

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”.**

DIVISION DE AGRONOMIA.



Cacao (Theobroma cacao L).

Por:

Reynaldo de Jesús Gordillo Moreno.

MONOGRAFIA.

Presentada como Requisito Parcial Para

Obtener el Título de:

Ingeniero en Agrobiología.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico

Junio del 2005.

INDICE GENERAL.

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. ORIGEN.....	2
III. HISTORIA DEL CACAO.....	4
IV. CLASIFICACION TAXONOMICA.....	6
4.1 Familia Sterculiaceae.....	6
4.2 Clasificación del género Theobromae.....	7
4.3 Clasificación de los cacaos cultivados.....	10
V. DESCRIPCION BOTÁNICA.....	12
5.1 Semilla y germinación.....	13
5.2 Raíces.....	14
5.3 Tronco.....	14
5.4 Ramas.....	15
5.5 Hojas.....	15
5.6 Flores y Floración.....	16
5.7 Polinización.....	17
5.8 Fruto.....	17
VI. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS.....	18
6.1 Temperatura.....	19
6.2 Precipitación.....	19

6.3 Luz y sombra.....	20
6.4 Viento.....	20
VII. REQUERIMIENTOS EDÁFICOS.....	21
7.1 profundidad.....	21
7.2 Textura.....	22
7.3 pH.	22
VIII. VIVERO Y PROPAGACION.....	23
8.1 Propagación sexual.....	23
8.1.1 Siembra de asiento.....	24
8.2 Propagación asexual.....	24
8.2.1 Estacado.....	24
8.2.2 Acodo.....	25
8.2.3 Injerto.....	26
8.3 Vivero.....	26
IX. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN.....	27
9.1 Selección del terreno.....	27
9.2 Preparación del terreno.....	28
9.3 Requerimientos de sombra.....	29
9.4 Características que debe recurrir un árbol de sombra.....	29
9.5 Árboles para sombra permanente.....	30
9.6 Cultivos de cubierta.....	30
9.7 Disposición de las plantaciones de los árboles de sombra.....	31
9.8 Cortinas rompevientos.....	31
9.9 Siembra de cacao.....	32

9.9.1 Distancia entre siembra.....	32
9.9.2 Hoyado y plantación.....	32
9.9.3 Época de siembra.....	33
9.9.4 Transplante.....	33
X. MANTENIMIENTO DE LA PLANTACIÓN.....	34
10.1 Remplazamiento y reposición.....	34
10.2 Deshierbe.....	34
10.3 Poda.....	37
XI. FERTILIZACION.....	38
11.1 Deficiencia mineral del cacao.....	39
XII. PLAGAS.....	39
12.1 Capsidos del cacao.....	39
12.1.1 Control biológico.....	40
12.1.2 Control químico.....	40
12.2 Trips.....	40
12.2.1 Control químico.....	41
12.3 Orugas.....	41
12.3.1 Oruga minadora de los troncos.....	41
12.3.1.1 Control químico.....	41
12.3.2 Barrenador de la rama.....	41
12.3.2.1 Control químico.....	42
12.3.3 Oruga minadora de la mazorca.....	42
12.3.4 Oruga perforadora del cacao.....	42
12.4 Hormigas nocivas al cacao.....	43

XIII. ENFERMEDADES.....	43
13.1 Mazorca negra.....	43
13.2 Pudrición por monilia.....	44
13.3 Escoba de bruja.....	44
13.4 Mal de machete.....	45
XIV. FITOSANIDAD Y FISIOPATIAS.....	45
XV. COSECHA.....	48
15.1 Recolección.....	48
15.2 Desgrane.....	49
15.3 Fermentación.....	50
15.3.1 Métodos utilizados en la fermentación.....	50
15.3.2 Duración de la fermentación.....	53
15.4 Secado.....	53
VI. PROBLEMAS DE LA PRODUCCIÓN CACAOTERA EN MEXICO.....	55
VII. INDUSTRIALIZACIÓN DEL CACAO.....	56
17.1 Fabricación de la pasta de cacao.....	56
17.2 Fabricación de la manteca y el cacao en polvo.....	57
17.3 Fabricación del chocolate.....	59
17.4 Valor nutritivo del chocolate.....	61
VIII. PRODUCCION MUNDIAL DEL CACAO.....	62
18.1 Consumo.....	65
18.2 Comercio.....	67
18.3 Precio en el mercado.....	72
18.4 Empresas.....	73

IX. CONCLUSION.....	75
XX. APENDICE.....	77
Síntomas visibles de desnutrición mineral.....	77
XXI. BIBLIOGRAFIA.....	82

INDICE DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1. Porcentajes de las partes de la planta (órganos) del cacao.....	12
Tabla 2. Fitosanidad y Fisiopatias de plagas de insectos.....	45
Tabla 3. Fitosanidad y Fisiopatias de plagas de ácaros.....	46
Tabla 4. Fitosanidad y Fisiopatias de plagas de nemátodos.....	46
Tabla 5. Fitosanidad y Fisiopatias de enfermedades fungales.....	47
Tabla 6. Fitosanidad y Fisiopatias de enfermedades virales.....	47
Tabla 7. Cacao: producción efectiva y prevista 1988-2010.....	65
Tabla 8. Cacao: Consumo efectivo y previsto 1988-2010.....	67
Tabla 9. Cacao: Comercio efectivo y previsto 1988-2010.....	69

INDICE DE GRAFICAS.

	Pág.
Gráfico 1. Principales países productores de cacao (Previsiones para el año 2004/05).....	63
Gráfico 2. Producción Mundial de cacao en grano 1990-2005.....	64
Gráfico 3. Principales países consumidores de cacao 2002/03.....	66
Gráfico 4. Precios internacionales y producción de cacao 1971-2004.....	72
Gráfico 5. Principales empresas para la producción de chocolate industrial y especializado 2003.....	73
Gráfico 6. Principales empresas para la producción de chocolate para consumo general en el año 2003.....	74

INDICE DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. Países productores de Cacao.....	62
Figura 2. Exportaciones de Ghana hacia otros países del mundo.....	68

I. INTRODUCCION.

El cacao pertenece al género *Theobroma*, un grupo de árboles pequeños que se encuentra en la cuenca del Amazonas y otras regiones tropicales de Centro y Suramérica. En el género se reconocen más de veinte especies, pero solo una de ellas, *Theobroma cacao*, se cultiva extensamente (Wood, 1982). Su cultivo aunque mejorado constantemente, está lejos de alcanzar niveles óptimos de productividad (Martínez, 1989).

El grano de cacao constituye la materia prima de una importante industria que fabrica productos semielaborados destinados a otras industrias como pasta de cacao, cacao en polvo, manteca de cacao utilizado en confitería, chocolatería, perfumería, farmacia, etc., o bien productos elaborados destinados directamente al consumo, como chocolate en tabletas y en polvo así como confituras.

Las mayorías de las regiones cacaoteras en el Mundo se encuentran entre el Ecuador, entre los 20 ° de latitud Norte y Sur, localizándose los países de África, América, Asia y Oceanía (U. N. P. C, 1988).

Las regiones cacaoteras de México se encuentran dentro de los límites de los 17 ° 17' a 18° 40', en Tabasco y Norte de Chiapas; y de los 14° 30' a los 15° 30', en la región del Soconusco, Chiapas y en altitudes no mayores de 200 – 300 msnm.

Los principales tipos de cacao que se cultivan en México son Criollo, Forastero Amazónico y Trinitarios. El grano abastece la industria Nacional y eventualmente se exporta a los Estados Unidos de América (FAO, 1996).

Desde su descubrimiento hasta hoy, el cultivo de cacao se ha extendido a distintas zonas tropicales, sobre todo a África occidental, área que actualmente suministra

las dos terceras partes de la producción mundial. Por ello, el conocer el cultivo y productividad del cacao, mejora las perspectivas de este producto mejorándose considerablemente su producción así como el manejo.

II. ORIGEN.

Existe mucha polémica sobre el origen del cacao y el cual hoy en día no ha sido aclarado, ya que en la conquista del Nuevo Mundo fue encontrado cultivado por los nativos.

Rohan (1966), menciona que el origen del cacao es en los valles del Amazonas y del Orinoco y se debe que hay gran variabilidad de plantas silvestres en esta zona, que pueden ser las plantas que dieron lugar a los cacaos actuales y Enríquez (1983), menciona a Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia como los países que comprenden el origen de las plantas del cacao.

Cuatrecasas (1964), menciona que el cacao es originario de las cabeceras de las cuencas de las amazonas y se puede suponer que en tiempos antiguos una población natural de *Theobroma cacao* se diseminó por toda la parte central de la zona Amazónica – Guayanesa, así el oeste y norte, llegando al sur de México y estas dos poblaciones se desarrollaron en dos formas separadas geográficamente por el Istmo de Panamá, con los cuales se originaron dos tipos de cacao, Criollo y Forastero, localizándose el primero al Norte (México y Centroamérica) y el segundo al Sur (Cuenca de las Amazonas).

Los cacaos trinitarios aparecieron en el siglo XIX en Trinidad, como el resultado del cruzamiento de los cacaos Criollos y Forasteros (Braudeau, 1970 y Wood, 1982). No es fácil determinar con precisión si los árboles del cacao que se

encontraba en el interior de la selva, se trataba de poblaciones espontáneas o bien de árboles que fueron introducidos para su cultivo desde la época prehispánica (López, 1983).

Con la falta de información de las zonas tropicales es difícil saber con precisión cual es el origen propio del cacao, ya que se ha dado algunas hipótesis sobre este (Mora, 1963).

Pitter (1930), pone manifiesto que el origen del cacao es en el estado de Tabasco, México pero este se basa de información verbal, ya que en la selva de la Chontalpa crece en forma natural y que en las selvas de la región de la sierra (Teapa, Tlacotalpa) no se encontraba. López (1983), indica que no es válido lo anterior, ya que ambas zonas poseen las misma características, por lo cual debería crear también; con lo que se puede decir que el cacao en el estado de Tabasco fue introducido.

Alfonso de Candolle mencionado por Buchwald (1949) señala que el cacao se encuentra espontáneamente en los bosques de los ríos del Amazonas y Orinoco y sus afluentes, hasta una altitud de 400 metros.

Nosti (1953), menciona que el área natural de dispersión del cacao presenta un núcleo oriental de zonas bajas abundantes en lluvias, de acusado carácter fluvial, que tiene dos prolongaciones, una hacia al sur apoyándose en el contrafuerte andino, para alcanzar el Norte de Bolivia, otra hacia el oeste, más independiente de la zona continental a causa de la barrera de los Andes colombianos que se encajan el Cauca y Magdalena.

Urquhart (1963), menciona que el género *Theobroma* es nativo del Nuevo Mundo y desde México hasta Perú se encuentran especies silvestres, con un aparente centro de origen en la Cuenca del alto del Amazonas.

III. HISTORIA DEL CACAO.

El cacao ya era cultivado por los mayas en América mucho tiempo antes de la llegada de los europeos (Braudeau, 1970). Y lo empleaban como una bebida un poco amargosa que se le denominada “chocolatl”, que según vocablo azteca, significaba agua espumosa, pero que en realidad cacao proviene del maya “kay”, que quiere decir amargo y “kab”, que significa jugo.

En la conquista de México, a principios del siglo XVI, los granos de cacao no solo se utilizaba para preparar una bebida, si no también como moneda, a veces para pagar el tributo a los señores aztecas, y también en diversos usos rituales y medicinales (Thompson, 1956).

Estos antiguos tenían pequeños cacahuales, los cuales eran llamados cacahuate (Dennys, 1962 y Wood, 1982). Martínez (1989), menciona que el cacao fue entre los aztecas que obtuvo mayor importancia. Los chichimecas, Toltecas y Aztecas tenían un sistema monetario con la semilla del cacao:

El countl era 400 granos;

El Jiquipil era 8,000 granos;

Una carga era 24,000 granos.

La palabra cacao hizo por primera vez su aparición en la literatura botánica en 1582 bajo la pluma de Charles de L'Écluse. En 1700, Tournefort lo retuvo como nombre de género. Pero Linneo, en 1753, prefirió sustituirlo por el de *Theobroma*. (Braudeau, 1970).

El cacao se llevó de Brasil a la colonia portuguesa de Príncipe en 1822 y de ahí a Sao Tomé en 1830, ambas en el Golfo de Guinea. Las primeras semillas introducidas en el continente africano, en 1857, provienen de Surinam y son importadas a Ghana por misioneros suizos (Wanner, 1966).

Nosti (1953), dice que el nombre del cacao es fonéticamente semejante en todos los idiomas, así como el del principal derivado, el chocolate, según se observa el siguiente nomenclátor:

Lengua	Cacao	Chocolate
Portugués	Cacav	Chocolate
Italiano	Cacao	Ciocolato
Alemán	Cacao	Schokolade
Ingles	Cocoa	Chocolate
Holandés	Cocoa	Chocolaad
Ruso	Cacao	Sokolata
Francés	Cocoa	Chocolat

IV. CLASIFICACION TAXONOMICA.

El cultivo pertenece a la siguiente clasificación:

Reino: Plantae.

Subreino: Tracheobionta.

Subclase: Dicotiledonea.

Orden: Málvales.

Familia: Sterculiaceae.

Tribu: Bitneriácea.

Género: Theobroma

Especie: cacao.

El genero se divide en seis secciones que contienen 22 especies. Por varios caracteres concernientes especialmente a la estructura de la flor, muy vecino a algunos otros géneros de la tribu bitneriácea, con las cuales ha sido a menudo confundido. Estos son en particular los géneros *Herrania*, *Guazuma*, *Abroma* y *Byttneria* (Cuatrecasas, 1964), pero Hardy (1961) dice que parte de las especies nombradas por Cuatrecasas son de procedencia dudosa.

4.1 Familia Sterculiaceae.

Árboles y arbustos de hojas alternas, simples o con frecuencia lobuladas, con estípulas. Inflorescencia en cimas axilares o terminales. Flores bisexuales o unisexuales sobre plantas monoicas. Poseen 3 – 5 sépalos más o menos unidos y 5 pétalos unidos y 5 pétalos libres o unidos en un tubo. A veces los pétalos están ausentes o son muy pequeños. Los estambres suelen presentarse en dos hileras,

y con frecuencia los exteriores están reducidos a estaminodios. El fruto es normalmente seco y dehiscente (folículo). La familia esta formada por unos 50 géneros y alrededor de 700 especies de distribución pantropical principalmente.

4.2 Clasificación del genero Theobroma.

La primera monografía del género fue publicada en 1969 por Bernaoulli, que distinguió cinco secciones en el interior de las cuales clasificó y describió dieciocho especies.

Han sido descritas, posteriormente, nuevas especies y fueron propuestas otras clasificaciones especialmente por Pittier (1930), Chevalier (1964), León (1960), Cuatrecasas (1964).

La clasificación de Bernoulli estaba basada en los caracteres de los limbos de los pétalos, en la forma de los estaminodios y en el número de anteras, las cuales permitían dividir el genero *Theobroma* en cinco grupos naturales.

Aplicando otros caracteres y en particular el modo de germinación de las semillas y el número de ramas primarias formadas en el momento de la diferenciación apical del tallo, Cuatrecasas en 1964 describe en total 22 especies para las cuales establece una clave de determinación.

Clasificación del género *Theobroma* según Cuatrecasas (1964).

1 – Germinación Epigea,

- Crecimiento del tallo por renuevos adventicios ortótropos laterales y subterminales,
- Estaminodios erectos.

1 – 1 Estaminodios lineares, espesos y obtusos.

Coagullas de los pétalos uninervias y limbos subsésiles,

Estambres dianteroforos,

Rama primaria formada en verticilios de tres,

Hoja tormentosas en la cara inferior:

Sección *Rhytidocarpus*.

Una sola especie: *T. bicolor* Humb. y Bonpl.

1-2 Estaminodios lineares, subulados o lanceolados,

Coagullas de los pétalos trinervias.

1-2-1 Limbos de los pétalos sésiles,

estambres di o trianteróforos,

Ramas primarias en verticilios de tres,

Hojas tormentosas por la cara inferior:

Sección *Orenthes*.

Cinco especies: *T. silvestre* Mart.

T. speciosum Willd.

T. velutinum Benoist.

T. glaucum Karst.

T. bernouilli Pittier.

1-2-2 Limbos de los pétalos estipitados,

Estambres dianteróforos,

Ramas primarias en verticilios de cinco,

Hojas glabras o pubescentes por la cara inferior:

Sección *Theobroma*.

Una sola especie: *T. cacao* L.

2 – Germinación hipogea,

Crecimiento pseudoapical del tallo,

Ramas primarias en verticilios de tres,

Estambres trianteróforos.

2-1 Estaminodios flexuosos en la yema floral,

Coagullas de los pétalos con cinco nervios,

Limbos de los pétalos ausentes:

Sección Telmatocarpus.

Dos especies: *T. gileri* Cuatr.

T. microcarpum Mart.

2-2 Estaminodios reflexos en la yema floral, reflexos o erectos en la antesis,

Coagullas de los pétalos con siete nervios.

2-2-1 Estaminodios obovados alargados o lanceolados,

Limbos de los pétalos muy desarrollados, estipitados:

Sección Glossopetalum.

Doce especies: *T. cirmolinae* Cuatr.

T. stipulatum Cuatr.

T. simiarum Donn. Smith.

T. chocoense Cuatr.

T. angustifolium Mociño et Sessé.

T. grandiflorum Schum.

T. obovatum Klotzsch ex-Bernoulli.

T. sinousum Pavon ex-Huber.

T. canumanense Pires y Froes.

T. subicanum Mart.

T. hyaleum Cuatr.

T. nemorale Cuatr.

2-2-2 Estaminodios obovales tan anchos como largos,

Limbos de los pétalos muy reducidos:

Sección andropetalum.

Una especie: T. mammosum Cuatr. y León.

4.3 Clasificación de los cacaos cultivados.

Morris en 1882, fue el primer botánico en clasificar los cultivares de cacao en dos grandes grupos: Criollo y forastero.

Esta distribución fue reafirmada por Hart (1982), Preuss (1901), Van Hall (1914 y 1932).

Pittier (1930) reconocía que existen dos formas diferentes de cacao:

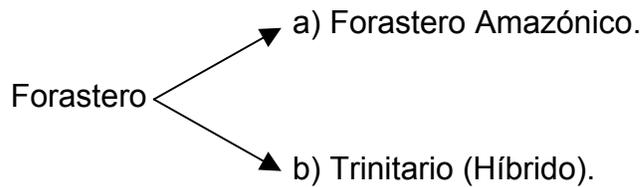
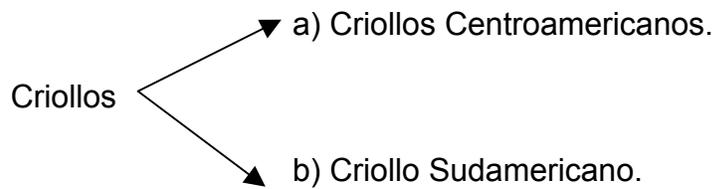
- El criollo cuyo fruto es alargado, asargado, puntiagudo y cuyos cotiledones son blancos;
- El forastero cuyo fruto es redondeado y casi liso y cuyos cotiledones son violetas.

Creyó que estas dos formas corresponderían en su origen a dos especies distintas:

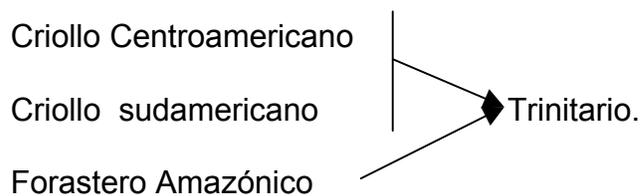
- T. *cacao*, originario de América Central, que dio origen a todos los cacaos cultivados de la prehistoria y la cual pertenecen todos los tipos de criollos cultivados en México y en América Central.

- *T. leiocarpum*, originario de América del Sur, donde los cacaos de esta especie, de cotiledones violetas, existen en estado espontáneo.

La teoría de Pittier fue contradicha por Cheesman en 1944. Este autor mantiene la repartición de los cacaos cultivados en dos grandes grupos:



El origen del trinitario se puede explicar por medio del siguiente esquema:



(Mora, 1963; Dennys, 1962 y Wood, 1982).

Sin embargo la mayoría de los autores ha clasificado el cacao en tres grandes grupos:

- Criollo;
- Forastero Amazónico;
- Trinitario.

V. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

El cacao es un árbol que en condiciones naturales, esto es, sometido a una densa sombra, alcanza alturas que sobrepasan los 10 metros, por término medio de 4 a 8 m (Nosti, 1953) y presenta una ramificación muy característica (Alcaraz, 1973).

Nosti (1953), menciona la diversa proporción con la cual está constituido un árbol de cacao (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de las planta (órganos) de cacao.

Órgano	% en peso.
Raíces	27
Tronco	20
Ramas	43
Hojas	7
Flores y frutos	3

5.1 Semilla y germinación.

La semilla del cacao es conocida también como “haba”, “grano” o “almendra”, se encuentra localizado dentro de la cavidad única del fruto, en una cantidad de 5 hileras, y su número varia de 30 a 40 (León, 1968), pudiendo llegar hasta 70 (Braudeau, 1970).

Las formas y tamaños de las semillas son muy variables y los hay desde formas triangulares, ovoides, alargadas o redondas, gruesas y chatas o planas (Nosti, 1953).

El peso de cada semilla varia según la variedad y puede ir de 1 a 3 gramos (Martínez, 1989).

La semilla de cacao no tiene periodo de reposo, lo que significa que no se puede almacenar durante mucho tiempo (Braudeau, 1970; Enríquez, 1983). Cuando las semillas están bien maduras se puede obtener hasta un 90 % de germinación (Wood, 1982). También puede germinar aun estando dentro de la mazorca (viviparidad), ya que esta alcanza su madurez fisiológica antes que madure el fruto.

La semilla germina en forma epigea en un lapso de 3 a 7 días (Enríquez, 1983), al salir la radícula posee una coloración blanquizca, su crecimiento es rápido y los cotiledones son levantados de 5 a 7 cm. por el desarrollo del hipocotilo (Braudeau, 1970). Hay un crecimiento rápido de la raíz primaria y en la base del hipocotilo nacen raíces laterales que se encuentran en seis series verticales y se reparten en la superficie.

Se reporta que a los 20 días de la germinación (antes de la caída de los cotiledones) mide de 10 a 12 cm. de altura y la raíz está comprimida y de los 50 a

los 60 días la plántula mide de 15 a 20 cm. de altura y la raíz todavía está guardando la misma relación y las raíces laterales se encuentran distribuidas por toda la superficie, manteniéndose hasta en cuarto mes (Cadina, 1970).

Al realizar un estudio sobre la germinación de la semilla de cacao a diferentes temperaturas y tiempo de inmersión, se concluyó que estas son sensibles a temperaturas bajas y que a una temperatura de 2 ° C y en tiempo de 4 minutos la viabilidad decreció en un 6 % y que a 52 ° C durante 16 minutos fue completamente letal (Garbitz, 1956).

5.2 Raíces.

El cacao posee una raíz principal o pivotante que puede llegar a profundizar entre 1.2 a 1.5 m (Nosti, 1953; Braudeau, 1970 y Enríquez, 1982) y ocasionalmente puede alcanzar hasta 2 m dependiendo del suelo (León, 1968 y Enríquez, 1983), pero la mayoría (85 – 90 %) se ubican en los primeros 20 –25 cm. y llegando en un árbol normal a cubrir aproximadamente el área de su copa (Enríquez, 1982), las raíces secundarias se localizan entre los 10 a 20 cm. de profundidad y estas salen de la raíz principal (Braudeau, 1970).

5.3 Tronco.

Wood (1982), menciona que el árbol de cacao puede alcanzar alturas comprendidas entre los 4 y 8 metros, pero dándose el caso de aquellos árboles en estado natural que pueden llegar a alturas de 14 metros (Braudeau, 1970 y Enríquez, 1983).

Nosti (1953), dice que la corteza del árbol del cacao es lisa y que se presenta de un color verde oscuro hasta la edad de 18 meses. Con el tiempo se va engrosando y se va desescamando a tiras siendo aquí su color pardo rojizo,

cuando el árbol llega a poseer tres años, la corteza se vuelve mas oscura, con una superficie lisa y longitudinalmente reticulada y en ella empiezan a aparecer los relicues acusados que nos van a dar la apariencia que hubo hoja. Con la edad el tronco llega a alcanzar diámetros de 20 cms y en algunos casos sobrepasa el doble de la medida.

5.4 Ramas.

El cacao presenta dos tipos de ramas: rama vertical llamada brote o “chupón” y el segundo rama lateral o de “abanico” (Wood, 1982).

El crecimiento de las ramas es indeterminado y crecen debido a varios factores de los cuales el agua y la temperatura parecen ser los más importantes.

Cada rama lateral tienen en la unión de las hojas yemas que dan origen a otra rama lateral y tiene una yema terminal cubierta por bracteas, que se caen al dar origen a una nueva brotación (CATIE, 1983).

5.5 Hojas.

Las hojas miden de 15 – 50 cms de longitud y de 4 – 15 cms de ancho, con ápice agudo o subagudo, la lamina es oblonga elíptica y los pecíolos tienen pulvinulas engrosados en ambos extremos (Ferweda y Wit, 1987).

León (1968), menciona que la lámina de la hoja es oblonga o lanceolada – oblonga y mide de 20 a 50 cms de largo y entre 10 – 20 cms de ancho, posee un ápice acuminado, un margen ondulado y entero (León, 1968 y Braudeau, 1970).

Las primeras hojas verdaderas aparecen de 10 a 15 días después de la germinación.

Las hojas están provistas a la vez de dos articulaciones llamadas pulvinos o abultamientos, que permiten a la hoja orientarse hacia la luz (Marín, 1962; Wood,

1982 y Enríquez, 1983). Nosti (1953) y Wood (1982), hacen mención de la coloración de estos pulvinos, lo cuales se encuentran uno en la inserción del tallo y el otro inmediatamente debajo de la lámina.

5.6 Flores y Floración.

El cacao es una planta cauliflora, esto significa que emite sus flores y frutos en los tejidos adultos de los tallos y ramas. Las flores se encuentran agrupadas en las pequeñas prominencias llamadas cojines florales, su número varía de una a quince por cada cojín (Vera, 1978).

Un cojín consiste en una base ancha que en una ramilla entre nudos acortados.

La flor es muy delicada, tiene pétalos y sépalos, ovario súpero, cinco estambres alternados, con pedúnculos de 20 – 30 cm. de longitud; las flores nacen agrupadas y la inflorescencia es una cima (Collado, 1987).

La fórmula floral es: $K_5, C_5, A_5 - 5, G(5)$, que significa cinco sépalos libres, cinco pétalos libres, 10 estambres en dos verticilos, uno fértil y otro infértil, que recibe el nombre de estaminoideos y que se ubican alrededor del pistilo a manera de protección y un ovario superior de cinco carpelos unidos.

Las primeras flores de un árbol de cacao principalmente asoman pasados los tres años de vida, pero en los híbridos interclonales la floración es mucho más temprano (14 – 18 meses).

El principal factor asociado con la intensidad de la floración son las temperaturas, ya que con temperaturas de 25 °C, es normal (Enríquez y Paredes, 1979), y

cuando son inferiores a 21 °C la floración es inhibida completamente (Hardy, 1961).

5.7 Polinización.

El cacao es una especie totalmente alogama, pero se estima que su polinización cruzada está por encima del 95 % (Nosti, 1953, Enríquez, 1983).

El cacao difícilmente se puede autofecundar, pues posee los estaminodios de envoltura (Marín, 1962), pues protege al estigma, por la disposición de los estambres dentro de la concha la cual sirve para depositar el polen, ya que las anteras se encuentran embolsados en los pétalos y la posición opuesta al pistilo, además de su viscosidad puesto que son muy pegajosas le hacen difícil la autopolinización (Nosti, 1953; Enríquez, 1983 y Wood, 1984).

5.8 Fruto.

El fruto del árbol del cacao botánicamente es una baya, comúnmente denominada “mazorca”, puede ser esférica, alargada u oval y esta formada por la unión de cinco carpelos (Ferweda y Wit, 1987).

Ochse et al., (1965), describe al fruto del cacao como una baya de 30 cm. de largo o menos, con más o menos un diámetro de 10 cms, siendo lisas o acostilladas, de color rojo, amarillo o café.

Collado (1987), menciona que la mazorca está formada por la cáscara, compuesta por una epidermis, bajo la cual aparece una capa delgada y fibrosa y otra blanda

de color blanquecino. En el centro del fruto se encuentra un cordón delgado y fibroso de color blancuzco, que sirve de asiento a los granos, localizadas envueltas en una membrana cremosa azucarada.

Schoreder (1958), dice que el crecimiento del fruto se realiza por la noche y se ha observado una relación inversa entre la temperatura y el crecimiento de los frutos, lo cual aparece explicarse por la alta tasa de transpiración del día.

El tiempo de maduración de los frutos es afectado por la temperatura, pues durante los meses más calientes, los frutos generalmente maduran entre 140 y 175 días, mientras que los frutos que maduran en los meses más fríos o frescos tardan entre 167 y 205 días (Alcaraz, 1973; Enríquez y Paredes, 1979).

VI. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS.

Dennys (1962), basándose en la clasificación de Hodrige, obtuvo que la zona climática para la producción del cacao se encuentra en los Bosques Tropicales Húmedos, que poseen características del clima cálido húmedo la mayor parte del año.

Enríquez (1983), dice que los factores climáticos que mayor importancia tienen para el cultivo del cacao son las precipitaciones y la temperatura, los cuales nos va a limitar la zona para su cultivo (Wood, 1982).

El cultivo del cacao, es una de las superficies agrícolas más importantes del trópico húmedo de México. El árbol del cacao en su estado silvestre se encuentra en los estratos bajos de la selva.

6.1 Temperatura.

Es un factor climático de influencia decisiva para el cultivo del cacao, ya que es muy susceptible a los cambios de temperatura, que no soporta temperaturas de 0 °C, porque le provoca la muerte (Alvin, 1967; Enríquez y Paredes, 1979).

Nosti (1953), menciona que la temperatura media óptima está comprendida entre 25 y 27 °C, y que los límites para una explotación capaz se hallan entre 23 y 28 °C. La temperatura de 15 °C causa daños irreparables a la planta y con elevaciones superiores a 35 °C a la sombra, muestran efectos inhibidores.

FIRA (1994), menciona que la temperatura media óptima para esta dicotiledónea es de 25 °C y no inferior de 15 °C.

Para el desarrollo general del árbol, se requiere una temperatura media anual de 21 °C como mínimo, siendo la óptima de 25 °C (Delgado et al., 1996).

6.2 Precipitación.

Hardy (1961) y Dennys (1962), dicen que el árbol del cacao crece donde la precipitación es entre los 1000 y 5000 mm, pero cuando es de 4000 a 5000 mm, se requiere que sean terrenos muy bien drenados o accidentados, ya que las raíces del árbol no resisten y se asfixian (Alvin, 1967).

Alcaraz (1973) dice que una precipitación menor de 1000 mm, el cultivo no prospera siendo este el límite seco del cultivo.

Urquhart (1963), menciona que el mínimo de precipitación necesario para el desarrollo del cacao, sin riesgo depende de la distribución de las lluvias y del tipo de suelo en el cual se cultiva.

Una cantidad de lluvia anual que pase de los 2500 mm es probable a que conduzca a que se presenten mayor problemas por las enfermedades fungosas como la mazorca negra (Wood, 1982).

6.3 Luz y Sombra.

El grado de luz que debe recibir la planta del cacao, esta en estrecha relación con la disponibilidad de agua y nutrientes presentes en el suelo.

Con un 30 % de luz para el cultivo es formación y un 50 % para una plantación adulta es suficiente (Moreno, 1978 y Enríquez, 1983).

En cuanto a la luminosidad, es conveniente que en la primeras etapas del cultivo se provea de un 25 % de luz, aumentando hasta un 50 %, cuando el cacao llega a su máximo desarrollo (SARH, 1989).

La respuesta del cacao a la sombra, indica que los mejores rendimientos cuando se permite entre 30 – 60 % de luz transmitida, siempre y cuando existe una adecuada fertilización a los árboles, y que al permitirse un 50 a 75 % de luz incidente se obtienen mayores índices de producción y fructificación.

6.4 Viento.

Los vientos más fuertes son perjudiciales al cacao tanto por el daño físico, rompiendo ramas y troncos, como el efecto fisiológico que afecta fuertemente la evaporación con el consiguiente cierre de estomas (Enríquez, 1983), siendo estos

algunos de las causas por el cual el cacao se debe sembrar bajo sombra. Dicha sombra posee una capa densa y así nos sirve de rompevientos, en aquellas zonas que son azotadas por huracanes deben descartarse para el cultivo del cacao (Moreno, 1978).

Enríquez y Paredes (1979), dicen que los vientos de una velocidad 1m/s no es muy dañino para el caco, pero más de 4 m/s puede hacerlo.

La hoja del cacao tiene un periodo corto, pudiéndose dañar por el movimiento persistente causado por los vientos constantes. Ese daño puede conducir a la defoliación (Wood, 1982).

VII. REQUERIMIENTOS EDAFICOS.

El cacao se cultiva con éxito en muchas clases de suelo diferentes. Por lo tanto, la selección de suelos adecuados es un paso fundamental en el cultivo eficiente del cacao. Sin embargo, el sistema radical del cacao tiene cierta capacidad para adaptar su forma de crecimiento a las condiciones del suelo; pero tiene la incapacidad con muchos árboles tropicales (Wood, 1982)

Las plantaciones estas localizadas en suelo que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas, hasta arenas volcánicas recién formadas y limos (Ochse *et al.*, 1965).

7.1 Profundidad.

Alcaraz (1973), dice que la profundidad del suelo debe estar entre los 120 y 150 cm. y ratificado por Alvin (1967) para aquellos suelos que tienen una precipitación superior a 1500 mm.

Hardy (1958), ha indicado que para el cacao la capa de suelo penetrable por las raíces deberá ser de cuando menos 1.5 m.

El cacao requiere un suelo con una profundidad de 1.5m a 2 m (Delgado et al., 1996).

7.2 Textura.

Los suelos ideales para el cultivo del cacao son aquellos que comprenden desde suelos arcillosos agregados hasta francos arenosos (Hardy, 1961 y Moreno, 1980).

Los suelos arenosos aunque permiten la penetración de las raíces, son inapropiados para el cultivo del cacao a menos que tengan un buen estado nutricional y que las lluvias sean fuertes y continuas, ya que son muy secos.

Wood (1982), menciona que los suelos mas apropiados para el cacao son aquellos en que la “tierra fina” está compuesta por 30 a 40 % de arcilla, alrededor de 30 % de arena y de 10 a 20 % de partículas de tamaño limoso.

El cacao requiere terrenos con texturas francos, franco arcilloso y franco arenoso (Delgado et al., 1996).

7.3 pH.

Los suelos más apropiados comprenden un rango de 6-7 siendo los mejores aquellos que tengan de 6.5 a 6.8 (Braudeau, 1970).

El cultivo del cacao para su buen desarrollo requiere de un pH de 6.5 a 6.8 (Delgado et al., 1996).

El cacao se cultiva en suelos hasta con un pH de 8.5, pero los suelos alcalinos en algunas veces están asociados con un exceso de carbonato de calcio que puede dar lugar a una clorosis foliar del árbol del cacao (Nosti, 1960).

VIII. VIVERO Y PROPAGACIÓN.

8.1 Propagación Sexual.

La semilla para siembra debe estar bien conformada y además ser obtenida de mazorcas sanas y maduras.

La semilla de la parte media de la mazorca, tiene mas bajo porcentaje de daño, y el mayor porcentaje de germinación, por lo cual, debe preferirse para la propagación.

Martínez (1989), menciona que la semillas frescas son fáciles de pelar, sin cutícula se tiene una buena y rápida germinación a los 10 días brotan. Si no se procede a pelar la semilla, la germinación es muy dispareja, tardía y la persiguen mucho las hormigas, emergen a los 30 días.

Nosti (1960), menciona que no todas las semillas poseen las calidades adecuadas para su multiplicación y en este sentido es preciso proceder a su selección.

Las semillas de cacao no tienen periodos de letargo y deben sembrarse poco después de que se cosechen las mazorcas (Wood, 1982).

8.1.1 Siembra de asiento.

Las plántulas de cacao pueden cultivarse en un vivero, o bien, se pueden sembrar en un lugar definitivo (Siembra de asiento) (Wood, 1982).

Green (1938), afirmó que no se debe de sembrar de asiento por varias razones, incluso el daño por los roedores.

La siembra de asiento dificulta la selección de las plántulas más vigorosas y el método no tiene flexibilidad respecto a la época que se haga, pudiendo haber condiciones desfavorables al ejecutarla (Wood, 1982).

8.2 Propagación Asexual.

8.2.1 Estacado.

Para llevar a cabo el estacado se debe tener en cuenta algunos requisitos como son: suficiente área foliar, intensidad adecuada de luz, temperatura constante del aire (27 a 29 °C), atmósfera saturada de humedad, un medio enraizador apropiado, ausencia de plagas y enfermedades, hormonas de crecimiento, disponibilidad de agua, material para enraizar, condiciones de la yema apical (Hardy, 1961 y Enríquez, 1983).

El estacado permite multiplicar el material vegetal y que toda su descendencia conserve las mismas características del padre (Martínez, 1989).

Se cortan ramas terminales jóvenes de plantas seleccionadas con una longitud de 25 a 30 cm. cortando la mitad de las hojas para evitar pérdidas por transpiración. Posteriormente son insertadas en cajas propagadoras (Enríquez, 1983; Martínez, 1989).

Se requiere de 42 a 45 días para obtener estacas de cacao aptos para su transplante al lugar definitivo.

El empleo de hormonas enraizantes los cuales son mejores en polvo, existen varias para su uso: Rootone, Seradix, Hirmonodin o cualquier estimulante enraizador (Enríquez, 1983).

8.2.2 Acodos.

En cacao el tipo de acodo más usado es el “aéreo”, el que por lo general tienen más facilidades de enraizamiento. Para este trabajo se deben de elegir ramas o chupones con diámetros de 1.5 a 30 cms, y con una longitud de 30 a 80 cms.

Se corta un anillo de corteza de unos 10 cms de largo, sin herir cambium y madera, y sin dejar ningún resto de corteza, la superficie descubierta se lava con agua salada y se cubre con tierra muy humífera, o musgos y tal masa se mantiene húmeda (Nosti, 1953).

Después de 6 a 8 semanas se pueden observar las raíces y se corta el acodo por debajo del anillo, quitándose en ese momento el plástico, para sembrarlos en las bolsas de polietileno, en el momento se realiza una poda de las hojas y se coloca en un lugar sombreado para comenzar la aclimatación, aplicación de fertilizantes y fungicidas si fuera lo necesario (Enríquez, 1983).

8.2.3 Injerto.

El método de injerto más práctico es el escudete por corte de U invertida (Nosti, 1953).

Bowman desarrollo una modificación de la técnica de parche por Van Hall (1932), denominada la U invertida. Esto requiere hacer tres cortes e insertar la yema debajo de la tira de la corteza.

Topper (1958), ideo un método de T invertida, una forma de injerto escudete, que requiere usar yemas de hasta unos 4 cms de largo tomadas de ramas terminales maduras. Estas yemas se injertan en plántulas de unos cuatro meses de edad y se cubren con tela clara para injertos, que se quita después de tres meses.

8.3 Vivero.

Un vivero de cacao requiere de sombra, agua y protección del viento. La mayoría de los viveros se utilizan solo unos pocos años. Wood (1982), menciona que deben tomarse los siguientes aspectos:

- Ubicación: va a depender del número de hectáreas a sembrar, distancia del lugar por disponibilidad de plantas, cerca de un lugar con disponibilidad de agua.
- Terreno: Debe ser plano y estar fuera de peligro de inundaciones, pero siempre se deben hacer zanjas para el drenaje.
- Viento: protegido contra vientos fuertes y cercar las paredes para evitar los daños que pueden ocasionar los animales.
- Sombra: Se debe disponer de sombra apropiada de un 50 a 60 % como mínimo, lográndose con hojas de plátano, palma, caña brava con plástico.

De preferencia el cacao se siembra en un semillero o almacigo y luego se pasa a cestos para que se siga desarrollando en el vivero. Esta práctica no es recomendable y es preferible sembrar directamente en el recipiente del vivero.

Los recipientes para las plántulas se han hecho de una gran variedad de materiales: carrizo partido y trenzado, bambú, tubos de chapa de madera y materiales patentados, pero todos se han remplazado por bolsas de polietileno, que son más baratos, deseables y simple de almacenar y transportar. Estas bolsas se hacen con polietileno delgado, de calibre 350 o 0.80 mm, llevando por lo regular uno o más agujeros para el drenaje.

En muchos casos las plántulas estarán en el vivero hasta cinco meses y para ese periodo, las bolsas tendrán que tener 25 cms de altura y de 10 a 12 cms de diámetro al estar llenas.

Se ha encontrado que la aplicación de abonos en el vivero no resulta provechosa, cuando se usa una tierra normal, pero una mezcla de fertilizantes y estiércol puede compensar las deficiencias de un medio para macetas pobres (Wessel, 1969).

IX. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN.

9.1 Selección del terreno.

FIRA (1997), menciona que para cultivar esta dicotiledónea se requieren terrenos con suelos profundos de origen aluvial, buen drenaje, alto contenido de materia orgánica, libre de plagas y enfermedades.

Es importante la accesibilidad por tierra o por agua, ya que los medios de transporte tienen un importante influencia en los costos de operación (Urquhart, 1963).

9.2 Preparación del terreno.

Durante la preparación del terreno se pueden realizar un desmonte completo o desmonte parcial. En el desmonte completo las operaciones completas serial la limpieza de maleza y de árboles pequeños seguidos por la tala de los árboles grandes (Urquhart, 1963).

Es importante mencionar que durante esta etapa se dejan libres árboles de raíces profundas para que extiendan sus copas y den sombra a la plantación, tales árboles no deben ser incompatibles con el cultivo del cacao.

El desmonte parcial consiste en la limpieza de troncos y arbustos. Este desmonte se utiliza comúnmente en Bosques vírgenes como sucede en Centro y Sudamérica, lo que hace es la chapea del material herbáceo (Enríquez, 1983).

En los cultivos abandonados, tales como cañales, campos de cítricos, etc., a menos que se haya dejado cubrir de matorral pocas veces resultan buenos cacaotales, porque el suelo generalmente ha sufrido gran deterioro a las continuas cosechas y la erosión de la superficie. Pero aquellos lugares donde el suelo es suficientemente profundo y con buenos caracteres físicos debido a la onda penetración orgánica, puede establecerse satisfactoriamente un cacaotal (Barros, 1970).

En muchos casos los terrenos dedicados a potreros, no son recomendables para sembrar cacao, porque el pisoteo del ganado compacta el suelo y las plántulas jóvenes no se desarrollan bien.

9.3 Requerimientos de sombra.

El cacao se ha encontrado como una especie umbrófila, es decir, que requiere sombra para su normal desarrollo, dado su origen de bosques tropicales (Murray, 1964; Jiménez, 1980; Martínez, 1981; Enríquez, 1983).

Wood (1982), dice que con la sombra se va a obtener un buen crecimiento de las plántulas; ya que a una baja luminosa o la sombra densa conduce a la formación de entrenudos largos y de pocas ramas laterales y una luminosidad intensa a la poca producen efectos opuestos, induciendo un crecimiento matoso.

La sombra es uno de los factores más importantes en la producción de cacao, fundamentalmente para las condiciones ecológicas y económicas en forma preliminar, se puede concluir que las especies forestales con mayor desarrollo son melina, lazca y cedro. Los mejores rendimientos se presentan bajo sombra de caoba. (Delgado et al., 1996).

9.4 Características que debe recurrir un árbol de sombra.

Las características de un árbol ideal para sombra se han descrito como sigue:

- Su establecimiento debe ser fácil y tiene que proporcionar sombra durante la estación de seca.
- Que no compita excesivamente con las raíces de cacao por la humedad y nutrientes.

- Debe de quitarse con facilidad cuando ya no se necesite sin que este dañe el dosel del cacao.
- No debe ser un huésped alternamente de las plagas del cacao.
- Es conveniente que tengan algún valor económico.

9.5 Árboles para sombra permanente.

Especies que se han utilizado para sombra permanente:

Leucaena leucocephala.

Albizzia moluccana

Gliricidia sepium.

A. Falcata

Eritrina poeppigiano.

A. chinensis.

E. glauca

Parkia javanica

E. indica.

Cedrela odorata.

E. velutina

Cordia alliodora.

E. lithosperma

Inga edulis.

Inga laurina

Pithecellobium saman

9.6 Cultivos de cubierta.

Los problemas que se derivan del desmonte total y de la exposición consiguiente del suelo, se pueden superar usando un cultivo de cubierta con crecimiento rápido.

Especies proveedora para cultivos de cubierta:

Crotalaria striata.

Tephrosia vogelii.

Pueraria javanica.

Crotalaria anagyroides.

Sesbania puncta.

9.7 Disposición de las plantaciones de los árboles de sombra.

Se pueden plantar uno o dos árboles permanentes a 12 X 12 o 18 X 18 mts la sombra temporal a la misma distancia del cacao y alrededor de este o entre hileras se puede sembrar los cultivos de cubierta (Wood, 1982).

9.8 Cortinas rompevientos.

Un rompevientos bien efectivo puede reducir la velocidad del viento en un 15 a 20 %, aun hasta 30 o 40 % si la barrera esta bien colocada (Urquhart, 1963).

Lo rompevientos se colocan en lo linderos o la largo de el borde del campo y en ocasiones es necesario aun dentro del mismo campo.

Especies utilizadas para cortina rompevientos:

Calophyllum antillanum

Dracaena sp

Hibiscus sp.

Eugenia aromatica

E. malaccensis

Swietenia macrophylla

Tectona grandis.

Mangifera indica.

Achras zapote.

Swietenia mahogani

Terminalia catappa.

Anacardium occidentale.

9.9 Siembra de cacao.

9.9.1 Distancia entre siembra.

Según Urquhart (1963) la densidad óptima de siembra está en función de tres factores:

- a) La variedad que se va a sembrar.
- b) El potencial de producción por árbol.
- c) Las condiciones del suelo y clima bajo las cuales se hará el cultivo.

Cada país ha adoptado cierto espaciamiento. Sri Lanka, Nueva Guinea y Samoa, 5 X 5 m; Trinidad y Tobago, la República Dominicana y América Central, 4 X 4 m; América del Sur distancia menores de 3 a 4 mts. África Occidental se siembran matas de dos a tres semillas cada una, se espacian de 1.3 mts y distribuyen de una forma desordenada (Wood, 1982; Enríquez, 1983).

Martínez (1987), menciona que si el trazo es en marco real de 3.5 X 3.5 mts se tendrá una densidad de población de 812 plantas; si el trazo es en tres bolillo, la población será de 934 plantas por Ha.

FAO (1996), menciona que la plantación con una distancia de siembra de 3 X 3, se obtienen muy buenos resultados.

9.9.2 Hoyado y plantación.

En algunos países se acostumbra a hacer hoyos para plantar cacao. Para este caso también los países han adoptado ciertas operaciones.

En Trinidad, es común hacer un hoyo de 40 X 40 X 24 cm. de hondo, mezclar la tierra con estiércol y retornarla al hoyo al plantar (Harvord, 1953).

Nueva Guinea los hacen de 45 cm. por lado y 60 cm. de profundidad (Wood, 1982).

En Fiji tiene 60 cm. encuadro y 30 cm. de hondo (Hardy, 1960, Handerson, 1954).

Santo Tomas se hacen hoyos de 45 a 60 cm. de diámetro y 75 cm. de profundidad en tierras buenas y sueltas y hasta de 200 cm. de hondo en suelos pesados o pedregosos (Van Hall, 1932).

9.9.3 Época de Siembra.

Wood (1982), indica que el suelo debe contener una cantidad de humedad para las plantas jóvenes de cacao en la época de plantarlos y durante los meses siguientes, mientras se desarrolla la raíz principal.

Martínez (1987), menciona que la fecha apropiada para la siembra de esta dicotiledónea es a partir del mes de mayo, para aprovechar el inicio de la temporada de lluvia.

9.9.4 Transplante.

Enríquez (1983), dice que el transplante del cacao debe coincidir con la época de lluvia, pero en aquellos lugares donde se posee sistema de riego, el transplante se puede realizar en cualquier tiempo, siempre y cuando se proteja contra el sol y viento (Moreno, 1977).

Para hacer un buen transplante se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los hoyos se hacen cuando el sombrero temporal proporcione buena sombra y para esto se deben realizar 1 o 2 meses antes de realizar el transplante (Moreno, 1977, Enríquez, 1983).
- El cacao debe transplantarse siempre con pilón (bloque de tierra) para proteger las raíces (Moreno, 1977).
- La edad adecuada para el transplante esta entre 4 y 5 meses de edad y la cual corresponde a una altura de 40 a 50 cms (Moreno, 1977).

- Debe transplantarse en primer término los árboles que tengan sus brotes terminales de color verde oscuro (Moreno, 1977).
- El arbolito debe ser colocado en el centro del hoyo en la parte superior del pilón un poco más arriba del suelo (Moreno, 1977).

X. MANTENIMIENTO DE LA PLANTACIÓN.

El mantenimiento de una plantación es una cosa relativamente sencilla si se han tomado en el momento de la plantación las precauciones oportunas para asegurar al cacao unas condiciones favorables tanto desde el punto de vista del suelo en lo que se refiere a la adecuación del sombraje.

10.1 Reemplazamiento o reposición.

El reemplazamiento de los arbolitos fallidos debe hacerse lo antes posible, preferentemente en el curso del primer año y en condiciones normales el número de fallidos no deberán sobrepasar el 5 %. Los fallidos se deben generalmente a causas accidentales: casi siempre estragos de insectos o heridas producidos durante la limpieza de plantación (Braudeau, 1970).

10.2 Deshierbe.

El propósito de deshierbar es reducir la competencia, evitar que las malezas trepan a los troncos de los cacaoteros y permitir el acceso a ellos, facilitando así las tareas de aspersión y de la cosecha (Wood, 1982).

De acuerdo con el sitio el cual se desarrollan las malezas se dividen en:

- a) Malezas de suelo.
- b) Malezas de planta.

Malezas de suelo.

Los métodos de combate para esta maleza son:

Sombra. El cacao se siembra bajo sombra, dicha sombra va a provocar la poca penetración de la luz y por lo tanto nos reduce la germinación y crecimiento de muchas malezas.

Mantillo sobre el suelo. Al haber una capa de residuos vegetales provoca que la luz no llegue al suelo y el crecimiento de las hierbas sea menos. Se puede ver desde el punto de vista natural y artificial.

- Natural. Se pueden usar residuos de plantas como el zacate, hoja de banano o plátano, bagazo de caña de azúcar, cáscara de arroz, aserrín, etc. Así también esta se puede obtener de la poda del cacao y los árboles de sombra permanente.
- Artificial. Se puede realizar por medio de láminas de aluminio, lámina de zinc, papel, polietileno negro, etc., los cuales resultan muy caros y su uso se restringe a su aplicación.

Plantas de cobertura. Es una práctica que solo se puede usar en plantaciones jóvenes, ya que ninguna planta de cobertura crece bajo sombra, pero a la vez es un sistema de mucho cuidado ya que las plantas usadas son trepadoras y pueden causarle daño al cultivo.

Labores mecánicas o manuales. Este método se puede realizar por medio de dos labores:

- Rodajeado. La cual consiste en limpiar de 1 a 1.5 m alrededor del árbol y se realiza manualmente (Machete) o con una segadora de motor pequeño, de uso manual.

- Chapias. Para realizar esto se requiere de mucha mano de obra por superficie ya que se deben dar de 3 a 5 chapias anuales, por lo cual los costos suben mucho ya que por Ha se necesitan de 20 a 30 jornales/año/Ha (Enríquez, 1983).

Químicos. Los herbicidas son un sustituto útil del machete donde el desarrollo de las malezas es abundante, siempre que se les puede aplicar sin riesgo (Wood, 1982). Sin embargo, estos métodos bajan los costos y tiempo de control de malas hierbas ya que cuando se aplican dosis correctas, la incidencia de las malezas es menor. Pero a la vez su aplicación puede ocasionar contratiempos a las plantaciones que pueden ser más peligrosos que las mismas malezas en crecimiento.

Las dosis y uso de herbicidas depende de la etapa del cultivo (Enríquez, 1983):

Transplante.

- Gramoxone en dosis de 2 a 3 lts/ha + adherente.
- Daconate en dosis de 2.8 a 5.6 lts/ha.
- Basfopon en dosis de 2.4 a 3.5 lts/ha.

Arboles de 1 a 3 años.

- Karmex 1.25 a 1.88 kg/ha sobre el suelo después de una chapia.
- Karmex (1 a 1.5 kg/ha + Daconante (2 a 4 kg/ha) o Karmex + Gramoxone (1.5 lts/ha).
- Basfopon en dosis de 3.5 a 4.2 kg, sobre malezas de 7 a 70 cm de altura y si hubiera malezas de hoja ancha (Añadir 2,4-D amina de 1 a 1.5 lts/ha).

Árboles de 4 o más años.

- Karmex en dosis de 2.5 a 3.75 kg/ha + 2.8 a 5.6 lts de Daconante + adherente para malezas de 40 a 60 cm de altura.
- Gesapax en dosis de 4 kg, cuando haya problemas con gramíneas y cuando haya malezas resistentes se agrega Daconante a razón de 2.2 a 3 lts/ha.

Para eliminar sombra provisional como platano, yuca, etc., se puede aplicar 2,4-D; 2, 4,5-T picloron + 2,4-D (Tordon) o el glifosato (Roundup).

Para árboles de zona permanente 2,4-D, 2, 4,5-T o picloron + 2,4-D inyectado al tronco.

Malezas de planta.

- Epifitas. Estas plantas generalmente invaden ramas y troncos del cacao que afectan su producción al inhibir el crecimiento y desarrollo normal de las haces florales.
- Trepadoras. Constituyen un problema menos severo que las epifitas, puesto que no abundan tanto. Se ha encontrado que en plantaciones recientes y jóvenes abundan mucho las trepadoras de los géneros Ipomea y Pasiflora, mientras que en las plantaciones de baja luminosidad como son las viejas plantaciones, las malezas trepadoras están representadas mayormente por plantas de género Anthurium, que son características en plantaciones de cacao mal trabajados y ellas indican un estado de abandono de la misma (Reyes, 1970).

10.3 Poda.

La poda tiene varios objetivos (Wood, 1982):

Dar forma al árbol en desarrollo.

Asegurar un acceso fácil a los árboles para aspersiones y cosecha.

Ayudar a controlar plagas y enfermedades.

Se consideran tres tipos de poda:

- a) Poda de formación. Se lleva acabo en plantaciones que tienen un año de edad y consiste en dejar un solo tallo, hasta la formación de la horqueta y dejar solamente de 3 a 5 ramas que conforman y equilibran la copa del árbol. En esta

primera etapa del crecimiento es fácil eliminar chupones (Moreno, 1971; Enríquez, 1983 y Martínez, 1989).

- b) Poda de mantenimiento. Esto se da en árboles que tienen de 2 a 3 años de edad, es una poda ligera, por medio de la cual se mantenga una buena forma del árbol, se eliminan las ramas muertas, entrecruzadas, así como también los chupones para no permitir que el árbol forme otro piso (Martínez, 1989). En esta poda por lo regular se puede hacer una o dos veces por año y se aconseja hacerla en la época seca, para que cuando vengan las lluvias se estimule el crecimiento de las ramas (Enríquez, 1983).
- c) Poda de sanidad. Se inicia desde los viveros y consiste en eliminar con ayuda de cuchillos o tijeras podadoras, toda hoja de rama enferma, cuando las plantas son adultas, con esta poda se elimina todo material atacado por plagas y enfermedades.

XI. FERTILIZACIÓN.

Los trabajos iniciales sobre la fertilización del cacao se originaron en Trinidad en el año de 1950, en donde verificaron que en condiciones de sombra este cultivo responde a la incorporación de fertilizantes (Hardy, 1951).

No es posible hacer recomendaciones precisas de fertilizantes sin un conocimiento adecuado de los suelos de la zona y su contenido inherente de nutrientes.

FIRA (1997), recomienda que en las plantaciones iniciales, se debe utilizar la fórmula 17-17-17, a razón de 150 gr. por planta depositando en el hueco antes de la siembra.

Para plantas de 3 a 5 años, se recomienda hacer dos aplicaciones al año, junio y octubre, cada uno con 200 gr por árbol de la fórmula 17-17-17.

Para plantas de 5 años en adelante, se deberían aplicar 750 gr. por árbol por año de la formula 17-17-17.

11.1 Deficiencia mineral en el cacao.

Los síntomas visibles de desnutrición en la planta ha sido descrita por Maskel, Evans y Murria (1953) y Loué (1961). A continuación se presenta una clave.

A. Síntomas más o menos generales en la planta entera

Elemento deficiente: Nitrógeno, Fósforo, Azufre.

Elemento Toxico: Boro.

B. Síntoma limitado o cuando menos más marcadas en las hojas viejas.

Elemento deficiente: Calcio, Magnesio, Potasio.

Elemento toxico: aluminio, cloro, hierro.

C. Síntomas limitados a, o más marcados en las hojas más jóvenes.

Elemento deficiente: Hierro, Magnesio, Cobre, Zinc, Boro, Molibdeno, Calcio.

Elemento Toxico: Zinc, Magnesio, Cobre.

En el Apéndice I se presenta una descripción completa de los síntomas.

XII. PLAGAS.

El cacao y otros cultivos arbóreos que se plantan en gran escala están sujetos a numerosas plagas cuya incidencia es algunas veces, causa alarma.

12.1 Capsidos del cacao.

Los capsidos son una plaga del cacao en el África occidental, Java, Nueva Guinea y América del Sur (Urquhart, 1963).

Las dos especies que causan mayor daño son *sahlbergella singularis* y *Distantiella theobroma*.

Los huevos son introducidos en los tejidos tiernos de las ramas de los chupones, las larvas se alimentan de las ramas, chupones, frutos tiernos y mazorcas maduras (Braudeau, 1970).

Los capsidos introducen sus piezas bucales dentro de los tejidos de la planta inyectando su saliva venenosa, que probablemente ayuda en la extracción de la savia, que frecuentemente es infectada por un hongo *Calonectria rigidiuscula* (Braudeau, 1970 y Urquhart, 1963). La sola acción de la saliva toxica acarrea el marchitamiento y la muerte de los jóvenes y tiernos brotes (Cotterell, 1926).

12.1.1 Control biológico.

Los individuos de la familia Mantidae, las hormigas, *Macromischoides oculatus* y *Oecophyla longinosa*, *Pheidole megacephala*, *Camponatus* sp en algunos casos depredan del 16 al 21 % de la población de ninfas (Williams, 1954).

12.1.2 Control químico.

Entre los más utilizados son el lindano con dosis de 300 gr de sustancia por ha. Dieldrina, Diazinon, Aldrin, Endrin y Heptacloro. Los carbamatos propoxur (Arprocarb) y ortrobux en cantidades de 140 y 280 gr/ha.

12.2 Trips.

Diversas especies de trips atacan al cacao, pero los más frecuentes son *Selenothrips rubrocinctus*, el trips del caco o de banda roja (Wood, 1982).

Estos insectos pequeños que se localizan en el envés o cara interior de las hojas; con su aparato bucal raspa la hoja y chupa la savia de la planta (Martínez, 1989) la cual daña a las células foliares que llegan a matar las hojas, al principio, se colorean por

rodiales, luego amarillean y toman fácilmente un matiz herrumbroso antes de caer (Braudeau, 1970).

12.2.1 Control químico.

León y Frayré (1975) recomiendan para los trips los insecticidas Thuiden 35-E, 1.5 a 2 cc/ltr de agua y el Malathión 1000 E a razón de 1 a 2cc/ltr de agua.

En caso de ataque grave, se puede utilizar el DDT, el Paration o el Diazinon.

12.3 Orugas.

12.3.1 Oruga minadora de los troncos.

Endoclyta hosei y *Plasus sericius* son barrenadoras de la corteza (Conway, 1971). La larva devora la corteza alrededor del tallo, haciéndolo debajo de una cubierta hiladura y partículas de la cáscara, excavando también un túnel de escape más profundo en la madera (Wood, 1982).

12.3.1.1 Control químico.

Se puede lograr su control aplicando una emulsión de Aldrin al 1 % en los hoyos y sellándolos con lodo. Así como la inyección de petróleo, gasolina, cloroformo constituyen eficaces métodos de lucha.

12.3.2 Barrenador de la rama.

Zeuzera coffeae se ha registrado como plaga del cacao en Sri Lanka, Malaya (Kalshovan, 1919) y en Papua, Nueva Guinea y Sabaha se sospecha de ataques tanto de esa especie como *Z. rarycianca*.

las larvas jóvenes se dispersan en filamentos “paracaídas” sedosos y luego penetran en el floema y cambium. En árboles jóvenes puede destruir muchas plantas, así como

hacer que se sequen, y con frecuencia que se caigan, las ramas delgadas (Wood, 1982).

12.3.2.1 Control químico.

El mejor control puede lograrse suprimiendo las ramas atacadas. Aplicación de DDT o Aldrin. Sin embargo el empleo general de insecticidas persistentes puede conducir a un incremento de las poblaciones de *Zeuzera*.

12.3.3 Oruga minadora de las mazorcas.

Las larvas de esta pequeña palomilla *Acrocercops cramerella* son una plaga muy seria de las mazorcas en Nueva Guinea, Papuasias, Asia Meridional y Filipinas (Wood, 1982 y Braudeau, 1970).

Las diminutas orugas perforan la corteza y hacen entre los granos largos galerías llenas de excremento. El método efectivo de control el cual consiste en quitar de una plantación todas las mazorcas que quedan al terminar la temporada de cosecha (Wood, 1982). Es posible controlar con Endrin o DDT, pero aumenta el costo debido a repetidas aplicaciones (León, 1954).

12.3.4 Oruga perforadora del cacao.

Este lepidóptero africano *Characoma sp.* Es una plaga de poca importancia. La larva abre un túnel en la mazorca, depositando una masa pegajosa de material fecal de color pardo, entre la mazorca y el tronco. El daño no es serio pero la herida facilita la entrada de hongos (Urquhart, 1963 y Braudeau, 1970).

Pulverizaciones de DDT da muy buenos resultados en este caso.

12.4 Hormigas nocivas al cacao.

Azteca paraensis var. Bondari; *Azteca chactifex*, *Crematogaster sp* y *Solenopsis sp* son terribles plagas del cacao que roen mazorcas y renuevos para obtener material adicional para sus nidos, además esta especie protegen afidos, escamas y chinches harinosos (Urquhart, 1963).

Dentro de las hormigas cortadoras de hojas se encuentran *atta cephalotes* en Centro y Sudamérica, así como Trinidad, Brasil y Costa Rica especies de *Acromyrmex*. En América del Sur, *atta* es sin duda el género más importante. Es posible eliminar los hormigueros introduciendo en sus entradas insecticidas en polvo, con una aplicación de 22 gr. /m² de heptacloro o doeldrin en polvo al 5 % (Word, 1982).

XIII. ENFERMEDADES.

El ataque de una enfermedad puede ocasionar una perdida directa de cosecha. Entre estas enfermedades son provocadas por hongos y virus (Wood, 1982 y Braudeau, 1970).

13.1 Mazorca negra.

Esta enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora palmivora*. Es responsable de una perdida considerable en el mundo, en algunas regiones provoca la perdida del más del 80 % de la cosecha.

El hongo ataca los frutos de toda edad, provoca su pudedumbre. Pero también es responsable de ataque de las hojas y de formación de chancro en las ramas y troncos del árbol (Braudeau, 1970).

Una medida de control estándar es la aspersion de fungicida de cobre, pero resulta costosa y no es muy efectiva. Una aplicación del caldo bórdeles ha resultado efectivo.

Además de los fungicidas de cobre, se ha encontrado dos compuestos de controlan esta enfermedad, el trifenol “cloruro de estaño” y el trifenil “hidróxido de estaño” (Braudeau y Muller, 1971; Weststeijn, 1968).

13.2 Pudrición por Monilia.

Esta enfermedad es causada por el hongo *Monilia roleri*, el cual ataca los frutos jóvenes que, sin embargo, se desarrollan normalmente. En el interior de las habas se pudren y se transforman en una masa podrida más o menos licuefacta.

La contaminación de las mazorcas están favorecidas por picaduras de insectos y principalmente por una chinche *Mecisterhinus tripterus* (Naundorf, 1959).

Los productos cúpricos han dado resultados en control de esta enfermedad.

13.3 Escoba de bruja.

Esta enfermedad la causa en hongo *Marasmius perniciosus* que es específica del cacao y de algunas otras especies del género *Theobroma*. Es uno de los más graves que puede entrañar una pérdida de más del 50 % de la cosecha (Braudeau, 1970 y Urquhart, 1963).

Los síntomas más obvios de la enfermedad son las escobas, o brotes hipertrofiados que son mucho más gruesos que los brotes sanos y producen muchos brotes laterales, cortes, con hoja sin desarrollar (Urquhart, 1963) además afectan yemas florales y frutos jóvenes (Braudeau, 1970).

Existen 3 métodos para el control de esta enfermedad.

1. La separación y destrucción del material enfermo.
2. La aspersión para el control.
3. La implantación de material vegetativo.

13.4 Mal de machete.

La enfermedad es causada por *Ceratocystis fimbriata*. El hongo puede entrar al árbol del cacao solamente a través de heridas, en donde ataca el tronco y ramas principales y puede matar rápidamente un árbol del cacao. El primer síntoma es un marchitamiento de la hoja, lo que sigue, bastante rápido la muerte del árbol (Wood, 1982).

Para el control se debe evitar heridas innecesarias a los árboles durante las labores de limpieza y poda, desinfectar las herramientas con formol al 10 %, así mismo eliminar las ramas o árboles afectados y quemarlos fuera de la plantación.

XIV. FITOSANIDAD Y FISIOPATIAS

Tabla 2. Plagas de insectos.

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Defoliador	<i>Apatelodes costaricensis</i> .	<i>Beauveria bassiana</i> . <i>B. brongiartii</i> Acidos grasos. Azadirachtina.	108UFC x ml 108UFC x ml 5 ml x lt 4 ml x lt
Trips de banda roja	<i>Selenothrips rubrocinctus</i>	<i>Verticillium lecanii</i>	108UFC x ml
Hormiga arriera	<i>Atta</i> sp.	<i>Metarrhizium anisopliae</i> . Glucotropeolina Azadirachtina	108UFC x ml 3 ml x lt 6 ml x lt
Esqueletizador	<i>Cerconota dimorpha</i>	<i>Beauveria bassiana</i> Azadirachtina	109UFC x ml
Defoliador	<i>Dirphia quaesita</i>	<i>Beauveria bassiana</i>	108UFC x ml
Chinche del fruto	<i>Monalio dissimulatum</i>	Acidos grasos Capsaina Azadirachtina	3 ml x lt 7 ml x lt 7 ml x lt
Chinche harinoso	<i>Pseudococcus citri</i>	<i>Beauveria bassiana</i> <i>Verticillium lecanii</i>	107UFC x ml 107UFC x ml
Defoliador	<i>Eacles masoni</i>	<i>Beauveria bassiana</i>	108UFC x ml

Pulgón del cacao	<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Erynia</i> sp.	107UFC x ml .
Barrenador del tronco	<i>Xyleborus confusus</i>	<i>Metarrhizium anisopliae</i> .	109 UFC x ml

Tabla 3. Plagas de ácaros

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Araña del cacao	<i>Paratetranychus gossipii</i>	Nicotina. Azadirachtina. Felandreno Absintina-Flavona	3 ml x lt 5 ml x lt 7 ml x lt 6 ml x lt

Tabla 4. Plagas de nemátodos

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Nemátodos de agalla	<i>Meloidogyne incógnita</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> <i>Pasteuria penetrans</i> Acidos grasos. Azadirachtina.	107UFC x ml 108UFC x ml 108U x ml 2 ml x lt 5 ml x lt 1 –2 g x planta.
Nemátodo del raquitismo	<i>Helicotylenchussp.</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> <i>Pasteuria penetrans</i> Azadirachtina Acidos grasos	107UFC x ml 108U x ml 2 ml x lt 5 ml x lt
Nemátodo de aguja	<i>Longidorussp.</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> . <i>Pasteuria penetrans</i> . Acidos grasos Azadirachtina	107UFC x ml 108U x ml 2 ml x lt 5 ml x lt
Nemátodo lesionador	<i>Dolichodorusspp.</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> . <i>Pasteuria penetrans</i> . Acidos grasos Azadirachtina	107UFC x ml 108U x ml 2 ml x lt 5 ml x lt
Nemátodo daga	<i>Xiphinemaspp.</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> <i>Pasteuria penetrans</i> Acidos grasos. Azadirachtina.	107UFC x ml 108U x ml 2 ml x lt 5 ml x lt

Tabla 5. Enfermedades fungales

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Moniliasis	<i>Moniliophthora roreri.</i>	<i>Bacillus subtilis B. mycoides B. megaterium</i>	108UFC x ml 107UFC x ml 107UFC x ml
Escoba de bruja	<i>Crinipellis perniciosa</i>	<i>Arthrobactersp.</i>	108UFC x ml
Falsa escoba	<i>Crinipellis sarmentosa</i>	<i>Bacillus subtilis B. mycoides B. megaterium</i>	108UFC x ml 107UFC x ml 106 UFC x ml
Carbón de la mazorca	<i>Botrydiplodia theobromae</i>	Epiccoum purpurascens	108UFC x ml
Antracnosis	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	Bacillus subtilis Saponinas.	108UFC x ml 3 - 4 ml x lt

Tabla 6. Enfermedades virales.

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Mal del machete	<i>Ceratocystis fimbriata</i>	<i>Bacillus subtilis. Streptomyces sp. Bisabol-Cumarina</i>	108UFC x ml 108UFC x ml 4 ml x lt
Mal de hilachas	<i>Corticium koleroga</i>	<i>Bacillus subtilis.</i>	108UFC x ml.
Mal rosado	<i>Corticium salmonicolor</i>	<i>Bacillus subtilis Streptomyces sp.</i>	108UFC x ml. 108UFC x ml.
Pudrición de la base	<i>Phytophthora capsici P. palmivora</i>	<i>Bacillus subtilis Streptomyces sp.</i>	108UFC x ml. 108UFC x ml.
Cáncer	<i>Phytophthora citrophthora</i>	<i>Bacillus subtilis Streptomyces sp.</i>	108UFC x ml. 108UFC x ml.
Fieltro	<i>Cephaleuros virescens</i>	Aceites esenciales	2 ml x lt

Falconí – Borja, 2001; Falconí - Borja, C. Y Blanco J. , 2001.

XV. COSECHA.

La cosecha consiste en cortar las mazorcas maduras de los árboles, para luego extraerlas, las semillas y ponerlas a fermentar (Dennys, 1962 y Enríquez, 1983).

Como regla general los árboles de semilla, comienzan a producir comercialmente a los 4 años, pero cuando provienen de estacas o injertos, empiezan a los tres años (Dennys, 1962).

Las mazorcas del cacao tardan en madurar de 5 a 6 meses después de su fecundación (Martínez, 1989).

FIRA (1997), menciona que la mazorca se corta desde que principia un ligero amarillamiento en el fondo de los surcos o hasta el amarillamiento completo que ocurre en un periodo de 10 a 15 días.

FIRA (1994), hace mención que lo más común es realizar la cosecha cada 25 o 30 días y el número de cortes fluctúa entre 14 y 20 al año.

15.1 Recolección.

En la recolección debe tenerse en cuenta que ninguna mazorca debe colectarse antes de que este completamente madura.

La recolección se hace siempre con la ayuda de un cuchillo o machete bien afilado cuando la mazorca son accesibles directamente. En el caso de aquellas que se localizan demasiadas altas se utilizan unos ganchos largos o podadores especiales que poseen una forma de S, la cual esta colocada en forma horizontal, con el filo en la parte

interior de la curvas y con el cual permiten cortar los frutos tanto de arriba como abajo (Dennys, 1962 y Braudeau, 1970).

Es importante no herir el cojinete fructífero que acogerá las fructificaciones siguientes y no favorecer con heridas la penetración de los tejidos del árbol de hongos parásitos (Braudeau, 1970).

Enríquez (1983), dice que el intervalo de recolección debe ser de 8 a 15 días aunque las plantaciones sean grandes. Pero Enríquez y Paredes (1987) dicen que cuando son pequeños se deben realizar cada mes.

15.2 Desgrane.

Se llama desgrane la operación que consiste en partir las mazorcas y extraer los granos o habas, los cuales, separadas de la placenta, se someterán seguidamente a la fermentación (Braudeau, 1970).

El desgrane se realiza mediante un machete o con un garrote. El empleo del machete tiene el inconveniente de que fácilmente pueden producir daños. Si el golpe es demasiado fuerte puede que atraviese la cáscara y se dañen los granos esto favorece al ataque de los insectos y los hongos, por lo tanto su valor es bajo en el mercado.

Rohan (1964), describe el uso de un garrote el cual consiste en abrir la mazorca con dos golpes secos y donde a la parte mas distante del diámetro mayor de la mazorca y con esto cae la porción distal de la mazorca y los granos quedan ligeramente unidos a la placenta en la porción proximal.

La extracción de los granos se hace fácilmente con ayuda de los dedos, deslizándolo a lo largo de la placenta por uno y otro lado, algunos operarios hacen esto mismo con ayuda de una espátula de madera o de hueso (Enríquez, 1983).

15.3 Fermentación.

La fermentación se lleva a cabo porque el medio está lleno de pequeñísimos hongos del género *Sacharomices theobromae* que son levaduras que actúan sobre los azúcares que están en el mucílago y se desarrolla una fermentación alcohólica de reacción exotérmica, cuyo desprendimiento de calor hace que se origine otra transformación interna que es enzimática y con ello se forman precursores del buen sabor.

15.3.1 Métodos utilizados en la fermentación.

a) Fermentación en canastas.

Las canastas pueden tener una capacidad de hasta 150 kg y se puede hacer de material leñoso, fibras vegetales, los cuales tienen unos 10 hasta 50 cms de alto (Enríquez, 1982, Braudeau, 1970).

Este método tiene la ventaja que el drenaje tanto por el fondo como lateralmente es bueno se debe tapar y lo más corriente es con hoja de plátano (Enríquez, 1983, Sangochian, 1968 y Braudeau, 1970).

b) Fermentadores en montones.

Es el método más empleado por Costa de Marfil y Nigeria. Un factor importante en el montón es la situación del piso. El mejor piso es de madera con canales para el escurrimiento de los jugos. El piso de tierra no es recomendable para la fermentación debido a que el grano puede adquirir malos olores y perder su valor comercial.

Si se requiere usar el suelo, deben ser puestas las almendras sobre las hojas de plátano y/o sobre un lecho de ramas, que facilitara el drenaje de los jugos. Las almendras son colocadas por montones que pueden ir de 20 a 5000 libras (9.072 – 2268 Kg.) (Hardy, 1961 y Braudeau, 1970).

Este método tiene como ventaja que los materiales que se usan se pueden obtener del mismo cacaotal y por lo tanto se bajan los costos. En desventaja que solo se pueden usar explotaciones muy pequeñas ya que si hay descuidos en la fermentación ocasiona problemas que bajan la calidad del grano (Buesnel, 1975).

Este tipo de fermentado tiene una duración de 5 a 8 horas para luego extenderse y ser secado al sol o mandar al secado artificial (Martínez, 1948; Enríquez y Paredes, 1979).

c) Fermentación en cajas.

Es el más extendido por América Latina (Braudeau, 1978; Ramírez, 1978 y Hardy, 1961), el cual consiste en usar varias cajas, la mayoría de las veces construidas de madera, que pueden ser de varios tamaños, el volumen de producción, ya que las cajas pueden ir desde 30 a 1500 Kg. (Braudeau, 1970).

Las cajas son con perforaciones para poder drenar los jugos o exudados de las almendras y ayudar a la ventilación de la masa fermentante (Sangochian, 1968; Vivas y Reyes, 1972; Braudeau, 1970).

Las cajas pequeñas pueden ir con dimensiones internas de 45 X 45 X 45, pueden contener de 80 a 85 Kg. de haba fresca (Wilbaux, 1964).

Cajas de 50 X 50 X 50 cm. que requieren de 1000 mazorcas. Cajas de 100 X 100 X 100 que pueden tener un diseño de escalera o de cajas en series divididas por separación movable tipo compuerta.

Las cajas deben de estar bajo techo, en un lugar bien aireado pero que no corran vientos fuertes.

Generalmente la profundidad a que son llenadas las cajas andan aproximadamente entre los 60 y 90 cms y esta cubierto con hojas de plátano y costales de yute (Ramírez, 1978).

Una caja de fermentación únicamente da buenos resultados cuando ha sido utilizado dos o tres veces (Braudeau, 1970).

d) Método de Rohan, Bandejas o Bateas.

Este método fue desarrollado en 1968 en Ghana por Allison y Rohan (Allison y Rohan, 1958).

Se tienen que hacer bandejas de 1.2 mts de largo, 8 mts de ancho y 10 cms de profundidad (Enríquez y Paredes, 1979 y Enríquez, 1983) con capacidad de 45 Kg. (Rohan, 1957).

Estas bandejas se colocan en pilas de doce, dejando la última bandeja sin nada, la cual va a proporcionar la aireación (Sanguchian, 1969).

Al cabo de 24 horas, la pila de bateas es recubierta con una tela de saco que permite un aireado suficiente y se deben rotar las bandejas cada tres días.

15.4 Duración de la fermentación.

Ninguna regla general puede ser enunciada para fijar la duración de la fermentación y el número óptimo de removido a efectuar pueden ser observadas, en efecto, en grandes variaciones según:

- El tipo de cacao cultivado y su origen genético;
- Las condiciones climáticas;
- La magnitud de la masa de cacao puesta a fermentar;
- El método seguido

15.5 Secado.

El cacao tiene la misión de llevar el contenido de 60 % aproximadamente en humedad de las habas fermentadas a un valor del 6 % o 7 %.

Los métodos utilizados para la sacadura del cacao pueden ser incluidos en dos grandes grupos: Secado natural o solar y Secado artificial (Braudeau, 1970).

a) Secado natural.

El secado al sol es el más comúnmente empleado en todos los países productores. Requiere de ocho a diez días según las condiciones climáticas.

El más sencillo fabricado fácilmente con material disponible localmente (troncos de arbustos, bambúes, hojas de palmera, rafia), es el secado llamado “autobús”. Esta formado por una pequeña choza echa de madera, cubierta de papos o pajizas, de cuyos lados sobresalen unos rieles de madera sobre los cuales pueden deslizarse los cañizos de secado. Los cañizos están constituidos por tiras de bambú.

En América el área de secado puede ser una plataforma de cemento. Otro género de secadero esta constituido por un marco de madera de 4 a 5 mts de largo por 0.8 metros de ancho, provisto de un fondo metálico o bambú sobre el cual se pone el cacao a secar, recubierto por un toldo de polietileno, este secadero reposa en su parte media sobre una barra horizontal poco más o menos de 1 metro por encima del suelo, para quedar siempre inclinada de manera que reciba el máximo de energía solar.

b) Secado artificial.

Se le denomina así por utilizar otras fuentes de energía para secar el cacao (Enríquez, 1982). Esta fuente de energía es la leña, bagazo, residuos de cosecha, diesel, bunker, electricidad, etc. (Enríquez, 1983).

El secadero artificial o secador más sencillo está constituido por un área de secado que lleva por debajo un sistema de calentamiento. Este tipo es difícil de controlar regularmente la temperatura y el cacao debe ser frecuentemente removido sobre el área de secado (Braudeau, 1970).

El secado tipo Samoa comprende seis barriles unidos por su boca y una plataforma de 3 metros de ancho por 3.60 metros de largo con una capacidad para 250 kg de cacao seco, La rejilla se secado esta situada a 1 metro por encima de los barriles y el aire

caliente, cuya temperatura varía de 60 a 80 °C, permite efectuar el secado de una capa de cacao de 5 cm. de espesor en 40 – 44 horas (Anonyme, 1957).

Finalmente son utilizados un gran número de secadores mecánicos para el secado del cacao. Son secadores de zarzas móviles que circulan en un túnel recorrido por una corriente de aire caliente o bien secadora rotatoria en los cuales una corriente de aire caliente atraviesa un cilindro de rotación continua que contiene el cacao (Braudeau, 1970).

XVI. PROBLEMAS DE LA PRODUCCION CACAOTERA EN MEXICO.

Los problemas que confronta la producción de cacao en México, se puede concretar a los siguientes aspectos:

1. Falta de selección de la semilla usada en la formación de las actuales plantaciones en producción.
2. Ataque de plagas y enfermedades, las cuales son responsables de la pérdida del 40 % al 50 % anual de la cosecha.
3. Falta de cultivos racionales para aumentar la producción y conservar en buen estado la salud del árbol.
4. Baja calidad del producto por falta de un beneficio correcto.

XVII. INDUSTRIALIZACIÓN DEL CACAO.

El haba del cacao constituye la materia prima de una importante industria que fabrica:

- Productos Semielaborados destinados a otras industrias:
 - o Pasta de Cacao, utilizada en chocolatería, repostería, pastelería;
 - o Cacao en polvo, destinado a diversas industrias alimenticias de productos azucarados;
 - o Manteca de cacao, utilizado en confitería, chocolatería, perfumería, farmacia, etc.
- Productos elaborados destinados directamente al consumo:
 - o Chocolate en tabletas (Para cocer, fundiente, con leche, etc.);
 - o Chocolate en polvo (Soluble o no);
 - o Confitería de chocolate.

17.1 Fabricación de la pasta de cacao.

a) Limpieza y cribado de las habas.

Las habas son limpiadas y cribadas por unos tamices de agitación. Unos imanes potentes eliminan las partículas metálicas.

b) Torrefacción.

- Permite la separación de la almendra y de las cascarillas;
- Elimina en parte la acidez acética del cacao;
- Reducen el índice de humedad hasta el nivel del 2.5 al 5 %;

- Desarrolla por último los principios aromáticos que dan al chocolate su aroma característico.

La torrefacción consiste entonces en un secamiento intenso, a una temperatura de 100 – 150 °C durante un tiempo de 20 a 40 minutos.

Inmediatamente después de la torrefacción, las habas son enfriadas rápidamente por ventilación para conservar su aroma y evitar que la materia grasa pase a las cascarillas.

- c) Trituración, descarrilado, eliminación de los gérmenes y clasificación de las habas.

Las habas enfriadas son trasladadas a unos trituradores, llamados cascacacaos, que separan la almendra, cascarilla y gérmenes.

- d) Mezcla y molienda del cacao.

La molienda consiste en desmenuzar finamente los granos de cacao a una temperatura de 50 a 70 °C. La pasta de cacao obtenida de la molienda puede servir para la producción de manteca de cacao y polvo de cacao, o bien para la fabricación de chocolate.

17.2 Fabricación de la manteca y del cacao en polvo.

Según la materia prima utilizada para la fabricación de la manteca (habas enteras, cacaos en grano, pasta de cacao) y según el procedimiento de extracción utilizado, se distingue:

- La manteca de cacao de presión, obtenida por presión de cacao en granos o pasta de cacao.
- La manteca de cacao extraída por disolventes, obtenida a partir del cacao en grano, de pasta de cacao, de torta de cacao o de cacao en polvo.
- La manteca de cacao de habas enteras, extraída, sea por presión, por disolventes, a partir de habas de cacao enteras, es decir, no descarrillada ni desprovistas de gérmenes.

La pasta de cacao líquida o licor de cacao, obtenida por molturación del cacao en grano o por calentamiento de la pasta de cacao, se le añade una solución saturada de sales alcalinas. Generalmente carbonato o bicarbonato potásico o sódico proceso llamado solubilización. El tratamiento dura 24 horas a una temperatura de 100 °C.

El prensado de licor de cacao se efectúa en grandes prensas hidráulicas que pueden alcanzar una presión de 600 Kg. /cm².

Antes de ser molida, la manteca debe ser templada, es decir, mantenida algún tiempo a una temperatura cercana a su punto de fusión (34-35 °C) para permitir una primera formación de cristales en forma estable. Entonces es molida y enfriada.

La extracción de manteca de cacao por presión esta generalmente ligada a la fabricación de polvo de cacao, por triturado y pulverización de las tortas.

Cuando el licor del cacao ha sido tratado antes del prensado con sales alcalinas, el cacao en polvo obtenido se llama soluble.

La manteca de cacao se usa principalmente en chocolatería. Encuentra también una aplicación en farmacia (fabricación de supositorios y pomadas) y en perfumería

(pintalabios). En cuanto a la manteca de cacao obtenida por prensado de habas enteras o de habas de calidades no conformes a la reglamentación, encuentran una salida a la jabonería.

17.3 Fabricación del chocolate.

El chocolate es una mezcla de pasta de cacao y azúcar, con o sin adición de manteca de cacao y, eventualmente, de aromatizantes.

a) Mezcla de azúcar y de la pasta.

La mezcla de pasta y azúcar se hace al vacío y a una temperatura de 60 a 70 °C, lo que facilita la eliminación de la humedad y de los ácidos volátiles y además permite reducir el tiempo de conchado.

b) Refinación y Estufado.

La pasta de chocolate después que ha sido mezclado debe ser refinada. El refinado no puede ser efectuado si no está suficientemente fluida y con este fin se añade una pequeña cantidad de lecitina o manteca de cacao. Para el refinado se utilizan unos molinos que provocan que el chocolate sufra un estrujamiento y una cortadura que desgarran las células del cacao y deshacen los cristales de azúcar. Los molinos son refrigerados por medio de agua circulante y la pasta sale en forma de polvo seco y algodónoso que posteriormente son encaminados hacia las estufas. Después del estufado, la pasta es amasada de nuevo para volver hacer la pasta.

c) Conchado.

El aconchado es la que depende en gran parte la calidad del producto. La concha es un gran recipiente de fundición, de paredes ásperas, en el cual un rodillo o discos voladores remueven y agitan la pasta de chocolate para hacerla untuosa, fina y aromática.

La duración del aconchado varía de 24 a 72 horas. La temperatura comprendida entre 60 y 80 °C.

d) Templado.

Se mantiene la pasta de cacao a una temperatura vecina de su punto de congelación (28 a 31 °C). Se enriquece con una siembra de cristales. Se calienta a concentración hasta 32 °C para proporcionarle mayor fluidez que permite una mayor adaptación a los moldes.

e) Moldeado.

Posteriormente la pasta se coloca en moldes que están dispuestos sobre una cinta giratoria donde se realizan diferentes operaciones de moldeado y desmoldeado, Los moldes son llevados a un túnel frigorífico mantenido a una temperatura de 7 °C aproximadamente para consolidar el chocolate. La salida del molde del túnel se hace en una estancia mantenida a 14-15 °C. El chocolate al enfriarlo, se contrae, lo que facilita el desmoldeado.

f) Chocolate fundiente, chocolate con leche, chocolate de cobertura.

El chocolate fundiente es mucho más rico en manteca de cacao que el chocolate corriente. Además está sometido a una trituración más energética y a un conchado más prolongado.

El chocolate con leche se fabrica mediante la añadidura de leche en polvo o de leche concentrada. La mezcla se realiza a una temperatura de 40 °C. El chocolate es estufado y refinado durante 24 horas y sometido a un aconchado que posteriormente se le añade un complemento de manteca de cerdo.

El chocolate de cobertura, utilizado en confitería y en repostería, debe contener suficiente manteca de cacao para darle la fluidez necesaria.

17.4 Valor nutritivo del chocolate.

El chocolate contiene aprox:

- 64 % de glicéridos (Sacarosa y Almidón);
- 22 % de Lípidos (Manteca de cacao);
- 6 % de proteínas;
- 4 % de Sales minerales.

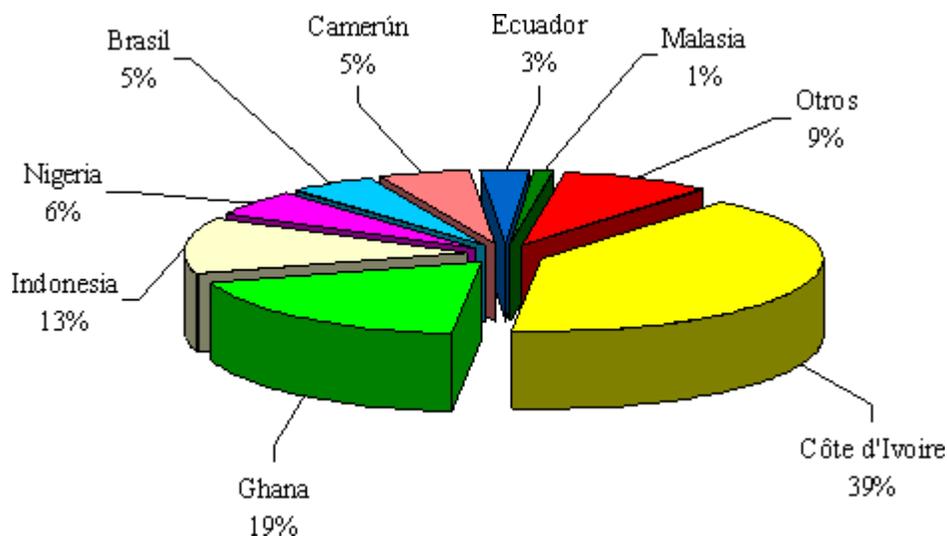


Gráfico 1. Principales países productores de cacao (previsiones para el año agrícola 2004/05). (Fuente: UNCTAD, 2004.)

A principios de los años setenta la producción se concentraba en Ghana, Nigeria, Côte d'Ivoire y Brasil. Sin embargo, en la actualidad la producción se ha extendido hacia áreas como la región del Pacífico, donde ciertos países como Indonesia han experimentado tasas de crecimiento de la producción (ver gráfico 2).

La FAO (2004), estima que la producción para el 2005 será de 3.08 millones de toneladas, así mismo la producción de Costa de Marfil y Ghana alcanzará 1.3 y 0.4 millones de toneladas respectivamente. Las proyecciones indican que la producción mundial de cacao tendrá una tasa de crecimiento anual de 2,2 por ciento desde 1998-2000 hasta 2010, comparado a una tasa de 1,7 por ciento en los diez años anteriores, y llegará a 3,7 millones de toneladas. Durante el mismo período, la participación de África en la producción mundial debería de decrecer ligeramente de 69 por ciento a 68 por

ciento, mientras que la del Lejano Oriente se mantendría, según las proyecciones, en 18 por ciento, y la de América Latina y el Caribe en 14 por ciento (Ver, cuadro 1).

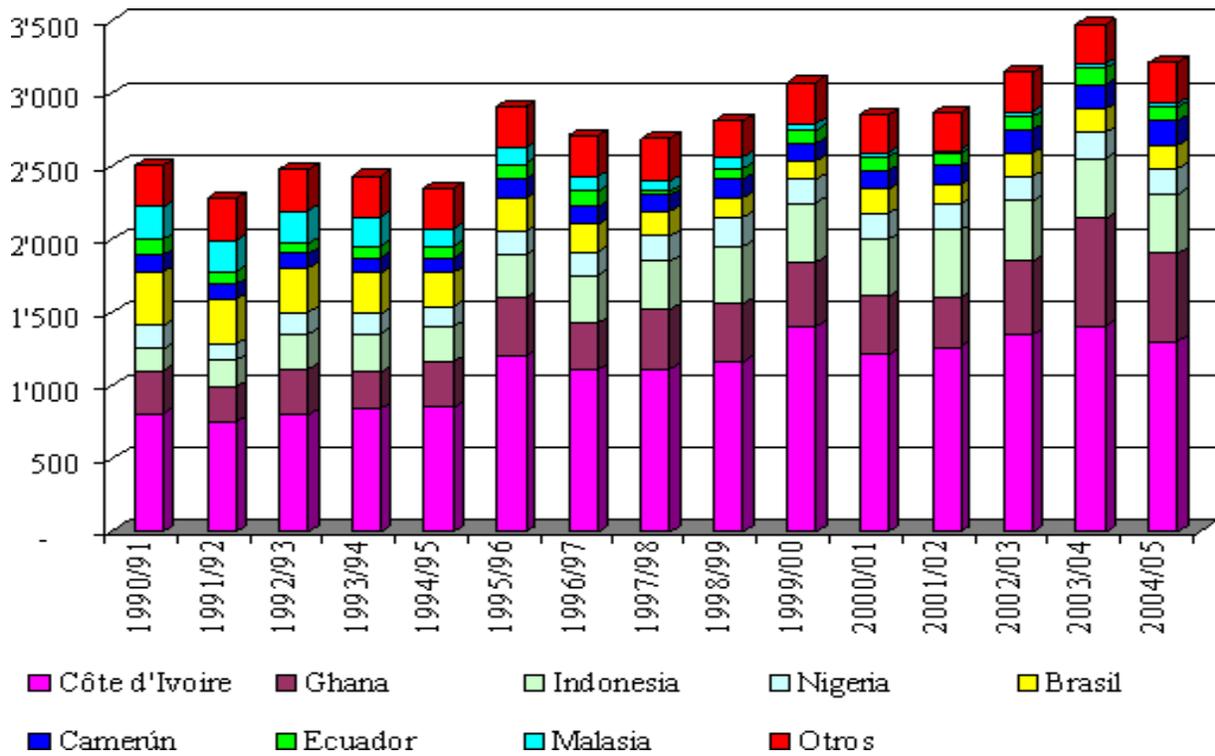


Gráfico 2. Producción mundial de cacao en grano (en miles de toneladas 1990-2005).
(Fuente: UNCTAD, 2004.)

	EFECTIVA		PREVISTA	TASAS DE CRECIMIENTO	
	Promedio 1988- 1990	Promedio 1998- 2000	2010	1988-90 a 1998-2000	1998-2000 a 2010
	<i>miles de toneladas</i>			<i>por ciento anual</i>	
ÁFRICA	1 414	1 999	2 500	3,5	2,1
Camerún	123	125	129	0,2	0,3
Côte d'Ivoire	793	1 249	1 610	4,6	2,3
Ghana	296	410	490	3,3	1,6
Nigeria	160	181	212	1,2	1,4
Brasil	347	141	180	-8,6	2,2
Colombia	51	38	27	-2,9	-3,1
Rep. Dominicana	48	36	44	-2,8	1,8
Ecuador	95	86	94	-1,0	0,8
México	43	35	37	-2,0	0,5
Indonesia	118	395	574	12,8	3,5
Malasia	230	52	43	-13,8	-1,7
Papua Nueva Guinea	41	40	45	-0,2	1,1

Tabla 7. Cacao: producción efectiva y prevista 1988-2010. (Fuente: FAO, 2004.)

18.1 CONSUMO.

A pesar de que el cacao se produce en los países en desarrollo, se consume principalmente en los países desarrollados. Los compradores en los países consumidores son los transformadores y los productores de chocolate. Unas pocas compañías multinacionales dominan tanto la transformación como la producción de chocolate. El siguiente gráfico representa los principales consumidores de cacao, basado en el consumo doméstico aparente de cacao, que se calcula sumando las moliendas a las importaciones netas de productos de cacao y de chocolate en equivalente en grano.

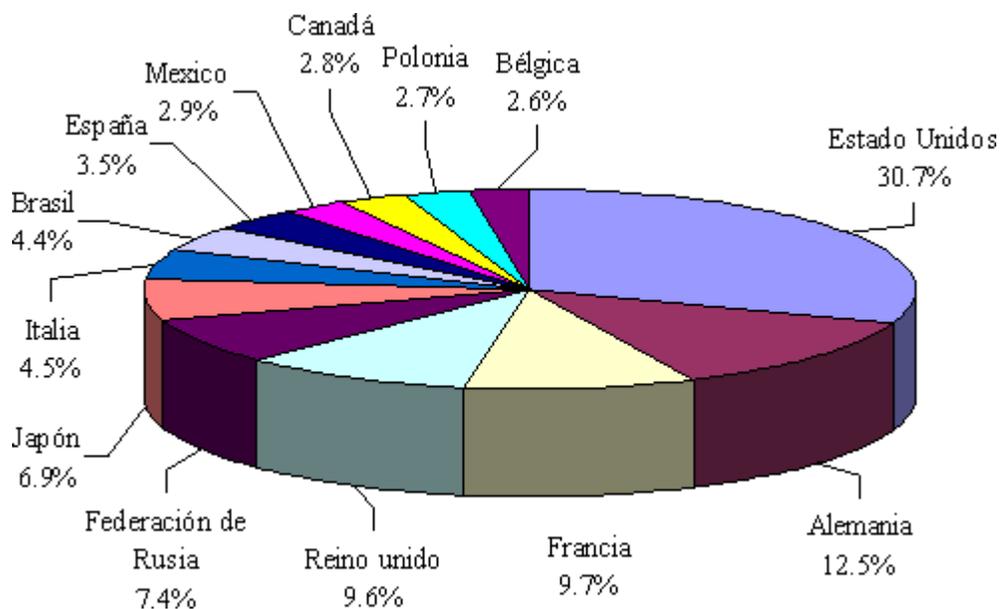


Gráfico 3. Principales países consumidores de cacao en 2002/03. (Fuente: UNCTAD, 2004.)

Según las proyecciones, el consumo en Europa crecerá anualmente en un 1,7 por ciento y llegará a 1,4 millones de toneladas, con un 40 por ciento del consumo mundial de cacao en 2010. En América del Norte, la segunda zona consumidora de cacao más grande del mundo, es probable que el consumo registre un crecimiento anual de 3,6 por ciento y llegue a 703 000 toneladas. En el Japón, el consumo debería pasar de 48 000 toneladas durante el período base a 56 000 en 2010.

La parte del consumo correspondiente a América Latina y el Caribe, debería pasar de 32 por ciento a 28 por ciento. En el Lejano Oriente, donde el consumo por habitante todavía es reducido, el porcentaje del consumo pasaría de 31 por ciento durante el mismo período a 34 por ciento en 2010 (FAO, 2004).

	EFECTIVA		PREVISTA	TASAS DE CRECIMIENTO	
	Promedio 1988-1990	Promedio 1998-2000	2010	1988-90 a 1998-2000	1998-2000 a 2010
	<i>miles de toneladas</i>			<i>por ciento annual</i>	
ÁFRICA	180	366	450	7,4	1,9
AMÉRICA LATINA	400	338	356	-1,7	0,5
Brasil	235	200	212	-1,6	0,5
Colombia	44	37	41	-1,7	0,9
México	42	32	32	-2,7	0,0
Ecuador	40	36	35	-1,0	-0,3
Canadá	23	48	69	7,6	3,4
Estados Unidos	262	428	634	5,0	3,6
CE	816	1 095	1 348	3,0	1,9
Austria	14	19	27		
Bélgica/Luxemburgo	44	54	68	2,1	2,1
Dinamarca	2	11	11	18,6	0,0
Francia	59	137	224	8,8	4,6
Alemania	282	212	235	-2,8	0,9
Italia	51	67	72	2,8	0,7
España	42	56	70	2,9	2,0
Reino Unido	126	167	134	2,9	-2,0
Suiza	24	35	29	3,8	-1,7
Polonia	22	35	37	4,8	0,5
Ex URSS	130	65	71	-6,7	0,8
Japón	46	48	56	0,4	1,4

Tabla 8. Cacao: consumo efectivo y previsto 1988-2010. (Fuente: FAO, 2004.)

18.2 COMERCIO.

Los principales exportadores son, a la vez, los principales productores de cacao. Sin embargo, países como Brasil y Malasia, que ocupan un lugar importante en la producción mundial, no son necesariamente grandes exportadores debido al tamaño de su industria de transformación, que absorbe la producción nacional. En América Latina, por ejemplo, las exportaciones de cacao de República Dominicana son superiores a las de Brasil.

A pesar de que el cacao se produce casi en su totalidad en países en desarrollo, se consume en su mayoría en Europa, Norte América, Japón y Singapur. Los países latinoamericanos tienen como destino principal de sus exportaciones a Estados Unidos, mientras que África vende la mayor parte de su producción de cacao a Europa. Los países asiáticos importan principalmente de Indonesia y Malasia, o de Ecuador y otros países de América del Sur (UNCTAD, 2004).

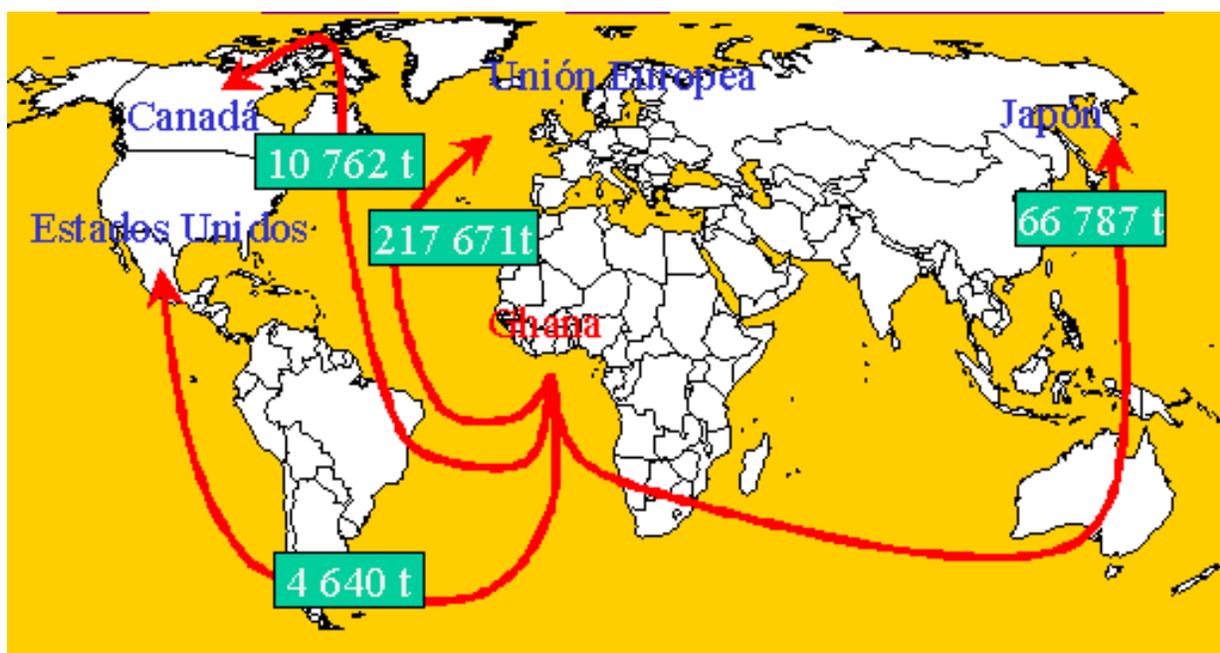


Figura 2. Exportaciones de Ghana hacia otros países del mundo en el 2004. (Fuente: UNCTAD, 2004.)

Tabla 9. Cacao: comercio efectivo y previsto 1988 – 2010. (Fuente: FAO, 2004.)

	EXPORTACIONES					IMPORTACIONES				
	Efectiva		Prevista	Tasas de crecimiento		Efectiva		Prevista	Tasas de crecimiento	
	Promedio 1988-1990	Promedio 1998-2000	2010	1988-90 1998-2000	1998-2000 a 2010	Promedio 1988-1990	Promedio 1998-2000	2010	1988-90 a 1998-2000	1998-2000 a 2010
MUNDO	1 765	2 220	2 994	2,3	2,8	1 723	2 337	2 961	3,1	2,2
EN DESARROLLO	1 765	2 220	2 994	2,3	2,8	176	334	334	6,6	0,0
<i>ÁFRICA</i>	1 225	1 731	2 335	3,5	2,8	2	4	9	7,1	0,0
Côte d'Ivoire	694	1 115	1 540	4,8	3,0					
Ghana	251	340	469	3,1	3,0					
Nigeria	143	148	202	0,3	2,9					
Camerún	96	95	97	-0,2	0,2					
<i>AMÉRICA LATINA</i>	236	97	130	-8,5	2,7	7	70	29	25,7	-7,7
Brasil	112	3	23	-30,4	20,3		61	14		-12,5
Colombia	6			-23,8			1	2		4,5
Ecuador	57	48	43	-1,8	-1,0		2			
México	1	2		7,9			4	8		5,9
Otros países										
Latinoamericanos	61	46	64	-2,8	3,1	7	1	5	-15,6	13,0

CERCANO ORIENTE						5	31	29	21,0	-0,5
LEJANO ORIENTE	304	391	529	2,5	2,8	162	230	267	3,5	1,4
Indonesia	92	328	520	13,5	4,3		14			0,0
Malasia	164	18	28	-19,7	4,0	1	87			0,0
DESARROLLADOS						1 547	2 002	2 627	2,6	2,5
<i>AMÉRICA DEL NORTE</i>						335	487	505	3,8	0,3
Canadá						23	52	81	8,3	4,1
Estados Unidos						312	435	424	3,4	-0,2
<i>EUROPA</i>						1 030	1 323	1 934	2,5	3,5
CE						921	1 233	1 845	3,0	3,7
Austria						14	20	27	3,8	2,6
Bélgica/ Luxemburgo						46	26	77	-5,5	10,3
Dinamarca						3	11	19	16,2	4,8
Finlandia								7	-9,8	56,6
Alemania						63	145	189	8,7	2,4
Grecia						275	226	238	-2,0	0,5
Irlanda						5	3	4	-4,9	2,5

Italia						11	8	6	-2,7	-3,0
Países Bajos						51	73	85	3,7	1,4
Portugal						258	444	937	5,6	7,0
España								1	-9,9	21,6
Suecia						42	54	50	2,4	-0,6
Reino Unido						2			-42,7	
						151	177	205	1,6	1,3
OTROS PAÍSES										
EUROPEOS										
Polonia						109	90	89	-1,9	-0,1
Suiza						24	30	39	2,2	2,4
Polonia						21	22	24	0,5	0,8
Ex URSS						130	138	122	0,6	-1,1
OTROS PAÍSES										
DESARROLLA DOS						52	55	66	0,6	1,7
Japón						46	48	56	0,3	1,4

18.3 PRECIO EN EL MERCADO.

Los precios experimentaron un aumento importante en los años setenta, lo cual estimuló la producción en países como Malasia e Indonesia. Sin embargo, desde principios de los años ochenta, los precios han disminuido. A pesar de una pequeña recuperación a mediados de los noventa, los precios internacionales del cacao son bajos comparados con aquellos que prevalecían en la década de los setenta (Ver, Gráfico 4) (UNCTAD, 2004).

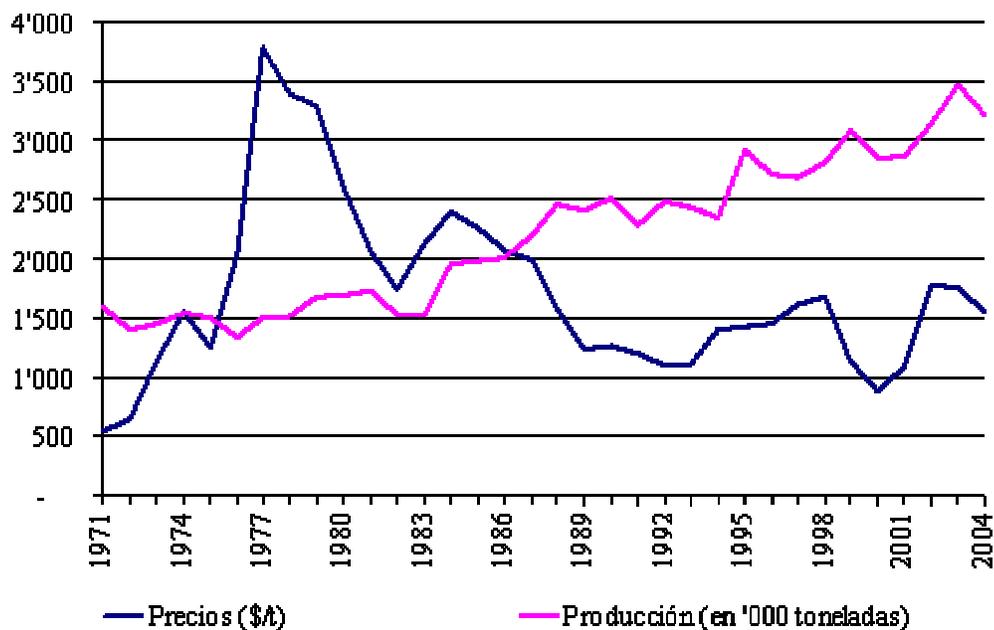


Gráfico 4. Precios internacionales y producción de cacao de 1971 a 2004. (Fuente: UNCTAD, 2004.)

18.4 EMPRESAS.

Los principales productores y distribuidores de productos de cacao y chocolate para la confitería de chocolate y otras industrias de alimentos son: Cargill, Archer Daniels Midland y Barry Callebaut. Algunas empresas más pequeñas en la misma línea de producción son: Schokinag Schokolade Industrie, Guttard Chocolate Company, Blommer chocolate Company y World's Finest Chocolate. El mercado de la fabricación industrial de chocolate esta muy concentrado, como se puede ver sobre el gráfico 5, Barry Callebaut tiene más que 51 % del mercado.

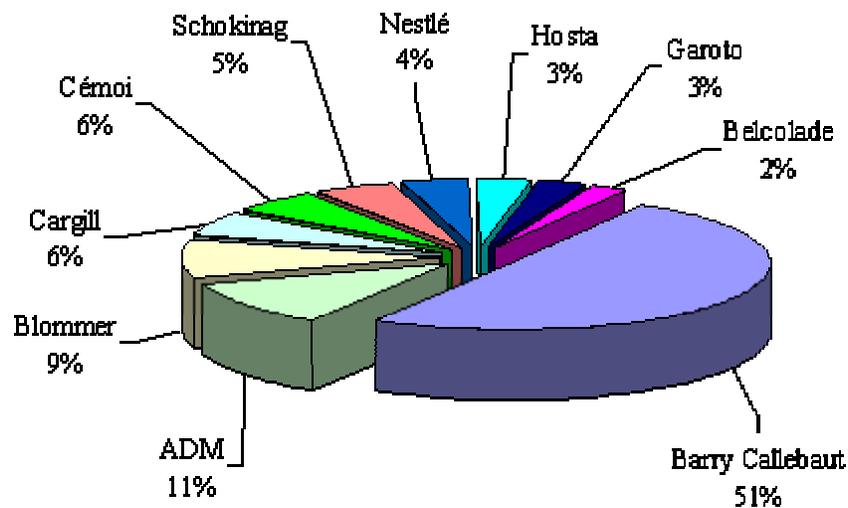


Gráfico 5. Principales empresas para la producción de chocolate industrial y especializado en 2003. (Fuente: UNCTAD, 2004.)

Grandes empresas internacionales en el sector de la agroindustria tales como Nestlé, Mars, Hershey Foods, Kraft y Cadburys dominan en el área de la gran distribución de chocolate para consumo general.

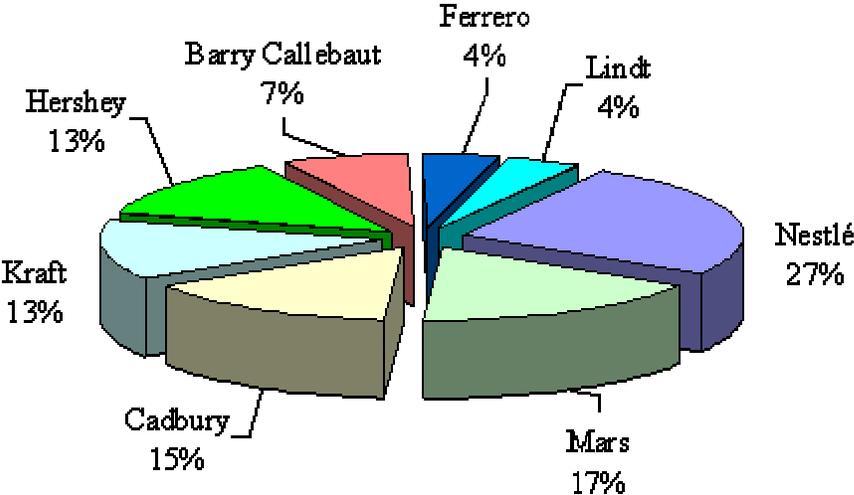


Gráfico 6. Principales empresas para la producción de chocolate para consumo general en el año 2003. (Fuente: UNCTAD, 2004.)

XIX. CONCLUSION.

La siguiente monografía sobre el cultivo del cacao es una recopilación de información bibliográfica hasta el mes de Mayo del 2005, esperando cubrir las necesidades para un buen manejo de dicho cultivo y resolver los problemas del cacao en México mencionados anteriormente.

Donde existe mayor información sobre el cultivo podemos destacar: Vivero, Descripción Botánica, Establecimiento de la plantación y Requerimientos ecológicos.

Existe carencia de información en: Industrialización del cacao, Secado, Fitosanidad y Fisiopatía, Producción Mundial y Fertilización.

Sin embargo, es importante continuar con la recopilación e investigación ya que es un cultivo de importancia, y de altos ingresos a nivel nacional e internacional.

Resumen de la información bibliográfica sobre el cacao.

Tema.	Citas.	Porcentaje.
Origen	9	12

Historia	7	9
Clasificación taxonómica	2	3
Clasificación del género Theobroma	10	13
Descripción Botánica.	17	22
Requerimientos ecológicos.	12	15
Requerimientos Edáficos.	7	9
Propagación.	8	10
Vivero.	2	25
Establecimiento de la plantación.	13	17
Mantenimiento de la plantación.	6	8
Fertilización.	4	5
Plagas.	8	10
Enfermedades.	5	6
Fitosanidad y Fisiopatías.	3	4
Cosecha.	8	10
Fermentación.	10	13
Secado.	3	4
Industrialización del cacao.	1	1

Producción Mundial.	2	2
---------------------	---	---

XX. APENDICE I

SINTOMAS VISIBLES DE DESNUTRICIÓN MINERAL EN CACAO.

A. Síntoma más o menos generalizado en toda la planta.

Elemento deficiente- Nitrógeno, Azufre, Fósforo.

Elemento tóxico- Boro.

B. Síntomas invitados o cuando menos más acentuados en las hojas más viejas.

Elemento deficiente – Calcio, Magnesio, Potasio.

Elemento Toxico – Aluminio, Cloro, Hierro.

C. Síntomas limitados o más notables en las hojas más jóvenes.

Elemento deficiente – Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Boro, Molibdeno.

Elemento tóxico – Zinc, Manganeso, Cobre.

- A. 1. Hojas pálidas o de color amarillento, de tamaño reducido, las más viejas mostrando finalmente chamusquina en las puntas: las hojas más jóvenes pequeñas, de color amarillo o casi blanco con poca o ninguna coloración verde asociada con las nervaduras con poca o ninguna coloración verde asociada con las nervaduras; entrenudos acortados y pecíolos formando un ángulo agudo con el tallo. – Deficiencia de nitrógeno.

2. Todas las hojas de la planta de color amarillento pálido o verde – amarillento, pero sin una reducción notable de tamaño. Manchas irregulares amarillas en las hojas más viejas. Las hojas del crecimiento nuevo de tamaño normal, primero de color amarillo brillante, sin tinte verde asociado con las nervaduras. Después se vuelven de color verde – amarillo claro como las hojas más viejas. Con frecuencia la planta es atacada en forma preferente por insectos. – Deficiencia de azufre.

3. Planta achaparrada: las hojas maduras más pálidas hacia la punta y el margen, seguido por chamusquina de la punta y los márgenes. Hojas jóvenes de tamaño marcadamente reducido, mostrando con frecuencia palidez entre las nervaduras. En ocasiones las estipulas persisten después de la abscisión de las hojas; hojas jóvenes formando un ángulo agudo con el tallo, entrenudos acortados. – Deficiencia de fósforo.

4. Hojas más viejas mostrando una notoria chamusquina marginal y zonas necróticas en la cercanía de las heridas. Las hojas jóvenes acopadas hacia abajo, mostrando coloración verde en la proximidad de los nervios, con amplias zonas internervales cloróticas que después enverdecen ligeramente y desarrollan puntas y márgenes necróticos. – Toxicidad de boro.

B. 1. Zonas necróticas que se inician en la región internerval, cerca del margen de la hoja y que pronto se fusionan hasta formar una necrosis marginal continúa en las hojas más viejas. Sin lesiones necróticas adelante del área necrótica principal del margen. La zona no afectada muestra una figura de hoja de encino.

2. Áreas necróticas que se inician en la región internerval cerca del margen de la hoja, fusionándose con rapidez en una necrosis marginal continúa de las hojas más viejas. Con frecuencia aparecen zonas de color amarillo brillante en el avance del área necrótica, así como islas de tejido necrótico que preceden al desarrollo de la invasión principal de tejido necrótico. Las porciones no afectadas de la hoja, de color verde más claro que el ordinario y formando una figura de hoja de encino. – Deficiencia de magnesio.

3. Zonas de color amarillo claro formadas en la región internerval cercana al margen de la hoja con rapidez se vuelven necróticas, pero que se fusionan entre si son después de cierto tiempo. El avance de la necrosis marginal es mucho más rápido entre las nervaduras. En la superficie interior de la zona

necrótica en expansión se presentan zonas amarillas. Las deficiencias de potasio, calcio y magnesio no son fáciles de diferenciar en el campo. – Deficiencia de potasio.

4. Áreas pálidas o de color amarillento en la región internerval del extremo distal (punta de la hoja) en el cual la chamusquina avanza con mucha lentitud. Rara vez se presenta cierto ennegrecimiento de la región internerval hacia la base de la hoja. Todos los síntomas se presentan solo en las hojas más viejas. – Toxicidad del aluminio.

5. Zonas de color amarillo pálido que se desarrollan en las regiones internervales marginales y que se fusionan con rapidez para formar una chamusquina continua, avanzando con más rapidez en las áreas internervales. Los tejidos que están delante de las zonas chamuscadas muestran varios grados de color verde oscuro y gris. La chamusquina avanza con lentitud formando áreas necróticas en la cercanía de las heridas. Puede confundirse con las deficiencias de calcio señaladas antes. – Toxicidad de cloro.

6. Regiones de color amarillo claro a cada lado de la nervadura central de las hojas más viejas, formándose alrededor de las lesiones áreas necróticas que se extienden con rapidez. No se presenta necrosis marginal ni de las puntas. – Toxicidad de hierro.

B. 1. Las hojas más jóvenes muestran nervaduras de color verde más intenso contra un fondo verde más claro, o bien, nervaduras verdes en

un fondo amarillento claro o casi blanco. Desarrollan chamusquina en las puntas. Los síntomas son menos marcados en las hojas del crecimiento anterior, mostrando en ocasiones las hojas más viejas chamusquina marginal angosta y la punta. – Deficiencia de hierro.

2. Las hojas más jóvenes de color amarillento claro o verde amarillento, desarrollando después un patrón clorótico difuso en el cual los tejidos cercanos a la nervadura central y a las nervaduras laterales principales y las terciarias son de color verde intenso sobre un fondo pálido; seguido por chamusquina, principalmente en la punta y en el margen distal. – Deficiencia de magnesio.

3. Las hojas de crecimiento joven son pequeñas, pero de forma normal, mostrando a veces los brotes jóvenes signos de marchitamiento. Los tejidos de la punta de la hoja, de repente se doblan, permaneciendo verdes, durante algún tiempo. Después forman un borde pardo, con el ápice dirigido hacia la nervadura central. No se presenta un patrón clorótico marcado. – Deficiencia de cobre.

4. Las hojas más jóvenes muestran sus nervaduras pequeñas prominentes con una deformación considerable. Hojas muy angostas en relación con su longitud, margen en ocasiones rizado y la hoja con frecuencia falcada con pequeñas manchas cloróticas en hilera marcada a cada lado de la nervadura central o a cada lado de ésta y de las nervaduras laterales principales. – Deficiencia de zinc.

5. Hojas jóvenes de tamaño reducido, pálidas, endureciéndose con una marcada encorvadura refleja y/o torcimiento espiral, grueso al tacto y quebradizo. Las hojas viejas de aspecto sano. Deficiencia de boro.

6. Hojas jóvenes y translúcidas, que desarrollan un moteado clorótico ligero más marcado en la región internerval, presentando después chamusquina marginal. – Deficiencia de molibdeno.

7. Hojas con aspecto verde olivo o zonas de color verde claro dispersas en la superficie de la hoja. – Toxicidad de zinc.

8. Las hojas maduras más jóvenes muestran zonas irregulares de color verde claro o amarillas en un fondo verde más oscuro con o sin cierta necrosis de las nervaduras. Sin chamusquina de la punta o el margen ni síntomas en las hojas más viejas. – Toxicidad de manganeso.

9. Hojas jóvenes de color verde olivo oscuro con nervaduras pequeñas elevadas y arrugamiento de la lámina o a lo largo de la nervadura central. Las hojas jóvenes maduras presentan áreas de color verde claro distribuidas al azar en su superficie. – Toxicidad de cobre.

XXI. BIBLIOGRAFIA

1. Alvin, P. T. 1967. Ecología del cacao. Curso de cacao. IICA. Turrialba, Costa Rica.
2. Alcaraz, R. 1973. relación de algunos factores climáticos con la producción de cacao en la zona atlántica de Costa Rica. IICA. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
3. Anonyme. 1957. The Samoan Cacao drier. Cadbury Brothers Ltd. Bourville.
4. Anonyme. 1963. Le chocolat et les produits de chocolaterie. C.E.D.U.S. Rue de Lubeck. Paris. 30 pp.
5. Allison, H.W.S y T. A. Rohan. 1958. A new approach to the fermentation of West African Amelonado cocoa. Trop. Agr. (35):275. Londres.
6. Barros, N. D. 1970. Cacao. Instituto Colombiano Agropecuario. Manual No 7. Bogotá Colombia.
7. Braudeau J. 1970. El cacao: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Editorial Blume. Barcelona. 297 p.
8. Braudeau, J. y Muller, R. A. 1971. Des possibilites d'emploi de composés organostanniques contre la pourriture brune des cabosses des cacaoyers due au phytophthora palmivora (Bull) au Cameroun oriental, Café, cacao the. 15:211-220.
9. Buchwald, A. V. 1949. El cultivo del cacao. IICA, DEA. Turrialba, Costa Rica, Tesis Mg. Sc. Cacao Statistic, 1979. Gill and Duffes Group London, Vol. 25. England December.
10. Cadina, Z. A. 1970. Estudo do sistema radicular de cacaueiro em alguns tipos de solos de regaço cacauero do sul de Bahia. Boletín técnico No 5. Dezembro. Publicação do centro de pesquisas do cacau.

11. C.A.T.I.E. El cultivo del cacao. 1983. Departamento de Producción Vegetal. Turrialba, Costa Rica. 162 pp.
12. Cheesman, E. E. 1944. Notes on the Nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. Trop. Agr. 21 (8), 144. Londres.
13. Chevalier, A. 1946. Revisión du genre Theobroma. Revue Internationale de Botanique. Applie et agriculture tropicale 26 :265-285.
14. Collado, A. 1987. Marco de referencia del cultivo del cacao (*Theobroma cacao*) en Tabasco. SARH. Villahermosa, Tabasco. 95 pp.
15. Conway, G. R. 1971. Pests of cocoa in Sabah and their control (Whit alist of the cocoa fauna). Departament of Agriculture. Sabah, Malasya. 125 pp.
16. Cotterell, G. S. 1926. preliminary studies of the life history and habitats of *Sahlbergella singularis* Hgl. And *S. theobromae* Dist. Attacking cocoa in the gold Coast whith suggested control measures. Bull. Dep. Agr. Gold Coast. No 3.
17. Cuatrecasas J. 1964. Cacao and its allies. A taxonomic revisión of the genus *Theobroma*. U. S. National Museum, parte 6, Washington, 35 pp.
18. Delgado Nuñez, Victor H., Lopez Andrade y A. Procopio. 1996. Áreas con potencial productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Tabasco. IX Reunión Científica – Tecnológica, Forestal y Agropecuaria. Tabasco, México.
19. Dennys, H. G. 1962. El cultivo del cacao y algunos trabajos y observaciones llevadas a cabo en el Salvador. Universidad Nacional del salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ing. Agronómica.

20. Enríquez, A. G. 1983. El cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento de Producción Vegetal. 162 pp.
21. Enriquez, G. A. y A. Paredes. 1979. Curso sobre el cultivo del cacao. CATIE. Programas plantas perennes. Turrialba, Costa Rica. 132 pp.
22. Falconí - Borja, C., 2001 : E/Control biológico de plagas, enfermedades y malezas de las plantas cultivadas - CD.Multimedia (Biosoftware - Alemania).
23. Falconí - Borja, C. Y Blanco J., 2001 : Reguladores naturales de plagas agrícolas, parasitoides y predadores - CD.Multimedia (Biosoftware - Alemania).
24. FAO. 1996. Agroindustria y pequeña agricultura. Estudio de un caso. Quito, Ecuador. 100 pp.
25. FAO. 2004. Documentos de la FAO sobre productos básicos y comercio. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas. Proyecciones al año 2010. Roma, Italia.
26. Ferweda, F. P. y F. Wit. 1987. Geotecnia de cultivos tropicales perennes. Editorial A.G.T. S.A. México. Pág.156 – 191.
27. FIRA. 1994. Situación y perspectiva de la fruticultura tropical en el sureste de México. 34 pp.
28. FIRA. 1997. Línea productiva de cacao. Boletín Informativo. No. 285. México. 24 pp.
29. Garbitz, A. 1956. Efecto de la temperatura sobre la semilla de cacao, comunicación científica agrícola, Turrialba.

30. Green, E.C.D. 1938. Cacao cultivation and its applications on the Mandated territory of Nueva Guinea. *New Guinea Agricultural Gazzete* 4:2-62.
31. Hall, C.J.J. Van. 1914. *Cocoa*. Macuellen, London.
32. Hall, C.J.J. Van. 1932. *Cocoa*. 2nd Ed.. Macuellen, London
33. Hardy, F. 1960. *Cocoa Manual*, Turrialba, Costa Rica. Interamericana Inst. Agric. Science. Pag.28.
34. Hardy, F. 1961. Report on a visit to the viverine belt of Ecuador. Turrialba, Costa Rica. Interamericana. Institute of Agriculture Sciences.
35. Hart, J. H. 1909. The characters of Criollo cacao. *West Indian. Bulletin* 9. 161-162 pp.
36. Harvord, G. 1953. Manurel and cultural experiments on cocoa. Rep. On *Cocoa*. Res. Trinidad. Pág. 104-108.
37. Harwood, L.W. 1953. Cocoa planting. *Agric. J. Fiji*. 29:65-75.
38. Henderson, F. C. 1954. Cacao as a crop for the owner-manager in Papua and New Guinea. *Papua and New Guinea Agric. J.* 9:45-74.
39. Jiménez, V. G. 1980. El sombreamiento del cacao. Curso de Bases ecologicas. Programa de estudio de postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales (UCR-CATIE). Turrialba, Costa Rica. 26 pp.
40. Kalsohoven. L. G. E. 1919. De roode takboorder *Zeuzera coffea*. Nietener in buschcultuuren. De roode stomboorer. *Zeuzera postexerse*. Hamp. Medea. Proefst. *Boschwezon*, 4:50-65.
41. León, J. 1960. Taxonomy of cacao and related genera. In *cacao Manual* de F. Hardí. J. A. A. S., Turrialba.

42. León, E.F. y Frayre, V. G. 1975. Control de las principales plagas y enfermedades en el Soconusco. Instituto nacional de Investigaciones Agrícolas. CAE. Centro agrícola experimental Rosario Ixtapa, Chiapas. Circular clase No 47. México.
43. López, B. O. 1983. Resumen de Seminario presentado en el curso sobre cacao. Combate de enfermedades de plantas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10 pp.
44. Loúe, A. 1961. Etude des carences et des difereces minerals sur le cacaoyer. Bull. Institute Franais de café et du Cacao. Paris.
45. Maskel, E. J., Evans, H. y Murray, D. B. 1953. the symptoms of nutritional deficiencies in cacao produced in send and water culture. Rep. on Cocoa. Res. 1945 – 51. Trinidad. Pag. 53-64.
46. Marín, R.J.J. 1962. selección y comparación clonal del cacao. Tesis Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, México.
47. Martínez, A. 1981. La sombra para el cacao. Programa de plantas Perennes. Turrialba, Costa Rica. 93 pp.
48. Martínez V. V. 1989. Manual del cacaotero. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. Gobierno del Estado de Chiapas, 87 pp.
49. Mora, V. J. 1963. Origen y Tipos de Cacao. Suelo Tico 9(36);196-200.
50. Moreno, P.L. 1968. Transplante del cacao. El cacaotero colombiano. No. 5. 1-3. Colombia.
51. Moreno, P.L. 1978. Luz y Sombra para el cacao. El cacaotero colombiano. No. 5. 10 – 16. Colombia.
52. Morris, D. 1882. Cacao: How to grow and how to cure it. Kingston. 45 pp.

53. Murray, B. 1964. Environmental factors and the growth of cocoa. Cocoa Growere. Bulletin No 3. 11 pp.
54. Naundorf, G. 1959. Die Monilia Kkrankheit bei Theobroma cacao L. mit besonderer Berücksichtigung der Übertragung durch Baumwanzen und ihre Bekämpfung, Gardian, 59. Hamburg.
55. Nosti, N. J. 1953. Cacao, Café y Te. Salvat Editors. Barcelona, España.
56. Ochse J. J., Soule, M. J., Dijman, M. J. y C. Wehlbulg. 1965. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Limusa – Wiley, México. 828 pp.
57. Pittier, H. 1930. A propos des cacaoyers spontanés. Rev. Bot. Appl., 10 (110), 777, Paris.
58. Preuss, P. 1901. Expedition nach Central und Südamerika 1889/1900. Verlag des Kolonial-Wirtschaftlichen Komitees. Kingston.
59. Ramirez, D. F.J. 1978. La fermentación del grano de cacao en Tabasco, México. Trayectoria y perspectiva. Universidad Autónoma Chapingo. México. Tesis Lic.
60. Reyes, H.E. 1970. Las malezas en el cacaotero y su control. Vol 15 (2):10-15.
61. Rohan, T. H. 1964. The precursors of chocolate aroma: a comparative study of fermented and unfermented cocoa beans. J. Food Sci., 29, 456 – 459.
62. Rohan, T. H. 1966. El beneficio del cacao, fruto destinado al mercado Roma, FAO.
63. Sangochian, M. J. 1968. Estudio sobre el beneficio del cacao y preposición para un sistema experimental. Tesis Lic. México.

64. Schoreder, C. A. 1958. Observación on the browth of cacao fruit. En conferencia Interamericana de cacao. Ministerio de Agricultura. Bogota, Colombia.
65. Thompson, J. E. S. 1956. Notes on the use of cacao in Middle America, in Notes on Middle American Archacology and Ethnology, No 128. Cernegre Institution of Washington.
66. Topper, B. F. 1958. A new method vegetative propagation of cocoa. Rep. Cocoa Conf. London. 605 pp.
67. U.N.P.C. 1988. Cosecha de cacao 1986 – 1987. Órgano Informativo de la Unión Nacional de Productores de cacao. Villahermosa, Tabasco, México.
68. U.N.C.T.A.D. 2004. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Boletín Trimestral.
69. Urquhart, D. H. 1963. Cacao. IICA de la OEA. Turrialba, Costa Rica.
70. USDA, 2001. : United States of America Departament of Agriculture (USA)
71. Vera, B. J. 1978. La polinización suplementaria y cortes en el tallo como prácticas simples para incrementar los rendimientos en cacao. 8ª Conferencia Internacional sobre la Investigación del Cacao.
72. Vivas, J. A. y E. H. Reyes. 1972. Estudios cornecientes al uso del fermentador Rohan en Venezuela. Cocoa Research Institute. St. Augustine. Trinidad y Tobago. Pag. 612-619.
73. Wanner G. A. 1966. The first cacao trees in Ghana. Basle Trading Company Ltd.
74. Wessel, M. 1969. Potting medium for cacao seedlings, Ann Rep. Cocoa Res. Inst. Nigeria. Pag. 9-38.

75. Wessteijn, G. 1968. Chemical control phytophthora pod rot diassease Ann. Rep. Cocoa. Rest. Inst. Pag. 75-84.
76. Wilbaux, R. 1964. Etudes sur la fermentation du cacao en Cote-d'Ivoire. Congreso Int. Ind. Agr. Y Alim. Zonas Trop. Y Subtrop. Abidjan.
77. Williams. G. 1954. Capsids ans caspid control in belgren Congo with special reference to Lukelela plantations. Tech. Bull. W. Afr. Cocoa Res. Instit. 2:10.
78. Wood, G. 1982. El cacao. CECOSA. Compañía Editorial Continental. S.A. de C.V. México. 363 pp.