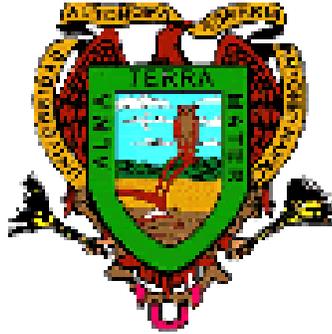


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y ALIMENTOS



“Generalidades del cacao (*Theobroma cacao* L.), usos y aplicaciones en la Industria Alimentaria”

Por:

Eraisa Edilma Pérez García

M O N O G R A F I A

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Buenvista, Saltillo Coahuila, México, mayo de 2006

Agradecimientos

A DIOS

Le agradezco a Dios; primeramente por la vida y el cuidado que me brindó en el transcurso de mi carrera, gracias a Dios por cada momento fuera bueno o malo; Dios estuvo siempre conmigo.

Gracias Dios por la sabiduría y la paciencia que me ayudaste a tener y así lograr terminar con una etapa más de mi vida.

A MIS PADRES

Gracias les doy a mis padres; porque desde niña me enseñaron los valores que ahora de grande no he olvidado. Gracias por la confianza que depositaron en mí, por su apoyo en los momentos importantes de mi vida.

A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara; por aceptar colaborar en la realización de este trabajo, por sus asesorías y apoyo en todo momento.

Le agradezco porque Dios le ha dado un corazón bondadoso, lleno de amor, y porque es una persona muy paciente, por su forma de ser gracias profesora “laurita” y hojalá nunca cambie.

A la M. C. Myrna Julieta Ayala Ortega; le agradezco por formar parte de este trabajo, ayudándome a que mi propósito se logre.

Al Dr. Juan José López García; por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

Al Dr. Ramón F. García Castillo; por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

Le agradezco a todos los profesores; que colaboran en esta mi querida “ALMA TERRA MATER”, que en algún momento me impartieron clases y por haberme ayudado a que mi formación universitaria se hiciera realidad, gracias a aquellos profesores que me dieron consejos para superarme día a día; ya que me servirá para enfrentarme a los retos del mañana.

Dedicatoria

A DIOS

Se lo dedico a Dios primeramente porque él es el principio y final de mi vida, y todo lo que soy es por su voluntad. Por su amor que es infinito, por su compañía en todo momento; gracias mi Dios.

A MIS PADRES

Sr. Vicente Pérez de León y Sra. Maura García Morales

Porque siempre estuvieron conmigo en los momentos mas difíciles como en los fáciles; gracias por su gran amor hacia mí. Gracias por el gran esfuerzo que han hecho para que yo salga adelante. Que Dios me los bendiga siempre.

A MIS HERMANOS

A Saúl Linder Pérez García; porque ha sido un ejemplo a seguir, porque me ha apoyado en el transcurso de mi formación, por sus consejos y el ánimo que siempre me da.

A Maricela Pérez García; por su constante apoyo y preocupación por mí. Por sus oraciones que cada día me hacen fuerte. Gracias por ser mi hermana; que Dios te bendiga siempre y te conserve con bien.

A mis hermanitos; Lorena, Miguel y Crusita, por su cariño que cada momento me demuestran, los amo y que Dios les ayude en su camino.

A MIS ABUELOS

Florentino García Morales (q.e.d.) y Antonia Morales Vázquez

Porque fueron una pieza importante en mi formación, porque me brindaron su apoyo cuando más lo necesité; porque son mis segundos padres; gracias por sus consejos. Dios les bendiga.

A MIS TIOS

Principalmente quiero dedicarles este logro a mis tíos Raquel Hernández. Solar y Adela García Morales; porque siempre estuvieron dándome consejos sabios, por su apoyo incondicional, por sus oraciones en todo momento.

Y a mis demás tíos también les quiero agradecer por sus consejos y apoyo; y no los pongo porque es una familia muy extensa y no acabaría. Pero los quiero igual a todos.

HERMANOS EN CRISTO

Porque al conocerlos y tratarlos con más frecuencia aprendí que el amor de Dios es tan grande para con todos, porque siempre estuvieron pendientes de mí, por medio de sus oraciones yo sentí la fortaleza para no rendirme y poder terminar esta etapa de mi vida.

Gracias al pastor Ulises y su esposa la Hna. Alfa que aunque no los conocí del todo bien me animaban a seguir y superarme para llegar a ser una persona responsable, dedicada, con valores, etc.

Gracias también al Pastor Pedro y su esposa la Hna. Soledad; que en la actualidad están muy al pendiente de mí. Gracias por sus oraciones y consejos. Dios les bendiga a todos.

A todos mis amigos(as) y compañeros que formaron la generación 100 de la Carrera de Ing. en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Gregorio, Ruvid, José Ambrosio, Álvaro, Silvia, Alfredo, Javier, Nery, Erika, Paty, Julio, Luis Miguel, Toño, Oscar, Loreto, si alguno se me escapa discúlpenme.

Por cada momento compartido, por los momentos de diversión que pasamos juntos, por los momentos durante las clases. Siempre los recordaré.

A MIS PRIMOS

A mis queridos y apreciables primos; los amo a todos, no los nombro porque son muchísimos. Ustedes comprenden.

A mis primos más cercanos y que siempre están dándome consejos a pesar de que son más chicos que yo.

Libni Gerson Hernández García y Nancy Johanna Hernández García, por todos los momentos compartidos, los amo en el amor del Señor Jesús.

A mis amigos de otras carreras, generaciones y externos, son: Magdalena, Evaristo, Lusvia, Clelita, Dunia, Crlos, Juan Luis, Daniel, Crhistian, Esmeralda, Eunice, Ixchel, Israel, Rocío, Carmen, Olivia, Elizabet, Claudia, etc.

Entre ellos quiero mencionar a la Sra. Rosa y Sr. Ernesto Dávila quienes fueron como unos padres para mí durante mi estancia en Saltillo.

A mis amigas del CETis 136; de Frontera Comalapa Chiapas. Zaraí, Maribel, Lilí, Jacqueline. Nunca las voy a olvidar amigas.

INDICE GENERAL	PÁG.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	iii
INDICE GENERAL.....	Vi
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	iX
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
I. ANTECEDENTES	4
1.1 Historia.....	4
1.2 Situación actual.....	5
II. ASPECTOS GENERALES	6
2.1 ORIGEN Y DOMESTICACION.....	6
2.2 ECOLOGIA.....	6
2.3 TAXONOMIA.....	7
2.4 DESCRIPCION BOTANICA.....	7
2.4.1 Hojas.....	7
2.4.2 Fruto.....	7
2.4.3 Pulpa.....	8
2.4.4 Semilla.....	9
2.5 ORIGEN DEL NOMBRE CACAO.....	10
2.6 ORIGEN DEL NOMBRE CHOCOLATE.....	10
2.7 CLASIFICACION DEL CACAO.....	10
2.7.1 cacao criollo.....	10
2.7.2 cacao forastero.....	11
2.7.3 cacao hibrido o trinitario.....	12
2.7.4 OTRAS VARIEDADES DE CACAO.....	13

2.8 CLASIFICACION COMERCIAL DEL CACAO.....	13
2.8.1 cacao ordinario.....	13
2.8.2 cacao fino o de aroma.....	14
III. PRODUCCION, PAISES PRODUCTORES Y CONSUMO.....	14
3.1 PRODUCCION DE CACAO EN GRANO POR ENTIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA.....	14
3.2 PRODUCCION MUNDIAL DE CACAO EN GRANO.....	15
3.3 PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE CACAO EN GRANO EN EL MUNDO.....	16
3.4 CONSUMO.....	18
3.4.1 Sectores de utilización.....	18
3.4.2 Consumo mundial del cacao.....	19
IV. BIOQUIMICA DEL CACAO.....	20
4.1 COMPOSICION DE LAS ALMENDRAS DE CACAO.....	20
4.2 ALGUNOS COMPONENTES DE LOS COTILEDONES Y LA PULPA.....	21
4.3 POLIFENOLES DE LAS ALMENDRAS DE CACAO.....	22
V. BENEFICIO DEL CACAO.....	23
5.1 PUNTOS A CONSIDERAR PARA TENER UNA BUENO INSPECCION DEL FRUTO DE CACAO DESDE SU TRATAMIENTO Y POSTERIORMENTE SU INDUSTRIALIZACION.	25
5.1.1 Cosecha.....	25
5.1.2 Recolección.....	25
5.1.3 Picada o apertura de las mazorcas.....	26
5.1.4 Fermentación.....	26
5.4.1.1 Fermentación en montones.....	28
5.4.1.2 Fermentación en cajas.....	28
5.2 INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE FERMENTACION DE CACAO.....	29
5.2.1 Germinación.....	29
5.3 CAMBIOS BIOQUIMICOS DURANTE LA FERMENTACION....	33

5.3.1 Cambios de color.....	33
5.3.2 Índice de fermentación satisfactoria.....	34
5.3.3 Sabor de chocolate.....	34
5.4 SECADO.....	34
5.5 LIMPIEZA DE GRANOS.....	36
5.6 ALMACENAMIENTO.....	37
VI. SUBPRODUCTOS DEL CACAO.....	38
6.1 DESCRIPCION Y USOS DE CADA UNO DE LOS SUBPRODUCTOS DE CACAO.....	38
6.1.1 Manteca de cacao.....	38
6.1.2 Licor de cacao.....	42
6.1.3 Cacao en polvo.....	43
6.2 MANUFACTURA DEL CACAO.....	44
6.2.1 Tostado de los granos.....	44
6.2.2 Descascarado.....	45
6.2.3 Molienda.....	46
6.2.4 Producción de licor de cacao.....	46
6.2.5 Prensado.....	47
6.2.6 Prensado por presión hidráulica.....	47
6.2.7 Empaque de manteca de cacao.....	47
6.2.8 Quebrado de la torta de cacao.....	48
6.2.9 Obtención de chocolate.....	48
VII. PARTICIPACION DEL CACAO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	50
7.1 MANUFACTURA DE OBTENCION DE CHOCOLATE.....	50
CONCLUSIONES.....	52
GLOSARIO.....	53
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	56

Índice de cuadros	PAG.
Cuadro 1. Producción Nacional de cacao en grano en el año 1970.	15
Cuadro 2. Producción Mundial de cacao en grano.	16
Cuadro 3. Porcentaje del peso fresco de almendras de cacao.	21
Cuadro 4. Porcentaje de peso seco al horno.	23
Cuadro 5. Composición de ácidos grasos en la manteca de cacao.	40
Gráfico 1. Países productores de cacao en grano en los años 1982, 1992, 2003.	18

Índice de figuras

Figura 1. Fruto de cacao.	8
Figura 2. Flor de cacao.	9
Figura 3. Fruto de cacao criollo.	11
Figura 4. Fruto de cacao forastero.	11
Figura 5. Figura de cacao híbrido o trinitario.	12
Figura 6. Otras variedades del tipo <i>Theobroma cacao L.</i>	13
Diagrama de manufactura de cacao.	49

Introducción

El grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) perteneciente a la familia de las *Esterculiáceas*, originario de nuestro país, cultivado principalmente en zonas de Chiapas, Tabasco, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, y Veracruz, es uno de los frutos que está tomando importancia mundialmente y también en el ámbito industrial.

Muchos historiadores están convencidos de que la primera civilización que cultivo este árbol fue la de los Olmecas, y no la de los aztecas, como se creía comúnmente. Varios siglos después de la desaparición de los Olmecas, los mayas se habían establecido en una extensa región situada al Sur de México, que se extiende desde la Península de Yucatán en América Central a lo largo de la región de Chiapas y la costa de Guatemala en el Pacífico. Desde ese entonces se propaga hasta Europa con la intervención de Hernán Cortés, después Brasil y Ecuador se convierten en países productores. Más tarde los colonizadores de África lo llevan primero a Ghana y luego se difunde por Nigeria, Camerún y Costa de Marfil.

El cacao como es sabido, anteriormente fue un fruto muypreciado por las antiguas civilizaciones que la usaban como ofrenda a los dioses de aquella época, como moneda de trueque y para su consumo humano. En el mundo actual nos encontramos en que poco a poco se está perdiendo tal interés, no está por demás, mencionar la importancia de este fruto ya que sus cualidades se dejan apreciar fácilmente, por mencionar algunas: Es un fruto que posee un sabor agradable al paladar de cualquier persona, es una fuente importantísima de energía (especialmente por su alto contenido en hidratos de carbono y grasas), también es fuente de minerales (rico en hierro, fósforo, magnesio, etc.), además contiene antioxidantes que evitan enfermedades cardiovasculares.

El análisis anteriormente expuesto es para que exploremos las grandes riquezas que existen de este fruto, lo podemos explotar en diferentes formas ya sea para la industria farmacéutica, alimentaria, cosmética, confitería y posiblemente se encuentren otras alternativas.

Para este caso se investigaron generalidades del cacao, usos y aplicaciones en la industria alimentaria, este trabajo se desarrolló con el objetivo de conjuntar y generar más información acerca de este fruto.

Objetivos

El objetivo de este trabajo es conocer y analizar los aspectos importantes del cacao (*Theobroma cacao* L.), y su participación en la Industria alimentaria.

También se pretende recopilar una serie de fichas bibliográficas que permitan tener un panorama más amplio y relativamente actualizado sobre el cacao cuyo nombre científico es (*Theobroma cacao* L.).

I. ANTECEDENTES

1.1 Historia

El cacao, es un cultivo originario de América. El primer europeo en descubrir los granos de cacao fue Cristóbal Colón, durante su cuarto viaje a nuestro continente, al llegar a lo que hoy en día es Nicaragua. Estos granos eran usados por los nativos como moneda. Hernán Cortés al llegar a México, en 1519, el Emperador azteca Moctezuma le ofreció una bebida preparada con una mezcla de cacao y más molido que llamaban xocoatl. Un tiempo después, al establecerse el proceso de colonización de los españoles en América Central y América del Sur, los primeros granos de cacao son llevados a Europa.

Hacia 1810, Venezuela se convierte en el país más importante del mundo en la producción de cacao, se exportaba el famoso cacao Carenero, generando la mitad del cacao que se consumía a nivel mundial, es de hacer notar que una tercera parte de la producción mundial de cacao era consumida en aquel entonces por los españoles.

Posteriormente, alrededor de 1820, los portugueses introducen los primeros cultivos de cacao en África, donde rápidamente se extiende en la zona centro-occidental del continente, principalmente en Ghana. En Brasil se comienza igualmente a extender el cultivo, llegando a ser uno de los mayores productores a nivel mundial. Finalizando el siglo XIX, un suizo, Daniel Peter logró, luego de varios años de experimentación, producir el primer chocolate de leche, dando comienzo a una industria que se extendería a nivel mundial. Otro suizo Teodoro Tobler, elabora una barra de chocolate de leche con almendras. La reputación de los chocolates suizos se va acrecentando a medida que conquistan premios en gran cantidad de festivales y exhibiciones internacionales, dando origen a la industria del chocolate que llega hasta nuestros días.

(Citado en: <http://orbita.starmedia.com/-venezuela10/chocolate.html>)

1.2 Situación actual

Theobroma cacao L.). Significa "alimento de los dioses". También es la denominación botánica del árbol del cacao, un cultivo nativo de América, apreciadísimo desde hace miles de años, fuente de la cocoa, el chocolate y un ingrediente indispensable para el Mole en México.

Desde hace más de dos siglos, el cacao en grano se ha destacado como un rubro de gran importancia comercial en el ámbito mundial, ya que éste es utilizado como materia prima para la obtención de diversos productos. De esta manera, se puede identificar el proceso de comercialización y distribución del rubro como un componente de enlace a través de todo el circuito cacaotero, el cual se inicia con el productor agrícola hasta el consumidor final.

Actualmente este producto sigue siendo una adicción para muchas personas y es considerado como uno de los alimentos más deliciosos e irresistibles del mundo, satisfaciendo al paladar más exigente, ha sido el deleite preferido tanto de niños como de adultos.

Mucho se ha hablado también de los efectos de este producto en la salud ya que al contener altos niveles de azúcar perjudica al organismo; aparte de causar obesidad. Pero no es tan malo como parece porque los granos de cacao contienen flavanoles, que se cree aumentan el óxido nítrico en la sangre y mejoran la función de los vasos sanguíneos. A pesar de sus obstáculos para dejar de consumirlo no deja de ser un excelente nutriente (citado en: http://www.soloellas.com/2006/mar06/fitness/chocolate_buenosalud.asp).

II. ASPECTOS GENERALES

2.1 Origen y Domesticación

La cuenca del Amazonas es la región más rica en especies del Género (*Theobroma cacao* L.), se extiende desde esa región hasta el Sur de México, y fue en esta última área donde ocurrió su domesticación. Es posible que la primera utilización de estos frutos fuera la de chupar las semillas, como aún lo hacen algunas tribus de Sur América que no le conocen otra utilidad al cacao. Posteriormente se pudieron descubrir las propiedades estimulantes contenidas en las semillas e iniciar su uso, que era ya bien conocido a la llegada de los europeos. En esa época el cacao se cultivaba intensamente desde México hasta la actual frontera entre Costa Rica y Panamá, y en cultivo era desconocido en Sur América.

La domesticación debió ser muy antigua, hecha quizás durante el apogeo de los mayas, pues tanto el cultivo como la utilización estaban muy avanzados a la llegada de los españoles. Estos adoptaron del náhuatl los términos cacao y chocolate; introdujeron el uso de la bebida en Europa y la transformaron agregándole azúcar y especias. Expandieron el cultivo a Sur América, donde crecía naturalmente en los bosques, y lo llevaron también a Filipinas; por su parte los portugueses lo introdujeron en Oceanía (León, 1968).

2.2 Ecología

El cultivo del cacao está localizado en áreas tropicales húmedas y bajas, en que la temperatura media fluctúa entre 20 a 24 °C y la mínima no desciende de 15 °C. Requiere humedad todo el año, con más de 1.500 mm. anuales, y con precipitación mensual que no baje de 100 mm. Prefiere suelos ricos, francos o arcillosos. Se le cultiva comúnmente bajo sombra de árboles altos, leguminosos, práctica que era conocida por los indios de Centro América en la época del descubrimiento (León, 1968).

2.3 Taxonomía

Familia: Esterculiáceas.

Especie: *Theobroma cacao* L.

Origen: Trópicos húmedos de América, noroeste de América del Sur, zona amazónica.

(Citado en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.asp>)

2.4 Descripción botánica

Árbol de cacao, siempre verde, que crece de 6 a 8 m, aunque puede alcanzar de 12 a 14 m, tiende a ser más bajo cuando se le cultiva sin sombra. Su hábito de crecimiento es en suelos aereados (Cook, 1916). La raíz principal crece de manera vertical hasta una altura de 1 a 2 m, tienen un collar en la unión de la raíz principal con el tronco y a unos 15 a 20 cm. de ella se desarrollan las raíces secundarias que pueden alcanzar una longitud de 5 a 6 m (de la Fuente, 1986).

2.4.1 Hojas

Las hojas son grandes (muy parecidas a las del laurel), de color verde oscuro en la madurez; los pecíolos miden de 1 a 4 cm. de largo, son pubescentes, presentan pulvínulos bien marcados, se encuentran situadas sobre chupones (de la Fuente, 1986).

2.4.2 Fruto

El fruto del cacao, llamado comúnmente mazorca (Figura No.1), es una drupa grande, sostenida por un pedúnculo fuerte. La forma varía considerablemente y ha sido el carácter que ha servido de base para agrupar las poblaciones dentro de la especie.

La drupa es generalmente elipsoidal, pero hay tipos desde fusiformes hasta esféricos; tienen 5 prominencias longitudinales principales, que en algunos cultivares se presentan como aristas marcadas y salientes.

Los colores básicos del fruto maduro son amarillo claro o rojo oscuro.

El exocarpo se forma de una epidermis de células gruesas y de abundantes tejidos de parénquima.

El mesocarpo es muy angosto, formado de parénquima con numerosos canales de mucílago. Hay 5 haces vasculares principales y 5 secundarios que corresponden a las costillas del fruto, y que se ramifican profusamente.

El endocarpo es delgado, parenquimatoso y de paredes internas duras y brillantes (León, 1968).

Figura No.1.- Fruto de cacao



2.4.3 Pulpa

La pulpa tiene un contenido elevado de azúcar que es de gran importancia en el proceso de fermentación a que se somete la semilla después de la cosecha y que es esencial para que desarrolle el sabor adecuado del chocolate, además

de que es abundante, agradable al olfato y que se encuentra protegida por una cáscara gruesa (Wood, 1982).

2.4.4 Semilla

Las semillas, se encuentran de 20 a 60 semillas por mazorca, generalmente dispuestas en 5 hileras, son de forma ovalada, de color café claro, tienen una longitud de dos a tres centímetros de largo y de espesor de 1 a 1.7 cm. (Braudeau, 1981). Los cotiledones varían de blanco a púrpura oscuro; las semillas se encuentran rodeadas por un mucílago blanquecino y azucarado (de la Fuente, 1986).

Esquema de la flor de cacao

Figura No. 2.- Se puede apreciar la flor de cacao situado en el pedúnculo.



2.5 Origen del nombre cacao

(*Theobroma cacao* L.) Es el nombre científico que se le da al árbol del cacao o cacaotero. Theobroma en griego, significa “comida para dioses”; cacao viene del azteca “cacahualt”. El nombre científico lleva añadida al final una L. Que es la inicial del apellido del naturista sueco que clasificó la planta (Carlos Lineo) (Citado en http://es.wikipedia.org/wiki/Theobroma_cacao).

2.6 Origen del nombre chocolate

La palabra chocolate es un calco de la palabra azteca xocolatl, que hacia referencia a una “bebida espumosa hecha a partir de cacao” y cuyo significado literal era agua amarga.

Xocolatl parece tener dos posibles orígenes:

- Bien añadir la palabra átl “agua”, las palabras xococ del náhuatl (región centro-occidente de México), cuyo significado era “agrio” o xocolia “agriar”
- Bien provenir directamente de chokolhaa, palabra proveniente del maya (sur-sureste de México), que literalmente significa “líquido o bebida caliente” (citado en http://es.wikipedia.org/wiki/Theobroma_cacao).

2.7 Clasificación del cacao

La especie (*Theobroma cacao* L.), puede clasificarse como sigue:

2.7.1 cacao criollo

Podemos apreciar en la figura No. 3 el cacao criollo, el cual, se cultiva en América, en México, Venezuela, Colombia, Nicaragua, Guatemala, Trinidad, Jamaica, y Granada; y en el Caribe en la zona del Océano Indico, y en Indonesia.

Es un cacao reconocido como de gran calidad, de escaso contenido tanino, reservado para la fabricación de los chocolates más finos. El árbol es frágil y de escaso rendimiento. El grano es de cáscara fina, suave y poco aromática. Representa, como mucho, el 10% de la producción mundial.

Figura No. 3.- Fruto de cacao criollo



2.7.2 cacao forastero

En la figura No. 4 podemos apreciar, el cacao forastero, el cual es originario de la alta Amazonia, se trata de un cacao normal, con el tanino más elevado. Es el más cultivado y proviene normalmente de África. El grano tiene una cáscara gruesa, resistente y poco aromática. Para neutralizar sus imperfecciones, requiere un intenso tueste, de donde proceden el sabor y el aroma a quemado de la mayoría de los chocolates. Los mejores productores usan grano forastero en sus mezclas, para dar cuerpo y amplitud al chocolate, pero la acidez, el equilibrio y la complejidad de los mejores chocolates proviene de la variedad criolla.

Figura No. 4.- Fruto de cacao forastero



2.7.3 cacao híbrido o trinitario

Como se observa en la figura No. 5 este cacao, es un cruce entre el criollo y el forastero, aunque su calidad es más próxima al del segundo. Como su nombre sugiere, es originario de Trinidad de Tobago donde, después de un terrible huracán que en 1727 destruyó prácticamente todas las plantaciones de la Isla, surgió como resultado de un proceso de cruce. De este modo, heredó la robustez del cacao forastero y el delicado sabor del cacao criollo, y se usa también normalmente mezclado con otras variedades.

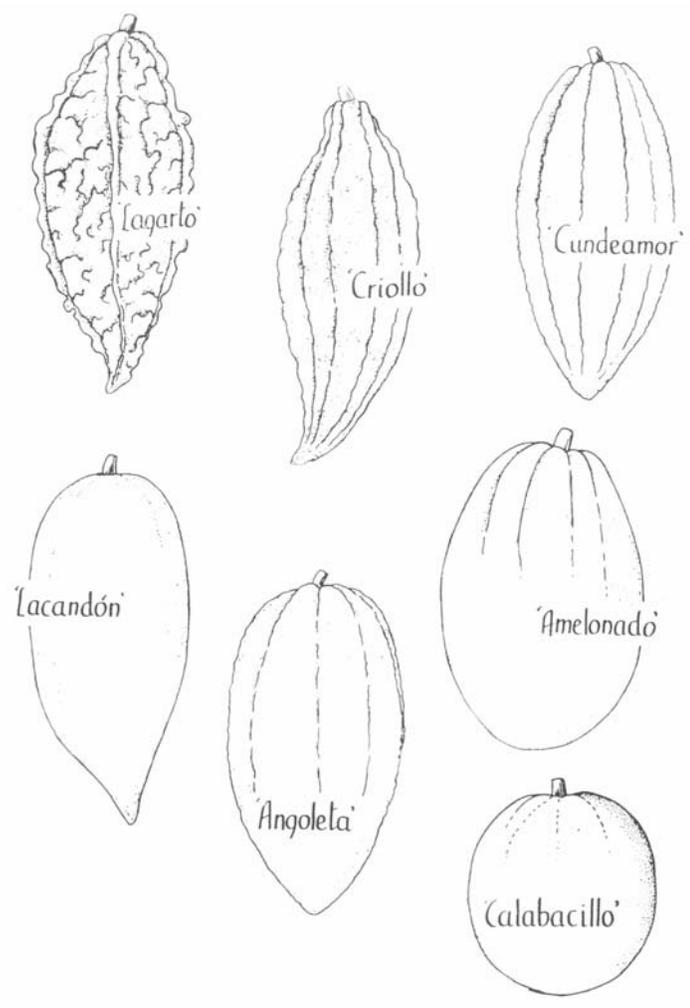
Actualmente el cacao más aromático del mundo se cultiva en Venezuela, en la población costera de Chuao, su calidad está avalada por una denominación de origen.

Figura No. 5.- Fruto de cacao trinitario



2.7.4 En la figura No. 6 se aprecian otras diferentes variedades de cacao.

Figura No. 6.- Otras variedades del tipo *Theobroma Cacao L.*



2.8 Clasificación comercial del cacao

2.8.1 cacao ordinario: granos producidos por los cacaos tipo "Forastero"; éstos son utilizados en la fabricación de manteca de cacao y de productos que tengan una elevada proporción de chocolate.

2.8.2 cacao fino o de aroma: en términos generales, los granos de cacao "Criollos" y "Trinitarios" corresponden a lo que en el mercado mundial se conoce como cacao fino o de aroma. Éste es utilizado usualmente en mezclas con granos ordinarios o "Forastero" para producir sabores específicos en los productos terminados. Los granos correspondientes a esta categoría dan características específicas de aroma o color en chocolates finos de revestimientos o capas de cobertura. También se usan (aunque cada vez menos), para producir cacao en polvo que se emplea como aroma en algunas recetas y en la preparación de algunos alimentos y bebidas.

La oferta mundial de cacao fino o de aroma es relativamente reducida y representa aproximadamente el 5% del cacao producido en el mundo.

III. PRODUCCIÓN, PAISES PRODUCTORES Y CONSUMO

3.1 Producción de cacao en grano por entidades de la Republica Mexicana (CORRESPONDIENTE AL AÑO 1970)

De acuerdo a la información proporcionada por la Unión Nacional de Productores de Cacao son seis entidades las que producen cacao en México, correspondiendo en 1970 a Tabasco el 80.4%, a Chiapas el 18.7% y el 0.81% restante fue aportado por los estados de Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Michoacán. Tal como se aprecia en el cuadro siguiente. (Bracho, 1972).

Cuadro No. 1.- Producción Nacional de cacao en grano en el año 1970

ENTIDADES	PRODUCCIÓN EN Kg.	PORCIENTO
TOTAL :	25,161,355	100.00
TABASCO	20,243,159	80.45
CHIAPAS	4,716,905	18.74
VERACRUZ	99,840	0.40
GUERRERO	77,376	0.31
OAXACA	22,464	0.09
MICHOACÁN	1,611	0.01

FUENTE: UNION NACIONAL DE PRODUCTORES DE CACAO

3.2 Producción mundial de cacao en grano (1970/71-2002/2003) en miles de toneladas.

Entre el período 1970/71 y 2002/03, la producción mundial de cacao en grano creció 1,9 veces; la tendencia general continúa siendo ascendente, aunque se ha producido una disminución de las tasas de crecimiento en comparación con las observadas durante la década de 1980.

En el período cacaotero 1995/96-1999/2000 se produjo un notable incremento de la producción mundial en comparación con años anteriores, atribuido fundamentalmente a condiciones atmosféricas muy favorables, particularmente en la región africana y a los cambios institucionales producidos por las reformas económicas que permitieron la creación de mercados con una mayor competencia (ICCO, 1997). Sin embargo, desde el 2001 la producción mundial de cacao se ha visto afectada por los problemas políticos de Côte d' Ivoire (primer productor de cacao en el mundo), la caída de la producción de Indonesia y Ghana y la disminución en la superficie cultivada del cacao en Brasil; éste último ha sido desplazado por otros países productores situándolo en el quinto lugar en el 2003 (esta caída se debe a la incidencia de la enfermedad escoba de bruja desde 1989). En el 2002 los países con mayores

rendimientos por hectárea fueron Indonesia (0,97 t/ha) y Malasia (0,69 t/ha) (Roldán; Salazar; Tejada y Ortiz, 2003).

No obstante, los pronósticos de largo plazo de la ICCO vislumbran un crecimiento de esta variable en los próximos años, dado el aumento de la superficie cultivada en Indonesia y los incrementos de la productividad logrados con las variedades de híbridos de cacaoteros recién sembrados en Côte d'Ivoire y Ghana que producirán una mayor oferta.

Otro aspecto importante en la evolución de la producción de cacao en el siglo XX es el cambio observado en la distribución geográfica del producto, ya que el aporte productivo del continente africano pasó de 18% en el año cacaotero 1900-01 a 68% en 1997-98. En contraste, América disminuyó su participación de 78% a 15% respectivamente en los años considerados.

Cuadro No. 2.- Producción Mundial de cacao en grano

Período	Tasa de crecimiento (%)
1970/71 – 1974/75	- 0.21
1975/76 – 1979/80	2.20
1980/81 – 1984/85	2.86
1985/86 – 1989/90	4.05
1990/91 – 1994/95	- 1.29
1995/96 – 1999/00	5.04
2000/01 – 2002/03	- 0.28

Fuente: FAO

3.3 Principales países productores de cacao en grano en el mundo (1982, 1992, 2003).

De acuerdo con los datos aportados por la FAO, en los años considerados se evidencia que el mayor productor mundial de cacao es Côte d'Ivoire (África). Las primeras plantaciones de cacao en ese país se establecieron en el año

1880, pero no fue sino hasta 1898 que el gobierno con la ayuda agronómica francesa, inició una intensa intervención promoviendo el desarrollo del cultivo. En este sentido, en 1954 se estableció una Caja de Estabilización de Precios del cacao, reformada en 1966, hasta el establecimiento de precios de sostenimiento para las producciones agrícolas.

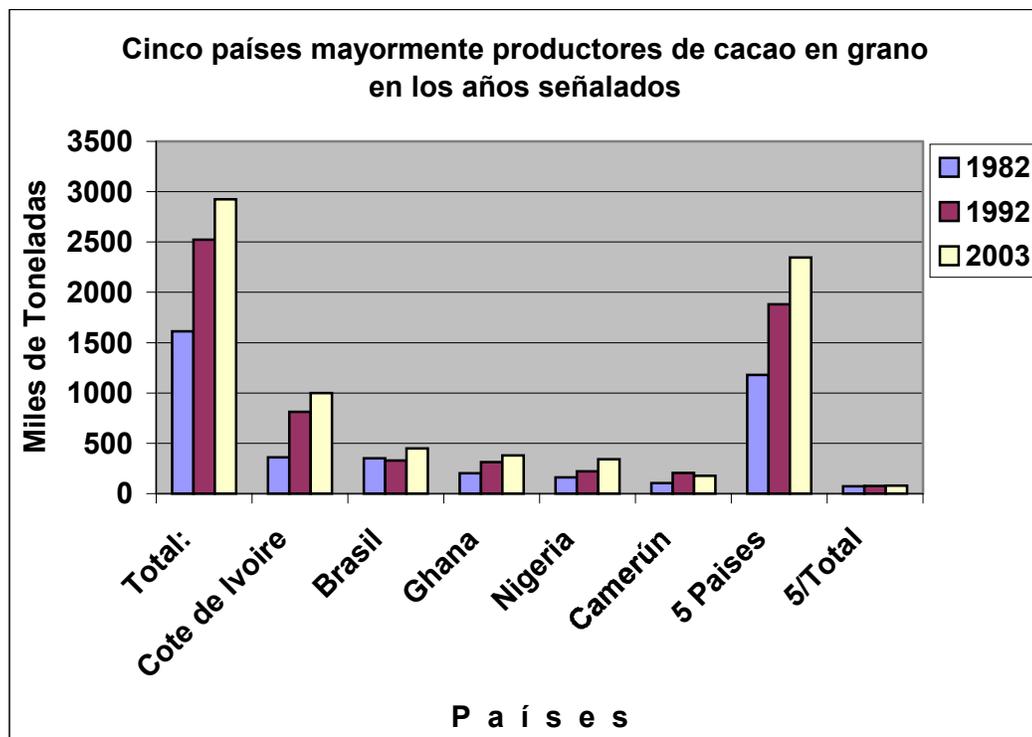
La producción mundial de cacao está altamente concentrada en unos pocos países. En el año 2003 cinco países (de los cuales tres son africanos) concentraron el 80% del total de dicha variable. A principios de la década de 1970 la producción se concentraba en Ghana, Nigeria, Côte d'Ivoire y Brasil.

En la década de 1980 surgieron como grandes productores algunos países del sudeste asiático, principalmente Malasia. Otro nuevo productor de importancia es Indonesia, que presenta los mejores rendimientos de cacao en el mundo con 1.667 Kg/ha, tres veces mayor con respecto al rendimiento promedio obtenido por Côte d'Ivoire en 1990 (Cartay y Ghérsi, 1996). Sin embargo, en el caso de Malasia se ha observado en los últimos años, una declinación en la producción de cacao pasando de 220.000 toneladas en 1992 a 48.000 toneladas en el año 2003. Esto tiene que ver con los altos costos de producción con respecto a otros rubros como la palma aceitera, entre otros factores (ICCO, 2000; FAOSTAT, 2004).

En 1989 la enfermedad "escoba de bruja" del cacao devastó la producción de Brasil, pasando de 383.000 toneladas en 1987/88 a 133.000 toneladas para 1998/99. En consecuencia, Brasil que fue el segundo productor mundial de cacao en 1982 pasó a ocupar la quinta posición en el año 2001.

Además se puede decir que en el año 2003 no se observan grandes cambios en cuanto a los principales productores de cacao en el mundo, por cuanto el continente africano sigue siendo el mayor productor con 59% de la oferta mundial, liderado por Côte d'Ivoire con 1.000.000 toneladas que representan el 34% de la producción mundial, (Se muestra en el grafico No. 1).

Grafico No. 1.- Países productores de cacao en grano en los años 1982, 1992, 2003.



3.4 Consumo

3.4.1 Sectores de utilización

De las almendras fermentadas y secas de cacao (o sin fermentar) se obtienen subproductos y productos finales a través de procesos industriales. Los subproductos del cacao son la pasta o licor, la manteca, la torta y el polvo de cacao. Los productos finales de cacao son principalmente los chocolates y demás artículos elaborados a partir de chocolate, tales como coberturas, golosinas, barras de chocolate amargo, de leche, blanco, con frutas, nueces, bombones, entre otros. Además de los usos tradicionales en la producción de chocolate y confitería, la manteca de cacao se utiliza también en la industria farmacéutica y en la elaboración de cosméticos (citado en: pagina de la FAO, 2004).

3.4.2 Consumo mundial de cacao

Al estudiar la evolución de la producción y de la molienda de cacao en grano al nivel mundial se observa que las cifras se relacionan estrechamente y que el desequilibrio entre ambas ocurre sólo durante algunos años. Las moliendas de cacao han seguido la misma tendencia ascendente de la producción, pasando de 1.418.000 toneladas en 1970/71 a 2.967.000 toneladas en 1999/2000.

Es de hacer notar que los aumentos de las moliendas no indican necesariamente aumentos del consumo final dentro de cada región, puesto que entre las regiones se da un significativo comercio internacional en productos de cacao y de chocolate. Así, por ejemplo, al menos parte del aumento de las moliendas de Europa Occidental a lo largo del período se utilizó para la fabricación de chocolate que fue después exportado para su consumo final en Europa Oriental y Rusia. Además, las moliendas de cacao en África (especialmente en los países productores), tienen como objetivo principal la exportación de productos semielaborados de cacao, con el valor agregado al cacao en grano para su consumo final en otras regiones (ICCO, 1997).

Las moliendas de cacao en grano continuaron siendo realizadas predominantemente en los países consumidores.

El consumo final de chocolate (tanto el volumen total como los niveles de consumo per cápita) continuó aumentando en la década de 1990. Considerando el consumo final de chocolate, destacan los Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Francia y la Federación de Rusia, como principales países consumidores. Tomando en cuenta el consumo final per cápita, sobresalen Bélgica-Luxemburgo, Suiza, Islandia, Reino Unido y Austria (citado en: página de la FAO, 2004).

Entre los factores determinantes del consumo de cacao y del chocolate se encuentran los precios del grano, el ingreso real per cápita de los países consumidores, el clima, entre otros.

Los precios más bajos del cacao generalmente llevan a precios más bajos del chocolate, aunque con un retardo de uno o dos años (Mistry, 1996). La influencia de los precios sobre el consumo de cacao se produce más al nivel del fabricante del chocolate que del consumidor, puesto que el primero modifica sus formulas de elaboración del chocolate en función de esas variaciones, cambiando la proporción del cacao en el chocolate, a fin de no alterar el precio del producto final (Jouvé y Milly, 1990).

En relación con los ingresos del consumidor y su nivel de vida, algunos estudios plantean que generalmente existe una asociación positiva entre el aumento del ingreso real per cápita en los países consumidores y el aumento del consumo del cacao y del chocolate (Assoumu, 1997; Mistry, 1996).

Así mismo el mayor consumo de chocolate, y por ende de cacao, se produce generalmente en los países fríos de alto ingreso y nivel de vida y con una población joven proclive a los cambios en el consumo (Heijbroek y Konijn, 1995) (Quintero, 2006).

IV. BIOQUÍMICA DEL CACAO

4.1 Composición de las almendras de cacao

En el cuadro siguiente, se muestra en porcentaje de peso fresco de las diferentes propiedades contenidas en las almendras de cacao.

Cuadro No. 3.- Porcentaje del peso fresco de almendras de cacao

	COTILEDONES	PULPA	TESTA
AGUA	35.0	84.5	9.4
CELULOSA (FIBRA)	3.2	-----	13.8
ALMIDON	4.5	-----	46.0
PENTOSA	4.9	2.7	-----
SUCROSA	----	0.7	-----
GLUCOSA, FRUCTOSA	1.1	10.0	-----
GRASA	31.3	-----	3.8
PROTEINA	8.4	0.6	18.0
TEOBROMINA	2.4	-----	-----
CAFEÍNA	0.8	-----	-----
POLIFENOLES	5.2	-----	0.8
ACIDOS	0.6	0.7	-----
SALES INORGÁNICAS	2.6	0.8	8.2
TOTAL:	100.00	100.00	100.00

FUENTE: (HARDY FREDERICK, 1961)

4.2 Algunos componentes de los cotiledones y la pulpa

1. Grasa (mantequilla de cacao)

Esta es una sustancia amarilla, cristalina, quebradiza, que se derrite por completo a una temperatura entre 32° y 35° C (90° y 95° F), que es apenas inferior a la temperatura del cuerpo humano. Consiste de glicéridos mezclados de dos ácidos grasos saturados (esteárico y palmítico) y un ácido graso no saturado (oleico). Es por lo tanto una grasa escasamente no saturada. La grasa

de los cotiledones contiene de 0.3 a 0.8 % de teoesteroles, y la grasa de testa contiene de 0.8 a 10.0 %. También contiene del 0.5 al 0.9 % de lecitina, la cual aumenta la movilidad de la grasa de cacao derretida.

2. Teobromina.

El Theobromine es un estimulante común, similar en características a la cafeína, que se encuentra en todos los productos del chocolate. Es un methylxanthine, parte de una clase de alcaloides y se encuentra en la mayoría de productos del cacao, es amargo.

3. Proteína

No se sabe mucho acerca de las proteínas del cacao y sus derivados, excepto que la pulpa contiene pequeñas cantidades de ácido glutámico y aspártico, y de asparagina.

4. Ácidos

La pulpa fresca contiene ácido cítrico, pero fuera de éste, ningún otro ácido frutal. Este imparte un pH 3.9 a las primeras exudaciones, las cuales contienen 0.3g de ácido cítrico por cada 100ml.

5. Polifenoles (taninos de cacao)

Recientemente se ha demostrado que los cotiledones de cacao contienen por lo menos 10 entidades polifenólicas distintas.

Se muestra a continuación un cuadro, donde se puede observar el grupo de polifenoles que se encuentran en las almendras de cacao; las cuales se dan en porcentaje de peso seco al horno.

4.3 Polifenoles de las almendras de cacao

Todas estas son sustancias solubles en agua y tienen un sabor astringente. Las cianidinas púrpuras son compuestos de galactosa y arabinosa y no existen en almendras de cacao Criollo.

Estos glicósidos contienen menos del 6% del total de polifenoles, consistiendo principalmente de leucocianidinas incoloras, catequinas y taninos. Al oxidarse, todas estas sustancias dan productos de color pardo (Hardy, 1961).

Cuadro No. 4.- Porcentaje de peso seco al horno

CATEQUINAS (MAYORMENTE EPICATEQUINA Y OTRAS 3)	3.0%
COMPLEJOS DE TANINOS	2.1%
LEUCOCIANIDAS; 1,2,3	2.5%
CIANIDINGLUCOSIDOS; 1,2 (PIGMENTO PÚRPURA)	<u>0.4%</u>
TOTAL	8.0%

V. BENEFICIO DEL CACAO

El propósito del beneficio es la obtención de almendras de cacao de alta calidad. Se inicia en la cosecha, continúa con la fermentación, donde se reafirma la calidad propia de cada cacao y finaliza con el secado, que reduce su humedad para permitir su preservación, almacenamiento y comercialización. La buena calidad de las almendras de cacao no sólo depende del tipo de material genético y las condiciones ambientales en donde se desarrolla, sino también de su fermentación, que es una fase decisiva en el beneficio, donde juegan papel importante los microorganismos envueltos y la duración del proceso. Los granos de cacao en el interior de la mazorca y su respectiva cubierta mucilaginosa se encuentran teóricamente estériles. La contribución de diversos factores al proceso de fermentación, aunque aún está poco definidas sus cuotas de contribución, comienzan con el picado de la mazorca y las subsecuentes manipulaciones que reciben los granos de cacao. Son varias las vías utilizadas para proceder a la fermentación del cacao alrededor del mundo, dependiendo de la escala de operación y la tradición de cada país. Las formas de

fermentación incluyen el apilado de los granos en el piso de secado bajo hojas de plátano, en cajas de madera, cestas, plataformas de desecación, sistemas de bandejas (fermentador Rohan), entre otros. El procedimiento más antiguo de fermentación del que se tenga noticia era el de amontonar los granos de cacao fresco para facilitar la remoción de la pulpa y el secado. Las transformaciones verdaderamente importantes son las inducidas por la presencia de estas enzimas microbianas combinadas con las que provienen de la pérdida de la estructura celular al nivel de los cotiledones, concurriendo en la formación de una multiplicidad de compuestos precursores que originaran el sabor y aroma característico asociado con el cacao.

En efecto, el cacao es uno de los pocos alimentos que desarrolla sus cualidades de sabor y aroma mediante la formación de estos compuestos precursores en un proceso de fermentación natural (fermentación anaeróbica y aeróbica). Después, estos compuestos precursores darán origen en el tostado de las almendras de cacao, mediante complejas reacciones (reacción de Maillard), al sabor y aroma que reconocemos en el chocolate. Entre los distintos países productores de cacao existen diferencias en la forma de beneficio de las almendras. Algunos con limitaciones en su calidad, principalmente por la alta acidez, astringencia y bajo sabor a chocolate (Mabbet, 1980 citado por Martin Jr, 1987).

El procesamiento post-cosecha ha sido considerado una etapa crítica para todos los tipos de cacaos y es esencial para el desarrollo de un buen sabor y aroma a chocolate (Fowler, 1994). Es también la etapa donde ocurre con frecuencia el deterioro de la calidad del grano (Passos, colab., 1984). A esto debemos agregar en la actualidad la importante influencia del material genético sobre las cualidades del sabor y aroma (Clapperton, colab., 1994). La correcta fermentación y secado del cacao es de suma importancia para la transformación industrial del cacao en productos de alta calidad chocolatera.

5.1 Puntos a considerar para tener una buena inspección del fruto de cacao desde su tratamiento, y posteriormente su industrialización.

5.1.1 Cosecha

Comprende la recolección de las mazorcas maduras y sanas. Las mazorcas inmaduras no contienen el nivel adecuado de concentración de azúcar en el mucílago o pulpa. Asimismo las semillas se encuentran muy cohesionadas a la placenta imposibilitando su separación al extraerlas del fruto. La presencia de estos apiñados de semillas conduce a una fermentación irregular con la preponderancia de granos color violeta al finalizar el proceso. Al cosechar mazorcas sobremaduradas éstas pierden humedad con rapidez, además de contener semillas germinadas con desarrollo radicular. Cuando la radícula desaparece durante la fermentación queda un orificio que crea una vía para la penetración de hongos y bacterias que reducen la calidad del cacao.

Cuando las mazorcas se encuentran a poca altura las herramientas adecuadas para realizar la recolección en troncos y ramas son la navaja o cuchillo y la tijera de podar. Es muy importante, para evitar heridas, desgarramiento del tronco o eliminación de los cojines florales, el uso del machete para cosechar las mazorcas en las partes altas de la planta. La desgarradera se utiliza para cosechar las mazorcas situadas en las partes más altas del árbol. Las herramientas se deben mantener afiladas para obtener resultados satisfactorios. Es necesario insistir en tener cuidado en no dañar el cojín floral, porque reduciría la producción de mazorcas en la próxima cosecha. Las semillas provenientes de mazorcas enfermas, en especial las atacadas por hongos, deben ser eliminadas porque producen problemas durante la fermentación, reflejándose luego en un mal aroma y sabor de las almendras después de beneficiadas. (Liendo, 2004).

5.1.2 Recolección

Esta es una de las fases importantes del proceso, se debe hacer la identificación de las mazorcas maduras. Este estado se conoce por los cambios

de coloración externa, que varía dependiendo del tipo o variedad. Este cambio de color puede ser muy ligero y se corre con el riesgo de no cosechar a tiempo mazorcas que han alcanzado su plena madurez. Ante este importante detalle, muchos recolectores cosechan las mazorcas que se encuentran en las partes bajas del árbol, basados en el sonido que emiten estas cuando son golpeadas con los dedos.

5.1.3 Picada o apertura de las Mazorcas

La abertura o quiebre de la mazorca se hace de manera manual con un machete corto, aunque se requiere de destreza para no dañar los granos adheridos a la placenta o yuyo. Es más recomendable para la fractura de la mazorca el uso de un mazo de madera. Su ventaja radica en que reduce el riesgo de causar cortes accidentales en la cáscara de la semilla, la cual impide la penetración de hongos y bacterias. En el desgrane sólo son aprovechados los granos y se debe evitar mezclar restos de la placenta o yuyo, puesto que en el secado producen aglomerados de los granos. La cosecha se puede resumir entonces en los siguientes pasos: recolección de mazorcas maduras y sanas, quiebre, desgrane, traslado en caja de madera, cesta, tobo o en bolsa plástica al sitio donde serán beneficiadas. Los restos de cosecha deben ser dispuestos de manera adecuada dependiendo de las circunstancias y de ser posible es aconsejable realizar aplicaciones de funguicida e insecticida que permiten prevenir la formación de fuentes de contaminación por hongos y la proliferación de insectos. No deben utilizarse envases de metal para el traslado de las almendras recién cosechadas (Hardy, 1961).

5.1.4 Fermentación

Desde hace mucho tiempo se descubrió que cuando las almendras de cacao recién extraídas de las mazorcas se dejaban por varios días en un montón, pronto comienzan a “sudar”, liberando considerable cantidad de líquidos (exudaciones y desprendimiento de calor). Al mismo tiempo las células de la

pulpa se desintegran rápidamente y las almendras se vuelven menos viscosas y más fáciles de manejar.

Pueden entonces secarse fácilmente y almacenarse antes de que se les embarque, con menos posibilidades de daño a causa de mohos o de insectos. Los líquidos exudados al principio contienen alcohol, pero luego éste es reemplazado por ácido acético formado por la oxidación de aquél. Durante la etapa alcohólica se produce mucho anhídrido carbónico atrayendo grandes cantidades de moscas de la fruta; éstas infestan las almendras con bacterias acéticas y con otros microorganismos.

Los componentes de los cotiledones de las almendras sufren profundos cambios durante la exudación. Estos cambios están acompañados por pérdida de astringencia, y por la difusión del pigmento púrpura hacia el exterior de las células de los cotiledones, a los tejidos incoloros adyacentes, incluyendo la radícula y la plúmula. Al mismo tiempo la coloración púrpura gradualmente se torna parda, particularmente al secarse las almendras posteriormente. El cambio más importante de todos, sin embargo, es el que produce el precursor del sabor a chocolate, el que se manifiesta especialmente cuando las almendras secas son tostadas. Este cambio esencial no ocurre a menos que se cuente con ciertas condiciones exactas, y solamente en los últimos años se ha determinado con precisión cuáles son esas condiciones. Sin embargo, por medio de esos ensayos se han desarrollado ciertos procedimientos corrientes para el beneficio de las almendras de cacao en varios países, y éstos se describirán brevemente.

En la actualidad hay dos procedimientos para la fermentación de las almendras de cacao.

5.1.4.1 Fermentación en montones

Es el más simple y lo usan generalmente los finqueros aldeanos. El montón varía mucho en cuanto a su tamaño, en algunos casos las almendras se ponen dentro de un hueco en el suelo. El montón corrientemente se cubre con hojas de banano o con sacos. El tamaño del montón varía desde 9 kilos hasta más de 2000 kilos. El montón puede dejarse intacto durante todo el período de la fermentación o puede revolverse una o más veces deshaciendo el montón y volviéndolo a hacer en el mismo sitio o cerca de él. La fermentación es generalmente más rápida para las almendras que están en la superficie que para las del centro del montón. Sin embargo, aún sin mezclar las almendras, la fermentación de montones grandes puede completarse entre 24 y 30 horas cuando va seguida de 6 a 12 horas de secado al sol. (Hardy, 1961).

5.1.4.2 Fermentación en cajas

Este método se practica especialmente por productores en gran escala, en las plantaciones o en estaciones cooperativas de fermento, donde a menudo se emplean baterías de varias cajas. Es comúnmente usado en la mayoría de las regiones cacaoteras bien establecidas de Centro y Sur de América, Ceilán e Indonesia. Consiste en chocar las almendras frescas, en partidas que varían de 181 Kg. a 1 tonelada, en cajas fuertes de madera con fondo perforado para el drenaje de las exudaciones. Después de permanecer en una caja por dos o tres días, las almendras se trasladan a una segunda caja, durante esta operación que se efectúa con palas de madera, la temperatura desciende apreciablemente y hay escape de anhídrido carbónico. La temperatura vuelve a subir pronto y prosigue la fermentación, después de uno, dos o tres días las almendras se ponen en una tercera caja y se tienen allí hasta completar unos 6 días, generalmente no más de 8.

La cantidad de exudaciones liberadas por una partida de 1 tonelada de almendras húmedas, que llenan una caja de 152cm*122cm*91cm, es alrededor de 40 galones; generalmente se deja correr el líquido y perderse. El jugo de las

células de la pulpa contiene ácido cítrico y mucha glucosa, los cuales explican la fermentación alcohólica. (Hardy, 1961).

5.2 Investigaciones recientes sobre fermentación de cacao (posterior a 1948)

5.2.1 Germinación

Algunas autoridades han sostenido que la primera etapa en el proceso de fermentación del cacao tiene lugar durante el período que transcurre entre la extracción de las almendras de la mazorca y su colocación en la caja de fermentación y en el montón. Tan pronto como la humedad y el aire tienen acceso, comienza la germinación y se inicia ciertas reacciones bioquímicas, algunas de las cuales intervienen con la respiración. En mazorcas dañadas demasiado maduras ocurre germinación cuando aún están en el árbol. Así como en mazorcas muy maduras de los montones que se hacen en el campo.

La germinación cesa tan pronto como la temperatura de la masa en fermentación de la caja o del montón asciende a más de 35° C. En la práctica se ha encontrado que bajo condiciones de campo es imposible mantener la viabilidad por más de tres días y medio, y al mismo tiempo evitar el desarrollo de plantitas. Aparentemente para que se produzca un buen sabor de chocolate, no es necesario que se mantenga en período de reposo de tal duración. Sin embargo, parece claramente ventajoso un período corto de reposo, de uno o dos días.

Recientemente se ha proclamado que se ha encontrado que en la pulpa de las almendras frescas de cacao hay un inhibidor de la germinación. Este inhibidor es una sustancia volátil capaz de suspender la germinación por un período hasta de 14 días en almendras conservadas a la temperatura ambiente. Los beneficios de un período corto de reposo antes de la fermentación, si los hay, deben atribuirse a alguna otra causa.

Los procesos que tiene lugar en el montón o en la caja de fermentación comprenden dos fases definidas y distintas

Fase I. Fermentación

La cuestión de si la fermentación de la pulpa azucarada del cacao, que incluye levaduras y bacterias acéticas, es esencial para el desarrollo final del completo sabor de chocolate, en el sentido que la fermentación pueda posiblemente agregar a las almendras ciertas sustancias aromáticas, a tenido contestación negativa con los resultados de ciertos experimentos en que la pulpa se esterilizó asperjando las almendras frescas con soluciones antisépticas antes de curar y de tostar en la forma en que se hace normalmente. El sabor normal no difería apreciablemente del de almendras sin esterilizar, curadas y tostadas por medio del proceso normal. Sin embargo, es razonable suponer que los organismos de la fermentación, aún cuando no sea necesariamente contribuyendo al desarrollo del sabor de chocolate, pueden por lo menos agregar pequeñas cantidades de sustancias auxiliares que pueden tener influencia en la calidad final de las almendras fermentadas.

En la actualidad se cree que los efectos realmente importantes de la fermentación propiamente dicha, además de la eliminación de la almendra, son la producción de ácido acético y el generar calor. Estos dos agentes unidos causan la muerte de las almendras y preparan el camino para la etapa siguiente en el proceso de fermentación.

La cantidad limitada de aire en la masa inicial de semillas mucilaginosas, hace que se desarrollen principalmente levaduras y no mohos. Las levaduras convierten el azúcar de la pulpa en alcohol y anhídrido carbónico. Conforme se produce el colapso de las células de la pulpa, entra aire y la condición favorece entonces la rápida oxidación del alcohol a ácido acético. A través de las bacterias acéticas que llegan a la masa en fermentación por medio de las moscas de las frutas. Hacia el tercer día del proceso de fermentación se ha establecido el equilibrio entre las bacterias acéticas y las levaduras, durante el

segundo día se producen la muerte de las almendras, principalmente por la penetración del ácido acético en los tejidos de los cotiledones. La muerte de las almendras esta acompañada de un aumento en la permeabilidad de las paredes celulares lo cual permite la interdifusión de los componentes del jugo celular. En esta forma las enzimas se ponen en contacto con los polifenoles y las proteínas. Esto inicia ciertas reacciones hidrolíticas en que los pigmentos púrpuras cianidinglucósidos sufren un cambio profundo y se cree que se producen el precursor o precursores del sabor característico de chocolate.

Esta es quizá la reacción esencial más importante de todo el proceso de fermentación del cacao. Además las proteínas se hidrolizan a aminoácidos.

Posteriormente las leucocianidinas (grupo de compuestos incoloros pertenecientes a las proantocianidinas que se encuentran en diversos frutos, son responsables de la astringencia de muchos frutos y actúan como sustrato en las reacciones de oscurecimiento enzimático) y las proteínas o los productos de su degradación, se combinan durante esta etapa. Después de transcurrido un día y medio comienzan a desaparecer los pigmentos de cianidina, y de los tres días y medio a cinco días y medio han desaparecido por completo. Las leucocianidinas parecen aumentar al principio, por dos días y medio o tres días y medio, pero luego desaparecen como tales al combinarse con las proteínas. La epicatequina permanece inalterada durante los dos primeros días y luego desaparece lentamente. Ninguna de estas reacciones incluye oxígeno. En realidad la presencia del oxígeno en esta fase resultaría perjudicial por cuanto podría dar origen a productos intermedios de oxidación polifenolica que se sabe que destruye las enzimas hidrolíticas. Por lo tanto una vez muertas las almendras por efecto de la penetración del ácido acético y del ascenso de temperatura, la parte esencial de la fase de fermentación es estrictamente anaeróbica y por consiguiente se le ha designado fase anaeróbica hidrolítica de la fermentación del cacao. La hidrólisis de los polifenoles del cacao, por la enzima glicosidasa, ocurre a una temperatura de 45° C. y con un pH de 4.0 – 4.5, el cual es ácido.

Durante la fermentación debe mantenerse una aireación que no sea ni muy escasa porque impedirá la multiplicación de las levaduras y bacterias acéticas, y que estaría acompañada de una reducción en la cantidad de ácido acético y de calor generado, ni tampoco excesiva, por cuanto en este caso no solamente daría lugar al desarrollo de mohos, sino que también impediría la formación del precursor del sabor.

En la práctica este equilibrio se consigue compactando debidamente las almendras en el montón o en la caja, cuidando de que haya drenaje adecuado y evitando la pérdida excesiva de calor por medio del empleo de cajas debidamente aisladas y con perforaciones, o cubriendo el montón con un material aislante tal como hojas de banano sacos. El tiempo que se requiere para que las almendras mueran a consecuencia de la penetración del ácido acético y de la elevación de temperaturas, varía de dos a cinco días, dependiendo de las condiciones en que se encuentran las almendras.

Fase II. Oxidación

Esta fase sigue a la anaeróbica hidrolítica, y frecuentemente se sobrepone a ella. Las dos fases pueden ocurrir en diferentes almendras en montones distintos, y en un mismo momento en diferentes partes de una almendra, según la forma en que se manipula la masa en fermentación.

Además la oxidación continúa en la fase de secado, después de haber secado las almendras de la caja de fermentación o del montón y de haber sido extendidas en la secadora artificial.

La segunda fase consiste esencialmente en la oxidación y la condensación química de los compuestos polifenólicos en productos complejos insolubles que tienen poco o ningún sabor. Ha sido llamada “fase de condensación oxidativa” continúa hasta que el contenido de humedad se reduce hasta el punto que impide que prosiga la actividad enzimática.

5.3 Cambios bioquímicos durante la fermentación

5.3.1. Cambios de color

Los cambios bioquímicos de las dos fases de la fermentación del cacao, que han sido descritos, están acompañados de cambios notables en el color de los cotiledones. La superficie de los cotiledones de almendras púrpuras frescas no es uniforme sino que tiene especie de puntitos, porque el pigmento lo contiene solamente una célula de cada diez del tejido del cotiledón. Después de que la almendra ha muerto sólo la parte central tiene puntitos, siendo la parte exterior de color púrpura uniforme por razón de la difusión del pigmento a las células que inicialmente no lo contenían. Con el tiempo la apariencia de puntitos se desvanece y el color general se vuelve mas pálido por la descomposición gradual de los cianidinglucósidos púrpuras, por la influencia de la enzima anaeróbica hidrolítica.

Cuando el oxígeno tiene acceso a las células de los cotiledones, durante la fase de condensación oxidativa, el color de la superficie se vuelve pardo y posteriormente toda la almendra se vuelve parda conforme se reduce el contenido de humedad con el secado y el aire penetra con mayor facilidad al interior del tejido del cotiledón. Por lo tanto la aparición del color pardo señala la transición entre la primera y la segunda fase de la fermentación.

De acuerdo con los hechos anteriores, la presencia de una proporción grande de almendras púrpuras en cacao comercial fermentado, debe claramente interpretarse como un defecto serio, a pesar de que no parece tener efecto adverso sobre la calidad, opinión que sin embargo no está aceptada en forma general. Aun cuando el pigmento púrpura por sí mismo puede que no afecte el sabor, su presencia indica que es probable que existan otros defectos resultantes de una fermentación imperfecta o incompleta.

La condición muy importante y necesaria para evitar la conservación o sobrevivencia del color púrpura, parece ser una temperatura alta, la que no debe

permitirse que baje a menos de 45° C (113° F) durante los seis o siete días del proceso de la fermentación. La caída de la temperatura puede evitarse regulando el tamaño del montón o de la caja de fermentación y asegurando aislamiento por medio de cobertores o paredes adecuadas.

5.3.2 Índice de fermentación satisfactoria

Con base a todas estas consideraciones, una prueba útil para saber si se ha completado la primera fase de la fermentación, y que podría servir para decidir cuando debe iniciarse el secado, es la presencia de un anillo color pardo periférico, bien marcado, en la superficie de un corte. Ejemplo: el 50 % de una muestra representativa de las almendras. Cuando la fermentación se hace en una caja típica de fermentación, tal situación debe presentarse hacia el sexto día.

5.3.3 Sabor de chocolate

Aun no se conoce la identidad de la sustancia o sustancias aromáticas que dan al chocolate su sabor característico, y las cuales solo existen en pequeña cantidad en almendras curadas y tostadas. Se cree que sea una resina aromática y no un aceite esencial volátil, en cuyo caso debería ser posible aislarla por medio de cromatografía.

5.4 **Secado**

Al final de la fermentación, en que ocurren los cambios químicos principales a los cuales se debe el sabor de chocolate, el contenido de humedad de las almendras es alrededor del 56 % por peso. Durante el secado continúan los cambios químicos, mientras que el contenido de humedad baja despaciosamente hasta alrededor del 6 %. Si el contenido de humedad baja a menos de ese nivel, las almendras se vuelven demasiado quebradizas, pero si no se secan hasta ese punto se vuelven susceptibles al daño de los hongos del moho. El contenido de humedad final y estable, varía necesariamente según las

condiciones atmosféricas, tales como temperaturas y humedad del aire. Como las enzimas toman parte en los cambios químicos que ocurren en las primeras etapas del secado, dicho proceso no debe ser muy rápido, pues la temperatura alta y el bajo contenido de humedad que tienen lugar pueden causar la inactividad de las enzimas antes de que se haya completado los cambios químicos esenciales.

Se ha encontrado que las almendras de cacao secadas artificialmente contienen mayor cantidad de ácido acético que las secadas lentamente al sol, y que el chocolate que se prepara con ellas posee un sabor característico "frutoso", presumiblemente debido a la formación de ésteres acéticos. El exceso de ácido acético en almendras secadas artificialmente puede eliminarse alargando el periodo de la conchada, al hacer la manufactura del chocolate, operación que facilita la eliminación del ácido acético y sus ésteres por volatilización.

En la mayoría de los países donde se cultiva cacao, las almendras fermentadas del montón o caja de fermentación pueden secarse convenientemente al sol, pero en algunos países la cosecha de cacao coincide con la estación lluviosa o con un período de mucha humedad, necesitándose entonces secarlas artificialmente.

Los aparatos que se usan para el secado artificial van desde simples plataformas hasta cilindros con rotación mecánica, o fajas sin fin con gavetas. La clase más simple de secadora consiste de un piso calentado por una hornilla situada debajo. Las almendras se mueven con rastrillos a intervalos frecuentes para asegurar un secado uniforme; el secado tarda generalmente de cuatro a cinco días.

Otro tipo simple de secador consiste en una plataforma hecha de reglas de madera a través de las cuales se hace pasar una corriente de aire calentado por una hornilla, el cual sube por convección. Este tipo de secador se usa

comúnmente en Samoa, y recientemente se ha introducido a los Camerunés. Se le conoce generalmente como “secador samoano”.

El tipo de secador rotativo de cacao, tal como el “Gordon” y el “Mackinnon”, han adquirido gran popularidad en muchos países. La acción abrasiva de una almendra contra otra durante la rotación generalmente reduce el grosor de la testa, lo cual puede resultar en una cantidad grande de almendras quebradas. El tipo de secador mecánico giratorio, así como el de faja sin fin con gavetas para colocar las almendras (secador Büttner) es mucho más caro que los secadores simples estacionarios, los mejores de los cuales son muy eficientes y son capaces de mantener una temperatura de 80 C (176° F), por un período de 14 horas, sin efectos perjudiciales para la calidad del cacao.

5.5 Limpieza de los granos

El cacao que proviene de regiones productoras, trae entre mezclados algunas materias extrañas, tales como polvo, arena, fibra de sacos, pedazos de roca, madera, etc. Al existir estas impurezas provoca que la calidad del producto disminuya las sustancias que se descompongan por el calor den olores desagradables del producto, a la vez nos pueden provocar daños a la maquinaria en procesos posteriores.

La operación de limpieza se realiza por medio de mallas (cribas), las cuales poseen una vibración que provoca que estas partículas caigan a través de corrientes de aire, dichas partículas son eliminadas, y a la vez posee imanes que sacan aquellos metales como claros.

Los granos caen en cascada de una sola capa sobre un cedazo y una corriente de aire que sube, arrastra los materiales más livianos, pasando a un segundo separador donde una corriente de aire más fuerte los levanta, por lo que los aleja de materiales pesados, tales como piedras, metales y los conduce hacia un área de baja presión para finalmente depositarlo en una tolva. Esta clase de

equipos tiene poderosos imanes distribuidos en diferentes puntos de la máquina.

5.6 Almacenamiento

Para poderse almacenar sin riesgo, el contenido de humedad de los granos de cacao debe ser de 6 a 7 %. Arriba del 8 % existe el peligro que se desarrollen hongos en ellos y abajo del 5 % se vuelven muy quebradizos. Puede parecer que apreciar el contenido de humedad dentro de esos límites tan estrechos sería difícil, pero de echo la tarea es relativamente simple cuando se esta examinando cacao que se ha almacenado durante algún tiempo. Si los granos están en un saco abierto, la sensación al tacto y el sonido de los granos secados de manera apropiada cuando se mete la mano al saco, es característica y se puede aprender con un poco de práctica. Si se aprieta un grano entre los dedos, no se debe doblar o pelar, sino partirse en dos pedazos.

Para este fin en particular no se pueden emplear determinadores de humedad, debido a la distribución tan dispareja de la humedad tanto dentro como entre los granos al final del secado.

En los países templados es posible almacenar el cacao por tiempo indefinido, pero en los trópicos las temperaturas elevadas favorecen el rápido desarrollo y la diseminación de las plagas de productos almacenados y la humedad puede ser lo suficientemente elevada como para permitir el desarrollo de hongos.

Para evitar la infestación, el almacén deberá tener piso de cemento y muros de ladrillo o bloques de concreto. En los pisos y muros de madera se forman grietas y rajaduras en donde las plagas de los productos almacenados se pueden ocultar o criar. Para combatir lo anteriormente mencionado es necesario el empleo de materiales aislantes debajo del techo y manteniendo el almacén cerrado todo lo más posible en las primeras horas del día.

Después de los pasos anteriores que son necesarios para el grano; desde la cosecha hasta el almacenamiento, lo que sigue es clasificar los subproductos.

VI. SUBPRODUCTOS DEL CACAO

De la producción de granos de cacao seco resultan pocos subproductos y los que existen, no se elaboran en gran escala. En Brasil, del sudor de fermentación se hace en pequeña escala una jalea de cacao y en México a veces se le deja fermentar para obtener un vino de cacao. Se ha hecho cierta publicidad a un vino de cacao en Nigeria, pero en este caso se hace de granos secos, que se tuestan, muelen y mezclan con azúcar.

La cáscara de la mazorca es rica en potasa y en ocasiones se ha utilizado como fuente de esa sustancia para hacer jabón. Otras veces no se le da ningún uso, aunque se han investigado posibilidades de aprovecharla. En Costa Rica se ha probado utilizar esa cáscara seca, molida, en raciones para cerdos y vacunos lecheros.

El empleo de los subproductos de la elaboración del cacao; cáscara de los granos y torta de cacao, ha sido muy limitada para uso forrajero debido a la presencia de pequeñas cantidades de teobromina. En el caso de la cáscara de la baya, es posible que tengan que adoptarse precauciones similares, ya que también contienen un poco de teobromina (WOOD, 1982).

6.1 Descripción y usos de cada uno de los subproductos del cacao

6.1.1 Manteca de cacao

Según la definición del Comité de Codex Alimentario en cacao y Productos de Chocolate, la manteca es "la grasa producida de una o más de las siguientes

fuentes: Granos de cacao, licor de cacao (masa de cacao), torta de cacao y aquella extraída mediante procesos mecánicos y/ o por la vía de solventes permitidos, de la torta o polvo de cacao fino".

La Manteca de Cacao es una grasa vegetal natural extraída de la almendra del grano de cacao tostado.

(Citado en: <http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n5/arti/rliendo.htm>)

Obtención

La Manteca de Cacao es el residuo líquido que sale de la prensa, cuando el licor de cacao se somete al proceso de filtración. Luego, la Manteca de cacao se centrifuga, atempera o cristaliza y por último, se moldea y empaca. La Manteca de Cacao es un producto 100 % natural, no es necesario agregarle aditivos ni someterla a tratamiento químico alguno.

(Citado en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_03.htm)

Composición química

Por su composición química la manteca de Cacao es una grasa muy especial, y está catalogada como una de las más valiosas y con mayor poder de conservación.

Su color es blanco amarillento, con un olor notable a cacao y un punto de fusión ligeramente más bajo que la temperatura del cuerpo humano (34 a 35° C). Posee un efecto pronunciadamente refrigerante en el paladar, lo que la hace aún más apetitosa.

(Citado en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_03.htm)

Como otras grasas comestibles, la manteca de cacao es una mezcla de triglicéridos. Cada triglicérido, a su vez, está formado por glicerina con tres agrupaciones de ácidos grasos (como se muestra en el cuadro No. 5).

Cuadro No. 5.- Composición de ácidos grasos en la manteca de cacao

Ácido Graso	%
Ácido Láurico	< 0.1
Ácido Mirístico	< 0.2
Ácido Palmítico	23 - 30
Ácido Esteárico	32 - 37
Ácido Oleico	30 - 37
Ácido Linoleico	2 - 4
Ácido Linolenico	< 0.3

Todos los ácidos están unidos a la glicerina y forman un número importante de triglicéridos que dan como resultado la manteca de Cacao.

Lípidos Polares

Los granos de cacao tienen entre el 1 y 2 % de lípidos polares, de los cuales el 70 % son glicolípidos y el 30 % restante son fosfolípidos. Los fosfolípidos tienen un efecto en la reducción de la viscosidad de la Manteca de cacao, y se encuentra en un porcentaje entre el 0.005 -0.13 % en dicho producto.

Esteroles

El rango de esteroides presentes en la manteca es de 1.83 -2.09 mg/g lípidos y su contenido está distribuido así: Los rangos son muy amplios debido a que estos compuestos varían mucho, dependiendo del origen de la manteca de cacao, es decir, de la región donde se cultive el árbol de cacao.

Tocoferoles

La manteca de Cacao contiene en forma natural estos compuestos principalmente el Beta y Gamma Tocoferol, que son extractados en el proceso

de tostión de los granos. Las cantidades de Tocoferoles en la manteca de cacao, se encuentran en el rango de 158 a 256 por mg/g del producto.

La presencia de Tocoferoles en la manteca le confiere la gran ventaja de ser resistente a la oxidación rancidez ya que estos compuestos son antioxidantes naturales.

Es decir, la manteca de cacao es una grasa a la que no se le adicionan antioxidantes, ya que ella lo posee en forma natural.

Compuestos Volátiles

Las pirazinas, tiazoles y oxazoles son algunos de los principales compuestos volátiles presentes en la manteca de cacao. Las pirazinas son en gran parte las responsables del buen aroma característico de este producto.

Por ser una grasa la manteca de cacao desempeña las siguientes funciones:

- ▶ Es una fuente importante de energía.
- ▶ Constituye un medio para el transporte de vitaminas liposolubles.
- ▶ Produce sensación de saciedad, disminuyendo la fatiga.
- ▶ Ayuda a dar cuerpo a los productos.
- ▶ Mantiene la estructura de la pieza o producto.
- ▶ Contribuye al gusto y palatabilidad.

Por su especial composición, comportamiento y sabor la manteca de cacao es apta para los siguientes usos:

En alimentos

Se usa como grasa en la formulación de productos de repostería y confitería en los que se requiera buena textura, buen punto de fusión y exquisito sabor. Si no se desea el sabor característico de cacao, puede utilizarse manteca de cacao desodorizada.

En cosméticos

La manteca de cacao es incluida en la formulación de cremas para la piel, bien sean humectantes, bronceadoras o nutritivas y también en los labiales. Debido a su composición química, la manteca de cacao le confiere a los productos cosméticos propiedades humectantes y facultades para aclarar manchas de la piel.

En medicina tradicional

Es un remedio para quemaduras, la tos, los labios secos, la fiebre, la malaria, el reumatismo, las mordidas de culebras; además cumple funciones que es antiséptico y diurético.

Además de los usos tradicionales en la producción de chocolate y confitería, la manteca de cacao se utiliza en la producción de tabaco.

(Citado en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_04.htm#4)

6.1.2 Licor de cacao

Obtención

El licor de cacao se somete a la acción de una prensa hidráulica lo cual origina la manteca de cacao y una torta que se separa y al molerla y pulverizarla forma lo que se llama cocoa.

Usos del licor de cacao

- ▶ Como producto terminado: En la presentación del chocolate amargo.
- ▶ Como producto para fines industriales: En la presentación de licor de cacao refinado.
- ▶ Como productos semielaborado: Para la obtención de manteca de cacao y cacao (cacao en polvo desengrasado); para la elaboración de chocolatinas y coberturas de chocolate como materia prima.

Es así como a partir del licor de cacao, se originan los procesos de producción de todos y cada uno de los productos de chocolates. (Citado en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_01.htm)

6.1.3 cacao en polvo

Cacao en polvo o cocoa se le conocen a los sólidos del cacao, parcialmente desengrasados y pulverizados.

(Citado en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_02.htm)

Obtención

El Licor de cacao es sometido a un proceso de separación en un filtro prensa, en donde se extrae parte de la grasa. De esta forma, en los filtros quedan las tortas de cacao o sólidos de cacao y en el filtro (líquido), la manteca de cacao. Las tortas de cacao luego se pulverizan para darles la presentación final de “cacao en polvo” o cocoa.

Usos y aplicaciones de cacao en polvo

Alimento casero

Como bebida de chocolate en casa, puede prepararse fría como refresco o caliente, como “chocolate” bajo en grasa.

En la industria

- Puede ser usada en repostería y galletería como parte de la composición de cualquier fórmula.
- en helados con sabor a chocolate.
- para bebidas o leches achocolatadas.

También se usa frecuentemente en la industria farmacéutica para la producción de multivitamínicos.

La cocoa es considerada un excelente saborizante y un colorante natural de chocolate. (Citado en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_02.htm)

6.2 Manufactura del cacao

La esencia de la manufactura del cacao y del chocolate reside en el desarrollo del sabor mediante el tostado del grano, seguido por la extracción de manteca de cacao de los cotiledones, para formar una masa y la adición a ésta de manteca de cacao y azúcar para obtener el chocolate.

Para empezar, el grano se limpia para separar toda la materia extraña, los granos pequeños y rotos y aquellos que están pegados, que no se tostarían uniformemente con los granos normales.

6.2.1 Tostado de los granos

Este consiste en calentar los granos de 100 a 140° C durante 45 a 90 minutos, variando las condiciones según la naturaleza del producto, siendo este momento la mayor pérdida de peso por la evaporación del agua contenida en los cotiledones.

Este proceso desarrolla las siguientes operaciones:

- a) Facilita el procesamiento posterior, en particular la eliminación de la cáscara y el quebrado del grano.
- b) Producir sabor y olor agradables.
- c) Eliminar sustancias no agradables (particularmente sustancias volátiles) que se encuentran en el grano desde la fermentación.

- d) Reducir el contenido de humedad.
- e) Desarrollar e intensificar el atractivo color rojizo.
- f) Reducir el contenido de bacterias.

Con todo lo anterior, se puede observar que es el punto más delicado, ya que el mismo hombre con su experiencia es el que debe dar el punto a la almendra, por lo que las condiciones de tostado se ajustan para producir diferentes tipos de sabores: poco tostado produce sabor y color débiles, mientras que más tostado produce un sabor fuerte y color oscuro. (Silesky, 1986).

La cáscara y la almendra se separan en el siguiente paso del proceso quebrándolos en un molino y echándolos. La cáscara es impropia para consumo humano, pero como resulta imposible hacer una separación completa, las disposiciones alimentarias admiten una tolerancia del 1 al 2% (Silesky, 1986).

6.2.2 Descascarado

El descascarillado consta de dos operaciones; rompimiento del grano y la separación de la cáscara.

El rompimiento de los granos se realiza pasando una corriente de grano por unos rodillos corrugados, los cuales están colocados de tal manera que el espacio entre ellos sea ligeramente menor que el diámetro promedio de los granos de cacao.

El segundo paso es el separar la cáscara del grano, por medio de mallas vibratorias, las cuales permiten el paso de los fragmentos de almendras, mientras que la cascarilla es eliminada por medio de corrientes de aire.

La testa es quizá el único material que no se puede aprovechar en la industria chocolatera y es vendido para alimentar ganado, etc. (Silesky, 1986)

6.2.3 Molienda

Después de haberse tostado y descascarillado el grano pasa al molino en donde son quebrados en pequeños tamaños, siguiendo después al refinador, el cual provoca la formación de una pasta fina, de color café típico del chocolate. Al pasar por el refinador siempre salen partículas que no son bien molidas y por lo tanto es necesario pasar el líquido por un molino de balines, dándose una fineza mayor.

El producto del molido se le llama “licor de Cacao”, el cual posee una alta fineza, de poca viscosidad a 40° C y es un producto líquido, ya que posee entre un 54 a un 58% de grasa. Este se hace sólido cuando se encuentra a temperatura ambiente.

6.2.4 Producción de licor de cacao

Existen diferentes tipos de molinos o refinadores que se usan para obtener el licor de cacao:

Molino de rodillos:

En este sistema, los granos quebrados son premolidos a una consistencia fluida y luego se pasan entre rodillos de acero donde se muelen por combinación de presiones y fuerza de deslizamiento.

Estos rodillos se localizan en una posición de marco, de tal manera que cada rodillo gira a una velocidad mayor que la del rodillo anterior y siendo la molienda en la zona de contacto entre los rodillos.

A la vez posee un alimentador, el cual recoge el grano y lo fuerza dentro del área de molienda, ya una vez licuado el licor, se recoge por los sucesivos rodillos de la serie y recibe adicional molienda al pasarlo entre cada zona de contacto hasta que emerge el último rodillo como licor fino donde es raspado con un cuchillo (Silesky, 1986).

6.2.5 Prensado

Hay tres métodos de prensado; por presión hidráulica, por extrusión y por extracción de disolventes.

6.2.6 Prensado por presión hidráulica

Producción de manteca de cacao

Este prensado, obtiene la manteca de cacao a partir del licor, éste es un prensado horizontal en el cual se localizan cámaras de compresión colocadas en forma horizontal.

El recipiente está compuesto de un tamiz o filtro de acero soportado sobre el plato del recipiente, en el cual se le aplica 100 libras por pulgada² y así sucesivamente hasta 1000 lbs/pulg² de presión todo el proceso es de una duración de 40 minutos, siendo el contenido de grasa final de un 10 % de torta. (Silesky, 1986).

Al terminar este proceso, automáticamente los recipientes de la prensa se abren y permiten que las tortas de cacao caigan dentro de un depósito o sobre un transportador que las lleva a la quebradora.

Cada recipiente tiene una capacidad de cerca de los 13.5 kilos y la prensa tiene una capacidad de producción de hasta 324 kilos de torta y manteca en forma conjunta por hora.

6.2.7 Empaque de manteca de cacao

La manteca de cacao se debe empaquetar después de que ésta haya pasado por la máquina atemperadora.

La atemperadora lo que realiza es un cambio de temperaturas de 95 a 35° C, después a 38 y luego a 33° C y produce una estabilización de los cristales de la manteca por medio de agua, dándole una presentación a ésta. Después es chorreada en cajas, que poseen una bolsa plástica y luego es colocado en la cámara de enfriamiento por 40 min. En los cuales se endurecen la manteca; y se vuelven a realizar los exámenes de calidad.

6.2.8 Quebrado de la torta de cocoa

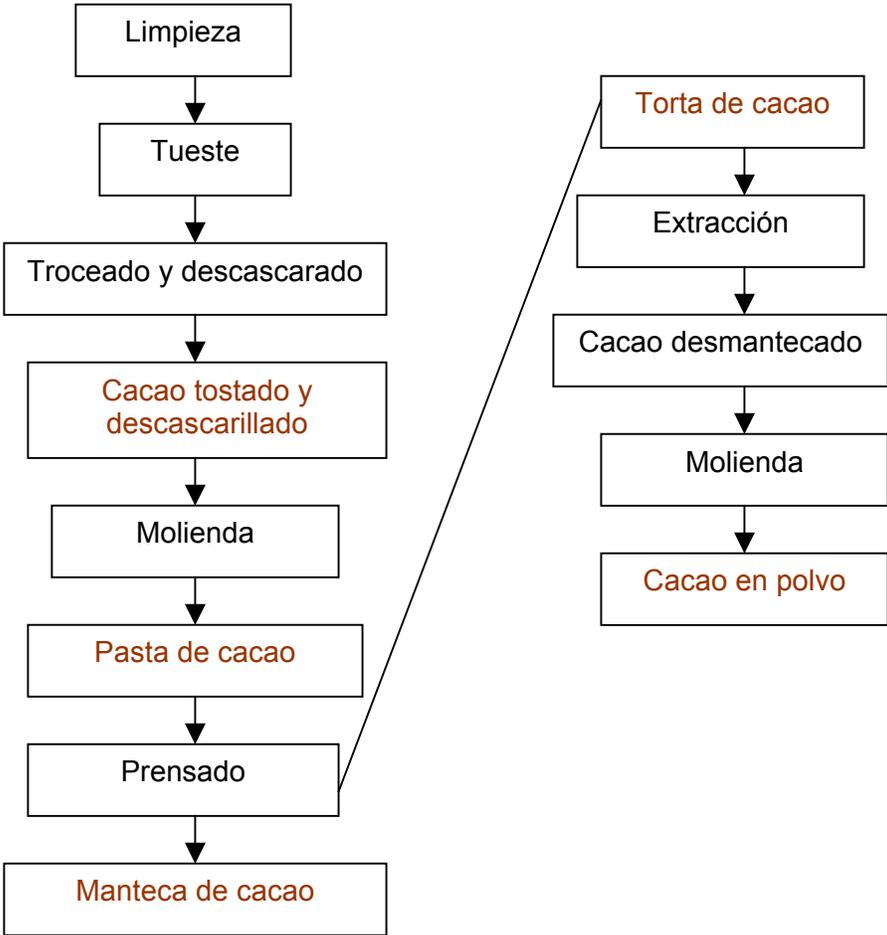
Obtención de cacao en polvo

Al salir de las prensas la torta de cacao es una sola tableta, la cual es muy difícil de manejar por lo tanto hay que quebrarla siendo este proceso en la transformación de un tipo de grava la cual sirve para la exportación y si no se vuelve en un polvo fino, con una fineza de 95 a 100 en una malla de 200 mesh, y se empaca como cocoa pura en sacos de 25 kilogramos a una temperatura de 30° C (para fijar el color), (Silesky, 1986).

6.2.9 Obtención de chocolate

Para la producción de chocolate simple, la masa se mezcla con azúcar y suficiente manteca de cacao que permitan que se pueda moldear el chocolate. La proporción entre azúcar y masa varía según el gusto de los consumidores. La mezcla se muele finalmente hasta un grado que quede tersa y suave al paladar, como se muestra en el diagrama siguiente (Wood, 1961).

Diagrama de manufactura de cacao



VII. PARTICIPACIÓN DEL CACAO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

El (*Theobroma cacao L.*), es un fruto que desde siglos y hasta el momento se ha considerado un alimento de suma importancia para consumo humano; esto es, porque contiene propiedades que lo hacen irresistibles al paladar de la gente.

Muchos empresarios de industrias importantísimas han optado por lograr la industrialización del producto “cacao” ya que se ha encontrado que es un producto dispuesto a obtener de ella, variedad de subproductos.

Los subproductos son: licor de cacao, manteca de cacao, polvo de cacao, etc. Que anteriormente ya se ha mencionado con detenimiento.

Algunos de los subproductos se han destinado al campo de la confitería, que se encuentra dentro de la industria alimentaria. También toma relevancia en la elaboración de chocolates y se han encontrado investigaciones sobre el beneficio que aporta a la salud el consumo de este.

Lamentablemente algunos nutriólogos (as), no recomiendan el consumo de chocolates a las personas que padecen diabetes o que traen tendencias obesas, no es recomendable porque aumentarían las posibilidades de dichas enfermedades.

7.1 Manufactura de obtención de chocolate

La primera operación se realiza en la mezcladora, en la cual se revuelve y amasa el licor de cacao, manteca de cacao, el azúcar, la lecitina y la leche en polvo (opcional), obteniéndose una masa homogénea pastosa.

Luego la pasta pasa a la refinadora, en donde se disminuye el tamaño de las partículas, aumentándose la superficie de sólidos no grasos, y como toda la grasa presente no puede humedecer estos sólidos, la pasta sola por la refinadora en forma de polvo; a la vez este va a alimentar a las conchas, junto

Con más manteca de cacao y lecitina, aquí la pasta se agita un cierto número de horas (a mayor tiempo mayor calidad 12-18 hrs.), obteniéndose un líquido viscoso que tiene el sabor característico del chocolate, siendo este producto el que sirve de base para obtener los chocolates moldeados, rellenos o en cualquier forma que se desee.

El proceso previo para obtener los chocolates con esta pasta es el temperado, el cual se realiza en las atemperadoras, las cuales someten a la pasta a una agitación y a cambios de temperatura (35 a 28 y luego a 30° C) para que solidifique la grasa en forma estable y se obtenga un producto con buen brillo, color y dureza.

La pasta temperada queda lista para caer en los moldes y obtener los chocolates moldeados o para bañar los centros de confitería y obtener los centros rellenos con chocolate.

Después que el chocolate se ha formado pasa por una última operación o sea el enfriamiento donde la manteca de cacao solidifica y el producto sale en forma sólida y queda listo para ser envuelto (Silesky, 1986).

Conclusiones

De acuerdo a la información recabada se concluye:

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es un alimento que ha sido consumido durante años, y que se ha logrado procesar y con esto llegar a las diferentes industrias logrando así una mayor aceptación por parte del mercado. Es un alimento que ha conquistado el paladar de ancianos, adultos, jóvenes, adolescentes, y no se diga de los niños.

El cacao es un fruto de importancia porque se ha destacado su participación en las diferentes industrias como son: farmacéutica (remedio para quemaduras, para la tos, reumatismo, es diurético y antiséptico, entre otros.), cosmetiquera (para elaboración de cremas, bronceadores, labiales, entre otros.).

Lo que cabe resaltar es su participación en la Industria Alimentaria, este producto "cacao", ha llegado a expandirse logrando así la elaboración de diferentes tipos de chocolates, también su uso en confitería, llegando a ser un alimento fundamental, ya que está catalogado como alimento benéfico para la salud; con esto se quiere mencionar que se han realizado una serie de investigaciones y los resultados son que las propiedades que contiene este fruto son benéficas para las personas que padecen algún tipo de enfermedad como: la presión, que padecen del corazón, diabetes, enfermedades vasculares. Se ha ido disminuyendo la incidencia de estas enfermedades.

GLOSARIO

TANINO: Los taninos son compuestos fenólicos hidrosolubles de sabor áspero y amargo. Suelen acumularse en las raíces y cortezas de plantas y frutos, y están también presentes en sus hojas, aunque en menor proporción.

ACIDO ASPÁRTICO: Aminoácido no esencial; ácido amino succínico (dibásico) su amida es la asparagina.

CATEQUINA: Responsable de la astringencia de algunas frutas inmaduras, sirve de sustrato en las reacciones de oscurecimiento, se encuentra como catequina (+) y epicatequina (-).

ASPARAGINA: Amida del aminoácido ácido aspártico; en los vegetales sirve de almacén de amoniaco.

MUCÍLAGO: Productos fisiológicos naturales de las plantas. Generalmente se usa este término para referirse a las gomas, aunque éstas son productos patológicos como respuesta a una agresión a la planta.

COHESIÓN: Unión de las cosas entre sí o entre las materias de que están formadas.

RADÍCULA: Parte del embrión de las plantas que origina la raíz.

LEUCOANTOCIANIDINA: Grupo de compuestos incoloros, son responsables de la astringencia de muchos frutos y actúan como sustrato en las reacciones de oscurecimiento enzimático.

EPICATEQUINA: Compuesto fenólico, isómero *cis* de la catequina, que se encuentra en algunas frutas en estado libre o como leucoantocianina. Sirve de

sustrato en las reacciones de oscurecimiento enzimático y causa astringencia en las frutas inmaduras.

ESTEROL: Nombre genérico de un grupo de alcoholes no saturados de elevado peso molecular. Se encuentran libres o combinados en los animales (colesteroles) y vegetales (fitosteroles).

PIGMENTO: Sustancia que se encuentra en estado natural, responsable del color de los tejidos tanto animal como vegetal.

PIRAZINA: Compuestos derivados del anillo de pirazina, que se forman durante el calentamiento y las reacciones de oscurecimiento de los alimentos.

DEHISCENCIA: Acción de abrirse naturalmente del pericarpio de ciertos frutos o las anteras de una flor, para dar salida a la semilla o al polen.

INDEHISCENTE: Dícese de los frutos u órganos que no tiene dehiscencia.

DRUPA: Fruto monospermo de mesocarpio carnoso coriáceo o fibroso y endocarpio leñoso.

FERMENTACIÓN: Se aplica al proceso bioquímico que sufre el cacao bruto por la acción de diversas enzimas que son producidas por una sucesión de microorganismos que contribuyen en diferentes fases del proceso.

RADÍCULA: Es la parte del embrión que emerge primero, una vez fuera se convierte en una auténtica raíz, produciendo pelos absorbentes y raíces secundarias.

PLÚMULA: es una yema que se encuentra a lado opuesto de la radícula.

MONOSPERMO: Fruto que sólo tiene una semilla.

PECÍOLO: Pedúnculo que sostiene las hojas de los vegetales, y los une al tallo.

PEDÚNCULO: Parte de la flor, que como continuación del receptáculo floral, la une al tallo.

PERENNE: Dícese de las plantas que viven varios años.

PUBESCENTE: Velloso, con pelo.

TEOESTEROLES: Precursores de la vitamina antirraquítica (Vitamina D).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CASTRO ZAPATA Francisco Martín, el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en México, monografía 1998.

MARTINEZ VENTURA, Manual del cacaotero Chiapaneco 1989.

HARDÍ Frederick, Manual de cacao, edición español Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Turrialba Costa Rica 1961.

WOOD G. A. R., Cacao, Compañía Editorial Continental S.A. de C. V. México 1982.

QUINTERO, MARIA LILIANA Y DIAZ MORALES, El mercado mundial del cacao, Agroalimentaria, junio 2004, Vol. 18, SIN 1316-0354.

MARTINEZ GOMEZ Damián, Germinación y vigor de la semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) con productos hormonales, ácido fulvico y tiempo de inhibición. Maestro en Ciencias en Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, junio de 2003.

TURRIALBA CATIE, La cura del cacao, curso corto Nicaragua 1982.

ARIAS SILESKY Adolfo Enrique, El cultivo del cacao en Costa Rica (*Theobroma cacao* L.) Tesis monografía, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Buenavista Saltillo Coahuila, México, junio de 1986.

BRACHO ROBLIN Emilio, Situación del cacao en México, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, México 1972.

NOSTI NAVA Jaime, cacao, Café y Té, salvat editores, S.A. Barcelona-Madrid 1953.

MONCADA DE LA FUENTE Jesús y asociados, Ciclos de cultivo, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Archivo General 1986.

REVISTA Consumer.es eroski, Productos Industriales de chocolate

RIGEL J. LIENDO, El beneficio del cacao, Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, CENIAP HOY, mayo-agosto 2004.

BRAUDEAU Jean, El cacao, Blume Distribuidora S. A. 1981.

ARREOLA, Historia del cacao en México, 1996

COLLADO, A. Marco de referencia del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco 1987.

BRAUDEAU Jean, El cacao, Editorial blume, colección agricultura tropical. Barcelona-España 1970.

BENDER E. Arnold, Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Editorial acribia, S.A. Zaragoza (España).

JUÁREZ ESCOBEDO Cervando Rafael, Manejo Integral y Rentabilidad del Paquete Tecnológico validado en la zona de la Chontalpa en parcelas demostrativas del sistema producto cacao (*Theobroma cacao* L.), Proyecto de Observación, Estudio y Obtención de Información, Saltillo Coahuila, México, mayo de 2000.

H. CHANDLER William, Evergreen Orchards, Editorial LEA&FEBIGER Philadelphia 1950.

LEON Jorge, Fundamentos Botánicos de Cultivos Tropicales, Editorial IICA 1968.

COBLEY Laslie S., an Introduction to the Botany of Tropical Crops, 3ª. Edición – London; Longman.

KOCHHAR S. L., Tropical Crops a textbook of economic botany, Editorial Mac Millan Internacional College, editions 1981.

Anónimo. Nombre chocolate y cacao. Wikipedia, enciclopedia libre. [Fecha de consulta: 16 de febrero de 2006].

Disponible en: < <http://es.wikipedia.org/wiki/Chocolate> >

Anónimo. Historia del chocolate. [Fecha de consulta: 16 de febrero de 2006].

Disponible en: < <http://es.geocities.com/histchocolate/historia.htm>>

Anónimo. Esquema de la flor de cacao. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2006].

Disponible en:< <http://www.botany.org/plantimages/ImageData.asp?IDN=07-006h>>

Anónimo. [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2006]. Disponible en:

< <http://www.bio.miami.edu/whitlock/>>

Anónimo. Consumo mundial del cacao. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2006] Disponible en:

http://72.14.203.104/search?q=cache:rVEOrjNbRkwJ:www.saber.ula.ve/cgi-win/be_alex.exe%3FDocumento%3DT016300001633/4%26term_termino_2%3

De:/alexandr/db/ssaber/Edocs/centros_investigacion/ciaal/agroalimentaria/anum
18/articulo18_4.pdf+consumo+mundial+de+cacao+en+el+periodo+1999/2000&
hl=es&gl=mx&ct=clnk&cd=21

Anónimo. Obtención de la Manteca de cacao. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2006]. Disponible en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_03.htm

Anónimo. Usos y aplicaciones de la Manteca de cacao. [Fecha disponible en: 20 de marzo de 2006].

Disponible en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_04.htm#4

Anónimo. Usos y aplicaciones del Licor de cacao. [Fecha disponible en: 21 de marzo de 2006]. Disponible en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_01.htm

Anónimo. Obtención del cacao en polvo. [Fecha disponible en: 21 de marzo de 2006]. Disponible en: http://www.chocolates.com.co/pi_boletin_02.htm