejido que encuentra a su paso; el aspecto es de una tela delgada blanca que se extiende por toda la superficie, esto provoca el colapso de las hojas y luego su absorción; todas las hojas desprendidas quedan colgadas a la rama por medio de los cordones miceliarios del hongo. La enfermedad se propaga por fragmentaciones de este micelio que pasa la estación invernal en las ramas y frutos enfermos y secos o en el “colchón” de hojarasca en el suelo.

Control cultural. La poda de formación que también elimina ramas enfermas de la cosecha, es la práctica más importante para controlar la enfermedad, porque reduce el inóculo invernal; sin embargo, además de la poda, las ramas eliminadas deben sacarse del cafetal o acordonarse entre las hileras, para evitar que los nuevos crecimientos del micelio alcancen los tallos o ramas bajas de los cafetos. La sombra debe regularse y la fertilización debe ser complementaria en el control.

Control químico. Cuando la enfermedad está afectando plantas en desarrollo o con buen estado vegetativo, conviene aplicar un fungicida a base de cobre, en dosis de 1.5 kilogramos del ingrediente activo por hectárea, o con clorotalonil (DACONIL 2787),

en dosis de 900 gramos de ingrediente activo por hectárea. Las aspersiones se deben dirigir al envés de las hojas y a punto de goteo (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990).

--- **Requemo o Phoma (*Phoma costarricensis*, Ech.)**

En algunas regiones específicas, como Coatepec, Ver., los daños que provoca esta enfermedad son de mayor importancia. El hongo coloniza los crecimientos nuevos en cualquier etapa de desarrollo de la planta, y los brotes resultantes de una recepa o poda severa en cafetos adultos son muy susceptibles a la enfermedad, llegando a perderse el 100 por ciento de los brotes de ese año.

Las temperaturas menores a 18° C y alta humedad relativa favorece el ataque del hongo, condiciones que se dan en las zonas altas entre los meses de octubre a febrero. El hongo esporula abundantemente sobre las lesiones y las esporas son acarreadas por viento, agua e insectos, las cuales germinan muy rápidamente e invaden los tejidos tiernos; la lesión en forma de quemadura se extiende de arriba hacia abajo, hasta encontrarse con tejido lignificado; los brotes enfermos se debilitan, se doblan y se caen, lo mismo que las hojas.

El hongo se presenta también en los frutos, formando parte de un complejo patogénico fungoso junto con *Cercospora* y *Colletotrichum*, los cuales producen el secamiento de las cerezas antes de alcanzar su madurez.

Control cultural. En la prevención de esta enfermedad es importante considerar la época en que se hace la recepa, es decir, debe realizarse entre los meses de febrero a marzo, a fin de que los brotes tengan un desarrollo adelantado cuando se presentan las condiciones favorables para la presencia de la enfermedad. Cuando estos brotes ya tienen una consistencia “leñosa”, presentan una mejor tolerancia al hongo y

aunque puede infectarse es difícil que se pierda totalmente por el daño; la misma situación se aplica a los demás tipos de poda que se efectúen en el cafetal.

Control químico. En plantaciones nuevas o con un programa de manejo de tejido vegetal, es necesario incluir la aplicación de fungicidas preventivos contra la enfermedad. El INIFAP ha realizado experimentos recientes comparando fungicidas y se ha demostrado que el iprodiona (ROVRAL) y el fosetil-Al (ALIETTE) en dosis de 600 gramos y 2.4 kilogramos de ingrediente activo por hectárea respectivamente, controlan medianamente. Deben efectuarse un máximo de seis aplicaciones cuando la presión de inóculo sea alta, entre los meses de agosto a octubre, con intervalos de 15 días (INIFAP, 1997).

--- **Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*, Berk., y Cooke.)**

Es una de la enfermedades del cafeto más conocidas y distribuidas, sin embargo sólo produce infecciones y daños de consideración en viveros y plantaciones sin sombra, o con deficiencia o mala distribución de la misma.

Las lesiones del hongo son más o menos circulares de color café claro, con centro oscuro, y redondeadas por un halo amarillo; estas lesiones producen la abscisión de las hojas de mayor actividad fotosintética, que son las más afectadas. Las defoliaciones pueden ir de leves a severas, causando disminución de los rendimientos de las cosechas siguientes.

La enfermedad se vuelve más severa, cuando el hongo se presenta en los frutos, ocasionando el secamiento de los mismos. En el vivero, las pérdidas se producen por la defoliación total de las plantas, que al perder su follaje pierden su capacidad de nutrición y mueren. Los cafetos de cualquier edad con problemas de descompensación nutricional son los más susceptibles a la enfermedad.

Control cultural. Tanto en viveros como en plantaciones, la aparición de brotes severos de la enfermedad se evita dándole un manejo uniforme a la sombra y considerando un programa de fertilización adecuado, tanto en los viveros como en plantaciones.

Control químico. Cuando aparecen las primeras manchas, se aplica benomyl (BENLATE) en dosis de 210 gramos de ingrediente activo por hectárea, pueden hacerse de dos a tres aplicaciones, con intervalos de 25 días.

--- **Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*, Noak.)**

La antracnosis se presenta también por problemas de mala regulación de sombra, en suelos poco fértiles y en cafetos sin fertilización, por lo cual no es muy importante si se realizan las labores mencionadas para mancha de hierro.

El hongo produce manchas concéntricas oscuras en las hojas, pero raramente producen defoliación. Las ramas en producción pueden ser afectadas por el hongo que produce el secamiento de las mismas, comienza por las puntas y deja los frutos secos y momificados. Esto es otro de los hongos que inciden en el complejo patogénico de frutos junto con *Phoma* y *Cercospora*.

Control. Obsérvese las mismas recomendaciones de control de “Mancha de hierro”.

--- **Corchosis de la raíz (*Meloidogyne incognita*, Kofoid y White; *Pratylenchus spp.*, y varias especies de hongos.**

Esta enfermedad la ocasiona un complejo patogénico en el que intervienen principalmente los nemátodos arriba señalados, y otros hongos asociados, entre ellos varias especies del género *Fusarium*. Solamente se ha reportado en Costa Rica, y en

México, en la región central del estado de Veracruz, donde causa pérdidas de hasta 40 por ciento (Vargas, H.E.E., 1992).

El complejo se identifica por el acorchamiento de raíces primarias y la pivotante, que se acompaña de grandes tumoraciones que atrofia las raíces. En la parte aérea, los cafetos muestran debilitamiento y amarillamiento general; después de tres cosechas, el cafeto comienza a defoliarse, hasta quedarse solamente con las hojas de las ramas superiores, en ocasiones las plantas pueden sufrir acame.

La enfermedad puede presentarse desde las primeras etapas de crecimiento; sin embargo, sólo después de un año, las plantitas muestran el acorchamiento de raíces. En etapas tempranas de desarrollo, sólo se pueden observar abultamientos o nodulaciones provocadas por las hembras maduras de *Meloidogyne*.

Cuando las plántulas infestadas logran desarrollarse, al trasplantarlas al lugar definitivo, comienzan a manifestar los primeros síntomas en el follaje, y apenas comienzan a producir, la planta presenta un rápido declinamiento hasta que muere, después de la tercera o cuarta cosecha. La enfermedad puede diseminarse a través de plantas infectadas, labores de escarda o agua de escorrentía.

Manejo integrado. Por la gran importancia que reviste este problema, debe enfocarse con un manejo integrado en las zonas donde se presenta. A continuación se señalan las principales medidas fitosanitarias que deben involucrarse en este manejo.

Control legal. Es necesario establecer medidas cuarentenarias en zonas infestadas, a fin de evitar la diseminación por medio de plantones (plantas de vivero). Las regiones más afectadas por la corchosis son Córdoba y Huatusco y abarcan una superficie de aproximadamente 20 mil hectáreas. En estas regiones, no debe permitirse la elaboración de semilleros y viveros sin previa desinfección del suelo y con una inspección fitosanitaria rigurosa.

Control cultural. Las labores de cultivo para prevenir los daños por corchosis deben realizarse desde semillero:

- a) Desinfección del suelo en semilleros y viveros. Esta práctica fue señalada en el capítulo “Elaboración de semilleros”, y debe ser prioritaria cuando se constata la presencia de corchosis.
- b) Control de maleza. Existe maleza asociada al cafetal que es hospedante de los nemátodos y hongos que forman este complejo, por lo cual es necesario mantener siempre el cafetal libre de maleza, con un programa de control mixto, incluyendo herbicidas de tipo sistémico. No debe usarse azadón.
- c) Podas. La planta inicialmente enferma puede responder a todos los tipos de poda, lo cual le permite alargar su vida productiva, ya que estimula la formación de raíces superficiales que son capaces de alimentar a la planta y sobrevivir por más tiempo en presencia de la enfermedad.
- d) Remoción de plantas muertas. Las plantas muertas por corchosis deben desenterrarse en época seca y exponerse al sol; esto elimina focos de infección importantes para nuevas reinfestaciones. Al sustituir un cafeto muerto, la cepa debe tratarse con un nematicida o fumigante.
- e) Injertación. Dada la importancia de esta medida, la práctica de injertar café se señala detalladamente en el apartado de semillero y viveros.
- f) Adición de abonos orgánicos. Se ha comprobado que la adición de pulpa de café, estiércol de equino, bagazo de caña o gallinaza, en compostas o por separado, estimula de manera muy eficiente el sistema radical de la planta, aumenta las poblaciones de organismos benéficos en el suelo y contribuye a la diseminación de las poblaciones de los patógenos involucrados en la corchosis, por lo que es muy recomendable aplicarlos una vez por año. La cantidad aproximada a emplearse varía de acuerdo a la disponibilidad de los abonos, pero puede aplicarse hasta un máximo de 10 litros por cafeto; aplicar mayores cantidades corre el riesgo de provocar descompensaciones de pH o nutrimentos disponibles para la planta. Todos los abonos orgánicos deben utilizarse después de que hayan alcanzado del 90 al 100 por ciento de fermentación.

Control químico. Este método solamente debe usarse cuando se detecta con oportunidad el problema en plantaciones nuevas, con buena productividad, ya que los cafetos viejos y severamente infestados no responden a ningún tratamiento químico.

La mejor opción está en los nematicidas granulados, estos deben aplicarse al iniciar las lluvias en la misma forma en que se aplica el fertilizante. Las opciones pueden ser aldicarb (TEMIK 15 G), etoprofos (MOCAP) o fenamifos (NEMACUR 10 G) en dosis de 3 kilogramos de ingrediente activo por hectárea. Estos productos se aplican una sola vez al año y con un margen de 80 a 90 días antes de la cosecha.

Como en la corchosis interviene algunos hongos del suelo, es recomendable hacer una aplicación del fungicida quintozeno (PENTACLOR 600 F), en dosis de 3.7 kilogramos de ingrediente activo por hectárea, un mes después de la aplicación del nematicida. Para la desinfección de cepas en los replantes, puede utilizarse un fumigante como dazomet (BASAMID 98 %) a razón de 39 kilogramos de ingrediente activo por hectárea.

--- Constricción vascular. Agente causal desconocido.

Se le ha denominado “constricción vascular” a un conjunto de síntomas que presentan los cafetos que se han sometido a una intensa producción a través de la fertilización y/o deficientes prácticas de poda.

Los cafetos afectados presentan un adelgazamiento de los tallos, comúnmente en el tercio superior, que se acompaña de desprendimiento de corteza y cicatrizaciones de la misma. Las ramas que se originan inmediatamente arriba de la lesión surgen en forma desordenada y con un hinchamiento en el punto de incisión de donde nacen ramillas pequeñas y cortas. Los entrenudos de las ramas afectadas también se acortan y surgen bifurcaciones y hojas pequeñas. Toda la copa del árbol presenta hojas engrosadas que pierden brillantez y se observan flácidas acompañadas de deficiencias de elementos mayores.

En las ramas afectadas se producen flores y frutos más pequeños, estos no sobreviven a la cosecha siguiente, ya que después de la misma comienza el secamiento paulatino que llega a matar hasta un 25 por ciento de ramas y follaje, aunque se han encontrado cafetos hasta con un 80 por ciento de daño. Las plantaciones afectadas presentan una mayor susceptibilidad a enfermedades como “ojo de gallo” y “mancha de hierro”.

No se conoce la etiología de este problema. Se han aislado algunas cepas bacterianas de las lesiones principales; sin embargo, no se ha obtenido éxito en las pruebas de patogeneidad. Los síntomas están presente todo el año pero se agudizan en la época de cosecha.

Los análisis de suelo revelan un exceso de elementos primarios (N, P, K), un pH extremadamente ácido (entre 3.8 y 4.1); extremada materia orgánica, y muy pobres en calcio y boro.

Control. Se desconocen prácticas de control, aunque es evidente que existe una relación entre las características del suelo y algunos de los síntomas, por lo que pueden corregirse problemas de acidez con prácticas de encalado y modificar la fórmula y el programa de fertilización, en tanto no se identifique plenamente el agente causal.

Recomendaciones generales para la aplicación de los productos mencionados. Las dosis recomendadas, están calculadas en base a un promedio de 1000 cafetos por hectárea, con una altura media de 2.0 metros por cafeto. De acuerdo con estas características, el cálculo de agua para asperjar con bomba de mochila manual es de 600 litros por hectárea.

Si las características de una plantación no se ajustan a las mencionadas, deberán calcularse las dosis calibrando previamente el equipo de aplicación, para conocer el gasto de agua por hectárea y hacer una aplicación correcta del producto.

CAFÉ ORGÁNICO

Como una alternativa para resolver el problema de la poca rentabilidad del cultivo del café, derivado de su baja e inestable cotización en el mercado y de los elevados precios de los agroquímicos; se ha impulsado la producción de café orgánico que consiste en la no utilización de los agroquímicos y de la aplicación de técnicas de conservación de suelos (terraceo), así como el uso de desperdicios orgánicos. Actualmente este producto tiene una muy buena aceptación en los mercados europeos y norteamericanos.

La aplicación de esta tecnología ofrece las siguientes ventajas:

- Asegura la estabilidad del ecosistema, la protección natural del cultivo, mantiene la fertilidad del suelo y se aprovecha la humedad durante todo el año.
- El uso y manejo de los desechos agrícolas permiten el reciclaje de nutrientes, reduciendo costos de producción y la contaminación de las aguas y terrenos agrícolas.
- Los problemas de sanidad y nutrición son resueltos mediante productos elaborados por el propio productor, utilizando los recursos que tiene a su alcance.
- Contribuye a la generación de empleos y al uso de mano de obra familiar, permitiendo mejorar sus ingresos, favoreciendo el bienestar de las familias cafetaleras y de sus comunidades.

Es importante destacar que, actualmente México es el principal productor de café orgánico a nivel internacional y que la demanda de este producto en el mercado exterior está creciendo en condiciones excelentes de precio (INEGI, 1997).

Mercado del café orgánico

Este mercado empieza a tomar importancia a principios de los años ochenta, para el que se organizan algunas asociaciones de productores que no usaban tecnología, básicamente en Perú, México, y países asiáticos. Posteriormente se integran Guatemala, El Salvador, Nicaragua (Agricultura orgánica, 1995).

El mercado mundial de café orgánico, se estima en un millón de sacos de 60 kilos de café oro, lo que equivale al 1% del consumo total de café en el mundo, demanda que tiende a equilibrarse con la producción actual. Esto nos conduce a que los precios que se pagan por este tipo de café apenas superará el 30% del precio para el café convencional, y la calidad seguirá jugando un papel importante en el mismo, como ha venido ocurriendo con el café corriente (Campos, E. *et al.*, 1998).

COSECHA

La recolección de la cereza es la primera operación manual que deberá hacerse con el mayor cuidado posible porque de ella depende en gran parte la calidad del café y la utilidad que se espera (INMECAFÉ-NESTLÉ, 1990).

La cereza está lista para cosecharse cuando tiene una coloración rojo brillante; la maduración no se realiza uniformemente por eso es necesario hacer varias recolecciones durante la época de cosecha, a fin de cortar sólo los granos en plena madurez; el exceso de frutos verdes o amarillos hace deficiente el beneficiado lo que trae como consecuencia pérdidas en el rendimiento y baja calidad del grano.

Cuando en alguna recolección se encuentra más de 40% de cerezas con daños severos por alguna causa, los cafetos afectados se dejan pendientes y se cosechan al final de la recolección; estas cerezas deben procesarse por separado, para no demeritar la calidad del grano.

En sitios en donde existe un período seco bien definido, el café ofrece la posibilidad de una única cosecha. En cambio, en zonas con temporadas de lluvias bien distribuidas se pueden lograr dos o tres cosechas anuales (Biblioteca Práctica, Agrícola y Ganadera, 1988), lo que dependerá de la mano de obra disponible en la finca; no obstante, hay que recordar que todos estos factores en la cosecha se traducen en óptimos rendimientos en el beneficiado.

En términos constantes, para obtener un quintal de café oro (último producto del beneficiado) se necesitan alrededor de 250 kgs de cerezas; sin embargo, esta relación varía en función de la zona de cultivo (INIFAP, 1997).

Por último, es necesario señalar que la buena calidad del café, no está dada por un solo factor (variedad, prácticas, beneficiado, ubicación ecológica, etc.), sino por el cuidado que se tenga en todo el proceso de producción hasta llegar a la taza (Santoyo, C.H. *et al*; 1996).

Épocas de recolección

La situación geográfica de los países productores a uno y otro lado del Ecuador, y las diferencias ecológicas de cada región, hacen que en el mundo se coseche el café en todas las épocas del año (ANACAFÉ, 1996).

Sin embargo, en el hemisferio norte, la floración de *Coffea arabica* tiene lugar de febrero - marzo a mayo - junio, lo que sitúa la recolección de septiembre - octubre a diciembre - enero (Gómez J., José M., 1991).

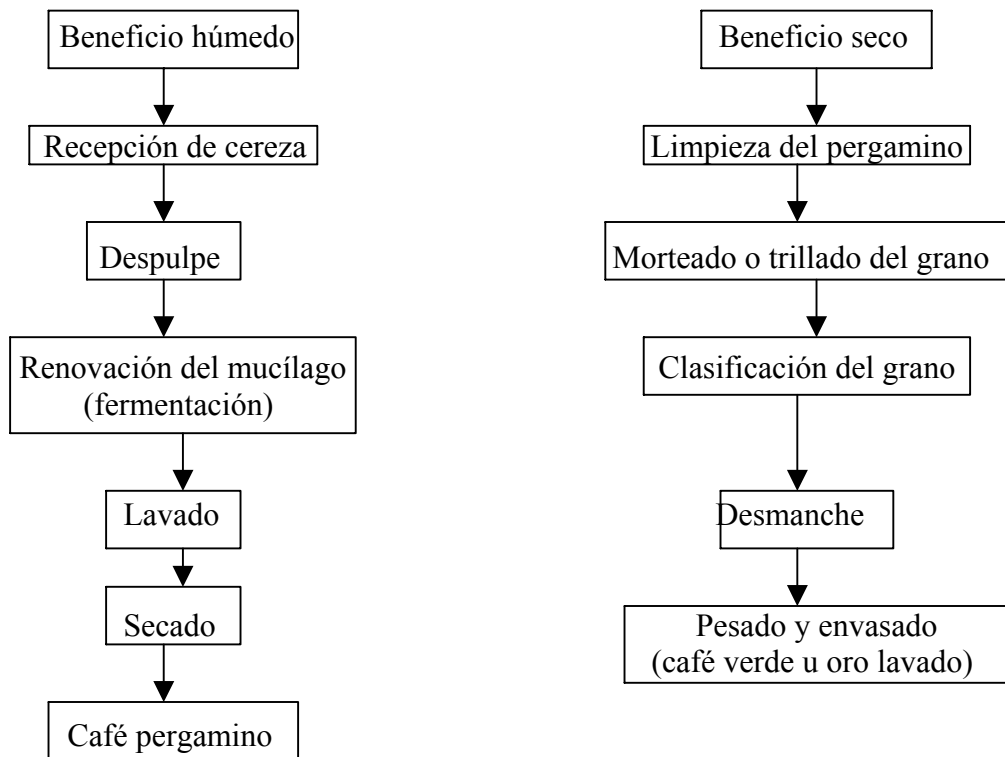
BENEFICIADO DEL CAFÉ

El beneficiado del café es un proceso industrial que consiste en eliminar las cubiertas de la cereza, para pasar de café cereza o bola a café verde comercializable. Para lograr este propósito existen dos métodos, la vía húmeda y la vía seca; por medio de la primera se obtienen los cafés lavados o suaves; mientras que por la segunda modalidad se obtiene el café natural, corriente o tipo brasileño.

Vía húmeda.

La vía húmeda se divide en dos etapas: el beneficio húmedo, propiamente dicho, que va desde la recepción del café cereza hasta la obtención de café pergamino y, la fase conocida como beneficio seco, que inicia con la limpieza del café pergamino y concluye con la obtención del café oro lavado, debidamente clasificado y envasado (Santoyo, C.H. *et al*, 1996).

Diagrama. Obtención de café lavado tipo suave por las dos etapas:



Para el beneficio húmedo se siguen los siguientes pasos:

--- Inmediatamente después de la cosecha, el fruto se traslada al lugar donde será despulpado, el cual generalmente se ubica cerca de la parcela, en las partes bajas, donde existen ríos o arroyos, ya que esta actividad es altamente demandante de agua.

--- Después del despulpado se lleva a cabo la fermentación, para lo cual se deja reposar el grano aproximadamente 24 horas en cubetas, costales de plástico y pequeños tanques de madera o concreto; cuyo fin es hacer soluble la pulpa que queda adherida al grano después del despulpado, de tal manera que pueda eliminarse posteriormente mediante un lavado con agua.

--- Realizada la fermentación, se lleva a cabo el lavado en costales, cestos o en los mismos tanques de fermentación, esta actividad, al igual que el despulpado; utiliza grandes cantidades de agua (INEGI, 1997).

--- En seguida se realiza el secado del café, extendiendo el grano sobre petates, patios de tierra y concreto; exponiéndose al sol de 4 a 6 días, teniendo cuidado de voltear el café para un mejor secado y guardarlo por las noches para evitar que vuelva a humedecerse.

--- Una vez que el grano ha alcanzado una humedad que va del 11 a 13% se deposita en costales de ixtle o plástico y se almacena en la casa, esperando el momento más adecuado para venderlo.

Con respecto al beneficio seco, éste es un proceso que requiere infraestructura especializada (seleccionadora electrónica, morteadora, bandas, etc.), solamente los grandes productores pueden realizarlo de manera individualizada (IICA, 1987).

Los pasos que se llevan a cabo para el beneficio seco es como sigue:

Se inicia con la limpia del café pergamino por medio de zarandas, aquí se eliminan impurezas como piedras, clavos, tierra, hilos, etc.

Después de la limpia del grano se lleva a cabo el morteadado o trillado, donde se elimina la pajilla o cascarilla, obteniéndose el café oro lavado sin clasificar.

Posteriormente al morteadado, el café oro lavado se clasifica por peso, tamaño y forma, por medio de vibradoras con mallas, que seleccionan por tamaño; máquinas numéricas denominadas “catadoras” que seleccionan por peso mediante aire a contracorriente.

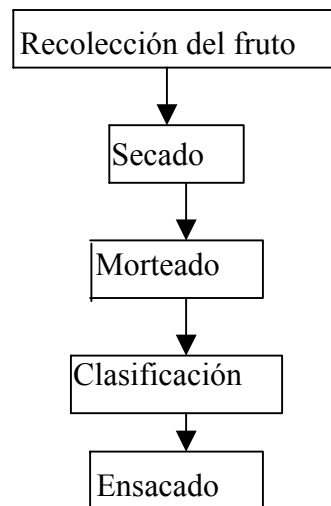
Una vez clasificado el grano en superior, primera, segunda, tercera y granza, se procede a un desmanche en caso necesario. Generalmente en zonas pergamineras, con este equipo se alcanza la calidad de exportación, sobre todo por tamaño y porcentaje de grano manchado. Sin embargo, en zonas cerceras o entre aquellos grandes exportadores que compran café en diferentes regiones, dicho porcentaje rebasa los máximos permitidos en el mercado internacional, por lo que se hace necesario una última clasificación por color (desmanche) (INEGI, 1997).

La eliminación del grano manchado se realiza en uno o más pasos en las máquinas electrónicas incluso puede completarse con eliminación manual en bandas de inspección. De hecho éstas son muy utilizadas en beneficios pequeños sin seleccionadora (IICA, 1987).

Después del desmanche, el café se envasa en sacos de ixtle de 69 kg netos, en los cuales se estiba en bodega, concluyendo de esta manera el beneficio seco.

Vía seca.

Esta proceso consiste en la obtención de café natural o corriente, a partir de café cereza o capulín; tal como se ilustra en el siguiente diagrama:



La obtención de café por esta vía es de poca importancia, a nivel nacional ya que por lo regular el café por los productores benefician por este método es destinado al autoconsumo y la venta local, proviene generalmente del último corte denominado “arrase”; por lo que no se tiene cuidado en seleccionar frutos maduros únicamente, sino que se corta todo el grano que haya quedado, lo cual demerita la calidad del producto.

--- El fruto cosechado se pone a secar comúnmente al sol, durante 2 semanas aproximadamente, período en que la humedad del grano desciende a menos del 20 por ciento.

--- El paso siguiente es el morteado, cuya finalidad es eliminar la cáscara que cubre la semilla, obteniendo de esta manera el café oro, el cual posteriormente es clasificado y encostalado para su almacenamiento, ya sea que se destine a la venta o al autoconsumo (INEGI, 1997).

En México cerca del 85% del café es beneficiado por la vía húmeda y el restante 15% se obtiene por vía seca (café corriente) (Villaseñor, L.A.. 1987).

En términos generales en todas las regiones de México se acepta un rendimiento promedio de 245 kgs de cereza para un quintal de café pergamino (57.5 kgs) o quintal de café oro (46 kgs). Esto depende principalmente de la calidad del proceso de beneficiado, ya que un mal proceso ocasiona disminución en los rendimientos.

A nivel nacional se reporta un total de 1962 beneficios húmedos y 428 beneficios secos, destacando los estados de Veracruz, Chiapas, Puebla y Oaxaca; quienes en conjunto concentran el 89.6% de esta planta agroindustrial (Consejo Mexicano del Café, 1999).

Según FIRA (1994), se estima en promedio un aprovechamiento de la calidad instalada del 50% en beneficios húmedos y 40% en beneficios secos, lo cual indica una subutilización de la infraestructura disponible.

CUADRO No. 24. PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CAFÉ EN MÉXICO.

ENTIDAD	BENEFICIOS HÚMEDOS	CAPACIDAD INSTALADA (Qq/día)	BENEFICIOS SECOS	CAPACIDAD INSTALADA (Qq/día)
TOTAL	1,962	132,283	428	157,511
COLIMA	---	---	2	45
CHIAPAS	639	28,249	174	80,600
GUERRERO	36	3,209	29	2,590
HIDALGO	57	5,731	13	7,591
NAYARIT	43	2,764	13	2,694
OAXACA	135	5,533	56	10,670
PUEBLA	270	23,938	71	22,879
SAN LUIS POTOSÍ	49	4,094	7	767
VERACRUZ	733	58,765	63	29,675

FUENTE: Consejo Mexicano del Café. México Cafetalero Estadísticas Básicas, 1996

ALMACENAMIENTO DEL CAFÉ

Para almacenar el café, sin riesgo para su calidad, debe lograrse un equilibrio entre la humedad interna del grano y la humedad del ambiente. De lo contrario, el café se blanquea o se cubre de moho.

Si el secado ha sido correcto y se ha bajado la humedad entre 11 y 13%, el café puede almacenarse en pergamino o en oro.

Las experiencias conducidas sobre el almacenamiento del café, muestran que la humedad relativa ambiental arriba de 60% le perjudica, en tanto que en ambiente de 55 a 60% de humedad puede conservarse en perfecto estado durante tres años a 50° C, cuatro años a 40° C, y cinco años a 22° C.

El café puede almacenarse en sacos, a granel o en silos. Si se almacena en sacos, se recomienda que las tongas se coloquen sobre una tarima de madera a 30 cm del piso. Las tongas no deben recargarse sobre las paredes de la bodega para facilitar su aireación, y su altura debe estar comprendida entre 20 y 25 sacos, según se formen a mano o a máquina, respectivamente. Se estiman 30 sacos de café por metro cuadrado de área útil de bodega (Villaseñor, L.A., 1987).

TUESTE

El tueste tiene un papel trascendental respecto a su calidad última, ya que durante ese proceso queda liberado el aceite volátil del café y según se va abriendo camino hacia la superficie, al extenderse por todo él, libera a su vez su sabor. Por tanto, de un tueste acertado, preciso, depende que se libere el sutil sabor de todas las sustancias que entran en su composición, pero sin que se destruyan.

Durante el proceso del tueste, el café verde sufre cambios trascendentales que se inician cuando los granos son sometidos a una temperatura superior a los 100° C. Comienzan a perder humedad y su color pasa rápidamente del verde oscuro, o verde azulado, al amarillo pálido y luego dorado. Aumentando la temperatura hasta los 180° C la descomposición pirogénica es mayor, el color vira hacia el castaño claro, se desprende de la hendidura central un aceite volátil llamado cafeona, que impregna de sugerente aroma el ambiente, mientras los granos comienzan a crepitar e hincharse adquiriendo un color de hábito carmelita. A partir de aquí se podrá elevar la temperatura hasta alcanzar entre 218° C para un café más agrio pero menos amargo, y un máximo de 225° C, según el tipo final de tueste deseado, para retirar rápidamente los granos y enfriarlos, a fin de que se fijen los aromas y se condensen las sustancias olorosas.

A la hora del tueste es importante alcanzar la temperatura idónea en el menor tiempo posible, a fin de retener la mayor cantidad de aromas encerrados en el grano. El esquema del tueste perfecto es: temperatura adecuada en poco tiempo y enfriamiento posterior rápido.

Como consecuencia de los distintos tipos de tueste tendremos sensaciones en “la taza” diversas: un grano claro da lugar a una bebida más ácida, mientras que uno oscuro tendrá como resultado una más amarga.

LA MOLIENDA

Si importante es el tostado el café para obtener una buena bebida, no le va a la zaga el molido del mismo, sobre todo respecto al tiempo que media entre esta operación y su preparación como bebida, ya que el grano molido pierde su sabor tan rápidamente que se advierte considerablemente al cabo de una hora (la cáscara del grano, al ser reducida a polvo, deja de proteger al café de la influencia del oxígeno y el proceso de disgregación del sabor no tarda en desencadenarse).

Se aconseja, por tanto, su molienda en el mismo momento de preparar la bebida. Si esto resulta un tanto molesto queda compensado por la conservación el sabor y del aroma que supone. Manual o eléctrica, lo principal es obtener la molienda que mejor se ajuste al tipo de café que más agrade o que se pretenda obtener.

El café pulverizado, molido como si fuera harina, se emplea únicamente para la preparación de café turco, mientras que el café muy molido (como el azúcar) se destina para su obtención a través de filtros de papel o por el proceso express. El fino es el indicado para los otros métodos de filtración como el goteo y el vacío. Mediana (como la sal de mesa) es la molienda para la cafetera en general. Por último, el café molido en forma gruesa (como la sal de cocina) es el preciso para el café de puchero y de olla.

TENDENCIAS DEL CONSUMO DEL CAFÉ

El café está en permanente innovación. Las nuevas tendencias de su consumo en todo el mundo abarcan nuevas presentaciones, nuevos procesos y mejoras tecnológicas del proceso de elaboración. La tendencia global del mercado está sin duda en la línea de los cafés gourmet y los cafés de alta calidad.

--- Los cafés solubles.

Aunque no es producto nuevo, debemos fijar la atención en los cafés solubles 100% puros que representan un producto adecuado a las necesidades actuales. La denominación café soluble se reserva al producto seco que resulta de la extracción del café tostado por medio de agua potable y que contiene exclusivamente los principios solubles, sápidos y aromáticos del café. Se utilizan dos principios distintos: el “spray-dry” y la liofilización. En ambos casos, el tueste del café se hace a menor temperatura (entre -190 y -210° C) y acto seguido es molido y solubilizado en agua caliente. El líquido obtenido se centrifuga y seguidamente se seca. En el proceso “spray-dry” el secado se realiza por aire caliente. En cambio, en la liofilización se realiza por congelación brusca a bajas temperaturas. El café obtenido equivale aproximadamente a una tercera parte del peso del café verde.

--- Los cafés descafeinados.

El hábito del café puede explicarse por sus propiedades estimulantes, digestivas o incluso tranquilizantes, debido a la “cafeína” contenida en el grano de café. La cafeína actúa como estimulante del tono nervioso pero cuando existe un efecto de acostumbramiento del organismo, puede actuar como tranquilizante al satisfacer una necesidad adquirida.

Los cafés descafeinados han adquirido una entidad propia y reconocida desde hace ya muchos, sin embargo debemos pararnos a conocer un poco más sus rasgos diferenciales. El aroma y sabor propios del café no guarda relación con la cafeína sino que se debe a los aceites esenciales que aparecen en toda su plenitud en el tueste. El porcentaje de cafeína puede oscilar entre el 1 y 1-1, 50 en función de si se trata de un café suave -Brasil o Colombia- o si es fuerte –los producidos en países africanos- que suelen ser más ricos en este alcaloide.

En una taza de café arábica, el contenido de cafeína se puede calcular alrededor de 0.1 grs. El café descafeinado sigue conservando su calidad, su aroma y su sabor.

Recientemente se está imponiendo el proceso de extracción de la cafeína al agua, sin procesos químicos. Un proceso ecológico que preserva toda la calidad y características del buen café.

--- Los cafés Gourmet.

El café, esta bebida tan tradicional está en auge. En los últimos años se ha incrementado el gusto por los cafés de calidad; los cafés de origen se han extendido así como el gusto por apreciar sus características propias.

De esta manera, el aroma, el cuerpo y la acidez del café son valores cada vez más conocidos por el gran público.

Cafés varietales (de origen) o “blends” (mezclas al gusto del buen aficionado) forman parte ya de la cultura de esta deliciosa infusión.

A ello, ha contribuido decisivamente la apertura de los nuevos cafés - tiendas especializados en los sabores de origen.

Poco a poco, las cafeterías y restaurantes tradicionales ponen el acento en esta nueva tendencia y ofertan cafés de calidad y origen auténtico.

EL CAFÉ Y LA SALUD

Prácticamente hay un acuerdo entre especialistas en cuanto a que el consumo moderado de café no es perjudicial. Llamada 1,3,7-trimetilxantina por los químicos, la cafeína pertenece al grupo de xantinas metiladas, sustancias que se encuentran en más de 60 productos vegetales, entre ellos el té, café y cacao. La cafeína es un estimulante del sistema nervioso simpático que nos hace sentir despiertos y descansados. Su doble acción sobre los vasos sanguíneos le confiere utilidad medicinal: por una parte, dilata las arterias coronarias, aumentando la circulación en el corazón. Por la otra constriñe las arterias de la cabeza, lo que alivia los accesos de migraña. La cafeína es sólo uno de los quinientos componentes del café. Y nos es por cierto lo que le da el sabor y el aroma. Afortunadamente el café ha sido absuelto de una de las peores acusaciones que se le habían hecho y que es aumentar el colesterol en sangre.

Es posible que el café ayude a adelgazar ya que aumenta el ritmo de gastos de calorías del cuerpo. En un estudio realizado en Dinamarca con participantes voluntarios de peso normal se observó que este efecto persistía dos horas y media después de haber ingerido la cafeína. En otro estudio se averiguó que bastan 100 miligramos de cafeína (una taza de café más o menos) para incrementar el ritmo metabólico en tres o cuatro por ciento; a mayor consumo, mayor incremento. El gasto de calorías aumenta aún más si a la ingestión de cafeína se añade el ejercicio. La cafeína tiene también la virtud de mejorar el desempeño físico. Un estudio realizado recientemente en Canadá indica que incluso una cantidad moderada de esta sustancia (3.3 miligramos por kilo de peso corporal) aumenta marcadamente la capacidad para el ejercicio pues ayuda a que los músculos utilicen la grasa corporal como combustible y trabajen más tiempo sin fatigarse.

EXPORTACIÓN DEL CAFÉ MEXICANO

Las transacciones comerciales que tiene México con los países consumidores del café, se realizan como referencia a las normas mundiales.

El problema de cumplir o no con las normas de calidad que establecen los mercados internacionales se observa en los precios que fijan los compradores.

Durante el ciclo 1995/1996 México se consolidó netamente exportador ya que solo consumió el 18% del total de su producción y el 82% restante se exportó, para el actual ciclo 1997/1998 el consumo interno puede ser llevado a la baja, así como la disminución del poder adquisitivo como consecuencia del aumento en los precios debido a la devaluación que se está viviendo en estos momentos.

CUADRO No. 25. Exportaciones de México comparativo por ciclos 1995-1998.

Mes	1995-96		1996-97		1997-98	
	Volumen Sacos de 60 kg.	Valor Miles de Us/Dlls.	Volumen Sacos de 60 kg.	Valor Miles de Us/Dlls.	Volumen Sacos de 60 kg.	Valor Miles de Us/Dlls.
Octubre	101,912	17,146	163,489	25,016	206,431	43,021
Noviembre	296,510	46,992	320,842	50,481	316,620	64,507
Diciembre	421,445	54,504	390,111	56,205	469,903	99,255
Enero	745,428	96,660	871,322	136,294	555,432	120,926
Febrero	742,815	110,181	837,812	164,715	466,982	106,067
Marzo	631,513	92,002	671,570	150,274	442,251	87,852
Abril	529,015	78,114	447,405	103,773	410,865	78,518
Mayo	458,195	70,907	271,938	72,306	389,821	68,488
Junio	193,293	29,020	148,529	39,152	265,772	44,345
Julio	219,432	32,025	129,252	28,637	167,478	26,912
Agosto	146,745	21,741	70,427	17,522	126,410	19,851
Septiembre	92,554	14,551	57,963	13,992	64,156	11,012
Totales	4,578,856	663,843	4,380,660	858,365	3,882,121	770,754

Durante el ciclo cafetalero 1996/1997 las exportaciones de café captaron 858,365 millones de dólares de divisas al enviarse a mercados internacionales 4,380,000 millones de sacos de 60 kg., por lo que el aromático se mantiene como principal producto agrícola generador de divisas del país.

En el actual ciclo cafetalero 1997/1998 México hasta la fecha ha exportado 3,882,121 millones de sacos generando un ingreso de 770,754 miles de dólares, comparando este ciclo con el anterior advertimos que la cantidad de exportación ha disminuido en 12.8% , es decir un volumen de 498,539 sacos, lo que trajo como consecuencia una tasa negativa de 11.36% en la entrada de divisas, que equivale a 87,611 Miles de Us/Dlls., lo que nos expone que esto se debió a un aumento en las fluctuaciones del precio del café mexicano sujeto a variaciones del precio internacional que amortiguo la caída de las exportaciones (Consejo Mexicano del Café, 1999).

FIG. No. 5. Destino de las Exportaciones del café mexicano.



La producción total de la cosecha 1996-97 fue de 6,652,173 quintales, que equivalen a 5,100,000 sacos de 60 kilos, en lo que se refiere a la exportación, estas

ascendieron en el ciclo 1996-97 a 4,384,363 sacos de 60 kilos y se exportó a 58 países del mundo.

Para cosecha 1997-98 las cifras finales al mes de septiembre registran una producción de 4,800,900 sacos de 60 kilos y se han exportado 3,881,902 sacos de 60 kilos a 52 países.

México exporta el 80% de la producción nacional, parte del café que se exporta, es reexportado por los países compradores a otros países como producto terminado con marca extranjera (Consejo Mexicano del Café, 1999).

RECOMENDACIONES

*** Enfoque integrado a la fertilización del café.

En general, se estima que concentrándose en los siguientes puntos, en cualquier situación actual de fertilización, se pueden lograr importantes mejoras en los parámetros de rendimiento y calidad en café:

- **Balancear la dosis** de fertilización (N-P-K), de acuerdo al tipo de suelo y al rendimiento esperado del cultivo.
- **Ajustar la fertilización** con fósforo. La relación N:P:K de absorción del café es de 4:1:4 y la fertilización tradicional en fósforo es mayor, principalmente usando fórmulas tipo 18 – 12- 6.
- **Equilibrar la relación como el 15 –0 –14**, de nitratos cuyo aporte de sodio ayuda a incrementar el pH y se logra una mayor solubilización del fósforo del suelo.
- **Usar potasio libre de cloro** y más soluble en las últimas aplicaciones. Esto permitirá un mejor llenado del fruto y un favorable efecto en las características organolépticas del cultivo.

Parcializar las aplicaciones en al menos tres oportunidades, en épocas de alta respuesta agronómica.

Se recomienda que las aplicaciones de N y K se hagan conjuntamente, para maximizar su aprovechamiento. Las principales épocas para aprovechar el fósforo, en cafetales adultos, se presentan poco después de la floración. La mayor demanda de calcio y magnesio ocurre luego de la primera floración, durante la formación del fruto. El cafeto demanda otros micronutrientes que, aunque se aplican en menores cantidades, son igualmente importantes.

El fósforo es muy importante al momento de la siembra. En cafetales adultos se recomienda aplicar dosis de mantenimiento, sólo si el fósforo está bajo en el análisis foliar ($<0.13\%$) y la curva de fijación de P lo permite, en cuyo caso se recomienda una sola aplicación de 90-100 lb de fósforo (expresado como P_2O_5) en la primera fertilización, conjuntamente con azufre.

En cuanto al potasio se toma en cuenta el requerimiento del cultivo, el nivel de K en el suelo y en los análisis foliares, así como las curvas de disponibilidad del potasio, que expresan la capacidad del suelo para retener y aportar K. Las aplicaciones se hacen conjuntamente con las de nitrógeno.

Los reportes de análisis de suelo y foliar indican el estado de deficiencia o suficiencia de cada nutriente. Treinta días después de las aplicaciones es aconsejable monitorear los niveles foliares de potasio. El potasio y el fósforo son menos móviles que el nitrógeno, por lo que hay que realizar una cobertura más uniforme para que llegue a la raíz.

Cuando se detecta mediante el análisis foliar deficiencias de elementos menores, estos se pueden aplicar al follaje. Las aplicaciones preventivas deben hacerse al suelo. El café es altamente demandante de boro y zinc, pero el B es tóxico en exceso, por lo que se debe tener mucho cuidado al recomendarlo y aplicarlo. Al suelo se aplica a una dosis de 6 a 8 kg/ha de B expresado como B_2O_3 , mientras que para aplicaciones foliares se usa una solución con concentración de 0.1-1% de boro. En el caso del zinc se recomienda aplicar de 4 a 6 kg/ha al suelo o una solución foliar de 0.5 a 1.4% de Zn.

Las enmiendas deben realizarse cuando las condiciones del suelo lo demanden, para mejorar el aprovechamiento de los fertilizantes y reducir toxicidades. Estas no deben interferir con la fertilización, por lo que se recomienda hacerlas por lo menos un mes antes de la aplicación de fertilizantes, especialmente en el caso del encalamiento.

Las enmiendas no deben verse únicamente como medidas correctivas, ya que si se conoce el poder acidificante de las materias primas, las dosis empleadas en el plan de fertilización y se cuenta con análisis de suelos, es posible prevenir problemas de acidez antes de que estos se presenten.

La recomendación se vuelve compleja al considerar el tipo de suelo, el pH, las curvas de fijación de nutrientes, el poder acidificante de las materias primas, la velocidad de solubilización, etc. Por ello se hace énfasis en que la guía de fertilización no es una receta.

En conclusión, las fórmulas y calendarios de fertilización que se presenten en una publicación deben tomarse solamente como guía, ya que no existe un plan único de fertilización que funcione en todo tipo de suelo y clima, bajo cualquier condición de manejo agronómico.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura orgánica. 1995. Memoria sobre el simposio Centroamericano/Com. Jaime E. García G., Julián Monge-Nájera. San José, Costa Rica: EUNED. 472 p.
- Agrilab. 1998. Recomendaciones para el cultivo del café. Agrilab. Guatemala. 7 p.
- ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café). 1996. Manual de caficultura (Segundo Módulo). Editor: Subgerencia de Asuntos Agrícolas. Guatemala, Guatemala. 48 p.
- Barrera, J. F.; Infante, F.; Gómez, J.; Castillo, A.; De la Rosa, W. 1991. Cría y manejo de parasitoides para el control biológico de la broca del café en comunidades rurales. Guía práctica. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES). Chiapas, México. 31 p.
- Barrientos, M. E. 1989. Nutrición Mineral del Cafeto en México. 1er. Seminario. Taller sobre Nutrición del Cafeto. PROMECAFE. Antigua, Guatemala, C.A.
- Biblioteca Práctica, Agrícola y Ganadera. 1998. Práctica de los cultivos. Editorial: Océano, S.A. Vol. (2). Barcelona, España. 25 – 27 p.
- Brasil. 1981. Cultura de café no Brasil. Manual de recomendações. Instituto Brasileiro do Café. GERCA. 4ª. Ed. Río de Janeiro, Brasil. 503 p.
- Campos, E. *et al.* 1998. Estudio de Diversos Aspectos de Café Orgánico. Informe. Departamentos de Investigaciones y Transferencia de Tecnología en Café. ICAFE – CICAPE. Barva, Heredia. 18 p.
- Carvajal, J. F. 1972. Cafeto, cultivo y fertilización. Instituto Internacional de la Potasa. Gebr. Fretz. A. G. Zurich, Suiza. 141 p.
- Carvalho, A. y C. A. Krug. 1952. Café Mundo Novo. Bragantia. Instituto Agronómico de Campinas. Sao Paulo, Brasil. 97 – 129 p.
- Chovssy, F. 1967. El Café. Federación Cafetalera de América. El Salvador. 99 p.
- Colombia. 1975. Manual de conservación de suelos de ladera. Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Caldas, Colombia. 267 p.

- Comisión Nacional del Café. 1952. Manual Práctico del Cultivo del Cafeto en México. México. 216 p.
- Consejo Mexicano del Café – Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1999. México cafetalero. Estadísticas Básicas. México. 62 p.
- Costa Rica. 1984. Curso fundamentos de la caficultura moderna. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 47 p.
- _____. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. Editor: Sánchez Vindas. 6ª Ed. Instituto del café de Costa Rica. MAG. San José, Costa Rica. 122 p.
- _____. 1991. Bracatinga (*Mimosa scabrella*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Información Técnica No. 169. Colección Guías Silviculturales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 50 p.
- Coste, R. 1968. El Café. Editorial: Blume. Barcelona, España. 285 p.
- Crop Protection Manager (CMP). 1998. Manejo y protección de cultivos. Cortesía de UAP: Creando nuevos horizontes. Editores: Joseph Bageant II, Robert Jaques. México. Edición Mexicana Verano/Otoño. 34 p.
- De la Cerda, L. J. 1990. Cómo hacer un vivero de café. Instituto Mexicano del Café. Xalapa, Ver., México.
- Disagro. 1999. Programa de manejo del café. Disagro, Guatemala. 5 p.
- Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA). 1994. Elementos de Análisis de las Cadenas Productivas (Café). México. 48 p.
- Gómez, J. José M. 1991. Plantación y Manejo del Cultivo del Café (*Coffea arabica*, L) en México. Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 145 p.
- González, S. Jesús A. 1978. Notas sobre clasificación de climas y ecología de zonas cafetaleras. INMECAFÉ.
- Graner, E. A. y C. Godoy Junior. 1974. Manual del Caficultor. Editorial: Universidad de Sao Paulo. Sao Paulo, Brasil. 320 p.
- Guiscafré, A. J. 1960. Resultados en el cultivo del cafeto al sol y a la sombra. Revista del Café. Puerto Rico. 45 p.

- Haarer, A. E. 1964. Producción moderna del café. Compañía Ed. Continental, S. A. México. 652 p.
- Hernández, P. M. 1988. Manual de cafeticultura. ANACAFÉ. Guatemala. 247 p.
- INIA. 1998. Morfología y taxonomía del cafeto. Campo Experimental Tecamacalco, Puebla. 16 p.
- INIA – SARH – CIAGOT. 1999. Plantación del cafeto. Campo Experimental Garnica. Xalapa, Ver. 64 p.
- INMECAFÉ. 1979. Tecnología Cafetalera Mexicana. 30 años de Investigación y Experimentación. Taller Editorial, S. A. México. 291 p.
- INMECAFÉ – SARH. 1988. Historias del café. México. 154 p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 1987. Prontuario de Operaciones del Beneficiado Húmedo y Seco. Campo Experimental Garnica. Xalapa, Ver. 29 p.
- Instituto Mexicano del Café (INMECAFÉ) – Compañía NESTLÉ, S. A. DE C. V. 1990. El Cultivo del Cafeto en México. Editorial: LAFUENTE, S. A. México. 248 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1997. El Café en el Estado de Oaxaca, Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. México. 88 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). 1997. Tecnología para la Producción de Café en México. Folleto técnico Núm. 8. México. 90 p.
- Jacob, A. y H. Von Uexkull. 1964. Fertilización, Nutrición y Abonado de los cultivos Tropicales y Subtropicales. 2ª. Ed. Española. Wageningen, Holanda. 281 p.
- Krug, C. A. y R. A. De Poerck. 1969. Estudio Mundial del Café. FAO. Roma, Italia. 507 p.
- León, J. 1962. Especies y cultivares de café. Materiales de Enseñanza de Café y Cacao. IICA. Turrialba, Costa Rica. 69 p.
- Licon, F. Alberto y Ruíz, B. R. 1979. Ecología de las Áreas Cafetaleras. Tecnología Cafetalera Mexicana. INMECAFÉ.
- Madrigal, L. R. 1996. Prólogo al Libro Manual para la Cafeticultura Mexicana.

- Malavolta, E. 1992. Fertilización del café en: Memoria del seminario de fertilización y nutrición del café. ANACAFÉ – USAID – PPIC. 43 – 57 p.
- _____. 1992. Nutrición mineral del café en: Memoria del seminario de fertilización y nutrición del café. ANACAFÉ – USAID – PPIC. 26 – 42 p.
- Manual del Cafetalero Colombiano. 1969. Editorial: Bedout. Colombia. 397 p.
- Méndez, L. I. 1990. Control microbiano de la broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr.). Coleóptera: Scolitidae; con el hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycete) en el Soconusco, Chiapas. Tesis Maestría. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 135 p.
- México. 1988. Diccionario de especialidades agroquímicas. Editor: M. A. González. Ediciones P. L. M. S. A. 2ª. Ed. México. 645 p.
- Muller, L. 1959. Algunas Deficiencias Minerales Comunes en el Cafeto (*Coffea arabica*, L.). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 40 p.
- Nolasco, M. 1985. Café y Sociedad en México; México. Centro de Ecodesarrollo. Editorial: Litografía – INGRAMEX, S.A. 454 p.
- Osorio, L. J. A. 1954. El árbol turbulento. Imprenta de la República. Bogotá, Colombia. 39 p.
- Pensado, C. M. A. 1982. Distribución geográfica, área y frecuencia de las plagas y enfermedades de los órganos aéreos de los cafetos (*Coffea arabica*, L.) en la región de Coatepec, Ver. Tesis Lic. Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México. 110 p.
- Ramírez, B. J. 1971. Especies y variedades del cafeto. Publ. Esp. Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). Guatemala, Guatemala. 32 p.
- Ragalado, O. A. 1996. Manual para la Cafeticultura Mexicana. SAGAR – INCA RURAL – Consejo Mexicano del Café. México. 156 p.
- Rivera, A. M. 1991. Control mixto de la maleza en cafeto (*Coffea arabica*, L.) en Teocelo, Ver. Tesis. Lic. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 64 p.
- Rivera, F. A. y Villarreal, R. C.; García, O. L. 1988. Desarrollo Experimental del Cultivar Granica. VII Reunión Regional de Mejoramiento Genético del Café. San Salvador, República de El Salvador.
- Sánchez, C. J. C. 1991. Caficultura moderna. Serie Comunicación Agrícola. Editorial: Empresas Industriales. 3ª. Ed. Guatemala. 183 p.

- Santoyo, C. H. *et al.* 1996. Sistema Agroindustrial Café en México: Diagnóstico, Problemática y Alternativas. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agricultura y la Agroindustria Mundial (CIESTAAM) Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México. 157 p.
- Simposio Latinoamericano de Caficultura 1997. (18°.: 1997: San José, Costa Rica). Memorias. San José, Costa Rica: EDITOGRAMA. 542 p.
- Sylvain, G. P. 1979. Innovaciones agrotécnicas en caficultura. Publ. Misc No. 202. PROMECAFÉ. San José, Costa Rica. 35 p.
- Valadez, R. 1998. “ La cafeticultura: generadora de empleo y oportunidades “, en El café en México un a producción de altura; Publicación de la Confederación Mexicana de Productores de Café. 14 p.
- Valencia, A. G. 1985. Nutrición Mineral del Cafeto. Apuntes del Curso de Cafeticultura Moderna. PROMECAFÉ.
- Vargas, H. E. E. 1992. Determinación y cuantificación de los nemátodos asociados a las raíces del cafeto (*Coffea arabica*, L.) en la cabecera Municipal de Tlaltetla, Ver., México. Tesis. Lic. Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México. 48 p.
- Villaseñor, L. A. 1982. Problemática de la Cafeticultura Mexicana y Estrategia para Superarla. Instituto Mexicano del Café. Xalapa, Veracruz, México. 221 p.
- _____. 1987. Caficultura Moderna en México. Agrocomunicaciones Sáenz Colín y Asociados. Editorial: Futura, S.A. 469 p.
- Zamarripa, C. A. 1986. Selección preliminar de 13 progenies avanzadas de *C. arabica* L. “ Catimor ” con resistencia a *Hemileia vastatrix* Berk & Br. en Rosario Izapa, Chis. Tesis. Lic. Agronomía. Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores, Chiapas, México. 124 p.