

CACAO

Operaciones Poscosecha

 INPhO - Compendio de Poscosecha



Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura

CACAO: Operaciones Poscosecha

Autores: J. De La Cruz Medina, M. A. Vargas Ortiz and O. A. Del Angel Coronel

Organizaciones: Instituto Tecnológico de Veracruz, y el Instituto Tecnológico Superior de Huatusco.

Editado por: AGST/FAO Danilo Mejía, PhD, FAO

Índice

1. Introducción	2
1.1 Origen	4
1.2 Clasificación Taxonómica	8
1.3 Descripción botánica	8
1.4 Biología Reproductiva	9
1.5 Propagación y cultivo	10
1.6 Variedades y especies relacionadas	11
1.7 Requerimientos de suelo	12
1.8 Requerimientos climáticos	13
1.9 Flores	15
1.10 Vainas o frutos de cacao	16
1.11 Propagación	17
1.12 Variedades	19
1.13 Habilidad	23
2. Impacto social y económico del cultivo del cacao	29
2.1 Producción y exportación	31
2.2 Comercio internacional de cacao	37
3. Producto primario	41
3.1 Maduración de los frutos o vainas del cacao	41
3.2 Alimentación para el ser humano	43
3.3 Como alimento para ganado	44
3.4 Otros usos	46
4. Productos y usos alternativos del cacao	46
4.1 Usos medicinales	46
5. Requerimientos para la exportación y aseguramiento de la calidad	47
5.1 Clasificación para la exportación	47
5.2 Criterios de calidad	47
6. Requerimientos para su comercialización	49
6.1 Almacenamiento y transportación	49
6.2 Manejo de la carga	50
7. Procesamiento	57
7.1 Cacao en grano	57
7.2 Fermentación	59
7.3 Secado	62
8. Plagas, daños que ocasionan y su control	65
9. Aspectos de género	72
10. Bibliografía	75
11. Glosario	77

*"Y así, estaban felices por lo que les proveía la buena montaña,
llena con cosas dulces. . . llenas de pataxte y cacao. . . las ricas
viandas llenaban la ciudadela llamada lugar roto, lugar del agua amarga".
Popol Vuh (Libro Maya)*

1. Introducción

El cacao, palabra que proviene de la palabra Maya Ka'kau, así como la palabra maya Chocol'ha Maya y el verbo chokola'j "beber chocolate juntos", fueron adoptados siglos más tarde por los aztecas. Los mayas creían que el ka'kau fue descubierto por los dioses en una montaña que también contenía otros alimentos deliciosos para ser utilizado por los mayas. Según la mitología Maya, Hunahpú le dio el cacao a los mayas después de que los seres humanos fueran creados a partir del maíz por la abuela Ixmucané, diosa divina. Los mayas celebraban un festival anual en abril para honrar a su dios del cacao, Ek Chuah, un evento que incluía el sacrificio de un perro con marcas de color a base de cacao, sacrificios adicionales de otros animales, ofrendas de cacao, plumas e incienso, y un intercambio de regalos.

Cacao - el principal ingrediente en el chocolate - proviene del árbol del cacao, que se cultiva en millones de pequeñas granjas familiares en todo el mundo.

En el oeste de África, América Latina y el sudeste asiático, el cacao es un importante cultivo comercial, que proporciona ingresos a más de 4.5 millones de familias en todo el mundo. Se involucra a estas familias en un mercado mundial, impulsado por la fuerte y consistente demanda (Fig.1) (cocoafarming.org.uk, 2010)



Fig. 1 Áreas productoras de cacao

Los granos de cacao son las semillas del árbol *Theobroma cacao*. Cada semilla (Fig. 2 y Fig. 3.) consta de dos cotiledones y una planta pequeña embrional, todos dentro de una piel (la cáscara). Los cotiledones almacenan el alimento para la planta en desarrollo y se convierten en las dos primeras hojas de la planta cuando la semilla germina. El contenido en el grano se compone de grasa, conocida como la manteca de cacao, lo que equivale aproximadamente a la mitad el peso de la semilla seca. La cantidad de grasa y sus propiedades tales como el punto de fusión y la dureza depende de la variedad de cacao y las condiciones ambientales.

El grano de cacao está compuesto principalmente de grasa, siendo de un 50 % y a menudo un mayor porcentaje del peso total. El siguiente ingrediente más importante es la proteína o los elementos nitrogenados, incluidos la theobromina y la cafeína, que existen en pequeñas cantidades en el grano. Almidones y azúcares forman del 20 al 25 % del peso del grano. En general el contenido de ceniza es del 4 % y la theobromina del 1 %. Varios estudios, sin embargo, reportan diferencias muy amplias en el contenido de theobromina, siendo del 2.5 al 0.5%



Fig 2 Estructura del Cacao (cotiledones y cáscara)



Fig. 3 Apariencia típica del Cacao (INIAP, 2009)

1.1 Origen

Theobroma cacao es un árbol nativo de las regiones tropicales húmedas de la parte norte de América del Sur y, según algunos informes, de América Central. De hecho, todavía hay cierta controversia sobre el origen y domesticación del cacao (Fig. 4).

Algunos autores creen que el cacao se introdujo en América Central. Aunque el primer centro de domesticación y cultural ha sido identificado en América Central, se cree que el origen más probable de cacao es la región de las cuencas del Orinoco y el Amazonas, en los valles de sus afluentes. Algunos autores consideran que el centro de origen del cacao fue el Alto Amazonas, cerca de la frontera colombo-ecuatoriana, en los flancos orientales de los Andes. Aunque el cacao se cultiva en México y América Central desde hace más de 2000 años, no hay indicios de poblaciones silvestres de este cultivo por lo que se sugiere que el cacao se introdujo en América Central y México. Una vez que el cacao se había extendido en todo el valle del Amazonas, se supone que se dispersó a lo largo de dos rutas: una al norte y la otra al oeste. De esta manera, la domesticación del cacao se produjo en América del Sur y luego se extendió a América Central y el sur de México, realizado por la migración de los indios (Motamayor *et al.*, 2002).



Fig. 4 *Árbol de Cacao (Amano chocolate, 2010)*

El cacao criollo se cultivaba en América Latina durante el período precolombino y colonial, y tenía una calidad superior a los tipos Forastero, pero con un bajo vigor y rendimiento. Desde

1825, se sustituyeron por clones de Trinitario que demostraron ser más resistentes y productivos en países como Venezuela.

Los historiadores creen que los Olmecas descubrieron por primera vez que el fruto del cacao era comestible mediante la observación de las ratas que comían este fruto con avidez. Pronto se dieron cuenta que el árbol produce una fruta con miles de sabores y con gran variedad de usos. Los Olmecas (1500-400 a.C) fueron casi en forma segura en ser los primeros seres humanos en consumir chocolate, inicialmente en forma de una bebida. Ellos trituraban los granos de cacao, los mezclaban con agua y especias, chiles y hierbas (Teoría de Coe). Ellos comenzaron a cultivar cacao en el México ecuatorial. Con el tiempo, los Mayas (600 a.C.) y Aztecas (400 d.C) desarrollaron también métodos eficaces para el cultivo de cacao. El grano de cacao fué utilizado como unidad monetaria y como unidad de medida así, 400 granos de cacao equivalían a un Zontli (400 unidades) y 8000 equivalían a un Xiquipilli. Durante la guerra con los aztecas y los mayas, los chichimecas preferían recaudar con granos de cacao, los impuestos en las regiones que conquistaban. Para estas civilizaciones, el cacao era un símbolo de la abundancia. Se utilizaba en rituales religiosos dedicados a Quetzalcóatl, el dios azteca responsable de traer el árbol del cacao para el hombre, a Chak Ek Chuah, el santo patrón Maya del cacao y como ofrenda en los funerales de los nobles.

La producción de cacao avanzó a medida de que los habitantes migraron a lo largo de Meso-América, pero el consumo de la bebida siguió siendo un privilegio para las clases altas y para los soldados durante la batalla. En ese entonces, las virtudes de que el cacao revitalizaba y fortalecía era cada vez más aceptado y reconocido. El descubrimiento y comercialización del cacao (siglo 16) en 1502, tuvo lugar cuando Cristóbal Colón tuvo su primer contacto con el cacao en grano en una canoa de los nativos del lugar, durante una escala en Nicaragua, pero no apreció su impresionante valor potencial. La verdadera importancia de este "oro marrón" no fue reconocido hasta que Hernán Cortés lo tomó con el emperador azteca Moctezuma, y lo llevó a la corte española en 1528 junto con el equipo necesario para la elaboración de la bebida. Aún así, es poco probable que alguien le haya dado su real importancia como un alimento de importancia mundial. Después de una guerra victoriosa contra las tribus nativas y la caída de la civilización azteca, Cortés intensificó los esfuerzos para que se promoviera su cultivo en la Nueva España, con la intención de desarrollar un lucrativo comercio con Europa (Motamayor *et al.*, 2002).

La corte española pronto cayó bajo el hechizo de éste elixir exótico y lo adaptó para su consumo, añadiendo caña de azúcar, vainilla, canela y pimienta. Inicialmente, España se reservó el cacao para su uso en forma exclusiva, evitando darlo a conocer al resto del mundo. Tuvieron tanto éxito en mantener en secreto el cacao que, cuando un grupo de piratas ingleses capturó un galeón español cargado con semillas de cacao, no reconocieron el valor de la carga y la quemaron

En 1585, el primer cargamento de cacao en grano llegó a la Península Ibérica de la Nueva España, iniciando el comercio de cacao y el establecimiento de las primeras tiendas de chocolate, y por lo tanto el inicio de una nueva era de creciente demanda de este néctar misterioso del nuevo mundo.

La expansión del cacao en Europa (siglos 17 al 19). Durante el siglo 17, el cacao comenzó a llegar a otros puertos en toda Europa, conquistando sin esfuerzo el paladar de cada región. Las bebidas de chocolate fueron adoptados por primera vez por la corte de Francia en la boda real del rey Luis XIII con la princesa española Ana de Austria en 1615. En 1650 las bebidas de chocolate aparecieron por primera vez en Inglaterra, coincidiendo con la llegada de té desde China y el café de Oriente Medio. Durante muchos años el consumo del cacao solo fué reservado a las clases altas. En 1659 el primer fabricante de chocolate abrió en París. En 1720, fabricantes italianos de chocolate recibieron premios en reconocimiento a la calidad de sus productos. Por último, en 1765, América del Norte descubrió las virtudes del cacao. De esta forma, el chocolate se desarrolló en toda Europa y en todo el mundo, y fue cambiando en forma muy lenta la presentación del chocolate. La pastilla de chocolate apareció por primera vez en Inglaterra en 1674, el cacao en polvo fue producido originalmente por los holandeses en 1828, la barra de chocolate se originó en Gran Bretaña, en 1830, y, los suizos desarrollaron con éxito el mercado de chocolate con leche en 1830, seguido poco después de chocolate con avellanas.

Gracias a este largo período de fabricación e innovación culinaria, el consumo de chocolate continúa en forma rápida y creciente expansión. Los usos farmacológicos del cacao y subproductos de cacao fueron también ampliamente explorados, donde los consumidores les atribuyen propiedades de fortalecimiento, como afrodisíaco y de restauración. La era industrial provocó cambios fundamentales para el chocolate y el cacao, afectando a todos, desde el productor hasta el consumidor final. España, el primer exportador de chocolate, abrió la primera fábrica de chocolate en 1780 en Barcelona, seguido poco después por Alemania y Suiza en el camino hacia la industrialización total de cacao (Motamayor, *et al* 2002).

Los orígenes del cacao también fueron cambiando paulatinamente. Cada vez más europeos comenzaron a colonizar África, y trajeron el árbol de cacao con ellos. El cacao fue plantado con éxito en Santo Tomé y Príncipe y luego se expandieron en las plantaciones en todo el continente africano. La revolución industrial provocó una disminución en la producción en América del Sur, a pesar de la expansión de sus áreas de cultivo en el río Amazonas y vio emerger a un imperio de cacao en suelo africano. En efecto, desde el inicio del siglo 20, África ha tomado la iniciativa y se ha convertido en el mayor productor de cacao. La industrialización ha tenido un marcado efecto democratizador en el chocolate, ya que pasó de ser un manjar exclusivo y reservado para la realeza, a un alimento fácilmente disponible y asequible para la población en general. No es sorprendente que una gran cantidad de nuevos productos de chocolate comenzaron a aparecer y que se hicieron muy populares, incluido el chocolate con frutos secos, con licores, fondue, bombones, chocolates rellenos, en polvo, para untar, glaseados, pastas, caramelos, refrescos y muchos, muchos otros. O bien hecho a mano o como una bebida rápida, es ahora parte del vocabulario del mundo y la dieta. Muchas mejoras se han hecho desde sus orígenes antiguos como una bebida. Anthelme Brillat-Savarin poéticamente resume nuestra historia de amor universal con el chocolate "*¿Qué es salud? Es el chocolate!*"

Fechas clave

- Francia en 1776 Doret inventa un proceso hidráulico para moler los granos de cacao en una pasta, lo que facilita la primera producción a gran escala de chocolate.
- Holanda en 1828 el químico Coenraad van Houten inventa un procedimiento para extraer la manteca de cacao, lo que permite la extracción de cacao en polvo. Esto hace el chocolate más homogéneo y menos costoso de producir.
- Inglaterra en 1847 el chocolate sólido se ofrece al público en general por primera vez, por la empresa Inglés Fry and Sons (antes de este tiempo, el chocolate sólido se dispone exclusivamente en las cortes reales).
- Suiza, 1830-187 chocolate con avellanas y chocolate con leche, desarrollado por Daniel Peter y Henri Nestlé, respectivamente. Durante el mismo período, Rodolphe Lindt desarrolla el fondant de chocolate (fondue).
- Estados Unidos, 1893. El fabricante de equipos Dulce Milton Hershey muestra el equipo para fabricar chocolate troquelado en la Feria Mundial en Chicago y comienza la producción en una fábrica en Pensilvania, U.S.A

- El chocolate estuvo presente con la infantería francesa y estadounidense en las trincheras de la Primera Guerra Mundial, y toda la producción de chocolate EE.UU. fué canalizada por los militares durante la Segunda Guerra Mundial. En Francia, los dulces de chocolate aparecieron entre las dos guerras, y los bombones franceses (chocolates rellenos con almendras y otros rellenos a base de nuez) fueron considerados los de más moda. Esto inspiró a los productores de chocolate a experimentar con nuevos sabores, tales como pasta de almendras, cerezas en aguardiente, turrón y caramelo.

1.2 Clasificación taxonómica

Nombre actual: *Theobroma cacao*

Familia: Sterculiaceae

1.3 Descripción botánica

Theobroma cacao es caulífera y semi-caducífola. El árbol es bajo, alcanzando una altura promedio de 5.10 m. El tronco es corto, ramas en verticilos de 5 m, dimórficas; chupones verticales que crecen en el tronco y que tienen hojas dispuestas en 5/8 de filotaxia (disposición de las hojas a lo largo de los tallos). (Fig. 5)



Fig 5. Hojas de Cacao (Commons.Wikipedia, 2010)

Las hojas de cacao son grandes, coriáceas o cartáceas, alternas, dísticas con ramas normales, verdes, pecíolo pubescente o tomentoso, pelos de difusión simples y densos, engrosados y pulvinados en los extremos; láminas de 12 a 60 cm de largo, 4 a 20 cm de ancho de elípticas a obovadas u oblongas, enteras, y glabras (poco pelo) (Duke, 1983).

Las ramas laterales (parecidas a unas aspas) tienen un 1/2 de filotaxia. Pecíolo con 2 pulvinos (engrosamiento o ensanchamiento en forma de cojinete de la base de la hoja) unidos, uno en la base y el otro en el punto de inserción de la hoja con dos estípulas de hoja caduca, elíptico-oblongas u oblongo-obovadas. Lamina simple de 10 a 45 cm de largo, generalmente suave, peluda a veces redondeadas y obtusas en la base y ápice en punta. Inflorescencia dicasiales (Inflorescencia cimosa que terminando en una flor, se originan dos flores laterales por debajo); pedúnculo primario muy corto, grueso y lignificado. El pedúnculo de la flor es de 1 a 4 cm de largo con 5 sépalos triangulares de color blanquecino o de color rojizo. 5 Pétalos unidos en la base en una estructura de forma de copa, de color blanco-amarillo con bandas adaxiales de color púrpura oscuro; lígulas espatuladas de color amarillento. Cinco estambres fértiles alternando con 5 estaminodios y dos puntos de union para formar un tubo. Dos Anteras con estambres fusionados. Un ovario superior con una terminación de estilo sencillo que termina en 5 superficies unidas. El fruto es variable en forma, ovoidal, alargadas, a veces puntiaguda y estrecha en la base o casi esférica, con 10 surcos de los cuales 5 son prominentes. Presenta placentación axial, semillas incrustadas en mucílago, plana o redonda con los cotiledones de color blanco o morado (Duke, 1983)

Límites biofísicos

Altitud: 100 a 300 m, la temperatura media anual: 26 °C, precipitación media anual: 1000 a 3000 mm. Tipo de suelo: el cacao es una planta de raíz primaria que crece verticalmente hacia abajo y requiere suelos profundos con buen drenaje, libre de acumulaciones de hierro, con alto contenido de nutrientes y un suelo rico en materia orgánica.

1.4 Biología reproductiva

El cacao se reproduce en forma natural de individuos genéticamente sin relación donde varios insectos están asociados con su polinización; los principales son los insectos, moscas, hormigas y pulgones. Presenta un complejo sistema de auto-incompatibilidad (incapacidad para producir semillas por autopolinización aunque presente gametos viables). Después de una exitosa polinización, la fecundación tiene lugar dentro de las 36 horas; los sépalos, pétalos y estaminodios caen y se marchitan los estambres y el pistilo. La vaina joven, conocida como el primordio, presenta un alargamiento longitudinal, seguido por un ensanchamiento. El período entre la fertilización y la maduración de la vaina varía de 150 a 180 días, dependiendo de la

variedad. La vaina se vuelve de color amarillo claro cuando está maduro y está listo para cosechar en esta etapa.

1.5 Propagación y cultivo

- **Métodos de propagación:** Las semillas de cacao germinan fácilmente cuando se siembran y no pasan por un período de reposo vegetativo. Estas pierden su viabilidad entre 5 y 7 días después de la extracción de la vaina a menos que reciban un tratamiento especial, y germinan de los 7 a los 10 días. La planta puede ser fácilmente reproducida vegetativamente haciendo un corte en la hoja-brote, o bien cortes en los múltiples brotes, acodo de las ramas (obligar a las ramas dobladas a que produzcan raíces), los injertos y la estratificación.
- **Manejo del árbol:** El deshierbe y la sombra temporal son esenciales dentro de los primeros 3 a 4 años antes del establecimiento de la canopea (nivel superior de los árboles de cacao). Las plantas de plátano macho parece cumplir la mayoría de los requisitos dentro de las plantaciones de arboles de cacao mientras que los plátanos roatán parecen competir en gran medida por la humedad durante la estación seca. Los árboles jóvenes deben ser acolchados antes del inicio de la 1^a temporada seca para conservar la humedad del suelo. Una poda ligera es recomendable para eliminar ramas colgadas, ramas rotas y muertas, así para la regeneración de árboles caídos o dañados. Los agricultores siembran arboles de cacao en altas densidades de 3000 a 4000 árboles por hectárea ya que producen árboles de mas altura, desarrollando menos las ramas laterales y más secciones verticales. Esto estimula la floración en el tallo principal en vez de las ramas, lo cual es especialmente adecuado para algunas variedades de forastero en el bajo Amazonas.
- **Manejo de Germoplasma:** El comportamiento de las semillas en almacenamiento externo es recalcitrante, es decir no sobreviven en condiciones de sequedad y frío cuando son conservadas. La temperatura de almacenamiento entre 4 y 15 °C es perjudicial para la viabilidad de las semillas y la germinación. La temperatura óptima de almacenamiento parece ser de 17 °C. Las semillas toleran la desecación y el 25% de humedad cuando se secan a 20 °C, mientras que sólo del 40 al 60% sobreviven cuando se secan a 10 °C. Las semillas almacenadas en las vainas de 5 a 10 °C mueren en 2 días, y se logra un 100% de supervivencia cuando se almacenan en las vainas a temperaturas de 15 a 30 °C por 3 semanas. La viabilidad de las semillas se redujo de 92% a 18% cuando se desecaron del

45% al 36.7% de humedad; ninguna semilla sobrevive a la desecación y a 26% de humedad; Se presenta un 24 % de germinación después de 8 meses de remojo en almacenamiento (41 a 42% de humedad) a 98% HR y 20 °C con Thiram (fungicida). Del mismo modo, las semillas no sobreviven a la desecación por debajo del 20% de humedad, y semillas viables no sobreviven en almacenamiento a 4 o 15°C

- Propagación y manejo del cultivo: La propagación es por semillas, acodo de las ramas (obligar a las ramas dobladas a que produzcan raíces), esquejes o injertos. Las semillas germinan de 5 a 10 días, pero pierden su viabilidad rápidamente si se secan. Las plántulas deben ser cultivadas por debajo del 50% de sombra. El cacao puede ser cultivado por medio de hendiduras o parche injertado.

El cacao se adapta a un clima tropical húmedo, y crece mejor en los lugares fértiles y bien drenados. Los árboles crecen mejor con un poco de luz, pero también a pleno sol, con la condición de que exista la humedad del suelo suficiente. En su hábitat natural, el cacao se encuentra creciendo como un árbol de sotobosque (parte baja) en altitudes de hasta 3,000 pies (900 m).

El crecimiento es rápido, y la fructificación ocurre de 2 a 3 años a partir de la siembra. Un árbol maduro puede producir más frutos por año. Las frutas cambian de color de verde o morado oscuro a amarillo brillante, naranja o rojo, cuando maduran. Frutos sin cosechar se secan y se tornan de color negro, permaneciendo en el árbol durante semanas hasta que finalmente caen.

Los clones de cacao puede ser auto-incompatibles, que requieren polinización cruzada para producir los frutos. La polinización manual puede ser necesaria si los insectos polinizadores están ausentes, y debe hacerse temprano en la mañana, con dos diferentes árboles para la polinización cruzada. El desarrollo del fruto toma de 120 a 150 días desde la polinización a la madurez.

1.6 Variedades y especies relacionadas

Los tipos de cacao se clasifican en tres grupos principales: criollo, forastero y trinitario. El cacao criollo desarrollado en el norte de América del Sur y América Central, son frutos de finas paredes, de color rojo o amarillo. Las semillas son grandes, redondas, de color blanco o púrpura pálido, no astringente, y son los que producen el chocolate más alta calidad. Por desgracia, los tipos criollo son de bajo rendimiento y susceptibles a muchas enfermedades, y son raramente

cultivados. El cacao tipo forastero son de la cuenca del Amazonas, y tienen una pared gruesa, fruta suave, generalmente de color amarillo. Las semillas son aplanadas y de color púrpura. El tipo de cacao forastero es muy productivo y es el que domina la producción de cacao en el mundo. El tipo de cacao trinitario surgió en Trinidad, como un híbrido de los tipos criollo y forastero. Son muy variables, y se considera de alta calidad para la producción de chocolate.

Hay miles de clones de cacao en los bancos genéticos de diferentes áreas del mundo. Algunas de las colecciones más grandes se encuentran en el Instituto de Investigación del Cacao de Tafo, Ghana (6.000), la Organización Internacional del Cacao los bancos de germoplasma en Trinidad (1.872), y CEPLAC en Brasil (1.749). La Estación de Investigación de Agricultura Tropical, en Mayagüez, Puerto Rico, cuenta con 372.

Existen aproximadamente 22 especies de *Theobroma*, y cerca de 15 son utilizados por su pulpa comestible o semillas. El cacao es la especie más importante. *Theobroma grandiflorum* (cupuaçu), *Theobroma gileri* (cacao de montaña), *T. bicolor* (Macambo) y *subincanum* T. (cacao silvestre) son otras especies utilizadas por su pulpa dulce, comestibles y semillas comestibles.

1.7 Requerimientos de suelo

Cuanto mejor sea la estructura del suelo, más profunda es la penetración de las raíces y por lo tanto mayor será el volumen de suelo que es aprovechado por las raíces para tomar humedad y la absorción de nutrientes. Un suelo arcilloso de buena estructura es el mejor para el cacao desde ya que la arena el limo y la arcilla proporciona grandes espacios porosos para la aireación y drenaje, y al mismo tiempo, retener la humedad (Fig. 6).



Fig. 6 Raíz típica de una planta de cacao (Knapp, 1920)

La materia orgánica en la capa superficial es importante para el crecimiento del cacao. Para conservar la capa orgánica, el suelo debe estar bien sombreado para disminuir la tasa de descomposición natural de las hojas que se caen. El cacao no es bueno para zonas anegadas o en lugares con una sequía prolongada. El suelo es favorable si el pH es de 6.0 a 7.1. Un valor de pH de 4 o menor no es adecuado para el cacao. Donde el plátano y el maíz crecen en forma abundante, es una señal de que el cacao se cultiva con éxito en ese lugar.

1.8 Requerimientos climáticos

El cacao es estrictamente una planta tropical, que crece sobre todo en los 10 ° de la línea del Ecuador (latitud 20 ° N y 20 ° S), en la temperatura de 20 ° C (entre 22 ° C y 32 ° C). El límite de temperatura en frío es de 21 ° C, no inferior a 15 ° C en el mes más frío y un mínimo de 10 ° C. Para los límites de calor, la temperatura oscila entre 38 ° C a 40 ° C: el crecimiento es anormal a una temperatura constante por encima de 31 ° C, aunque un buen crecimiento se puede tener hasta 35 ° C, con una temperatura fluctuante entre el día y la noche.

- **Altura:** El cacao crece hasta 1.000 metros sobre el nivel del mar, siempre y cuando la temperatura no sea inferior a 21 ° C. Un altura ideal es de 600 m sobre el nivel del mar.
- **Lluvias:** Si la precipitación mensual cae por debajo de 10 cm al mes, el cacao sufrirá escasez de agua, las hojas comienzan a caer. Las áreas bajo tipo de clima subtropical húmedo son adecuadas para la producción de cacao, siempre y cuando no se encuentran dentro de las áreas del cinturón de tifones.
- **Humedad relativa:** El cacao necesita temperatura húmeda, con una humedad relativa de aproximadamente el 80% como en un bosque tropical o las que ofrecen una sombra artificial. Por lo tanto, el cacao necesita sombra para crecer.
- **Propagación y cuidados:** La forma más común de propagación es por semillas, otras formas son por corte, por gemación o acodo. Las semillas híbridas son recomendables.
- **Selección de Semillas:** Si no se dispone de semillas híbridas para la siembra, se debe de contar con semillas bien seleccionadas, es decir, que deben de ser de vainas grandes obtenidas de árboles que sean altamente productivos, resistentes y libre de plagas y enfermedades. El tamaño de la vaina se determina mediante un índice de vaina, es decir, mediante el conteo del número de vainas para hacer un kilo de vainas secas. Si 25 vainas rinden un kilo de vainas secas, se considera vainas de buen tamaño. Las semillas frescas

deben ser grandes y pesar menos de 2.5 gramos incluyendo el mucílago. Las semillas del tipo criollo o híbridos con mas influencia del tipo criollo deben evitarse debido a su susceptibilidad a plagas y enfermedades. Esto se puede comprobar a través del color de la semilla después de que la cubierta se extrae. La variedad que no es del tipo criollo no es de color violeta. Las semillas de cacao de color violeta son en general de los tipos Trinitario y Forastero.

- La siembra de semillas: Las semillas de cacao no duran mucho, así que deben ser plantadas antes de que maduren y se deterioren. Algunas germinan incluso durante la maduración de las semillas y algunas germinan aun cuando están todavía en las vainas. Las semillas son viables normalmente hasta un máximo de seis días después de la cosecha. La viabilidad puede ser posible hasta 8 a 10 semanas si las vainas se almacenan de 21 ° C a 24 ° C.

Pasos para la siembra

1. Para tener una germinación uniforme, se debe de eliminar el mucílago incrustado en la cubierta de la semilla, que contiene un inhibidor de la germinación. Esto se hace poniendo las semillas en una cesta de bambú por un día durante el cual el mucílago se suaviza.
2. Frote las semillas con arena seca o aserrín, luego lavar.
3. Después de quitar el mucílago, extender las semillas en sacos de arpillera y almacenar a la sombra y mantener la humedad.
4. Cuando se rompe la radícula a través de la cubierta seminal, las semillas están listas para la siembra en bolsas de polietileno (anteriormente dispuestas en capas de aproximadamente 1 metro de ancho y de una longitud conveniente). Un espacio de un metro de ancho entre las camas debe ser para facilitar el riego, deshierbe, fertilización, control de plagas y enfermedades.
5. Las bolsas deben ser perforadas en la parte inferior para el drenaje. Cuanto mayor sea el tiempo sin que se siembren las plantulas se deben de mantener en el vivero, y el tamaño de las bolsas debe ser más grande. Para 3 a 4 meses el tamaño de las bolsas debe de ser de 6 "x 8" (pulgadas). Para 4 a 6 meses el tamaño de las bolsas debe de ser de 8 "x12" (pulgadas).

Los métodos vegetativos son necesarios para la propagación de material especial en *Theobroma cacao* L. Los métodos de propagación clonal y el desarrollo de clones resistentes a la enfermedad son dos de los objetivos de cualquier programa de investigación del cacao. Estos objetivos han determinado los criterios adoptados en la aplicación de cultivo in vitro de *Theobroma cacao*. Los

objetivos principales son la propagación clonal a través de la estimulación del crecimiento de los ápices y yemas axilares, y la inducción de embriones somáticos, ya sea directamente o indirectamente a partir de embriones cigóticos inmaduros. (Duncan, 1993)

1.9 Flores

Extremadamente delicada, además de tener una estructura compleja, la flor del cacao es una de las flores más bellas del mundo. No hace falta ser un conocedor para apreciarlas, porque son muy pequeñas, sólo alrededor de media pulgada de ancho. A diferencia de la mayoría de las flores, crecen directamente del tronco del árbol o del cuerpo de las ramas, cuando el árbol está floreciendo están cubiertas de miles de pequeñas flores (Fig. 7).



Fig. 7 Flores de cacao (Ann marie kostyk, 2010)

Es interesante observar que la belleza de la flor del cacao no comprende a su esencia. De hecho, si usted está esperando que alguna empresa de chocolate decida salir al Mercado con un perfume titulado "Eau de parfum Cacao fleur", tendrá que esperar mucho tiempo. La razón es simplemente que la flor del cacao es única en otro sentido: no tiene olor. También es por esta razón que las abejas y otros insectos polinizadores no fertilizan las flores de cacao, sino que dejan la polinización a otros insectos.

La polinización de la flor del cacao se produce por la acción de mosquitos y otros insectos de la selva. Los mosquitos son un tipo de pequeños animales que viven en el suelo de la selva bajo las

hojas y otros residuos. Cuando se fertiliza la flor del cacao, no es a través de la atracción por la flor ya sea por olor o el néctar (porque no hay ningún olor), sino simplemente por azar. Es quizás por esta razón que el árbol de cacao está equipado con las cantidades masivas de flores. Se ha estimado que en promedio sólo una de cada cien flores de cacao será fertilizado y formará una vaina de cacao. Es interesante pensar cómo estos insectos (o mosquito) son responsables de fertilizar el árbol del cacao y la creación de uno de los mejores alimentos del mundo.

1.10 Vainas o frutos de cacao

Si la flor es fertilizada y las condiciones son perfectas, las flores de cacao comenzarán a crecer en las vainas de cacao. Incluso en esta etapa, el desarrollo de la vaina no está garantizada. La gran mayoría de las vainas que comienzan a desarrollar crecerá hasta que estén unos cuantos centímetros de largo, pero si las condiciones no son favorables, la vaina puede marchitarse. La vaina de cacao de incipiente crecimiento se llama *chileo* porque se parece a un chile pequeño. Por alguna razón, muchas vainas de cacao no llegan más allá de la etapa de *chileo*. Todo debe desarrollarse perfecto para que el árbol del cacao produzca una vaina de cacao en plena madurez. A medida que la vaina de cacao crece y se desarrolla, comenzará a tomar una amplia variedad de posibles formas y colores. Las vainas de cacao tienen la forma parecida a una pelota de fútbol americano. Pueden ser lisas, arrugada o verrugosa. Pueden ser largas y puntiagudas, o pueden ser bulbosas, como un melón o una papaya. Los colores de las vainas de cacao son igual de variadas. Colores como el rojo, morado, amarillo y verde son comunes. Hay incluso las vainas de cacao blanco de la rara variedad Porcelana (aunque el nombre se refiere a los granos de cacao blanco, no al fruto).

Técnicamente, la vaina de cacao es considerada como una baya. Cada cápsula contiene un promedio de entre 20 a 40 granos y la gran mayoría contiene de 38 a 40 granos. La vaina de cacao en sí es relativamente dura, especialmente cuando se compara con otras bayas. La vaina tiene una cascara suave tipo madera aproximadamente de un cuarto de pulgada de espesor. Mientras endurece, la cáscara puede romperse con facilidad y puede ser abierta con el uso de un machete o golpeando la vaina fuertemente con un palo pesado o una piedra. Cada grano está rodeado de material blanco mucilaginoso similar a la que muchos llaman una placenta. Es dulce, pero también amargo, con toques florales de limón. En un día caluroso en el campo, los trabajadores a menudo succionan las vainas para refrescarse.

1.11 Propagación

Hay dos formas principales de propagación de árboles de cacao. La primera es que las vainas de cacao se pueden recolectar y utilizar sus semillas para plantar nuevos árboles. El árbol del cacao es el único en que las semillas comienzan a germinar en el momento en que las vainas se recogen del árbol con un selector de cacao (Fig. 8). La siembra de la semilla ayuda a preservar la diversidad genética entre los cultivos. Sin embargo, esto puede ser un problema en las plantaciones donde múltiples variedades de árboles de cacao se encuentran en las proximidades. Es posible que el polen de los árboles vecinos fertilizen las vainas del árbol que se está propagando y es probable que sus vainas de cacao se lleven una gran variedad de material genético. Además, contando con una amplia variedad de diversidad genética es difícil juzgar cuando las vainas de cacao van a madurar. Como los árboles de cacao suelen tener una gran variedad de formas, tamaños y colores de sus vainas, puede ser difícil determinar cuando las vainas están maduras. Teniendo una diversidad genética reducida ayuda al agricultor, ya que todos los árboles se comportan de la misma manera y el agricultor puede aprender cuando "un" árbol madura, en lugar de tener que recordar cómo los árboles individuales maduran en las plantaciones enteras.

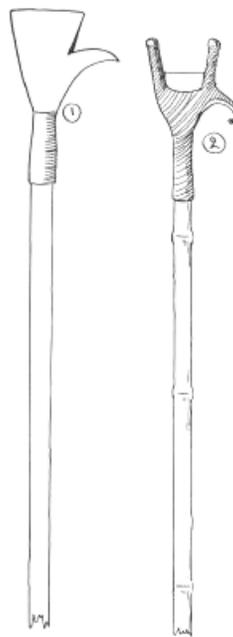


Fig. 8 Herramientas para cosechar frutos de cacao (Knapp, 1920)

Para evitar estos problemas, muchos agricultores prefieren propagar los árboles de cacao a través de esquejes. La forma más común es a través del injerto. En este caso, un corte se extrae del árbol que se está propagando. Una yema que se encuentra en la rama se remueve por medio de un corte. La yema es típicamente una parte de la hoja, y si la rama creciera por su cuenta, esta formaría una rama nueva. El brote se corta de la rama cortando la corteza alrededor de él en la forma de un diamante alargado. El brote se retira cuidadosamente, mientras se tenga cuidado de no tocar la superficie recién expuesta.

Un árbol de aproximadamente 18 pulgadas de alto es elegido para ser sujeto para el corte. Este árbol puede ser prácticamente de cualquier variedad, ya que al final sólo las raíces se utilizan, y por eso se le llama patrón. En condiciones óptimas, el árbol será del mismo diámetro que la rama de la que fue cortada. Un cuchillo para injerto se utiliza para hacer un corte en la forma de un triángulo en la corteza del árbol huésped, y el brote se inserta. El injerto se coloca a un tercio desde el fondo del árbol patrón. La zona se envuelve con cinta de injerto, lo que ayuda a mantener la yema cerca del árbol patrón, además de mantenerlo húmedo.

Después de una semana, es evidente si el injerto se ha implantado o no, y después de un mes, si el injerto ha fructificado lo que significa una fusión completa con el árbol patrón. En éste punto, la cinta se puede quitar. A medida que el injerto crece, éste se une con el patrón, donde se guía para que crezcan en forma paralela con el tronco original. Finalmente se recorta todo el crecimiento que queda del patrón original. Los restos del tronco con el tiempo se secan y caen. Cinco a seis meses después del injerto original, el árbol del cacao está listo para la replantación.

Curiosamente, los árboles de cacao cultivados a partir de esquejes difieren considerablemente de los obtenidos por granos. Los árboles cultivados por un grano plantado tienden a crecer verticalmente y pueden alcanzar grandes alturas (del orden de 25 pies o más), mientras que los cultivados a partir de injertos o estacas tienden a crecer hacia los lados. Esto beneficia al agricultor, ya que las vainas de cacao están más cerca de la tierra y el árbol es más fácil de cortar y darle forma. Por desgracia, cuando los árboles se propagan a través del uso de estacas, la diversidad genética global de la cosecha se reduce. Esto no suele ser un problema. Sin embargo, cuando alguna enfermedad infecta a un árbol de una plantación, el resto de los árboles con la genética similar tienen una mayor probabilidad de infección.

1.12 Variedades

Si el clima y el suelo en el que el cacao se cultiva son la pintura y pinceles para crear una obra maestra como lo es el chocolate, entonces la variedad de cacao que se cultiva es el lienzo sobre el cual se pinta. Cada variedad de cacao constituye la base de su propio perfil de sabor único, que las condiciones del clima pueden aportar.

Mucho puede decirse acerca de variedades de árboles de cacao. La mayoría de las referencias es que se dividen en tres grupos: Criollo, Forastero y Trinitario.

Aparte del hecho de que muchos botánicos no están de acuerdo sobre estas clasificaciones, hay que recordar que el cacao se cultiva en las regiones donde los productores no les interesa estas divergencias. Para ellos, el cacao es un cultivo comercial que utilizan para alimentar a sus familias. Cuando un árbol muere en su plantación, un nuevo árbol se planta, y en lugar de ser obtenido de un banco de genes o viveros de cacao que les pueda proveer el gobierno o la universidad, el material genético se obtiene generalmente de otro árbol en la misma plantación o de plantaciones vecinas. Muy a menudo no toman en cuenta la variedad, sino que consideran más importantes otros factores como cuantas vainas produce, así como el número de semillas en una vaina de cacao.

Por todo ello, muchos, si no la mayoría de las plantaciones tienen una mezcla de material genético, y por lo tanto se hace casi imposible especificar qué variedad o variedades de una plantación existen. Cuando los granos de cacao se cosechan de un árbol, se mezclan con los granos que se han cosechado de otros árboles. Esta es una de las razones por las que, por lo que el fabricante de chocolate se refiere, es mejor pensar en cada plantación tiene su genética propia y única.

El actual sistema de clasificación, criollo, forastero o trinitario, se originó en Venezuela hace más de 100 años. Venezuela siempre ha sido reconocida por ofrecer algunos de los granos de cacao de calidad más alta. De hecho, Venezuela fue el primer país en ofrecer el cacao en grano a los mercados de cacao Europeo. En ese entonces, había una gran variedad de árboles de cacao que se encontraban a lo largo de las plantaciones de Venezuela. Si bien las vainas del cacao eran de gran variedad en formas y colores, tenían dos cosas en común. Los granos de cacao tenían una forma sección redonda antes de ser fermentado y secado. Además la calidad de los granos fue excelente en comparación con la calidad que se encuentran en otros lugares.

Los españoles introdujeron en Trinidad las variedades nativas de cacao de Venezuela en algún momento durante los años 1600. Allí floreció hasta 1727, cuando los árboles fueron atacados por una plaga lo que los agricultores llamaron la "explosión". Hoy nadie sabe a ciencia cierta cuál fue la "explosión". Pudo haber sido una enfermedad, o podría haber sido un huracán o fenómeno meteorológico similar. En cualquier caso, el resultado final fue el mismo: casi todos los árboles de cacao en Trinidad y sus alrededores fueron destruidos.

A mediados de 1700, nuevos árboles de cacao fueron importados en Trinidad desde el este de Venezuela (muy probablemente el valle del Orinoco). A diferencia de los anteriores árboles de Venezuela, estos son eran más resistentes a las enfermedades, aunque su sabor era de menor calidad. Los nuevos árboles se han establecido y se cruzaron con lo que quedaba de las plantaciones anteriores. También se especula que parte de este cruce podría haber ocurrido antes de su importación en Trinidad cuando aún estaban en el valle del Orinoco.

El resultado final fue que Trinidad está poblada de árboles muy resistentes, y aunque su sabor no era el de los criollos originales, todavía tienen la calidad suficiente para ser muy respetados dentro de la industria. En 1825, el cacao se introdujo de nuevo en Venezuela desde Trinidad.

Una vez más, el sabor de los granos de estos árboles no era tan fino como la de los árboles nativos. La forma de las vainas producidas a partir de los árboles de Trinidad fue corta y bulbosa, con una piel más suave que las variedades de largo, nativa señaló. Los granos de cacao fueron también diferentes. Los granos fueron más planos y de color púrpura oscuro, en contraste con el color púrpura luminoso de los granos blancos de los indígenas.

Variedades

1- Criollo: Con el fin de diferenciar entre las variedades nativas de cacao y las nuevas variedades, el cacao nativo fue llamado Criollo (nativo), mientras que el cacao nuevo llamado Forastero (extranjero), y Trinitario (de Trinidad). Las condiciones siguen siendo utilizados en el comercio hasta la actualidad, a pesar de que sus significados han cambiado ligeramente con el tiempo. El cacao criollo tiene típicamente vainas de color rojo o amarillo (Fig. 9), algunos pueden ser verdes o blancos (como en el caso de Porcelana).

Los granos, por el contrario, varían de color púrpura claro a color blanco, y son redondos y llenos. En general, los granos de cacao criollo se consideran que tienen un sabor más fino que el

de otras variedades de cacao. Los árboles criollos no son muy resistentes a las enfermedades, y por lo tanto son problemáticos para los agricultores para hacerlos crecer y mantenerlos sanos.



Fig. 9 Vaina de cacao criollo (Amano chocolate, 2010)

Normalmente, cuando se hace el chocolate de los granos criollos, el chocolate no es demasiado rico, aunque el chocolate resultante tendrá un sabor complejo que a menudo se recuerda de diversas frutas y especias. Los granos criollos, por lo tanto son considerados como "granos de sabor" debido a sus características de impartir un sabor más acentuado. Debido a que el comercio con Venezuela, el cacao criollo de Venezuela se puede encontrar en toda la región centroamericana, incluyendo a México, sobre todo los estados de Tabasco y Oaxaca. Aún así, estas regiones todavía tienen sus propias variedades "nativos" (o criollo).

2- Forastero: Hoy en día, Forastero (Fig. 10) se refiere principalmente al cacao que tiene sus ancestros en la cuenca superior del Amazonas. A través del comercio, este cacao se ha extendido a gran parte del mundo, incluida África. Hoy en día, los mayores productores de granos de cacao son Costa de Marfil y Ghana, donde forastero se estableció en el comercio del cacao. Debido a esto y la resistencia a las enfermedades de esta variedad, los países productores principales son sobre todo forastero. La mayoría de los chocolates producidos en el mundo de hoy está hecho de granos forastero.



Fig. 10 Vaina de cacao forastero (Amano chocolate. 2010)

La cubierta de la vaina de cacao, en lugar de ser profundamente surcada con una piel redonda y la vaina en punta, como las vainas de las variedades criollas, son relativamente lisas, con forma de una vaina en forma de bulbo. Además, la cubierta es también más tipo madera que el criollo, y por lo tanto las vainas son más difíciles de abrir. Las vainas también pueden ser de color rojo o amarillo, así como naranja o púrpura. Los granos son morados oscuros y son relativamente planos en comparación con los de los criollos. El grano tipo forastero no tiene la complejidad del sabor del grano tipo criollo, ni tiene las notas de especias y frutas que se pueden encontrar en el criollo. En cambio, el forastero tiene un sabor más pronunciado a "chocolate". Debido a esto, los granos forasteros se suelen considerar "granos a granel", mientras que los criollos son considerados como "granos de sabor." Los fabricantes de chocolate suelen utilizar principalmente el forastero para las mezclas de su chocolate para crear un fondo rico a chocolate, y a continuación, añadir una variedad de granos de sabor para que el sabor final del chocolate sea más complejo e interesante.

Mientras que el cacao de Ecuador es muy fino en el sabor, por lo general se considera un forastero por clasificación popular. El sabor es muy similar a los de otros forasteros, con la incorporación de matices afrutados que otros forasteros no suelen tener. Este cacao es originario de Ecuador, por lo que es un criollo (nativo) para ellos. Como puede imaginarse, esto podría haber causado una gran confusión, salvo que la variedad de cacao nativo ha sido nombrado Nacional, evitando así una mayor confusión con el nombre criollo que ya existe. Como se ha mencionado, a diferencia de los criollos, las variedades Forastero son mucho más robustas y resistentes a las enfermedades. Debido a esto, son los favoritos por los agricultores que, si bien no pueden ser capaces de dominar lo más alto en el precio de los granos resultantes, se garantiza

un cultivo mucho más comercializable.

3- **Trinitario:** Como su nombre lo indica, el trinitario se origina en la isla de Trinidad (Fig. 11). Hoy en día, junto con el criollo trinitario, constituye la base de "los sabores," que se utilizan para realzar el sabor de chocolate. Al igual que con el tipo forastero, las vainas de cacao trinitario no están normalmente en punta, y la piel de las vainas es relativamente suave (en comparación con la de las vainas de los criollos). Los granos de cacao también son planos y de color púrpura cuando se cortan por la mitad. Vale la pena mencionar que al igual que con el tipo forastero, la variedad trinitario se ha extendido por todo el mundo como un cultivo muy importante de cacao. Aun así, las cantidades de forastero cultivadas son mucho mayores que el del tipo trinitario, ya que este tiene un sabor más fino.



Fig. 11 Vaina de cacao Trinitario (The Republic of chocolate, 2007)

Uno de los lugares principales de la plantación original de Trinitario fue Sri Lanka (Ceilán), donde se hizo famoso por su buen sabor. Trinitario se plantó por primera vez en Ceilán en 1834, y luego otra vez, plantada en 1880. Durante ese mismo período, fue trasplantado a Fiji, Madagascar, Samoa, Singapur y Tanzania. Hoy en día, trinitario es muy buscado por chocolateros de todo el mundo por su sabor fino y se utiliza tanto para dar sabor a chocolate, creado a partir de "granos a granel", así como para crear chocolate super-premium cuando se utiliza por sí mismo. (Amano chocolate, 2010).

1.13 Habitat

Tradicionalmente, el cacao se cultiva bajo la sombra de un bosque adelgazado selectivamente (Lobão et al., 2007) y representa uno de los sistemas agroforestales más antiguos en la América tropical, conocida desde los tiempos pre-colombianos por los mayas. En los bosques de la costa

atlántica de los estados de Bahía y Espírito Santo, Brasil, alrededor del 4% de la producción mundial y el 75% de la producción de cacao en Brasil se obtiene mediante un sistema llamado localmente Cabruca. Este sistema es un tipo especial de la agroforestería en el que se suprime drásticamente el sotobosque para introducir el cacao y la densidad de árboles piso superior se reduce. El cultivo de cacao en esta forma muestra la mayor parte de los atributos de sostenibilidad de los bosques naturales heterogéneos, siendo considerada la comunidad de plantas más eficientes para la protección de los suelos tropicales contra los agentes de degradación.

El cacao es también intercalado en todo el mundo en sistemas planificados con otras especies de valor económico como Areca catechu, Cocos nucifera y otras especies amazónicas. Varios sistemas agroforestales utilizan más de tres especies en las asociaciones previstas. Por el contrario, el cacao es también cultivado en condiciones de sombra. En Ghana y Costa de Marfil, por ejemplo, el 50% de la superficie agrícola total de cacao se encuentra bajo una sombra parcial, mientras que un promedio de 10% en Ghana y el 35% en Costa de Marfil se cultiva bajo ninguna sombra. En un ensayo de sombra y abono realizado con cacao amazónico durante un período de 20 años en Ghana, el rendimiento de las parcelas con mucha sombra, fué alrededor de la mitad que las derivadas del tratamiento no-sombra. A pesar de ello, los autores inferir que la vida económica de una granja de cacao sin sombra Amelonado en Ghana no podrá durar más de 15 años de cultivo intensivo.

Esto significa que el cacao puede ser producido económicamente sin sombra con las prácticas de manejo adecuado y el agua y la reposición de nutrientes (Almeida y Valle, 2007).

Para los sistemas de plantación de cacao existe la hipótesis de que una vez que las demandas nutricionales se cumplen, el rendimiento del cultivo en el sotobosque depende principalmente de la accesibilidad a la radiación solar. En cualquier caso, la evaluación del crecimiento a plena luz del sol de los clones de cacao Scavina-6 y otros dos genotipos amelonados, verificó que el primero es más tolerante a la radiación que los amelonados. Scavina-6 mantiene más hojas y crece en la exposición total al sol, mientras que el área foliar del amelonado fue reducido a la mitad, mostrando que la capacidad de las plántulas que crecen bajo la luz solar completa también está relacionado con factores genéticos.

El crecimiento del cacao y su desarrollo, al igual que ocurre con otras especies de madera tropical, es altamente dependiente de la temperatura. Esto se puede observar a través de la

reducción de las tasas fotosintéticas a temperaturas por encima o por debajo del rango considerado como óptimo. Las bajas temperaturas afectan principalmente el crecimiento vegetativo, floración y desarrollo del fruto (Almeida y Valle, 2007). Las inundaciones son una barrera importante para el crecimiento inicial y el establecimiento de árboles de cacao en los lugares sometidos a inundación periódica, como ocurre en algunas zonas productoras de cacao en Brasil, Ghana, Nigeria y Costa de Marfil, donde la precipitación total en gran parte a menudo excede la evapotranspiración y la creación de condiciones de hipoxia en el del suelo. En el estado de Bahía, Brasil, la condición de hipoxia se verifica después de lluvias fuertes en lugares con suelos poco profundos, así como de suelos hidromórficos y en los márgenes de los ríos después de las inundaciones periódicas. Se han encontrado durante el período de las inundaciones la disminución en el crecimiento y el área foliar, la conductancia estomática y tasa fotosintética, así como la caída epinastia y la hoja así como la formación de lenticelas hipertróficas y raíces adventicias en los tallos sumergidos, aunque el alcance de estos cambios son genotipo dependientes (Almeida and Valle, 2007).

En las plantaciones comerciales es difícil de entender a detalle el potencial productivo en relación con la desarrollo de la vaina y el rendimiento, ya que los frutos de cacao están en varios niveles de sombra. Con el manejo de la sombra las prácticas de producción de cacao pueden aumentar durante la primera década y posteriormente se estabilizan. Los árboles de cacao pueden producir entre 30 a 80 años, sin embargo, el rendimiento disminuye posteriormente. Además, es probable que la fisiología de los árboles bajo sombra densa puede modificarse, ya que los árboles con sombra pueden ser más eficientes en la fotosíntesis y la dinámica de la hoja, como por ejemplo, el aumento en la longevidad de las hojas. Hay una estrecha relación entre estos procesos fisiológicos y los carbohidratos en el cacao. La mejoría en el crecimiento, el aumento del color rojo, una mayor floración y un mayor rendimiento en condiciones sin sombra o expuestos plenamente al sol puede ser explicado en términos de aumento de la producción de carbohidratos. Ejemplo de ello es la competencia interna entre las flores y vainas, a pesar de los pequeños gastos de energía de la floración. Además, la competencia entre las vainas para desarrollarse, la variación anual del conjunto de vainas desarrolladas se afecta también a la competencia con otros eventos vegetativos, tales como el desarrollo del color rojo y el crecimiento de las raíces (Almeida y Valle, 2007).

Las prácticas culturales y agronómicas se han convertido cada vez más importantes en la producción de cacao así como la lucha contra insectos, enfermedades y malas hierbas que siguen presentando un gran desafío para los agricultores de pequeña escala (Fig. 12). Los nuevos avances en las variedades resistentes a las enfermedades, el control biológico y compuestos químicos transmisores (como las feromonas) proporcionan a los agricultores otros métodos de control para evitar el uso excesivo de plaguicidas que se han utilizado en el pasado.



Fig. 12 Prácticas culturales en cacao

La ventaja de un sistema de manejo integrado de plagas (MIP) para el cacao, al igual que con otros cultivos, no es sólo la reducción en el uso de productos químicos, además que el MIP puede ofrecer un incentivo económico a los productores por el aumento de la calidad que se puede lograr. Sin embargo, el manejo de plagas depende de un eficiente programa de exploración. Los agricultores necesitan conocer las condiciones de sus cultivos y las plagas en el campo de tal manera que ellos puedan determinar las mejores acciones a tomar. Las técnicas de monitoreo incluyen registro de las condiciones climáticas, especialmente la temperatura y la humedad, el registro y medición del cultivo en busca de signos de plagas o daños de plagas, y el uso de trampas para insectos para identificar las plagas. Los datos sistemáticos de exploración deberán registrarse a fin de que se puedan utilizar para decidir un camino de acción particular. Por ejemplo, algunos daños de plagas puede ser tolerado por una planta sin efectos perjudiciales para la cosecha de un agricultor, pero deben ser conscientes del aumento de los niveles de la plaga antes de que represente un grave problema (New agriculturist, 2010).

El buen nivel de conocimientos agronómicos sobre la plantación (distancia entre árboles, sombra, la fertilidad del suelo, cercanía con plantaciones enfermas, la incidencia y severidad de

las plagas y enfermedades en la plantación, momento de la cosecha y la intensidad de la poda) es también esencial para la buena gestión y la producción sostenible de cacao. Es evidente que una serie de métodos de MIP se encuentra actualmente a disposición de los agricultores, pero es igualmente evidente una falta de actividades de extensión que deben de existir en las explotaciones agrícolas en las comunidades de pequeños agricultores. El reto ahora es desarrollar los sistemas de extensión que sean rentables y sean capaces de involucrar a miles de agricultores en pequeña escala en las estrategias de MIP. Los sistemas de capacitación de los agricultores debe ser participativa, tal como las Escuelas de Campo para Agricultores que han demostrado su eficacia en la producción de café en Kenia y que pueden proporcionar una solución (New agriculturist, 2010).

Los principales países productores del oeste de África y África Central han sido objeto de varios shocks económicos que han dado lugar a nuevos marcos institucionales y de organización. Esto fue particularmente el caso de países como Camerún y Costa de Marfil, cuyas economías dependen en gran medida en el sector del cacao. La drástica caída del precio a nivel mundial del cacao y otros productos básicos ha provocado una reducción sustancial de los salarios de los funcionarios públicos, la devaluación de la moneda (50%), la no generación de empleos, el aumento de impuestos y una reducción de empleados estatales en ambos países. Los cultivadores de cacao y muchos empleados del Estado que perdieron sus empleos o sufrieron recortes salariales han respondido a la crisis mediante el aumento de su actividad en la producción de cultivos alimentarios para compensar los ingresos perdidos. Esto a su vez llevó a un aumento muy significativo en la tala de bosques con las consecuencias negativas ambientales, económicas y políticas. La función multi-producto de estos sistemas ha sido desarrollado por los agricultores a diversificar la producción y minimizar los riesgos. Al mismo tiempo desempeñan un papel vital en la mejora de la biodiversidad y contribución a la reducción del calentamiento global. Las prácticas culturales asociadas a la producción de cacao causa un daño mínimo en los recursos de suelos frágiles de la región en comparación con el sistema de uso de la tierra igualmente dominante basado en la práctica de rotación de cultivos.

Técnicamente, hay numerosas pruebas que demuestran que la producción de cacao en sistemas agroforestales en regiones húmedas de África Occidental y Central es ambientalmente sostenible (Duguma, 2001).

La práctica cultural dominante en la producción de cacao en la región consiste en la siembra de los árboles en un área de bosque selectiva, despejada y sembrada con distintos tipos de cultivos alimentarios para una o dos temporadas. Cuando la tierra se despeja, las frutas autóctonas, medicinales y especies de madera de los árboles (por ejemplo, el maní de árbol (*Riciodendron heudelotii*), cola (*Cola nitida*), africana *Voacanga*) son deliberadamente mantenidas tanto por su valor económico y para dar sombra a la planta de cacao. La limpieza se realiza de forma manual (con la excepción del uso de la motosierra para talar árboles grandes) que, junto con el método de siembra directa se utiliza cuando la siembra provoca alteraciones mínimas o no a los suelos frágiles.

Dependiendo de la densidad de las especies retenidas y la tasa de mortalidad de las plántulas de cacao, el sistema se enriquece mediante la plantación de cultivos arbóreos adicionales tales como el mango (*Mangifera indica*), el ciruelo africano (*Dacryodes edulis*), aguacate (*Persea americanum*), la guayaba (*Psidium guajava*), de cola (*Cola nitida*), naranja (*Citrus sinensis*) y mandarina (*Citrus retícula*). A medida que el árbol del cacao y los demás componentes crecen hasta la madurez, el sistema evoluciona a un sistema cerrado en un habitat de múltiples estratos que se asemeja a los bosques naturales con la mayoría de los atributos positivos asociados a ella (Duguma, 2001). Los requisitos principales de la gestión agroforestal de cacao son el control de sombra, desmalezado, control de plagas y enfermedades, cosecha y procesamiento de las vainas de grano. El papel de la sombra en la gestión de los sistemas agroforestales de cacao es bastante complejo, ya que afecta o está relacionado con varios factores de crecimiento. Reduce la intensidad de la luz, temperatura y movimiento del aire, humedad relativa y las influencias que afectan indirectamente a la fotosíntesis y el manejo de plagas y enfermedades. Varios reportes sugieren que, si todos los demás factores permanecen iguales, un nivel de sombra en un nivel del 20 al 30% de luz plena es suficiente para que el cacao alcance un crecimiento óptimo y de productividad. Cabe señalar, sin embargo, que dependiendo de la edad del árbol y la intensidad de la luz, podría haber una variación significativa en el nivel de exigencia de sombra. Esto puede variar de un lugar a otro e incluso de donde proviene. Los agricultores de África occidental están muy familiarizados con la importancia de la sombra en el cultivo de cacao, pero reciben muy poca asistencia, en su caso, sobre cómo mejorar la gestión de color en las distintas etapas del desarrollo de la planta.

Los productores de cacao inician con la limpieza y la quema parcial además del cultivo de cacao y otros cultivos de árboles, siendo productivos y ambientalmente sostenibles por un periodo de 50 años, a un nivel comparable al de los cultivos de larga duración o los bosques primarios. En los bosques naturales, los nutrientes son fijados por arriba y por debajo de la vegetación del suelo, la hojarasca y la capa delgada (de 0 a 20 cm) de tierra vegetal reciclandose en un sistema cerrado de energía. Los productores de cacao a diferencia de los productores de cultivos anuales, aplican este sistema (Duguma, 2001).

2. Impacto social y económico del cultivo del cacao

El cacao juega un papel económico muy importante para los pequeños agricultores. Como cultivo comercial puede garantizar ingresos necesarios para la compra de alimentos y es especialmente importante en áreas donde la seguridad alimentaria ha sido un problema. Por ejemplo, el cacao es la fuente principal de ingresos en el sur de Camerún. En una muestra de 21 aldeas en el sur de Camerún, la agricultura representa dos tercios del total de ingresos. En cada reporte se manifiesta que en los hogares donde el cacao es una fuente importante de ingresos, aporta aproximadamente un tercio de sus ingresos. Además, las especies que se cultivan con el cacao son arboles medicinales, maderables, que producen otros frutos comestibles, o árboles que se usan para fertilizar el suelo y que tienen el potencial para aumentar los ingresos de los agricultores. Los ingresos por el cultivo del cacao en el sur de Camerún están positivamente relacionados con la actividad familiar en la producción hortícola tipo monocultivo para otros cultivos comerciales. Este tipo de sistema de monocultivo de producción se asocia con un mayor uso de fertilizantes, plaguicidas, modificación del suelo y semillas mejoradas que los sistemas de cultivos mixtos tradicionales. Los agricultores utilizan los ingresos del cacao para comprar los insumos para este monocultivo intensivo de la agricultura. En concreto, los agricultores con campos de monocultivo intensivo venden el doble de la cantidad de cacao que los agricultores que utilizan la agricultura no intensiva y el costo de los insumos que utilizan es 29 veces el costo de los insumos para productos de agricultura no intensiva. (Franzen and Borgerhoff, 2007).

Las estrategias de los pequeños productores agrícolas parecen variar según el lugar y no se rigen estrictamente por consideraciones económicas. La mayoría de los productores de cacao de Indonesia no tienen una buena idea del precio o el rendimiento del cacao antes de su primera siembra. Estos agricultores parecen dedicarse al cultivo del cacao por una variedad de razones.

Ellos piensan que una razón importante es que sus vecinos se dedican al cultivo del cacao. Otras razones para dedicarse a este cultivo es que se garantizan los derechos de propiedad de la tierra, los ingresos futuros, el precio alto del grano, la mano de obra barata, la maduración rápida del grano, y buenos rendimientos durante todo el año. En algunas zonas de Indonesia, el rápido aumento en la producción de cacao y la afluencia de inmigrantes está provocando una falta de recursos para invertir en el cultivo de cacao en sus propias tierras. Por ejemplo, en las colinas Luje (Indonesia), la introducción del cacao ha cambiado mucho el uso de la tierra de un recurso usado para la rotación de cultivos a el uso del suelo con recursos suficientes para plantar árboles de cacao. Estas tierras recientemente privatizadas se venden por agricultores que quieren dinero rápido, dejando a los campesinos sin tierra.

Los sistemas de comercio justo parecen ser por lo menos en algunos casos un sistema amortiguador dentro de los riesgos de la producción de cacao. Por ejemplo, el comercio justo ha traído beneficios económicos para los pequeños agricultores ecuatorianos entre ellos son el aumento de los precios, la transparencia en el pesaje y clasificación, la información de mercado, los pagos en efectivo, y un aumento en la capacidad de producción. The Day Chocolate Co., es una empresa de comercio justo en Ghana fundada por una cooperativa de agricultores (Kuapa), y representa un ejemplo de cómo el comercio justo puede beneficiar a los hogares de los pequeños agricultores. La compañía ha aumentado sus ventas de 103,500 libras (en 1998/99) a 5,5 millones de libras (en 2004). Dos millones de dólares de estos ingresos han sido recibidos por la cooperativa desde 1993, y este dinero ha sido para los agricultores como un ingreso extra, para el establecimiento de cooperativas de crédito, atención médica, nuevas escuelas, y aumentar el acceso al agua potable. Muchos de estos beneficios ayudan también a los que no son miembros de esta cooperativa. Entre 2001 y 2003 hubo un aumento del 13% en la afiliación a la cooperativa de crédito. Kuapa hoy tiene 45.000 miembros en 1124 los pueblos y produce el 10% de cacao de Ghana. A pesar de los aparentes beneficios del comercio justo hay una cierta preocupación por el riesgo de crear dependencia en el mercado de comercio justo (Franzen and Borgerhoff, 2007)

Recientemente, los agricultores de cacao han experimentado algunos de los beneficios económicos (así como los ecológicos) con el uso de arboles de sombra en su producción. Por ejemplo, los árboles de sombra pueden atraer a las aves en los campos de cacao y que pueden ayudar en el control de insectos, aunque la posibilidad de daños a los cultivos existe con el

aumento de las poblaciones de aves. La sombra ha demostrado reducir la incidencia de algunas enfermedades, mientras que puede aumentar otras, como la moniliasis donde los efectos de la sombra siguen siendo poco claras. Duguma *et al.* (2001) predicen que el manejo en el desarrollo integrado de plagas y enfermedades en forma rentable y ambientalmente sustentable, ayudarán a promover sistemas agroforestales de cacao. (Franzen and Borgerhoff, 2007).

2.1 Producción y exportación

La oferta mundial de cacao y la demanda han estado equilibradas en los últimos 10 años que en las décadas anteriores, que se caracterizaron con una producción excesiva. Tanto la oferta y la demanda experimentaron un período de crecimiento sin precedentes en los seis años anteriores a la reciente crisis mundial económica y financiera. Los mercados de cacao y de chocolate están viviendo “interesantes” tiempos.

La producción mundial de cacao ha aumentado de forma irregular, de casi 2.9 millones de toneladas en la temporada 2000-2001 a más de 3.7 millones de toneladas en 2007-2008, lo que representa una tasa media de crecimiento anual del 3.2%, con un promedio móvil de tres años para suavizar el efectos relacionados con el clima. Los niveles de producción anual se han desviado considerablemente del valor promedio, debido principalmente a la influencia de factores climáticos. Una cosecha récord, estimada en casi 3.8 millones de toneladas, se logró durante la temporada 2005-2006. En cambio, los años de 2008-2009 y 2009-2010 evidenciaron un posible fin en la tendencia al alza en la producción mundial de cacao, con una producción muy por debajo de la cosecha récord. Esto se debió principalmente a la falta de crecimiento de la producción de cacao en Costa de Marfil, el principal país productor de cacao.

El consumo mundial de cacao, medido por moliendas de cacao en grano por la industria, también aumentó en promedio un 3.2% anual durante el 2000-2001 al período 2007-2008, de nuevo usando un promedio de tres años. Las moliendas han mostrado una tendencia más consistente que el de la producción, pasando de más de 2.9 millones de toneladas en 2000-2001 a más de 3.6 millones de toneladas en 2007-2008. En los seis años anteriores a la reciente crisis económica, la molienda se ha incrementado a una tasa considerablemente más alta que la tendencia a largo plazo, ya que la demanda para el chocolate negro aumentó rápidamente en respuesta a los resultados positivos en la salud y los atributos nutricionales del consumo de chocolate. En contraste, el año cacaotero 2008-2009 se produjo un descenso significativo de la demanda de

cacao en grano. El deterioro mundial desde el punto de vista financiero y económico desde el 2008, junto con el aumento constante de los precios del cacao en grano, ha tenido un impacto negativo en la demanda del consumidor para productos de chocolate y, en consecuencia, la demanda de cacao en grano. Esto demuestra que, contrariamente a lo que muchos esperaban, el mercado del chocolate no era a prueba de recesión. Las empresas que fabrican chocolate y que han sido de las más resistentes son las que venden en el rango de precio más bajo, mientras que los que se centran en el mercado premium han tenido dificultades para cumplir sus objetivos de crecimiento.

El desarrollo de los precios de los granos de cacao durante los últimos 10 años han estado estrechamente relacionados con la situación de oferta y demanda en el mercado mundial. Después de alcanzar un máximo en 2002, los precios siguieron una tendencia a la baja hasta finales de 2005, con el precio indicador diario de la ICCO (Secretaría de la Organización Internacional del Cacao) en donde el grano cae por debajo de los 1.400 dólares EE.UU. por tonelada. A partir de entonces, el mercado del cacao ha experimentado un constante incremento en los precios, alcanzando en un máximo de 3,600 dólares EE.UU. por tonelada hasta mediados de diciembre de 2009. Este fue el resultado de dos factores principales: la depreciación del dólar de EE.UU. frente a otras monedas importantes hasta mediados de 2008, y el apoyo fundamental del mercado de cacao incluyendo dos años de déficit de producción consecutivos en las temporadas 2006-2007 y 2007-2008. En la temporada actual de cacao 2009-2010, la Secretaría de la Organización Internacional del Cacao (ICCO) espera que el mercado mundial del cacao experimente un déficit de suministro de cacao muy pequeño. Esto refleja un probable aumento de la demanda mundial en un 2.5% con respecto a la temporada anterior, y un ligero aumento del 1,0% en la producción mundial del grano de cacao. Por el lado de la oferta, la región de África espera que continúe desempeñando un papel dominante como región líder de en el crecimiento del cacao en el mundo, lo que representa casi el 70% de la producción mundial, con Costa de Marfil suministrando alrededor de un tercio de la producción mundial. Los otros principales países productores de cacao son Ghana (19%), Indonesia (14%), Nigeria (7%) y Camerún (6%). La producción de cacao se ha visto limitada en los últimos años en varios países por las condiciones climáticas desfavorables, tales como El Niño, la propagación de plagas y patógenos del cacao, el bajo uso de insumos químicos, y el envejecimiento de la población campesina. Por otra parte, la reciente falta de inversión en Costa de Marfil en el sector del cacao se cree que ha

dado lugar a disminución de la productividad en las fincas de cacao. La demanda de productos de chocolate, es probable se recupere progresivamente a partir de la reciente crisis económica y la tendencia hacia el aumento del consumo de chocolate con alto contenido de cacao, se espera que en el corto y mediano plazo, los precios sigan siendo relativamente altos, hasta que se provoque una respuesta de la oferta suficiente para satisfacer el aumento previsto de la demanda. Como se ilustra en la Tabla 1, la producción se estima que ha disminuido en África en casi un ocho por ciento a poco menos de 2.5 millones de toneladas, y en Asia y Oceanía, en casi un tres por ciento a 575,000 toneladas. Por el contrario, América en su conjunto, logró subir el nivel de su producción de cacao a 456.000 toneladas. En cuanto a su participación en la producción mundial total, África sigue siendo, con mucho, la mayor región productora de cacao, lo que representa el 71% de la producción mundial de cacao en 2008-09. Las producciones de Asia y Oceanía, y de América fueron un 16% y 13% respectivamente. El deterioro del medio ambiente financiero y económico mundial en 2008-2009, junto con el aumento constante de los precios del cacao en grano ha tenido un impacto negativo en la demanda del consumidor para productos de chocolate. El consumo de chocolate final se redujo en volumen en varios países. Por otra parte, mientras que el consumo final de los artículos de chocolate se estima que han sufrido por la crisis económica, la situación en el consumo mundial de cacao ha sido peor. De hecho, muchos fabricantes de chocolate informaron que redujeron el contenido de cacao en sus productos de chocolate con el fin de aliviar el impacto de los crecientes costos de material de cacao crudo en sus productos y poder ofrecer productos de chocolate a un precio asequible. La Secretaría de la ICCO estima que las moliendas, un indicador de la demanda de cacao en grano, se redujeron en más del seis por ciento en 2008-2009 en comparación con la temporada anterior. Esto representa la mayor caída anual desde 1946 cuando se publicaron datos por primera vez con regularidad. Tal como se presenta en la Tabla 2, las moliendas mundiales ascendieron a poco más de 3.5 millones de toneladas en la temporada 2008-2009. La actividad de procesamiento de cacao se redujo un 19% (657.000 toneladas) en Asia y Oceanía, en un siete por ciento (1.439 millones de toneladas en Europa) y en un seis por ciento en América (782.000 toneladas). Por el contrario, la molienda aumentó casi un 12% en África (630.000 toneladas). Gracias a la instalación de nueva capacidad de procesamiento, Costa de Marfil se convirtió en el segundo país más grande de procesamiento de cacao en 2008-2009, justo detrás de los Países Bajos y superando a los Estados Unidos y Alemania.

Si bien la molienda total mundial refleja con exactitud la demanda mundial de cacao en grano en el mediano plazo y largo plazo, un aumento de la molienda no necesariamente indica un aumento en el consumo real en el nivel nacional o regional debido al importante comercio internacional de productos de cacao y chocolate. Una medida más apropiada del consumo de cacao a nivel nacional o regional es tanto la cantidad de granos de cacao utilizados en la fabricación de los productos de confitería, alimentos, bebidas o productos cosméticos que se utilizan realmente en el país o región. Según las estimaciones de la ICCO, la región de Europa representó el 50% del consumo mundial total de cacao, seguido de América (33%), Asia (15%) y África (3 %) en 2007-2008, el año más reciente para el que se dispone de datos. Los principales países consumidores son los Estados Unidos (750.000 toneladas), Alemania (317.000 toneladas), Francia (235.000 toneladas), el Reino Unido (225.000 toneladas), la Federación de Rusia (200.000 toneladas), Japón (166.000 toneladas), Brasil (143.000 toneladas), Italia (106.000 toneladas), España (105.000 toneladas) y Polonia (73.000 toneladas). El consumo mundial promedio de 614 gramos por habitante en 2007-2008 se superó por cuatro kilogramos en los países situados en el norte de Europa tales como Bélgica, Estonia y Dinamarca. Suiza fue el país con más alto consumo (5.8 kilogramos por habitante).

Como resultado de la evolución de la producción y de la molienda, el mercado del cacao experimentó una temporada consecutiva con un déficit de producción, que asciendió a 28.000 toneladas en 2008-2009. Las existencias totales mundiales de cacao en grano al final del año había disminuido a menos de 1.6 millones de toneladas, equivalente al 44% de las moliendas anuales estimadas en 2008-2009.

Los precios promedio internacionales de cacao, medido por el precio diario de la ICCO, aumentó casi nueve por ciento en 2008-2009 en comparación con el año cacaotero anterior, SDR (Special Drawing Right) of the International Monetary Fund a 1,707 por tonelada (2.599 dólares EE.UU. por tonelada). El déficit de producción experimentado por tercera temporada consecutiva en 2008-2009 fue el principal factor que provocó este aumento. Sin embargo, la evolución del entorno macroeconómico, tales como la fluctuación del dólar de EE.UU. frente a otras monedas, junto con las perspectivas económicas y financieras mundiales, también tuvieron un impacto en el mercado del cacao.

Tabla 1. Principales productores mundiales de cacao

Producción de granos de cacao (miles de toneladas)						
	2007/08		2008/09		2009/2010	
Africa	2693	72.1%	2520	69.9%	2459	68.4%
Cameroon	185		227		200	
Côte d'Ivoire	1382		1223		1190	
Ghana	729		662		650	
Nigeria	230		250		260	
Others	166		158		159	
America	450	12.1%	487	13.5%	505	14.0%
Brazil	171		157		155	
Ecuador	113		134		150	
Others	167		196		200	
Asia & Oceania	591	15.8%	598	16.6%	632	17.6%
Indonesia	485		490		535	
Papua New Guinea	52		59		50	
Others	54		49		47	
World total	3734	100.0%	3604	100.0%	3596	100.0%

Source: ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XXXVI, No. 3, Cocoa year 2009/2010

Published: 26-08-2010

Note: Totals may differ from sum of constituents due to rounding.

Tabla 2. Principales países industrializadores de cacao

Procesadores de granos de cacao (miles de toneladas)								
	2005/06		2006/07		2007/08		2008/09	
Europe	1467	41.8%	1527	41.7%	1552	41.3%	1439	41.0%
Germany	306		357		385		342	
Netherlands	465		480		490		440	
Others	696		690		677		658	
Africa	485	13.8%	545	14.9%	564	15.0%	630	18.0%
Côte d'Ivoire	336		360		374		420	
Ghana	85		121		123		140	
Others	64		64		67		70	
America	878	25.0%	846	23.1%	831	22.1%	782	22.3%
Brazil	223		226		232		216	
United States	432		418		391		359	
Others	223		202		208		207	
Asia & Oceania	678	19.3%	743	20.3%	808	21.5%	657	18.7%
Indonesia	130		140		160		115	
Malaysia	265		301		331		278	
Others	283		302		317		263	
World total	3508	100.0%	3661	100.0%	3755	100.0%	3508	100.0%
Origin grindings	1278	36.4%	1383	37.8%	1468	39.1%	1422	40.5%

Note: Totals may differ from sum of constituents due to rounding.

Source: ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XXXV, No.4, Cocoa year 2008/09

2.2. Comercio internacional de cacao

Países exportadores

Brasil
Camerún
Costa de Marfil
República Dominicana
Ecuador
Gabón
Ghana
Malasia
Nigeria
Papúa Nueva Guinea
Togo
Trinidad y Tobago
Venezuela

Países importadores - European Community

Austria
Bélgica/Luxemburgo
Bulgaria
Chipre
República Checa
Dinamarca
Estonia
Finlandia
Francia
Alemania
Grecia
Hungría
Irlanda
Italia
Letonia
Lituania
Malta
Países Bajos
Polonia
Portugal
Rumania
República Eslovaca
Eslovenia
España
Suecia
Reino Unido
Federación de Rusia
Suiza

Los granos de cacao son procesados ya sea en el país donde son cultivados o en otro lugar. Se estima que 40 millones de personas están involucradas en la producción de cacao en más de 18 millones de acres de tierra tropical. El noventa por ciento de las personas involucradas son pequeños propietarios, obreros y empleados en las fábricas de procesamiento. Cuarenta por ciento de cacao de molienda en todo el mundo es controlado por cuatro procesadores multinacionales: Archer Daniels Midland (ADM), Barry Callebaut, Cargill, y el grupo alemán Hosta. La mayor parte del cacao se muele en el hemisferio norte: los EE.UU. y los Países Bajos donde estos países procesan alrededor del 15 por ciento de la oferta mundial. La industria del chocolate en todo el mundo está controlado por muy pocas compañías. Seis empresas

representan el 50 por ciento de las ventas mundiales de chocolate: Nestlé, Mars, Kraft, Cadbury, Ferrero y Hershey (The Levin Institute, 2010)

La producción mundial de cacao en 2007 y 2008 estaba cerca de un récord de 3.7 millones de toneladas, con un precio de alrededor de 2,500 dólares EE.UU. por tonelada, a pesar de un aumento respecto al año anterior del 28%, representa sólo alrededor de un tercio del precio de 1980 en términos reales. Unos 36 países de la ACP (África, del Caribe y del Pacífico de EE.UU.), comprenden a millones de pequeños agricultores que participan en el cultivo del cacao, y en tres países se concentran alrededor de un tercio de los ingresos mundiales por concepto de exportación. La producción mundial y las exportaciones están dominadas por Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún, siendo los dos primeros los que participan en la producción y exportación de más de la mitad del total mundial. Indonesia y Brasil también son grandes productores, pero Indonesia es el único importante que no pertenece a la ACP y que es exportador, con cerca del 10% de las exportaciones mundiales. Existen dos tipos principales de granos de cacao a granel (o básico), que constituye más del 90% de la producción y proviene principalmente de África y Brasil y es mayoritariamente de la variedad Forastero. Los granos de cacao de sabor fino, que tienen características distintivas de sabor, constituyen sólo el 5% de la producción. El cacao en Ghana, establece el estándar para esta clasificación, que es determinado por el número de granos defectuosos siendo el de grado I los que tienen menos del 3% de granos con moho, menos del 3% de granos de color opaco azulado y menos del 3% de las dañadas por insectos, germinados o granos aplastados. Después del pelado y el tostado el grano es molido para producir una pasta de cacao (o licor) y después se refina para producir manteca de cacao y torta de cacao (que luego puede ser molido en polvo). El chocolate se fabrica por la mezcla de manteca de cacao, licor de cacao y azúcar. En 2007, Cargill y ADM, que elaboran los productos semielaborados (pero rara vez de chocolate industrial para productos de consumo) cada uno controlaron alrededor del 14% del consumo mundial de cacao en grano molido, junto con Barry Callebaut con un 12%. Petra de Indonesia (7%) y Blommer de los EE.UU. (5%) está aumentando rápidamente, en parte por la adquisición de una planta de procesamiento de los productores de chocolate tales como Nestlé. Barry Callebaut también sigue siendo el mayor productor de chocolate industrial.

El precio mundial del cacao se cotiza en las bolsas internacionales tales como las de Londres y Nueva York, y está determinado por la oferta y la demanda. Desde la década de 1970 el precio

se aumentó siete veces (más de 3.500 dólares EE.UU. por tonelada) estimulando a Malasia e Indonesia en iniciar su propia producción. Desde entonces la producción se ha duplicado y el precio ha disminuído, en términos reales a tal grado que en el 2007 (Tabla 3), era sólo un tercio del precio de 1980. Londres y Nueva York operan futuros de cacao y opciones sobre futuros de cacao (Agritrade, 2009).

Tabla 3. Precios internacionales del cacao

	US cents/lb	2005/06 US cents/lb
1981	94.2	212.5
1991	54.2	80.4
2001	49.4	56.2
2006	72.2	72.2
2008	117.1	109.6

Source: ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XXXV No.1.

Con los países de ACP que cultivan más de dos tercios de los granos de cacao del mundo, es natural que dominen el comercio mundial. De hecho, como los productores que son, Brasil y Malasia, consumen o procesan la mayor parte de su propia producción, la cuota de los países ACP es aún más importante. Esto se aplica en menor medida en el caso de la pasta de cacao, torta, polvo y crema, ya que los países de la ACP como Costa de Marfil y Ghana (Tabla 4) las producen en mayor cantidad (y Camerún en el caso de la pasta de cacao) (Agritrade, 2009).

Tabla 4. Exportadores de cacao y su producción en el año 2007 (porcentaje del total mundial)

Countries/Products	Cocoa beans %	Cocoabutter %	Cocoa paste %	Cocoa powder/cake %
Côte d'Ivoire	29.3	8.2	28.9	5.0
Ghana	18.4	2.3	6.2	2.4
Indonesia	13.8	7.3	0.5	6.7
Nigeria	6.4	1.5	0.2	0.7
Cameroon	5.9	0.3	3.1	0.3

Netherlands	6.3	29.9	24.4	27.6
Belgium	5.2	0.7	0.0	0.3
Ecuador	2.9	0.4	0.6	0.4
Papua New Guinea	1.7	0.0	0.0	0.0
Togo	3.1	0.0	0.0	0.0
Dominican Republic	1.4	0.2	0.2	0.1
USA	0.9	3.0	3.6	3.3
Germany	0.3	2.0	8.0	6.8
Malaysia	0.6	14.8	4.7	14.5
France	0.1	11.4	5.8	6.1
Brazil	0.0	4.7	2.9	4.7
World total (tonnes)	2,746,970	700,073	418,903	778,898

Source: FAOSTAT, 2007

Desde 2002 varios países de la ACP han ampliado sus exportaciones a la Unión Europea, sobre todo por Ghana (en más del 97%) y Camerún (67%), e incluso en altos porcentajes por países como República Dominicana, Guinea, Liberia, Sierra Leona y en especial Togo, que se ha convertido en el quinto proveedor. Aunque las exportaciones de Costa de Marfil han caído alrededor de un 6%, sigue siendo de por mucho el mayor proveedor; las importaciones totales hacia la Unión Europea por parte de los países de la ACP se han incrementado en un 28% durante el período.

Los precios remunerativos para los productores de cacao son la clave en la "sustentabilidad económica en la economía mundial del cacao. Con amplias fluctuaciones en los precios del cacao, hay momentos en que los precios ya no son lo suficientemente atractivos para los agricultores para plantar nuevos árboles de cacao y de mantener adecuadamente sus plantaciones de cacao. Cada vez que esto ocurre, la producción de cacao ya no es económicamente sostenible hasta que los precios aumentan de nuevo.

Un área fundamental donde se hace la diferencia en los precios en el cacao y sus productos de calidad suprema es en el mercado del "comercio justo", que está creciendo rápidamente. Por ejemplo, el valor de las ventas al por menor de cacao y chocolate del comercio justo en el Reino

Unido fue de alrededor de £ 1 millón de libras esterlinas en 1998, y aumentaron rápidamente para llegar a £ 29.7 millones de libras esterlinas en 2006 (sin embargo representa menos del 2% del mercado), aunque la cifra de 2008 se redujo a £ 26.8 millones. El Reino Unido ha superado a Alemania, Suiza y los Países Bajos en el consumo de productos de cacao de "comercio justo", observándose un aumento de 100 veces desde 22 toneladas en 1996 a 2.238 toneladas en 2005, tres veces más que los rivales más cercanos, Alemania y Francia. El cacao y el chocolate de comercio justo son etiquetados con la marca del 'Comercio Justo', una etiqueta de consumo operado por la Fundación Comercio Justo británica. La marca garantiza un mejor trato para los productores de los países en desarrollo. Hay iniciativas de comercio justo etiquetado en 18 países, principalmente en Europa, pero también en América del Norte y Japón. Un órgano de coordinación, con sede en Alemania Fairtrade Labelling Organizations International (FLO) coordina la vigilancia internacional y la certificación de los productores y comerciantes. Esto garantiza que más de 800.000 productores, trabajadores y sus dependientes en 50 países se benefician por ser etiquetados como 'comercio justo'.

Un mercado adicional, que puede ser ofrecido por los proveedores de la ACP que buscan mejores precios en sus productos, es el mercado de productos orgánicos. Esto es en gran medida una nueva área para la industria del cacao. Al menos diez países de la ACP productores de cacao, ya tienen un pie en este mercado. Finalmente, para las especies de cacao específicas bajo el establecimiento de una certificación de IG (Indicación Geográfica) podría ayudar a los productores para obtener mejores precios. La Comunidad Europea le gustaría ver un registro internacional de productos alimenticios y de bebidas que se hacen de una receta especial, o de una región específica, que no pudiera ser copiada. Tales indicaciones geográficas pueden seguir el patrón ya establecido para los vinos y bebidas espirituosas. En marzo de 2005 la resolución por parte de la OMC (Organización Mundial de Comercio) en materia de denominaciones geográficas de origen debe ayudar a los países de la ACP que quieran desarrollar cacaos regionales específicos, especialmente finos y sabor especiales a cacao (Agritrade, 2009).

3. Producto primario

3.1 Maduración de los frutos o vainas del cacao

Un factor determinante en el grano de cacao madurado apropiadamente es la apariencia externa (Fig. 13). Hay variaciones considerables en la forma, color y textura de la superficie de las

vainas, dependiendo del genotipo. La maduración es visible en los cambios en los colores de las paredes de la vaina externa y la naturaleza de los cambios de color está determinado por el genotipo del cacao en cuestión. Sin embargo, la maduración de frutas del cacao se piensa en general de cambiar de un color verde o púrpura en varios matices de rojo, naranja o amarillo, dependiendo del genotipo. La recolección de frutos de cacao consiste en la eliminación de las vainas de los árboles y la extracción de las semillas y la pulpa del interior de la vaina. Si bien el proceso de maduración se produce de 7 a 10 días, las vainas se pueden dejar con seguridad en los árboles hasta 2 semanas antes de la cosecha.

Por lo tanto, existe una ventana de tres semanas antes de que el cacao pueda ser considerado apto para la cosecha. Hay dos factores que determinan la rapidez para que la cosecha debe llevarse a cabo: el potencial para las enfermedades de la vaina y la posible germinación del grano en la vaina. El color de las vainas de cacao sólo puede ser utilizado como una guía general para la maduración del cacao. Una guía mucho mejor es golpear la vaina de cacao. Cuando la vaina se encuentra todavía en su estado sin madurar, los granos se embalan firmemente dentro de la vaina. Cuando se golpea y la vaina de cacao emite un sonido profundo y hueco, los granos de cacao ya no están embalados o agrupados dentro de la vaina, pero están sueltos, un indicio seguro de que la vaina está madura. Al igual que muchos agricultores, los agricultores de cacao conocen sus plantaciones muy bien. Incluso saben en qué orden las vainas de los árboles maduran y el color de cada árbol cuando está maduro, y con esta experiencia son capaces de cosechar las vainas del cacao con mayor rapidez.

El número de vainas que un árbol de cacao producirá depende de la variedad de los árboles, así como de la edad. Los árboles de cacao no producen hasta que tengan aproximadamente tres años. Durante las primeras temporadas, el número de vainas en cada árbol es limitado. Cada año, el árbol produce vainas adicionales hasta que alcanza su pico de productividad entre diez a doce años de edad (Amanochocolate, 2010)



Fig. 13 Arbol de cacao con frutos en varios estados de madurez, (Wikipedia, 2010)

Los cambios que suceden en la pulpa durante la maduración de las vainas en almacenamiento en condiciones en ambiente seco son: el porcentaje de agua en la pulpa no cambia significativamente, pero la cantidad de agua y de materia seca en la semilla se redujo considerablemente (en un 40 a 50%), debido a la evaporación del agua y la hidrólisis de los azúcares. La Sacarosa se invierte por completo. El resultado de estos cambios es una reducción del volumen de pasta por semilla y al aumento de la superficie de la pulpa a la relación entre el volumen de la pasta. La reducción en la formación de ácido durante la fermentación de las vainas durante el almacenamiento de los granos se atribuye principalmente a estos cambios en lugar de la reducción de la cantidad de azúcares, y se explica no sólo por la aireación de la masa pero sobre todo, por el notable aumento en la respiración en la superficie de la pulpa en lugar de la producción de etanol en la pulpa cuando el volumen de la pulpa se reduce antes de la fermentación (Biehl et al. 1989).

3.2 Alimentación para el ser humano

Los productos de cacao y chocolate han atraído recientemente la atención de muchos investigadores y el público consumidor debido a su potencial nutricional, y propiedades medicinales y místicas.

El chocolate es un alimento muy complejo y los científicos continúan investigando con el fin de desbloquear sus beneficios potenciales y sus secretos. Cuando se consume, se ha observado que tiene efectos sobre el comportamiento humano y la salud. Durante la última década, varios estudios han reportado que el consumo de chocolate puede contribuir a una óptima salud y desarrollo, así como jugar un papel importante en la reducción del riesgo o retrasar el desarrollo

de enfermedades crónicas, tales como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y otras enfermedades relacionadas con la edad.

Los flavonoides del cacao y el chocolate son compuestos que son esenciales para la salud humana, como lo demuestra su influencia en una serie de conclusiones relacionadas con sus funciones bioquímicas y fisiológicas en el cuerpo, identificándose con los potentes efectos antioxidantes en condiciones in vitro y en vivo después de su consumo. Estas propiedades antioxidantes se han relacionado con un aumento en las concentraciones de epicatequina en el plasma, la relajación vascular endotelio-dependiente promovido por los flavonoides del cacao, en parte debido a la mayor biodisponibilidad de NO (óxido nitroso) y la prostaciclina, y las propiedades antiateroscleróticas del NO en combinación con un cambio favorable hacia la vasodilatación y de conferir además un efecto vasculo-protector. Se puede detectar una disminución en la presión arterial después del efecto de corto plazo en el consumo de chocolate oscuro en la presencia de una leve hipertensión sistólica. Otros efectos conocidos de los flavonoides del cacao incluyen un efecto supresor sobre la reactividad plaquetaria y la hemostasia primaria relacionados con las plaquetas, la modulación de la función inmune y la inflamación como posibles efectos cardioprotectores. Por último, algunos efectos afrodisíacos, cambios de estado de ánimo y de sensibilidad se han reportado debido a los compuestos de feniletilamina y de la N-acylethanolamina presentes en el cacao y chocolate. Dado que los consumidores son los más interesados de los posibles efectos afrodisíacos y de beneficios para la salud asociados al consumo de cacao y del chocolate, es que se requiere más información acerca de si la ingesta de estos compuestos funcionales y/o sus fuentes se relacionan con los efectos que se pueden cuantificar sobre la salud humana, vida sexual, salud y/o el desarrollo de enfermedades. Además, puede proporcionar información importante sobre sus fuentes específicas y productos comúnmente disponibles en el mercado como una guía para la selección de sus alimentos. El consumo de flavonoides de cacao y chocolate, por lo tanto todavía presenta una interesante área de investigación en el campo de la nutrición, medicina de la salud y epidemiológica con implicaciones significativas para la salud sexual y la protección cardiovascular en humanos (Afoakwa, 2010).

3.3 Como alimento para ganado

La teobromina (3,7-dihidro-3 ,7-dimetil-H-purina-2 ,6-diona) es un compuesto de 3,7-

dimethylxanthine incoloro e inodoro con un sabor ligeramente amargo presente de forma natural en el árbol del cacao (*Theobroma cacao L.*) y sus semillas, y por consiguiente en los productos de cacao y subproductos. También es un metabolito de la cafeína en los mamíferos. Como material de alimentación, la cáscara del cacao puede ser utilizado en los países en desarrollo donde el cacao se cultiva. Las cáscaras de los granos de cacao, harina de grano de cacao, los gérmenes de cacao y confitería desechados se utilizan para fines de alimentación animal en Europa. Teobromina muestra toxicidad aguda moderada y el perro es más susceptible al de los roedores. En comparación con otras metilxantinas, tiene una débil acción sobre el sistema nervioso central y es un antagonista débil de los receptores de adenosina. Teobromina causa toxicidad reproductiva dirigida a los testículos en los roedores y perros. Provoca efectos en el desarrollo con ossification Delaye en ratones expuestos en el útero y cambios en el esqueleto de fuera de la primavera de conejos. Cuando se expone a la teobromina, vacas lecheras y los terneros mostraron una reducción en la producción de leche / aumento de la grasa (15 mg / kg de peso corporal por día) y los efectos adversos tales como hiperexcitabilidad, sudoración y aumento de la respiración y frecuencia cardíaca. En los caballos, que son particularmente susceptibles a la teobromina, el hígado y la tiroides se vieron afectados, mientras que los cerdos mostraron retraso del crecimiento, diarrea y letargo.

La exposición teobromina a las gallinas ponedoras causado toxicidad hepática y renal, aumento de peso y la producción de huevos. Los datos sobre los niveles de teobromina en las materias primas son minimas por ejemplo en harina de cáscara de cacao, cacao en grano entero y harina de granos de cacao se ha informado que contienen teobromina en 1.5-4.0, 8.0-16.9 y 20-33g por kg de material, respectivamente. Reglamentos actuales de la UE sobre los niveles máximos (ML) de teobromina en el material de alimentación (300 mg / kg de pienso completo con la excepción de 700 mg / kg para los piensos completos para bovinos adultos) puede no tener algún objetivo de protección para especies animales, por ejemplo, como los efectos en la producción de leche en las vacas lecheras y los efectos adversos en los cerdos. Debido a la susceptibilidad a la toxicidad reconocida para la teobromina en la alimentación, los fabricantes no incluyen los subproductos de la fabricación de cacao o de los productos de confitería en los alimentos para perros y caballos (EFSA, 2008).

3.4 Otros usos

Los restos de las vainas y la pulpa es una fuente potencial de alimento para el ganado o material para la fertilización del suelo para que estén disponibles en el lugar donde se cultivan los árboles de cacao. (EFSA, 2008), algunos derivados de la cáscara de cacao, jugo de cacao y pasta de granos, se utilizan en la producción de refrescos, bebidas alcohólicas, alcohol industrial, pectina, mermelada y confituras. La manteca de cacao de los granos de calidad inferior se utiliza para la producción de jabón de tocador y cremas para el cuerpo.

4. Productos y usos alternativos del cacao

4.1 Usos medicinales

El cacao y el chocolate han sido aclamados por varios años por sus posibles beneficios medicinales a la salud, pero es sólo que recientemente algunos de estos atributos están siendo más claramente identificados y estudiados. Recientes estudios epidemiológicos y clínicos han demostrado que la suplementación dietética con cacao el cual es rico en flavonoides y el chocolate pueden ejercer efectos supresores sobre las lipoproteínas de baja densidad (LDL), oxidación y el desarrollo de la aterosclerosis asociada con implicaciones cardioprotector debido a su injerencia en muchos mecanismos fisiopatológicos. Algunos de los efectos beneficios identificados incluyen propiedades antioxidantes, la presión arterial a través de la inducción de óxido nítrico (NO), vasodilatación dependiendo de cada individuo, la mejora en la función endotelial, el aumento de sensibilidad a la insulina, disminución de la activación plaquetaria y la función, así como la modulación de la función inmune y la inflamación. Además se ha informado de la liberación de feniletilamina y serotonina en el sistema humano, cuando se consume chocolate, produciendo algunos efectos afrodisíacos y levantar el estado de ánimo. Con estas afirmaciones posiblemente se pueden tener consecuencias en los niveles de consumo de productos de cacao y chocolate en el mercado global, la comprensión de los factores críticos implicados y sus efectos beneficiosos potenciales de gran importancia para los consumidores.

Los antioxidantes del cacao, principalmente polifenoles, incluyendo los flavonoides como la epicatequina, catequina y en particular las procianidinas se cree que también proporcionan una mmejora medicinal o beneficios a la salud. Sin embargo, los chocolates blancos de la leche difieren en la coloración por la ausencia de sólidos de cacao, contienen diferentes antioxidantes, y por lo tanto no hacen ninguna contribución potencial a difencia de los polifenoles que inducen

beneficios a la salud humana. También es importante tener en cuenta que el chocolate más oscuro contiene altas cantidades de flavanoles del cacao antioxidante que tiene el chocolate con leche (Afoakwa,2010).

5. Requerimientos para la exportación y aseguramiento de la calidad

5.1 Clasificación para la exportación

La clasificación se realiza a través de una selección mecánica que utiliza una graduación de hojas de malla de diferentes tamaños en torno a un tambor cilíndrico con rotación helicoidal en el interior para transportar los granos. Durante la clasificación, en primer lugar las piezas rotas de los granos y fragmentos de conchas se retiran, por un costado se obtienen granos de cacao, pequeños, posteriormente los granos de tamaño medio y finalmente los granos grandes de mejor calidad. Hay tres grados o categorías de cacao establecidas por el Consejo de la Industria del cacao y el café: Grado I, Grado II y defectuoso. Grado I tiene un recuento de grano de 85/100g, y menos del 1% de defectos comerciales (es decir, en orden de importancia, granos con moho, dañados por fermentación, ahumado, en apariencia fermentada o con insectos). Cacao de Grado II con tan sólo el 5% de la producción total de cacao y sus especificaciones son el tener una cuenta de 85/100g con menos de 4% de defectos comerciales o un recuento de grano de 100/100g con menos de 1% de defectos comerciales (Sukha, 2010).



Fig. 14 Granos de cacao empacados para la exportación, (The University of the West Indies, 2010)

5.2 Criterios de calidad

La calidad del cacao en grano es altamente dependiente de las tecnologías de procesamiento y las condiciones de almacenamiento para la prevención de la calidad defectuosa (Fig. 15). La

fermentación y el secado son particularmente importantes ya que son en gran parte responsables de los precursores de sabor típico del cacao que se desarrollan más tarde durante el tostado de los granos y por la calidad de los granos crudos durante su conservación . En general, estos procesos están sujetos a variaciones locales. Por ejemplo, la fermentación, puede llevarse a cabo en cestas, cajas, pilas, o puede durar desde 36 horas a 6 días y el secado se puede hacer de forma natural en el sol y duran de 7-8 días a 10-12 días, dependiendo de los períodos de cosecha o temporada . En aplicaciones de control de calidad, los cambios de color en los cotiledones durante la fermentación se ha considerado como buena prueba para determinar el grado de fermentación de los granos de cacao, junto con la formación de color marrón. En todos los países cálidos y húmedos, el clima y las condiciones agronómicas son favorables para el crecimiento de hongos, además, las condiciones de almacenamiento y procesamiento de cacao crudo en los países productores no son muy seguras, de tal modo que la contaminación con hongos micotoxigenicos puede ser posible en muchos puntos críticos de la cadena de producción. Como es habitual en los productos alimenticios agrícolas, la calidad de los granos de cacao crudo después de la cosecha está influenciada por una amplia variedad de factores abióticos y bióticos. La contaminación de los alimentos en la alimentación humana y animal es difícil de predecir, porque depende de una compleja interacción de factores, como la temperatura, la humedad, las especies endógenas de hongos, las condiciones de almacenamiento y tiempo de almacenamiento. En general, el mal manejo después de la cosecha puede conducir al rápido deterioro de la calidad y a la iniciación de la actividad de hongos, o grave disminución del valor comercial y nutricional y pérdidas económicas significativas en los alimentos y piensos. La reducción de de la humedad del 60 a un 8% en el de grano de cacao mediante el secado limita el crecimiento de moho durante el transporte y el almacenamiento. La exposición de cacao crudo a altos niveles de humedad es más probable que ocurra en las etapas posteriores a la cosecha entre el almacenamiento y el consumo final. Sistemas ineficientes de secado también puede conducir a la actividad de hongos, el deterioro por hongos depende de la variedad, cosecha, manipulación, transporte y condiciones de almacenamiento post-cosecha y comercialización. La mala actividad fungicida puede resultar en la contaminación con micotoxinas y podría suponer un riesgo para la salud de los consumidores (Guehi et. al. 2007).

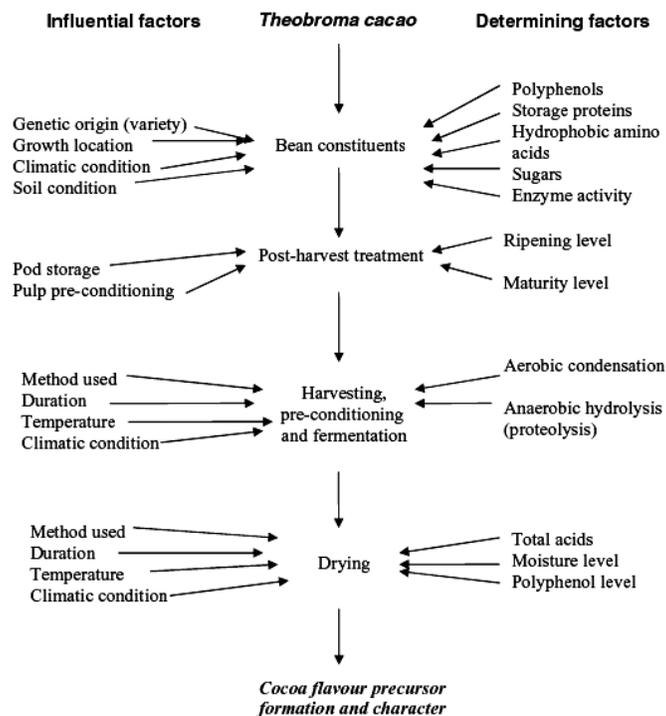


Fig. 15 Mecanismo de la formación de precursores del sabor del cacao y características de la composición de los granos en los tratamientos postcosecha, (Afoakwa,2010).

6. Requerimientos para su comercialización

6.1 Almacenamiento y transportación

El transporte de carga en sacos en contenedores ventilados (contenedores de café) está sujeto a la posibilidad del cumplimiento de los límites más bajos para el contenido de agua de los productos, embalajes y pisos (Fig. 16). El piso de madera de los contenedores debe estar absolutamente limpio y seco. Si se ha lavado, debe haber secado por completo. El contenido de agua debe ser de 12%, que corresponde a un contenido de humedad de equilibrio de la madera en un 70%, de modo que el suelo no constituye una fuente adicional de vapor de agua para humedecer la carga de cacao y la atmósfera del contenedor. La carga puede ser cubierta con papel que absorbe fácilmente la humedad para proporcionar protección contra daños por humedad. Dado el alto valor de un contenedor de cacao a totalmente cargado, se debe utilizar una película anticondensación de dos capas o tejidos para proporcionar una protección contra el goteo de la condensación de la humedad (TIS, 2010).



Fig. 16 Contenedor recubierto con papel y plástico para proteger al producto de la acumulación de humedad por la transpiración del grano (TIS, 2010)

Los granos de cacao también son transportados en contenedores estándar con bolsas grandes o bolsas de tela. Como alternativa, los granos de cacao también pueden ser transportados en flatracks los cuales son contenedores multipropósito que tienen ventilación. Este enfoque es una alternativa rentable a los contenedores de ventilación costosos, que son la forma ideal para el transporte de granos de cacao.

6.2 Manejo de la carga

Los ganchos no deben ser utilizados en el manejo de carga, ya que sujeta la carga solo en ciertos puntos lo que es muy perjudicial para la calidad de las bolsas que contienen el cacao. Debido a la forma de las bolsas, los ganchos para bolsas pueden aplicar una zona de carga más amplia y por tanto son más adecuadas para el manejo de las bolsas. En tiempo húmedo (lluvia, nieve), la carga debe estar protegido de la humedad, ya que propiciar humedades relativas muy altas pueden conducir al crecimiento de moho (Fig. 17).



Fig. 17 Crecimiento de hongos en granos de cacao en bolsas de yute (TIS, 2010)

Factores para la estiba

1.92 - 2.26 m ³ /ton (bolsas de yute, 60 - 65 kg)
2.00 - 2.15 m ³ /ton (sacos)
2.26 - 2.40 m ³ /ton (sacos)

La carga debe estar situada debajo de la cubierta lejos de fuentes de calor, porque se corre el riesgo de calentamiento espontáneo y postfermentation. En este caso, el contenedor ya no está directamente expuesta a las condiciones climáticas exteriores, a fin de que la temperatura y la humedad del aire se mantenga la influencia externa determinante. Las temperaturas bajo cero y principalmente las variaciones diarias de temperatura pueden provocar el deterioro de los granos de cacao. Los contenedores son estibados en la cubierta exterior de los barcos, sin embargo, es mejor guardarlos como carga en la cubierta interior. El riesgo de condensación se reduce con la estiba entre dos y demás contenedores. Sin embargo, la estiba en esta ubicación se debe considerar solamente en la temporada de verano si se prevén sólo pequeños gradientes de temperatura durante el transporte. Las heladas se deben prever en el puerto de destino durante los meses de invierno, así como la estiba de la carga de cubierta interna debe ser evitado. La utilización de cuerda de fibra y redes de sujeción de la carga es importante con el fin de garantizar un transporte seguro, las bolsas deben ser estibadas y aseguradas en el medio de transporte, de tal manera que no puedan deslizarse o moverse durante el transporte. Si deben ser evitados la pérdida de volumen y la degradación de la calidad, los paquetes no deben ser dañados por otros artículos o elementos de carga. También se debe prestar atención en el momento de la estiba de los patrones que puedan ser necesarias como resultado de consideraciones especiales, por ejemplo el permitir el flujo de aire entre estibas como medidas de ventilación (TIS, 2010). El cacao crudo no deberá estar situado cerca de fuentes de calor puesto que la rancidez y fermentation posterior se producen fácilmente a temperaturas mayores de 25 ° C., debido a su alto contenido de grasa, la carga tiene una tendencia a un calentamiento espontáneo, e incluso puede ser un riesgo de incendio de la carga en contacto con sustancias inflamables, por ejemplo, paquetes de copra. Los granos de cacao de ninguna manera deben ser guardados en un recipiente junto con otros productos aceitosos puesto que temperaturas exteriores mayores a 30 ° C fácilmente pueden ocurrir durante el embalaje de contenedores. Por otra parte temperaturas

extremas de enfriamiento durante la noche pueden resultar en condensaciones de humedad sobre el recipiente si la temperatura desciende por debajo del punto de rocío.

En las partes más calientes del año, la diferencia de temperatura entre el puerto de carga y descarga puede ser de 15 - 20 ° C. En las zonas frías del año, sin embargo, la diferencia puede ser de 30 ° C o más. Entradas de aire polar frío puede causar caídas repentinas de la temperatura que, sobre todo en el interior de contenedores, puede resultar en un aumento considerable de la humedad relativa. En esta situación, el contenido de agua de la carga es especialmente importante rápida y el enfriamiento importante desde el exterior, puede fácilmente aumentar la humedad relativa hasta un 100%, dando lugar a la condensación y la adherencia de vapor y el crecimiento de moho en los granos de cacao el cacao en grano debe ser protegido de las heladas (TIS, 2010).

Los granos de cacao son conocidos por ser altamente higroscópicos (higroscopicidad) y liberar grandes cantidades de vapor de agua durante el transporte. Se ha observado un descenso del contenido de agua hasta de un 3% durante viajes largos, los granos de cacao incorrectamente fermentados e incorrectamente secados tienen una mayor tendencia a la liberación de vapor de agua. Si el contenido de agua es inferior a 6%, los granos de cacao se vuelven frágiles, mientras que a un contenido de agua de más de 8%, hay un riesgo de daños ocasionados por el vapor y el moho que causan la depreciación que puede llegar a suponer la pérdida total debido a la putrefacción. Una distinción fundamental es distinguir entre dos tipos de daños por humedad: Daños por rocío (condensación de vapor de agua a causa de las bajas temperaturas) y los daños a causa de una alta humedad relativa.

El daño por rocío (daño por moho en el empaque): reconocibles por manchas en la tela bolsa causada por gotas de agua sucia. En estas zonas, hay grupos de cacao en grano cubierto con moho blanco y pegadas. En casos graves, el moho penetra en el núcleo de los granos individuales. Como resultado en estos granos a continuación se genera, olor y sabor a moho. Estas pérdidas son por lo general limitada a sólo unas cuantas bolsas de un envío y son causadas por la formación de rocío debajo de la cubierta del buque, especialmente por la noche cuando la atmósfera que lo rodea y por lo tanto las paredes exteriores de la bodega se enfrían generando que la humedad en forma de vapor de agua se condense en forma de rocío en las paredes de los contenedores. Si la capa superior de las bolsas en la bodega no está suficientemente cubierta, el

rocío que gotea sobre la carga no puede ser absorbida, penetra en las bolsas que contienen los granos de cacao y causa los daños descritos anteriormente.

Daños por humedad relativa: Esto es causado por exceso de humedad relativa en la bodega o contenedor. Si bien los granos de cacao tienen sólo una fina capa de moho, de vez en cuando el daño afecta a todo el contenido de las bolsas situadas en una bodega. Los daños por humedad relativa alta son generalmente mucho más amplios que el daño por rocío. Marcado crecimiento de moho no es normalmente observable, pero el aroma y sabor son todavía muy degradados en su calidad. Por esta razón, se debe tener cuidado no sólo para prevenir la formación de rocío, sino también para garantizar los valores favorables de humedad relativa en la bodega o el contenedor.

Un mayor contenido de humedad intrínseca expondría el cacao a un riesgo excesivo en su posterior almacenamiento. El producto se entregará en breve después de la cosecha, el consiguiente almacenamiento prolongado en los países tropicales de origen puede fácilmente resultar en pérdidas debido a la imperante alta humedad relativa. Dado que los granos de cacao son muy higroscópicos, no deberán estar almacenados junto a productos que por su naturaleza liberen o generen alta humedad relativa, tales como la copra, el salvado. La pérdida de humedad de la carga y la consiguiente liberación de vapor de agua de los granos de cacao pueden generar como resultado un entorno con la formación de condensación en las superficies de la bodega o en la superficie de la mercancía que puede causar daños considerables.

Aparte de contener agua, los granos de cacao también contienen enzimas que producen postfermentation en la bodega. Una incorrecta cobertura de los lotes de la carga resulta en la obstrucción de la circulación de aire puede causar daños. Bolsas dañadas por la lluvia, agua de mar y la condensación de la humedad relativa, debe ser rechazadas en la recepción de un lote y, si se ponen a secar, no deberá estar situado junto a bolsas intactas dado que por efecto de la gran higroscopicidad del cacao crudo puede dar lugar a graves pérdidas. Bolsas con caso de duda, ya secas deben ser sometidas a una prueba conocida como preba de agua de mar (método de nitrato de plata). Al aceptar una carga, las dificultades surgen cuando es necesario rechazar las bolsas dañadas. El contenido de agua de las bolsas de yute debe ser a lo mucho del 9% (que ya es el valor crítico). Las mediciones en sacos de yute en contenedores en ocasiones han revelado valores de hasta un 30%.

Cuando el transporte de granos de cacao se realice en contenedores, se debe tener cuidado para asegurar que el contenido de agua de los granos de cacao en el embalaje sea de aproximadamente 6-8%, que corresponde a un contenido de humedad de equilibrio de 75 - 85% (a 20 ° C) y una temperatura diferente del punto de rocío de 5-3 ° C. Estos son valores que implican mayores problemas desde el principio que se encuentran a la par por ejemplo, con los envíos de café, porque hasta el límite más bajo contenido de agua del 6% corresponde al umbral de crecimiento del moho del 75%. Por otra parte, los granos de cacao tienen un elevado contenido de grasa que, junto con la humedad generan como resultados un actividad hidrolítica enzimática de la grasa y un auto-calentamiento de los granos de cacao. La una ligera diferencia entre la temperatura del punto de rocío y la temperatura de almacenamiento también muestra la rapidez con la que el rocío puede generarse, por lo tanto, es recomendable insistir en un contenido de agua del 6% al transportar el cacao en grano en contenedores (TIS, 2010).

Los granos de cacao requieren especial atención en la temperatura, la humedad y las condiciones de ventilación (condiciones ambientales del almacenamiento). La ventilación recomendada: tasa de intercambio de aire desde 10 hasta 20 cambios o flujos de aire por hora. Una buena ventilación es necesaria, por lo que un programa de ventilación adecuado se ha elaborado en función de la temperatura exterior, humedad relativa, temperatura de la carga y el contenido de humedad de los granos de cacao. Dado que los granos de cacao están en constantemente liberación de vapor de agua durante el viaje, este vapor se debe eliminar hacia el exterior mediante una ventilación adecuada a fin de reducir el riesgo de condensación en el caso de condiciones ambientales desfavorables (por ejemplo, caídas repentinas de la temperatura del aire exterior) y el riesgo de crecimiento de moho debido a la alta humedad relativa en la bodega.

En la bodega, es particularmente importante para las tapas aseguren una protección contra el rocío que gotea (listones de madera, alfombras o revestimientos de yute) estas tapas o recubrimientos deben ser fijados de tal manera que el aire todavía se pueda circular libremente. Los canales y orificios de ventilación deben estar bien distribuidos en la estiba. Cuando los contenedores son enviados en la cubierta inferior, la ventilación vigorosa es necesaria. Una tasa de intercambio de aire mínimo de 20 cambios por hora en la bodega. La ventilación de la bodega debe ser arreglado de tal manera que el aire fluya desde abajo y suba hacia arriba a través de los contenedores, de tal manera que se garantice continuamente la eliminación de aire cálido y húmedo. Es importante desaerear los contenedores de forma rápida a su llegada al puerto de

destino, especialmente en épocas frías del año: cuando los contenedores salen del interior relativamente bien protegido de la bodega del barco y están expuestos al frío en ocasiones, mucho aire exterior, la relación humedad en los envases pueden aumentar rápidamente, dando lugar a la formación de roció.

El uso de materiales de plástico para cubrir el contenido del envase a resultado en la sudoración severa de los granos y por consiguiente algunos daños. Los recipientes que contengan cacao en grano, deben ser destapados y tener buena ventilación (ventilación de contenedores). A fin de garantizar el flujo de aire de manera más eficaz entre las bolsas de cacao estibadas en el contenedor, un patrón de estiba especial, similar a la del café o pimienta, se deben de utilizar:

Dos capas de las bolsas son el primer nivel transversal en dos pilas, con un poco de espacio que se deja en las paredes laterales (es importante que se coloquen de modo que las aberturas de ventilación en el piso no queden bloqueadas). También se deja en el centro un espacio libre entre las bolsas, que por lo general debe ser de unos 20 a 30 cm, con el fin de proporcionar un canal de ventilación. La siguiente capa es entonces estibada transversalmente a lo largo de la primera capa y la siguiente capa es de nuevo estibado transversalmente, reduciendo la distancia entre las dos series con una bolsa, así la estiba se continúa de esta manera hasta que el contenedor está lleno. Aproximadamente 50 a 75 cm de espacio libre debe permanecer entre la capa superior y el techo de los contenedores con el fin de garantizar la libre circulación de aire fresco suministrado desde el exterior. Un espacio libre (aprox. 10 - 15 cm) también debe mantenerse entre la puerta de contenedores y bolsas de estiba a fin de que la circulación de aire necesario se pueda mantener en esta área también. Las bolsas en el área de la puerta deben ser fijadas con cables de anclaje para que no se caigan en este espacio libre de tránsito, lo que podría bloquear la circulación del aire. Cuando la carga es convencionalmente transportada en buques de carga general, las tapas de la escotilla de la cubierta inferior deben estar ligeramente abiertas en tiempo seco (humedad relativa <80%) y en las condiciones de humedad del mar con el fin de disipar el vapor de agua y que permita la compensación de temperatura entre el exterior y la bodega de carga.

Las plagas típicas son la polilla del cacao, junto con las hormigas y las cucarachas, que pueden causar graves pérdidas al dañar físicamente los granos y la contaminación de la carga con sus desechos. Bodegas de carga que han sido infestados suelen ser fumigados para eliminar los insectos que puedan vivir aun en el contenedor. A bordo el control de plagas se realiza utilizando pastillas de fumigación que puede dar lugar a depósitos de polvo en las bolsas. Este polvo

contiene todavía restos del veneno, que también pueden ser muy peligrosos para los seres humanos. La infestación de insectos por lo general se origina en el país de producción cuando el cacao crudo ha estado almacenado por un período prolongado, pero la infestación de insectos también puede ocurrir en los viajes largos. La infestación de moho: El crecimiento de moho puede reducir considerablemente la calidad de los granos de cacao (Tabla 5). Las investigaciones científicas han revelado ocho especies de moho que producen sustancias de mal olor y también causar la descomposición del tejido de los granos. Algunas especies están relacionadas con participar en el autocalentamiento de los granos de cacao, mientras que otros pueden formar fuertes toxinas. Si el moho encuentra condiciones favorables de vida, es decir, cuando el contenido de agua crítico de 8,5% se supera con un contenido de humedad de equilibrio de aprox. 88%, los mohos rápidamente se desarrollan dentro de 3-4 días y al final del período de crecimiento miles de esporas se han formado en la superficie de los granos de cacao. El número de esporas de moho se puede también utilizar para evaluar la calidad de la carga:

Tabla 5. Calidad de los granos de cacao según la cantidad de esporas presentes

Categoría	Número de esporas/grano	Examinación macroscópica de muestras de granos	Apto para su uso	Calidad
1	100 - 1.000	Ningun rastro de crecimiento de moho	Si	Alta
2	1000 - 10,000	Desarrollo leve de mohos en granos individuales	Si	Baja
3	25,000 - 100,000	Crecimiento considerable como ligero de moho en todas las habas	Incierto	Baja
4	> 100,000	Crecimiento severo de moho en los granos de cacao	No	Muy baja

(TIS, 2010)

7. Procesamiento

La físicoquímica de los granos de cacao y productos de cacao es muy compleja y los cambios a lo largo de la vida útil del grano, se generan en función del procesamiento que recibe. A continuación se da una indicación de los cambios en el grano a través de su vida, junto con algunas referencias que dan más información más detallada sobre la físicoquímica de los granos de cacao (Fig. 18).

7.1 Cacao en grano

Las semillas se fermentan (Fig. 19), causando muchos cambios químicos tanto en la pulpa que rodea las semillas y dentro de las propias semillas. Estos cambios hacen que se desarrolle el sabor del chocolate y el cambio de color en las semillas (ICCO, 2010).



Fig. 18 Variedad típica de grano de cacao

Duke en 1983 reportó de que por cada 100 g, la semilla contiene 456 calorías, 3.6 g H₂O, 12.0 g de proteínas, 46.3 g de grasa, 34.7 g de carbohidratos totales, 8.6 g de fibra, 3.4 g de ceniza, 106 mg de calcio, 537 mg de P, 3.6 mg Fe, 30 mg equivalentes β-caroteno, tiamina 0.17 mg, 0.14 mg de riboflavina, niacina 1.7 mg, y 3 mg de ácido ascórbico.

De acuerdo con algunos reportes, la pulpa comestible de la fruta contiene 79.7-88.5% de agua, albuminoides 0.5-0.7%, astringentes, 8.3 a 13.1% de glucosa, sacarosa 0.4 a 0.9%, almidón, 0.2-0.4% de ácidos no volátiles (como tartárico), 0.03% Fe₂O₃ y 0.4% de sales minerales (K, Na, Ca, Mg). La cáscara contiene 11.0% de humedad, 3.0% de grasa, 13.5% de proteína, 16.5% de fibra

cruda, taninos 9.0%, pentosanos 6.0%, 6.5% de cenizas, y la teobromina 0.75. Las semillas crudas contienen tiamina 0.24 mg/100 g, 0.41 riboflavina, piridoxina 0.09, 2.1 nicotinamida, ácido pantoténico y 1.35.

Los ácidos grasos representan el 26,2% de la manteca de cacao, en menor cantidad ácidos palmítico, ácido esteárico 34.4 y en mayor cantidad ácidos oleico 37.3%, 2.1% de ácido linoleico y trazas de isoleico. En g/100g los aminoácidos individuales del grano sin fermentar y fermentado son lisina 0.08, 0.56; histidina 0.08, 0.04; arginina 0.08, 0.03; treonina 0.14, 0.84; serina 0.88, 1.99; ácido glutámico 1.02, 1.77; prolina 0.72, 1.97; glicina 0.09, 0.35; alanina 1.04, 3.61, valina 0.57, 2.60, isoleucina 0.56, 1.68; leucina 0.45, 4.75; tirosina 0.57, 1.27 y fenilalanina 0.56-3.36 g/100g.

Granos sin fermentar y granos fermentados contienen ácido p-hidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido p-cumárico, ácido ferúlico y el ácido siríngico, mientras que los granos fermentados también se producen protocatéquico, ácido fenilacético, phloretic y el esculetina lactona y los ácidos o-y p-hidroxifenil, ácido cafeico. El cacao contiene más de 300 compuestos volátiles, como los ésteres, hydrocarbónslactones, monocarbonilos, pirazinas, pirroles y otros. Los componentes de sabor importantes se dice que son ésteres alifáticos, polifenoles, carbonilos aromáticos no saturados, pirazinas, dicetopiperazinas, y la teobromina.

El cacao también contiene alrededor de 18% de proteínas (aproximadamente un 8% digestible), grasas (manteca de cacao), aminas y alcaloides, como la teobromina (0.5 a 2.7%), cafeína (aproximadamente 0.25% del cacao; 0.7 a 1.70 en los frijoles sin grasa, forasteros con un contenido inferior al 0,1% y los criollos que contiene 1.43 a 1.70%), tiramina, dopamina, salsolinol, ácido trigonelina, nicotínico y aminoácidos libres, taninos, fosfolípidos.

La manteca de cacao contiene principalmente los triglicéridos de los ácidos grasos que consisten principalmente de los ácidos oleico, esteárico y palmítico. Más del 73% de los glicéridos se presentan como formas monoinsaturadas (oleopalmitostearin y oleodistearin), el resto a glicéridos sobre todo binsaturados (palmitodiolein y steardiolein), con menores cantidades de completamente saturados y triinsaturados (glicéridos trioleína). los niveles de ácido linoleico se han reportado de hasta un 4.1%.

También están presentes en la manteca de cacao pequeñas cantidades de esteroides y metilesteroides; los esteroides consisten principalmente en α -sitosterol, estigmasterol y campesterol, con una pequeña cantidad de colesterol. Además de los alcaloides (principalmente

teobromina), taninos y otros constituyentes, la cáscara de cacao contiene un pigmento que es un glucósido poliflavonoide con un peso molecular superior a 1500, este pigmento se afirma que es resistente al calor y a la luz, muy estable a un pH de 3 a 11, y útil como colorante alimentario, sin embargo se aisló con un rendimiento del 7,9% (Duke, 1983). Los frutos de cacao se cosechan y se abren para liberar los granos. Los granos están incrustados en una pulpa. Cuando las vainas se rompen los granos y la pasta son estériles, pero se contaminan con una variedad de microorganismos de las vainas, de las manos de los trabajadores, los insectos, los contenedores utilizados para su transporte, etc.

7.2 Fermentación

La pulpa que rodea los granos se somete a un proceso de fermentación (Fig. 19), mediante el cual se desarrolla el color y el sabor de los granos. El pH inicial, los cambios en el contenido de azúcar y las condiciones anaeróbicas favorecen actividad de las levaduras de la pasta de cacao. Algunas investigaciones realizadas revelaron 24 cepas de levaduras en la fermentación del cacao, otra investigación realizada por Rombouts identificaron 16 especies (Beckett, 1994).



Fig. 19.- Fermentación de granos de cacao y pulpa dentro de fermentador tipo canoa (Chocolatería Wolter, 2010)

El proceso de fermentación de las levaduras inicia la conversión de los azúcares de la pulpa en alcohol y dióxido de carbono, las bacterias oxidantes a continuación, inician el cambio del alcohol en ácido láctico y luego, cuando las condiciones se vuelven más aeróbica, se produce ácido acético. Esto produce calor y eleva la temperatura en las primeras 24 horas. A medida que

la pulpa se rompe y drena las bacterias siguen siendo activas hasta que la fermentación se ha completado. Las levaduras que se encuentran durante la fermentación del cacao provienen del entorno, por ejemplo, el suelo, árboles, etc., las especies más frecuentes en esta etapa son las especies de *Saccharomyces* (en particular, *S. cerevisiae*, *Candida krusei*, *Kloeckera apiculata*, *Pichia fermentans*, *anamola Hansenula* y *Schizosaccharomyces pombe*). La investigación realizada por Hansen y Welty muestra que las levaduras se multiplican muy rápidamente durante la fermentación y son capaces de sobrevivir durante el secado y almacenamiento. Se pueden encontrar hasta 107 levaduras por gramo en los granos almacenados (Beckett, 1994).

La fermentación del cacao es un proceso espontáneo. Tras la apertura de las vainas de la pulpa mucilaginosa ricas en azúcar y pH ácido, que rodea el grano de cacao el cual puede estar contaminado con una variedad de microorganismos procedentes de las manos de los trabajadores, los contenedores utilizados para el transporte, los cuchillos, las superficies de la vaina, etc. Durante la fermentación las levaduras de diferentes especies y bacterias del ácido láctico (LAB), las bacterias del ácido acético (AAB) y, posiblemente, *Bacillus*. se desarrollan en una forma sucesiva para llevar a cabo la fermentación. Las levaduras y LAB principalmente metabolizan los azúcares fermentables de celulosa en etanol y ácido láctico. Posteriormente parte del etanol es más oxidado a ácido acético a través de un proceso exotérmico a través de la actividad de la AAB. El etanol y ácido acético presente penetran en los granos que, en combinación con el calor producido, mata a los gérmenes y rompe las paredes celulares del grano en el inicio de los procesos que conducen a los granos fermentados. Tras la ruptura de las paredes celulares en los granos numerosos procesos bioquímicos conducen a la degradación de las proteínas a péptidos y aminoácidos, sacarosa en fructosa y glucosa y antocianinas y antocianidinas de azúcares (galactosa y arabinosa). Más tarde, los polifenoles (incluyendo las antocianidinas) se oxidan y polimerizan a los compuestos insolubles de alto peso molecular (taninos). Además, hay un flujo de salida neta de polifenoles y en teobromina en menor medida de los granos durante la fermentación. En conjunto, estos procesos conducen a un cambio de color en los granos de color gris pasando por violeta hasta el marrón, una reducción de la amargura y la astringencia asociados con cacao crudo y la formación de los precursores importantes para el sabor y el desarrollo durante los procesos posteriores de secado ya sea solar (Fig. 20) o en forma mecánica (Fig. 21) así como el tostado (Fig. 22). Se ha establecido que las actividades microbianas que tienen lugar en la pulpa que rodea los granos tiene una influencia

decisiva en los procesos bioquímicos en el interior del grano para el desarrollo del color y sabor del producto final (Nielsen *et al.*, 2008).

La fermentación del cacao es una de las etapas en el procesamiento post-cosecha que influye sobre todo en la calidad del producto final. La fermentación sigue siendo empírica y no da lugar a granos de calidad consistente, lo que obliga a los procesadores a realizar de forma continua cambios de sus formulaciones. La fermentación ayuda a descomponer la pulpa mucilaginosa que rodea los granos y causa la muerte de los cotiledones. También ayuda a provocar cambios bioquímicos dentro de los granos que contribuyen a la reducción de la amargura y la astringencia, y al desarrollo de los precursores de aromas. Durante la primera fase de la fermentación, las levaduras poseen un metabolismo intenso favorecido por la acidez del medio ambiente, la riqueza en hidratos de carbono fermentables y el bajo contenido de oxígeno de la masa. El metabolismo de la fermentación de la levadura muy rápidamente conduce al consumo de todos los azúcares simples para dar etanol y dióxido de carbono. La fermentación alcohólica es una reacción moderadamente exotérmica (93.3 kJ por molécula de glucosa consumida). Esto conduce a un aumento moderado de la temperatura de la masa, que alcanza los 35 a 40 ° C. Al mismo tiempo, los polisacáridos en las células del tejido mucilaginoso se descomponen por la acción de las levaduras pectinolíticas. La mayor aireación de la masa debido a la desaparición del mucílago permite a las bacterias del ácido acético desarrollarse e intervenir, por oxidación, que convierte el etanol producido durante la fermentación alcohólica en ácido acético. La oxidación es una reacción fuertemente exotérmica (496 kJ por molécula de etanol convertido en ácido acético), que eleva la temperatura a 50 ° C. Regularmente se realiza una agitación puesto que es necesario promover la aireación, a fin de lograr la fermentación rápida y uniforme, lo que lleva a un rápido aumento de la temperatura (Galvez *et al.*, 2007).

La temperatura máxima de fermentación promedio alcanzó los 51° C después de 48 h, y el pH alcanzó 4.5 después de 144 h de fermentación. Una disminución significativa de la glucosa, fructosa y ácido cítrico se observó en la pulpa durante las primeras 48 h. Hubo un retraso de 24 horas entre el máximo crecimiento microbiano y las concentraciones máximas de los metabolitos correspondientes, que se produjo después de 48 h para el etanol y después de 72 h para el ácido acético. Un máximo de concentración de ácido láctico fue encontrado después de alrededor de 120 h de fermentación. La flora de aerobios mesófilos aumento de 6.1×10^6 a un máximo de $4,2 \times 10^7$ UFC g⁻¹ de materia seca después de 48 h de fermentación.

Las levaduras esta presentes con un máximo desarrollo después de 24 h (6.1×10^7 UFC g^{-1} de materia seca), mientras que para las bacterias del ácido láctico y el acético se produjo a las 48 h ($7,3 \times 10^7$ y $1,5 \times 10^8$ UFC g^{-1} de materia seca, respectivamente). Las levaduras aisladas pertenecían a los géneros *Hanseniaspora* y *Candida*, las bacterias del ácido láctico al género *Lactobacillus* y las bacterias del ácido acético al género *Acetobacter* (Galvez *et al.*, 2007).

La acidificación de los granos de cacao y la alta temperatura en la fermentación de la masa, genera la difusión y la hidrólisis de proteínas de los cotiledones dado que esto sea atribuido al metabolismo de estos organismos. Por lo tanto, las bacterias del ácido acético juegan un papel clave en la formación de los precursores del sabor a chocolate. En general, los miembros del género *Acetobacter* se han de manera más frecuente que los de *Gluconobacter*. Las especies de *Acetobacter aceti* y *Acetobacter pasteurianus* se han aislado de los granos de la mayoría de cacao (Schwan y ronchas, 2004). Los formadores de ácido acético van a ser alrededor de 80-90% de la población microbiana y el resultado físico (calor y la acidez) de sus actividades pueden dar lugar a la muerte de las semillas. Esto da lugar a la ruptura de componentes celulares y una variedad de reacciones se inician (Afoakwa, 2010).

7.3 Secado

Las semillas se secan y se envían a los procesadores como materia prima para la producción de pasta de cacao, cacao en polvo y manteca de cacao. La primera etapa del proceso incluye el tostado del grano, para cambiar el color y sabor, y la eliminación de la cáscara. Después del tostado y descascarillado, un proceso de alcalinización puede llevarse a cabo, con la finalidad de alterar el sabor y el color (ICCO, 2010).



Fig. 20 Secado solar de los granos de cacao fermentados (Chocolatería Wolter, 2010)



Fig. 21 Secador mecánico para deshidratación de cacao fermentado (Chocolatería Wolter, 2010)



Fig. 22 Equipo empleado en operación de tostado del grano de cacao seco (Chocolatería Wolter, 2010)

Tabla 6. Composición química de los granos de cacao después de la fermentación y secado

	Semilla (con dos cotiledones) % máximo	Cascarilla % máximo
Agua	3.2	6.6
Grasa (Manteca de cacao , grasa de la cáscara)	57	5.9
Cenizas	4.2	20.7
Nitrógeno total	2.5	3.2
Theobromina	1.3	0.9
Cafeína	0.7	0.3
Almidon	9	5.2
Fibra cruda	3.2	19.2

Esto da una indicación de la composición química del grano (Tabla 6), pero hay que recordar que esto variará dependiendo del tipo de grano, la fermentación y el secado y el posterior procesamiento de los granos de café (ICCO, 2010).

Durante el posterior procesamiento de los granos de cacao los granos se limpian y luego pueden someterse a una forma de pre-tratamiento térmico para separar la cáscara del grano. Una forma de pre-tratamiento térmico utiliza la tecnología de infrarrojos en el que los granos se someten a la radiación infrarroja en un lecho fluidizado o transportador vibratorio. El agua se acumula en la superficie del grano de la cáscara y genera explosiones o ruptura y desprendimiento de la cáscara. La temperatura alta de la superficie inducida por este proceso provoca una disminución en la cantidad de contaminación microbiológica, particularmente de levaduras y hongos. Los granos se separan de las cáscaras y los granos se tuestan. Después de tostar los granos se convierten en pasta de cacao (Fig. 23) por trituración y posteriormente en forma de polvo al ser molidos en diferentes tamaños de granulos (Fig. 24)

La calidad de la masa de cacao es importante debido a la variabilidad natural que existe en el cacao. Criterios de calidad para la masa de cacao se incluyen cifras referentes al número de levaduras que se encuentran por gramo de grano de cacao siendo un máximo de 50 y para el

polvo de cacao se considera un máximo normal de 50 con un límite de 100 levaduras por gramo de polvo (Beckett, 1994).



Fig. 23 Pasta de cacao deshidratado, secado, tostado y triturado



Fig. 24 Cacao en polvo

8. Plagas, daños que ocasionan y su control

Dependiendo de dónde se cultive el cacao, uno o más de las tres enfermedades (vaina negra, escoba de bruja y la moniliasis) pueden alcanzar proporciones tales que causan pérdidas devastadoras. En Brasil, la producción de cacao en grano ha pasado de 400.000 a 100.000 toneladas métricas en tan sólo 10 años, en gran parte como resultado de la infección por el hongo *Crinipellis pernicioso*, este hongo se ha diseminado más allá de Brasil en Perú, Ecuador,

Venezuela y Colombia en América del Sur y Panamá en América Central. El patógeno también se encuentra en las islas caribeñas de Trinidad y Tobago.

Un segundo hongo, *Moniliophthora roreri*, causa otra enfermedad muy dañina, la moniliasis, que también destruye los granos de cacao dentro de las vainas. Este patógeno aún no se ha reportado en Brasil, pero ha ido más allá de Panamá en América Central en Costa Rica y Nicaragua. Un gran número de esporas del hongo son transportadas por el aire, este hongo le da a las vainas una apariencia escarchada, y sin duda, son una vía para transmitir la enfermedad a otras regiones productoras de cacao (Bowers et al., 2001). La enfermedad que causa la destrucción generalizada de la mayoría de cacao en todo el mundo es la vaina negra, que es causada por varias especies de *Phytophthora*, un microorganismo parecido a un hongo que viene en varias formas. Las especies más extendidas se encuentran en todo el mundo en todas las áreas el cultivo de cacao, y causan grandes pérdidas. Una especie, la *P. megakarya*, se está extendiendo a lo largo de África Occidental, que es la región con la mayor área cultivada con cacao y causa grandes pérdidas.

La enfermedad de la vaina negra de cacao es un problema económico serio en todas las áreas del mundo donde se cultiva el cacao. Las pérdidas anuales debido a la vaina negra pueden variar entre 30-90% de la cosecha. Esta enfermedad es especialmente grave en África occidental y central que contribuye al 60-70% de la producción mundial de cacao en grano. La enfermedad es causada por un complejo de especies de *Phytophthora* (del género llamado por Anton de Bary en 1876 como "destructor de plantas"). Estos patógenos son microorganismos similares a los hongos con una distribución en todo el mundo. Las especies de *Phytophthora* son patógenos en la mayoría de cultivos de importancia económica cultivadas en todo el mundo, tales como *P. infestans*, causante del tizón tardío de la papa.

Aunque las especies de *Phytophthora* ataquen todas las partes de la planta de cacao, la pérdida económica importante es la infección de la fruta o vaina (Fig. 25). Las vainas (vainas maduras) pueden estar infectados en cualquier lugar en la superficie, pero la infección es más a menudo que se inicie en la punta o extremo del tallo. La enfermedad causa una lesión o mancha de color marrón que con el tiempo cubre toda la vaina. Los granos dentro de la vaina pueden permanecer intactos durante varios días después de la infección inicial de la cáscara, con lo que las cosechas frecuentes pueden prevenir las pérdidas de rendimiento mucho más drásticas. En infecciones avanzadas, *Phytophthora* invade los tejidos internos de la vaina y la decoloración y arrugamiento de los granos de cacao. Frutos (vainas) infestados con esta enfermedad generalmente se tornan

de color negro y se momifican a causa de la degradación de los tejidos de la cáscara. El patógeno también causa una plaga en las plántulas en los viveros de cacao como consecuencia de la infección del tallo y las hojas jóvenes (Bowers, et al. 2001).



Fig. 25 Mancha negra en vaina de cacao por *phytophthora* (IITA,2010)

El control de la vaina de negro es difícil debido a que *Phytophthora* puede persistir en el suelo y los escombros durante varios años. Además, dado que las vainas susceptibles pueden estar presentes en los árboles la mayor parte del año, el patógeno puede estar presente siempre en el campo de cultivo, listo para causar grandes epidemias cuando las condiciones ambientales son favorables para la esporulación y la dispersión. Una recolección frecuente disminuirá el peligro de propagación de la enfermedad de las vainas infectadas, la poda regular para eliminar chupones infectados (retoños pequeños en la base del árbol) y aumentar la circulación de aire (para reducir la humedad bajo la cubierta vegetal) es una herramienta de control de enfermedades importante. Otras medidas, como la eliminación de las vainas infectadas y montones de cáscara, puede tener algún efecto sobre los niveles de inóculo.

Sin embargo, una alta precipitación condiciona las condiciones óptimas de crecimiento o persistencia de *Phytophthora*, por lo que es difícil suprimir con eficacia el inóculo para lograr buen control. El control químico se basa en el uso del cobre y de los fungicidas metoxilados. Sin embargo, estos no son del todo eficaces, son caras para el pequeño agricultor, y no es económicamente viable. Además, existe la preocupación ambiental con respecto al uso intensivo

de productos químicos en las selvas tropicales, y puede haber problemas con los efectos no deseados y la resistencia del patógeno. En la actualidad, no hay resistencia aceptable genética del cacao para el control de la vaina negra. La investigación está activa en marcha en todo el mundo sobre esta importante enfermedad del cacao. Medidas de control se están investigando dirigidas al manejo integral de plagas (MIP) estrategias, que incluyen los microorganismos de control biológico, resistencia genética e inducida, las prácticas culturales, productos naturales, y el uso limitado de productos químicos (Bowers et al., 2001).

La enfermedad de escoba de bruja, causada por el hongo *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer (antes *Marasmius perniciosus*), fue reportada por primera vez en Surinam y se encuentra actualmente en varios países de América del Sur y las islas del Caribe. La enfermedad se inicia con basidiosporas producidas y liberadas por los hongos de color rosa llamados basidiocarpos (Fig. 26), que se dispersan por el viento y la lluvia sobre las hojas, flores y frutos (vainas) de plantas de cacao.



Fig. 26 Basidiosporas liberadas por hongos (Bowers, et. al. 2001)

Se estima que un solo basidiocarpo puede liberar desde 80 hasta 90 millones basidiosporas. En presencia de humedad libre (lluvia y rocío) y alta humedad relativa, las basidiosporas germinan y penetran en los tejidos meristemáticos jóvenes en las yemas vegetativas y florales través de los estomas, la epidermis, o tricomas. Los tejidos colonizados experimentan varios cambios fisiológicos y hormonales que conducen a la inflamación y la formación de numerosas ramas flácidas, conocido como escobas, en las partes florales (Fig. 27) y en las yemas vegetativas apicales (Fig. 28) o axilares. Las escobas se forman generalmente de 5 a 6 semanas después de la infección. El hongo también infecta a las vainas y les causan lesiones necróticas, maduración heterogénea y varias deformaciones. Escobas y vainas infectadas se vuelven progresivamente de color marrón y se secan, y en un periodo de 3-8 meses después de la escoba y del secado de la vaina, se forman basidiocarpos alternándose entre períodos húmedos y secos (Bowers et al., 2001).



Fig. 27 Formación de escobas en las partes florales (Bowers, et. al. 2001)



Fig. 28 Formación de ramas marchitas en las yemas vegetativas (Bowers, et. al. 2001)

La escoba de bruja debilita los árboles de cacao al consumir nutrientes de las numerosas ramas infectadas con la enfermedad de las escobas que no forman flores, lo que reduce el potencial de rendimiento. La mayor pérdida de rendimiento se incurre por la inhibición de la formación de las semillas en las vainas infectadas a principios de su desarrollo. Si las semillas se forman antes de

la infección pueden ser inservibles dependiendo de la extensión de la colonización de la vaina por *C. perniciosa*.

La pudrición de la vaina helada (o pudrición de la vaina por *Moniliophthora*), causada por *Moniliophthora roreri* (Ciferi y Parodi) Evans et al., descrito originalmente en 1933 como *Monilia roreri*, es una enfermedad devastadora de las vainas de cacao. Las conidias (sólo se conocen los propágulos infectivos) infectar al penetrar la superficie de las vainas. Las vainas son muy susceptibles durante los primeros 90 días de su crecimiento. Los primeros síntomas incluyen inflamación de las zonas decoloradas en las vainas seguida por una formación densa de esporas de color crema, la vaina se llamada helada porque aparentemente se cubrió de nieve blanquecina, en la superficie de la vaina en desarrollo 2 semanas después de la infección. El área de la vaina con la esporulación se propaga rápidamente, y la densidad de esporas se ha estimado ser tan alta como 44 millones de conidios por centímetro cuadrado, las esporas son luego liberados por el viento o por las gotas de agua durante los períodos de lluvias (Bowers et al., 2001). La pudrición de la vaina helada actualmente se limita al noroeste de América del Sur (Ecuador, Perú, Colombia) y sur de América Central (Nicaragua, Costa Rica y Panamá). Sin embargo, es una amenaza inmediata para Brasil, que es una de las mayores zonas productoras de cacao en América del Sur. Las pérdidas de rendimiento se han estimado entre un 25% y la pérdida total de la cosecha si las medidas fitosanitarias no se aplican frecuentemente. La manera más económica de controlar la propagación de esta enfermedad es eliminar las fuentes de inóculo, que están muertos, evitar la esporulación, cosechas frecuentes vainas en ciclos regulares, otras prácticas que incluyen la reducción de la altura del árbol (un máximo de 3,5 m) para facilitar el retiro de las vainas enfermas, el control biológico, y la siembra de variedades resistentes o tolerantes en cuanto estén disponibles.

En vista de la dificultad de encontrar un tratamiento fungicida práctico y rentable, las estrategias de control alternativas, como el control biológico están siendo investigados en el Perú, Panamá y Costa Rica para controlar la moniliasis. Esto implica el uso de agentes naturales de hongos (micoparásitos) capaces de parasitar el patógeno y la prevención de la dispersión de esporas de hongos.

Los principales esfuerzos de mejoramiento genético se están llevando a cabo en Costa Rica, Colombia y Ecuador para seleccionar genotipos resistentes o tolerantes a *M. roreri*, y los nuevos clones híbridos están siendo distribuidos a los agricultores, para evitar la enfermedad puede ser

uno de los métodos más seguros para reducir las pérdidas de campo, ya que de esta forma la resistencia es menos vulnerable a los cambios de adaptación de los patógenos. Por ejemplo, en Ecuador, las pérdidas por enfermedades debido a *M. royeri* fueron menores en los árboles, que aportan una gran parte de sus vainas totalmente maduras durante los últimos meses de la temporada seca o a principio de la temporada de lluvias evitando así las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad (Bowers et al., 2001).

Entender los componentes del manejo del cultivo del cacao es esencial para que el cultivo del cacao sea rentable. El impacto de enfermedades como la vaina de negra, escoba de bruja y la moniliasis seguirá siendo devastadora hasta que se alcance un progreso para controlar estas enfermedades. Soluciones a corto plazo, tales como fungicidas químicos son a menudo un costo prohibitivo, puede ser perjudicial para el medio ambiente, y deja residuos indeseables en el producto. Soluciones a largo plazo tales como los enfoques biotecnológicos o de selección por resistencia a enfermedades requieren mucho tiempo para ser desarrolladas y no son fácilmente disponibles para su aplicación inmediata. La respuesta más inmediata a los problemas de enfermedades es el uso de las herramientas que están disponibles actualmente en un enfoque integrado. Estos incluyen métodos de control biológico, material resistente a las enfermedades, saneamiento de los cultivos para eliminar el material enfermo como fuente de inóculo, y las prácticas culturales como la optimización de sombra, poda, y el manejo de la fertilidad del suelo (Bowers et al., 2001). Como se ha señalado por Young (1944), el árbol del cacao es una verdadera criatura de la naturaleza y se cultiva de una manera relativamente primitiva en comparación con la agricultura moderna de cultivos tradicionales. Puede ser de peso para proteger los ecosistemas tropicales que aún quedan para garantizar el suministro codiciado del mundo del chocolate y al mismo tiempo conservar muchas riquezas biológicas integradas en el complejo tejido de la diversidad tropical.

A nivel mundial, alrededor de 500 especies de insectos se han registrado en el cacao, sin embargo, sólo una pequeña fracción de ellos son económicamente perjudiciales. En el agroecosistema del cacao, hay un gran complejo de enemigos naturales, depredadores, parásitos, enfermedades transmitidas por insectos, nematodos y otros organismos benéficos, atacando a las plagas del cacao. Tal vez la forma más importante en el que se pueden conservar los enemigos naturales es reducir al mínimo el número de aplicaciones de pesticidas que el productor realice. La decisión de si debe o no aplicar plaguicidas siempre se debe basar en los resultados de

observaciones detalladas de la cosecha, teniendo en cuenta los niveles de plagas y enemigos naturales y la salud general de la cosecha. Cuando las aplicaciones de plaguicidas se justifican, hay una serie de enfoques para minimizar el impacto que tienen sobre los enemigos naturales. Algunos insecticidas son intrínsecamente menos dañinos para los enemigos naturales que otros. Como regla general, se puede considerar bioplaguicidas (como *Trichoderma stromaticum*, un agente de control biológico utilizado en Brasil contra la Escoba de Bruja) más seguro para los enemigos naturales de los productos químicos sintéticos. Los métodos químicos de control también se pueden hacer para actuar de manera más selectiva por la forma en que se aplican. Un buen ejemplo de ello es el tratamiento local contra los barrenadores del tallo, donde en la investigación de Ghana se centra en la inserción de una pasta química en el orificio de barrenador del tronco del árbol.

Otra enfermedad es la muerte vascular, causada por *Oncobasidium theobromae*, se encuentra sólo en Asia, y la enfermedad causada por un virus que causa inflamación de los frutos, sólo se encuentran en el África occidental, son de importancia relativamente menor en comparación con las otras enfermedades antes mencionadas. Muchos factores contribuyen a una disminución en la producción de cacao en grano en todo el mundo, incluyendo las plagas de insectos, las presiones sociales para sembrar otros cultivos, los problemas económicos que desalientan el compromiso a largo plazo de los agricultores de pequeña superficie para cultivar la planta, y las presiones sociales que destruyen el medio ambiente de la selva tropical. Las enfermedades de las plantas son los principales componentes de la disminución de la producción. Los patólogos de plantas y microbiólogos tienen como mandato descubrir y encontrar medios para reducir las pérdidas por enfermedades y salvar el chocolate para los consumidores entusiastas del mundo (Bowers et al., 2001).

9. Aspectos de género

El papel de los hombres y mujeres en las operaciones posteriores a la cosecha. Las familias que cultivan cacao tienen grandes retos. Los agricultores deben lidiar con la pérdida de cultivos debido a las graves enfermedades, anticuadas técnicas agrícolas y el apoyo organizativo limitado. Las comunidades agrícolas de cacao a menudo se enfrentan a retos, también, en ámbitos como la educación y la salud. Las prácticas laborales en las fincas de cacao son un problema, con muchos niños que participan en peligrosas tareas agrícolas o trabajan a costa de no asistir a la escuela. En

raras ocasiones, los niños pueden trabajar en las plantaciones de cacao en una situación más vulnerable que de haber viajado lejos de sus padres y familiares directos. Para las empresas que utilizan el cacao, el camino a seguir está claro: Ayudar a la familia de agricultores de cacao para prosperar. Para que cualquier industria tenga éxito, todos los que participan en su cadena de suministro deben contribuir de manera eficaz y percibir una remuneración justa. Ninguna industria puede permitirse el lujo de ignorar las cuestiones relacionadas con uno de sus ingredientes más importantes que es el agricultor (Cocoafarming.org.uk, 2010).

Esto significa que para garantizar el cultivo del cacao es necesario ofrecer beneficios sostenibles a las familias que se dedican al cultivo y las comunidades en que viven de ello. Durante casi una década, un esfuerzo global, con el apoyo de los principales consumidores de chocolate del mundo y la industria del cacao, ha trabajado para lograr una vida mejor para los millones de adultos y niños en las comunidades agrícolas de cacao en todo el mundo. Cada año, más de 3 millones de toneladas de granos de cacao se utilizan para la fabricación de una amplia gama de alimentos con sabor a chocolate y cacao. Sin embargo, la creación de una barra de chocolate o la preparación de una taza de chocolate caliente comienza a miles de kilómetros de distancia en un árbol, que crece en una pequeña granja familiar. A finales de 1990, la industria del chocolate y el cacao se convirtió en un asunto cada vez más preocupante por los problemas que enfrentan los productores de cacao. Las enfermedades habían destruido gran parte de la cosecha de cacao en Brasil el cual en alguna ocasión fue un líder exportador de cacao. En otras regiones productoras de cacao, las ineficaces técnicas agrícolas y la pobre gestión ambiental estaban obstaculizando la cosecha, la salud económica de los productores de cacao y el entorno en el que se cultivaba cacao. En la práctica, la industria tuvo que abordar las cuestiones asociadas a uno de sus componentes más importantes. Al mismo tiempo, se reconoció que el cacao podría desempeñar un papel más positivo en la vida de millones de personas, pero no sucederá de forma automática (Cocoafarming.org.uk, 2010).

En la actualidad, el chocolate y la industria del cacao sigue una estrategia que busca impulsar el cambio a nivel de finca y en la comunidad agrícola.

En general, hay tres áreas prioritarias:

1- Económico: Impulsar ingresos de los agricultores a través de la formación, organización de los agricultores, la diversificación de cultivos.

2- Sociales: Ayuda para los niños explotados; Asegurar que los niños no estén expuestos a tareas peligrosas de trabajo, la mejora del acceso a la educación de mayor calidad.

3- Ambiental: Fomentar técnicas agrícolas sostenibles que apoyen el ecosistema tropical (Cocoafarming.org.uk, 2010).

En un estudio reciente (Enete y Amusa, 2010), se encontró que en un análisis de la situación ocupacional de hombres y mujeres dedicados a la agricultura en 120 unidades de producción agrícola del suroeste de Nigeria, las mujeres fueron las responsables del cultivo y la producción de los alimentos para sus unidades, mientras que los hombres se encargaron sobre las actividades de producción del cacao en particular, demostrando con esto que no hay una posición dominante de género en la toma de decisiones para el cultivo agrícola, pero si confirma una clara división de género en la división del trabajo agrícola.

10. Bibliografía

1. Afoakwa E.O. 2010. Chocolate Science and Technology. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication
2. Agritrade 2009. News and analysis of events affecting ACP agriculture trade. Cocoa: Trade issues for the ACP. <http://agritrade.cta.int/en/content/view/full/2888>.
3. Almeida, A.A.F. and Valle R.R. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. Braz. J. Plant Physiol. vol.19 no.4.
4. Amano.chocolate.2010.Cacao.flowers.http://www.amanochocolate.com/articles/theobroma_cacao.html.
5. Ann marie kostyk. 2010.Theobroma cacao grandiflorum flower <http://annmariekostyk.com/2010/06/25/theobroma-cacaos-flowers-pods/theobroma-cacao-grandiflorum-flower/>.
6. Beckett, S.T., Industrial chocolate manufacture and use. 2nd edition. Blackie/Chapman & Hall, 1994.
7. Biehl, B., Meyer, B., Crone G., Pollman, L. and Said M.B. 1989. Chemical and physical changes in the pulp during ripening and post-harvest storage of cocoa pods. Journal of the Science of Food and Agriculture. 48, (2). 189-208.
8. Bowers, J. H., Bailey, B. A., Hebbar, P. K., Sanogo, S., Lumsden, R. D. 2001. The impact of plant diseases on world chocolate production. Online. Plant Health Progress.
9. Cocoafarming.org.uk. 2010. [Cocoafarming.org.uk/cocoa_farming_bw_v8_uk.pdf](http://cocoafarming.org.uk/cocoa_farming_bw_v8_uk.pdf).
10. Commons.Wikipedia.2010.http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cocoa_treeleaves.JPG
11. Duguma, B., Gockowski J and Bakala J.2001. Smallholder Cacao (Theobroma cacao Linn.) cultivation in agroforestry systems of West and Central Africa: challenges and opportunities. Agroforestry Systems 51: 177–188.
12. Duke, J.A. 1983. Theobroma cacao L. Handbook of Energy Crops. unpublished. Purdue University. Center for new crops & Plants products.
13. Duncan, E.J. 1993. International Workshop on Conservation, Characterisation and Utilisation of Cocoa Genetic Resources in the 21st Century, Port-of-Spain (Trinidad and Tobago), 13-17 Sep 1992. West Indies Univ. Cocoa Research Unit St. Augustine (Trinidad and Tobago).
14. EFSA. 2008. European Food Safety Authority. Theobromine as undesirable substances in animal feed. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. The EFSA Journal 725, 1-66.
15. Enete, A.A. and Amusa, T.A. 2010. Contribution of men and women to farming decisions in cocoa based agroforestry households of Ekiti State, Nigeria. Tropicicultura, 28, 77-83.
16. Franzen Margaret and Borgerhoff Monique M. 2007. Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide. Biodivers Conserv. 16:3835-3849.
17. Galvez, L.S., Loiseau, G., Paredes, J.L., Barel M and Guiraud J.P. 2007. Study on the microflora and biochemistry of cocoa fermentation in the Dominican Republic. International Journal of Food Microbiology. 114 124-30.
18. German marine insurers.Cocoa/cocoa beans. http://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/genuss/kakao/kakao.htm
19. Growing cacao tree. <http://www.mixph.com/2007/01/growing-cacao-tree.html>

20. Guehi T.S.,Konan Y.M,Nevry R.K., Yao N.D. and Manizan N.P. 2007. Enumeration and Identification of Main Fungal Isolates and Evaluation of Fermentation's Degree of Ivorian Raw Cocoa Beans. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 1(4): 479-486.
21. <http://chestofbooks.com/food/beverages/Adulteration-Origin/Composition-Of-The-Cocoa-Bean.html>. 2010.
22. <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/201670>
23. http://www.montosogardens.com/theobroma_cacao.htm
24. <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/review/cacao/>
25. ICCO International Cocoa Organization. 2010. Fine or flavour cocoa. <http://www.icco.org/faq3.aspx?id=pib3504>.
26. ICCO International Cocoa Organization. 2010. Physical and Chemicals composition. <http://www.icco.org/physical>.
27. INIAP. 2009. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Pecuarías. Manual de Cultivo de Cacao para la Amazonia Ecuatoriana. Manual Número 76.
28. IITA. 2010. International Institute of Tropical Agriculture. www.iita.org
29. Motamayor JC, Risterucci AM, Lopez PA, Ortiz CF, Moreno A, Lanaud C. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. Heredity (2002) 89, 380–386.
30. Knapp A. 1920. Cocoa and chocolate. Their history from plantation to consumer. London, Chapman And Hall, Ltd.
31. Montoso Gardens, 2007. Theobroma cacao (Sterculiaceae).
32. New Agriculturist online. 2010. New combat strategies for cocoa. <http://www.new-ag.info/99-2/focuson/focuson3.html>.
33. Nielsen, D.S., Snitkjaer, P and Van den Berg N. 2008. Investigating the fermentation of cocoa by correlating Denaturing Gradient Gel Electrophoresis profiles and Near Infrared spectra. International Journal of Food Microbiology 125 133-140.
34. Sukha, D.A. 2010. The model ordinance of the international cocoa standards that defines merchantable quality. Faculty of Engineering, The University of the West Indies, St. Augustine.
35. The Levin Institute. 2010. The State University of New York. Globalization 101. News Analysis. Copcoa: A hot commodity with a cold history. http://www.globalization101.org/news1/cocoa_globalization
36. The Republic of chocolate. 2007. http://www.therepublicofchocolate.net/2007/04/cacao-trinitario_14.html.
37. The University of the West Indies, 2010. <http://sta.uwi.edu/cru/flavourpics.asp>
38. TIS.2010. Transport Information Service. Cargo loss prevention information from German marine insurers. http://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/genuss/kakao/kakao.htm
39. UNCTAD. United Nations Conference on trade and development. 2003. United Nations Cocoa Conference. Developments in the world cocoa market. <http://www.unctad.org/>
40. Wikipedia. 2010. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cocoa_Pods.JPG.
41. World Agroforestry Centre (ICRAF).2010. History of cocoa. United Nations Avenue, Gigiri PO Box 30677-00100 GPO Nairobi, Kenya.
42. www.worldagroforestrycentre.org. 2010. Theobroma cacao botanic description

13. Glosario

a.C.= Antes de Cristo

d.C.= Después de cristo

cm= centímetros

° C= Grados centígrados

g= Gramos

ICCO= Organización Internacional del Cacao

Kg= kilogramo

mg= miligramos

m= metro

M³= metro cubico

MIP= manejo integral de plagas

N= norte

ton= tonelada

S= sur

UFC g⁻¹= unidades formadoras de colonias por gramo de grano de cacao

Se agradece al Instituto Tecnológico de Veracruz (UNIDA), México, por su invaluable cooperación y ayuda para la realización de este trabajo.