

# Capítulo II

---

## MORFOLOGIA Y CLASIFICACION BOTANICA DEL CACAO

### A. MORFOLOGIA DEL ARBOL DE CACAO

Las semillas de cacao germinan a las tres semanas (21 días) de haber sido colocadas en los semilleros; los cotiledones son epigeos. Dos semanas después de la germinación, aparecen las verdaderas hojas.

El árbol de cacao generalmente alcanza de cuatro a ocho metros de altura; sin embargo, ocasionalmente se puede elevar más, debido al crecimiento simpodial del tallo por ramas subterminales o laterales (chupones) que forman mesas secundarias o terciarias.

Un árbol adulto consta de las siguientes partes:

#### 1. RAIZ.

##### a. Descripción general de la raíz.

Las plantas provenientes de semillas tienen una raíz pivotante o primaria mientras que en las plantas provenientes de estacas enraizadas, el sistema radical es siempre en forma de abanico. La raíz pivotante también se puede formar a partir de chupones.

La raíz pivotante tiende a crecer hacia abajo, pero su longitud y forma varían mucho, principalmente de acuerdo con la estructura, textura y consistencia del suelo. Así, crece hasta dos metros en suelos profundos y bien aireados; es recta si el suelo es de estructura granular y uniforme pero crece torcida y tortuosa cuando el suelo es pedregoso.

La raíz principal se une al tronco por un cuello grueso, bien definido. Inmediatamente debajo de este cuello, esto es, en los primeros 15 a 20 centímetros de la capa húmica del suelo se encuentran la mayor parte de las raíces secundarias.

Las raíces secundarias a menudo se extienden a distancias de cinco y seis metros del tronco y crecen horizontalmente; tienen raíces laterales y se dividen repetidamente. Con alguna frecuencia las raíces secundarias cambian de dirección repentinamente formando ángulos pronunciados, o se desvían con la presencia de estorbos o irregularidades del suelo; sus puntos terminales tienden a crecer hacia arriba dentro de la capa húmica.

Las raíces secundarias inferiores de la raíz pivotante, tienden a crecer hacia abajo en dirección a la roca madre o a la capa freática. Generalmente, la parte central de la raíz pivotante está desprovista de raíces secundarias.

El finísimo sistema radicular superficial alcanza su máxima profusión en un suelo con espesa cobertura orgánica vegetal.

En plantaciones viejas de cacao, a menudo se observa en la superficie del suelo una densa capa de raicillas intermezcladas, llenas de ramificaciones que se originan en los extremos de las raíces secundarias. Tales raicillas están inmediatamente debajo de la capa de hojarazca en descomposición y están en estrecho contacto físico con ella.

La cantidad y densidad de esta capa de raíces, depende principalmente de la precipitación y de la permeabilidad del suelo; es más gruesa donde la precipitación es alta y continua y donde la permeabilidad del suelo es baja, ya que en tales condiciones, la mayor aireación del suelo tiene lugar en la capa superficial que consta de materia orgánica y de grumos.

En suelos compactos y poco aireados, o en aquellos que mantienen una capa freática alta durante la mayor parte del año, las raíces del cacao no penetran mucho. En estos suelos nacen de cuatro a ocho raíces laterales situadas muy superficialmente, raíces que cuando son viejas suelen sobresalir ligeramente de la tierra, cerca de su nacimiento. La Figura 4 muestra la formación y distribución del sistema radical de una planta adulta con su raíz pivotante y raíces laterales.

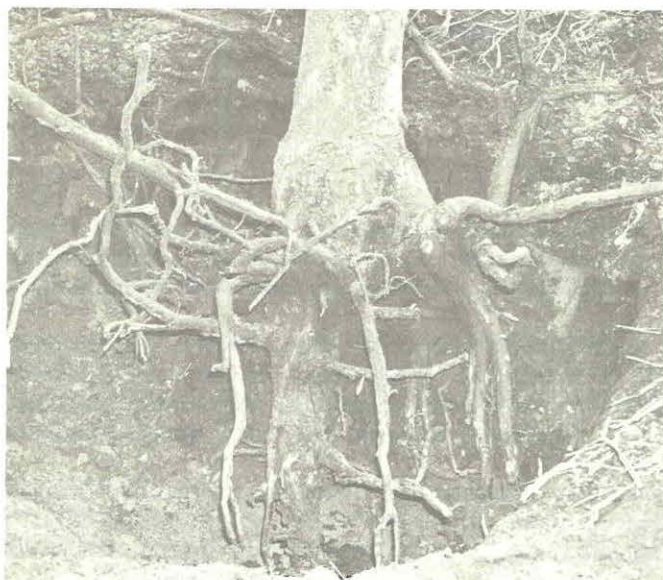


FIGURA 4. Desarrollo de las raíces de cacao en condiciones de suelo profundo y arenoso.

#### **b. Micorrizas.**

En estrecha relación y asociados con el finísimo sistema radicular señalado se encuentran ciertos hongos ficomicetos que forman micorrizas. En su crecimiento estos hongos pasan por cuatro fases sucesivas, así:

1. Hifas superficiales, de desarrollo lineal y escasamente divididas, que aparecen sobre la superficie de las raicillas.
2. Hifas invasoras, que por medio de ciertas vesículas que se forman especialmente en los puntos de ramificación, penetran en las células epidérmicas de las raicillas.
3. Micelio interno, que completa la invasión de la zona cortical, formando una verdadera envoltura micorrizal.
4. Micelio degradado, que en capas inmediatamente subyacentes a las anteriores, forma otra capa más gruesa y amplia, para pasar insensiblemente a hifas de contorno poco definido hasta que desaparecen, absorbidas o digeridas por las propias células de la planta huésped.

El papel de esta simbiosis entre un hongo de morfología tan simple y el cacao no está aclarado, pero en todo caso parece ser un factor importante en la nutrición mineral del árbol: facilita a éste la absorción de las sustancias minerales de la materia orgánica del suelo con una rapidez mayor que cuando tal asociación no existe; la micorriza se beneficia a su vez de las secreciones de las raicillas.

#### **c. Anatomía de la raíz.**

El estudio al microscopio de la anatomía de las raíces primarias y secundarias del cacao, revela que existe una diferencia peculiar entre ellas; el metaxilema está formado de seis haces en la raíz primaria y solamente de cuatro en la raíz secundaria.

Los haces de metaxilema se alternan con grupos de vasos de floema; el parénquima que separa estos grupos de vasos desaparece cuando comienza el engrosamiento secundario. Algunas de las células parenquimatosas tienen vacuolas grandes llenas de mucílago.

El metafloema se separa de la endodermis por una capa simple de células del periciclo, que forman un cilindro claramente hexagonal en la raíz primaria joven. Las células de la endodermis son grandes, mucilaginosas y parenquimatosas.

Las células epidérmicas, dispuestas en una sola capa, también contienen mucílago. Solamente cerca de los extremos de las raíces laterales jóvenes, hay formación de pelos absorbentes.

El xilema secundario consta de traqueidas perforadas, de paredes gruesas lignificadas, así como de parénquima no lignificado y de células de rayos medulares. Los rayos del xilema son numerosos en la raíz de cacao; tienen forma rectangular y contienen granos de almidón y mucílago. Estos rayos terminan en

el floema donde se ensanchan en forma de triángulo, lo cual es un rasgo característico de las Esterculiáceas.

El floema secundario consta de vasos conductores de savia, células compañeras, fibras, parénquima y rayos de floema, todos los cuales son pequeños. El cambium del suber se origina a diferentes profundidades dentro de la corteza y del floema. La raíz adulta se rodea de capas de corcho, las que se desprenden progresivamente.

## 2. TRONCO Y RAMAS DEL CACAO

### a. Descripción general del tronco y las ramas.

Las ramas del árbol de cacao, al igual que las de otras especies del género *Theobroma*, son dimórficas, es decir, unas crecen verticalmente hacia arriba (tallo y chupones) y las otras oblicuamente hacia los lados.

Las plantas provenientes de semilla, crecen como un solo tallo hasta alcanzar de uno a 1,50 metros de altura. Aquí la yema terminal detiene su crecimiento y emergen tres a cinco ramas laterales, aparentemente al mismo nivel aunque de diferentes nudos; este verticilo de ramas laterales, se le llama horqueta o molinillo.

En el cacao criollo frecuentemente hay un espacio bien marcado entre los puntos de origen de las ramas laterales en la horqueta, mientras que en el cacao forastero salen al mismo nivel. Sin embargo, en ambos casos cuando el árbol llega a su estado adulto, los pies de las ramas laterales forman un solo anillo.

Normalmente, un poquito más abajo de la horqueta, se forma un chupón o un nuevo tallo que a su debido tiempo forma un segundo verticilo de ramas laterales. Este proceso generalmente se repite hasta formar una tercera y hasta una cuarta horqueta.

Los troncos o tallos en la parte inferior de la horqueta solo producen chupones morfológicamente similares a los tallos, con hojas cuya filotaxia es de  $3/8$ . Las ramas de las horquetas en cambio tienen una filotaxia de  $1/2$ , lo que quiere decir que cada hoja está situada al lado opuesto de la anterior y siempre en un plano más o menos horizontal, formando dos filas, una al lado izquierdo y otra al lado derecho. Estas ramas se denominan ramas de abanico.

Las ramas de abanico a su vez dan lugar a la formación de nuevas ramas de abanico y, bajo ciertas condiciones, a la formación de chupones; esto sucede por ejemplo, cuando se les poda o se les hiere accidentalmente.

En la base de los chupones hay un primordio radical que puede convertirse en raíz primaria o pivotante cuando el punto de salida del chupón está cerca del suelo o cuando su base se cubre con suelo o musgo húmedo .

Los chupones enraizados tienen el mismo hábito de crecimiento del tallo y desarrollan verdaderas raíces pivotantes. Las estacas provenientes de ramas de abanico en cambio tienen sistemas radicados adventicios carentes de raíz pivotante; sin embargo, en la parte baja de estas estacas generalmente se producen con el tiempo chupones en cuya base se puede formar una raíz pivotante.

La Figura 6 muestra la formación típica del tronco y ramas en un árbol que se originó de semilla y la Figura 7 en un árbol obtenido de estaca o rama enraizada.

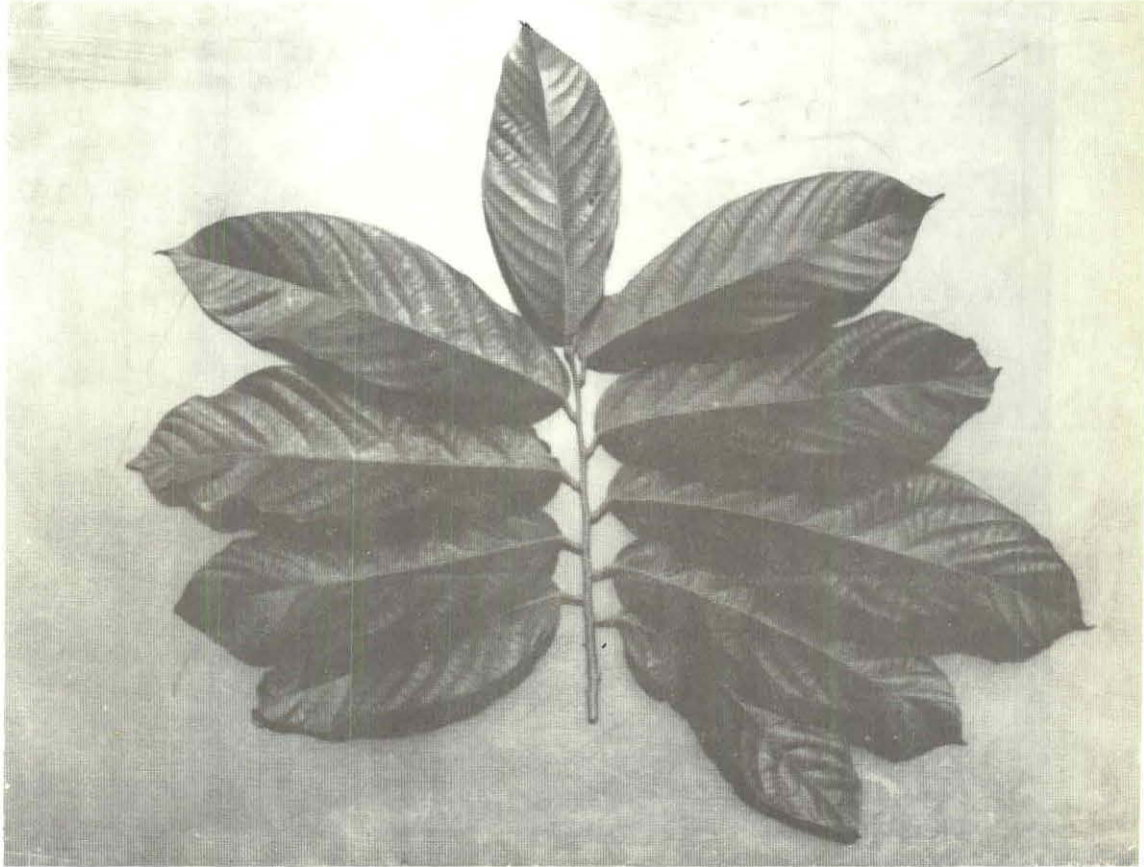


FIGURA 5. Rama de abanico.



FIGURA 6. Arbol proveniente de semilla.

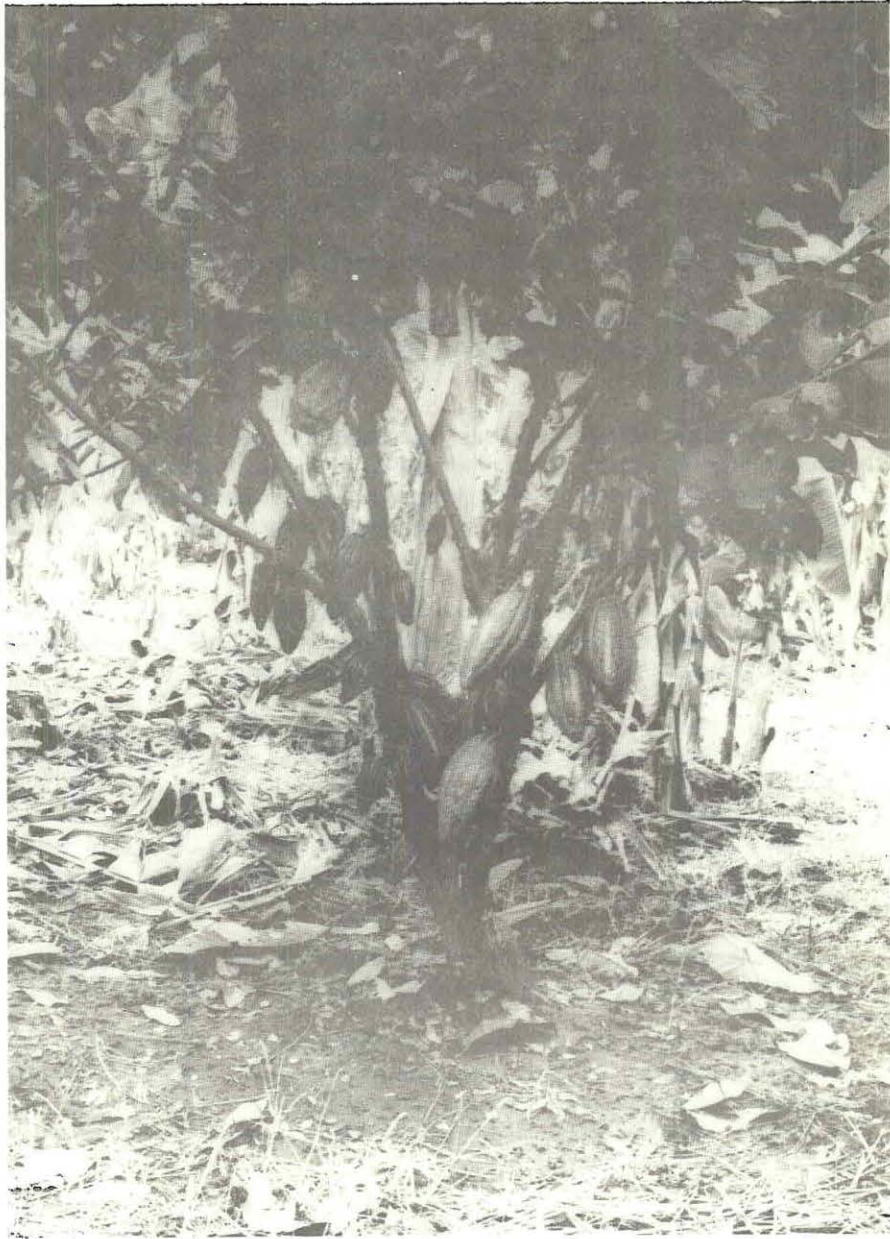


FIGURA 7. Arbol proveniente de estaca enraizada. Obsérvese la buena distribución de las ramas que forman el área de producción y distribución que sólo se puede obtener mediante una poda de formación bien dirigida.

## b. Anatomía del tronco y las ramas.

La anatomía del tallo y de las ramas del cacao joven, se parece a la de las raíces, mostrando etapas similares de desarrollo, tanto en chupones como en ramas de abanico. Un rasgo característico es la presencia de cavidades alargadas en la medula, las cuales están llenas de mucílago.

La corteza también contiene numerosas células mucilaginosas, pero éstas son más cortas. Los tejidos del floema, del endospermo y del periciclo son difíciles de distinguir aún en tallos y ramas jóvenes. El engrosamiento secundario de los tallos es similar al de las raíces.

Una sección del tronco o rama gruesa deja ver las siguientes partes:

a. Un conjunto de cuatro capas conocido como corteza que se separa fácilmente de la madera dejando al descubierto una superficie blanca y resbaladiza. Las cuatro capas son:

– La epidermis, formada por una capa suberosa, que en la edad adulta, se renueva muy lentamente; no es una capa continua, sino que está interrumpida por estomas. La función de esta epidermis es proteger mecánicamente el árbol, dificultar la pérdida de agua y establecer comunicación de los tejidos interiores con la atmósfera.

– Parénquima cortical, formado por varias capas de células subyacentes a la epidermis, cuya creación se realiza por medio del cambium denominado felógeno, causante de la irregularidad superficial del tronco.

– Floema que es la parte fundamental de la corteza, compuesta por un parénquima en el que se diferencian fibras aisladas de periciclo en su parte externa y otras de floema que dan firmeza a la corteza; son las fibras corticales que se separan con relativa facilidad en el cacao y que en otras plantas tropicales constituyen fibras textiles utilizables. Integran esta capa los vasos libéricos encargados de transportar la savia elaborada en las hojas al resto del árbol.

– El cambium es un cilindro de células situado entre el floema y la madera, que por división añade nuevas capas al floema que le es exterior y a la madera que envuelve.

Gracias al cambium, las ramas y troncos engrosan constantemente y también gracias a él, crece marginalmente la corteza para recubrir las superficies lesionadas; si éstas no son muy extensas, puede proteger de nuevo la madera subyacente. El cambium debe estar presente cuando se quiere realizar con éxito un injerto.

b. La madera en el cacao presenta un definido aspecto fibroso, ligero y de color rojizo, de poca resistencia; tiene una función esencialmente mecánica, aunque también es fundamental la existencia en ella de tráqueas o vasos leñosos encargados de repartir por todo el árbol la savia bruta absorbida por las raíces. Los vasos leñosos solo son útiles cuando se hallan situados en la periferia,

cerca del cambium, pues en el transcurso de pocos años envejecen y se hacen inútiles para su función; esto explica por qué se ven cacaos de troncos completamente ahuecados y sin embargo, tienen una vegetación vigorosa y económica.

En esta madera existe un parénquima leñoso que, lo mismo que la corteza, tiene por misión almacenar reservas a cuyas expensas se realiza la brotación de una estaca separada del árbol.

- c. La médula ocupa el centro del tronco y ramas; es blanda y blanca, de estructura homogénea, es decir, sin fibras ni vasos. En ramas o troncos de tres años desaparecen casi totalmente y en las partes viejas está ausente, invadido todo el centro por el parénquima leñoso.

### 3. HOJA.

#### a. Descripción general de la hoja.

La hoja del cacao tiene dos estípulas que se desprenden tempranamente, un pecíolo conspicuo y el limbo.

El pecíolo tiene un pulvino abultado en la base y otro en la parte superior, que sirven de articulación de la hoja y permiten el movimiento del limbo en caso necesario, por ejemplo cuando la luz o la temperatura, o ambos, son excesivos. Los pecíolos de las hojas del tallo son más largos que los de las hojas de las ramas.

El limbo es simple, con una forma que va de lanceolada a casi ovalada y con el ápice agudo; el margen es entero y ambas superficies glabras. Tiene la nervadura pinada y prominente en la parte central.

La Figura 8, muestra esquemáticamente las partes de la hoja.

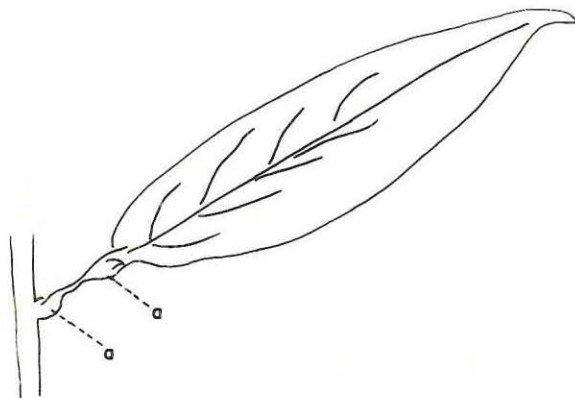


FIGURA 8. Articulación de la hoja al pedúnculo; los puntos señalados con (a) representan los pulvinos

El tamaño de la hoja varía según su localización en el árbol; así, las hojas que están en el interior y que reciben menos luz, son mucho más grandes que las de la periferia. El color de las hojas nuevas o muy tiernas varía de acuerdo con la cantidad de pigmentos de antocianina, la cual difiere en los distintos tipos de cacao.

La brotación de yemas y de nuevas hojas es termoperiódica y tiene lugar cuando la temperatura media sobrepasa cierto valor alto y está asociada con un rango amplio de temperatura diaria. Generalmente hay brotaciones a intervalos de ocho semanas.

#### **b. Anatomía de la hoja.**

El limbo contiene tres capas de células de empalizada en la cara superior y una capa de igual espesor de tejido esponjoso en la cara inferior.

Las células de empalizada son pequeñas y contienen abundantes plastidios de clorofila. Los espacios intercelulares en el tejido de empalizada, son pequeños pero incluyen grandes cavidades llenas de mucílago. La epidermis de la hoja también contiene cavidades mucilaginosas, así como células de almidón.

La epidermis superior consta de células grandes de paredes delgadas cubiertas de cutina, mientras que la epidermis inferior consta de células sumamente pequeñas de paredes bastante gruesas. Solo la epidermis inferior tiene estomas, los cuales son muy numerosos, muy pequeños y distribuidos irregularmente; las células guardas también son pequeñas. Hay entre 1.200 y 1.300 estomas por mm<sup>2</sup> de superficie foliar.

Los movimientos de los pulvinos se atribuyen a células corticales parenquimatosas que contienen una gran cantidad de gránulos de almidón. También hay pequeños granos de almidón en todos los tejidos de la hoja de cacao.

### **4. FLOR.**

#### **a. Inflorescencia.**

Las flores del cacao nacen directamente en la madera vieja del tallo principal y de las ramas laterales, es decir, son caulifloras. La inflorescencia es una cima dicasiforme, que se origina en la yema axilar de una hoja caída. Sus ramas muy cortas y retorcidas forman una masa densa que conforme crece, se hace más ancha y forma un cojín.

La base de un cojín floral es tan retorcida, que gran parte del tejido que de otra manera se desprendería y caería, queda apresado contribuyendo a que se forme una especie de nido apropiado para innumerables insectos diminutos, especialmente hormigas, áfidos y Pseudococcus. Los entrenudos que soportan las flores, tienen estípulas verdes.

Hay diferencias grandes en el número de flores en los cojines de diferentes árboles, diferencias que se atribuyen a la herencia. Un cojín floral contiene 40 a 60 flores, pero solamente un pequeño porcentaje de ellas, esto es, del 1,5 al seis por ciento, se desarrollan en fruto.

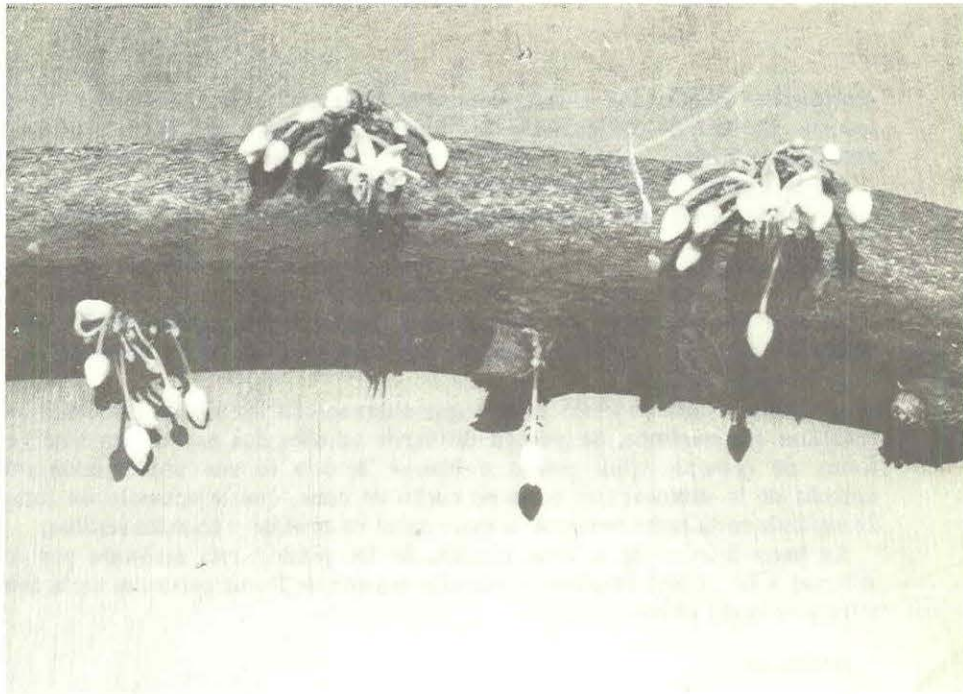


FIGURA 9. Cojines florales en un árbol de cacao.

La caída de tantas flores sin fertilizar no obedece a mala conformación o a incapacidad del ovario o del polen, sino a falta de fertilización; se cree que la mayor parte de las flores pasan su vida sin polinizarse. Esto quedó plenamente confirmado con los ensayos de Estahel, quien después de fertilizar artificialmente, consiguió un crecido número (80 por ciento) de flores que desarrollaron fruto.

Sin embargo, la limitada fertilización no es preocupante, pues aún con el bajo porcentaje de fertilización que se tiene normalmente, en muchos casos ocurre el secamiento de pepinos por incapacidad del árbol para madurar el fruto de todas las flores fecundadas.

La pérdida de pepinos parece que está ligada más íntimamente con la disminución de la humedad en el suelo, con los cambios bruscos de temperatura y con desequilibrios o insuficiencia de nutrimentos en el suelo.

#### b. La flor.

Las flores de cacao no tienen olor, a pesar de que su disposición parece más apropiada para una polinización entomófila que para otro medio.

Cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables, hay floración durante casi todo el año, aunque con períodos de floración máxima y mínima fácilmente distinguibles; sin embargo, se carece de información precisa acerca de los factores que controlan la periodicidad de las floraciones.

La flor alcanza unos ocho milímetros de anchura y otros tantos de longitud, sin contar el pedúnculo; éste tiene una longitud que varía de 1,3 a tres

centímetros, siendo dos a tres veces más largo que la diminuta rama que lo soporta. En la base del pedicelo hay una constricción y en ella se produce la abscisión de la flor.

En la Figura 10 se muestran las características más salientes de la flor del cacao, cuyas partes principales se describen a continuación:

– Cáliz y Corola.

El cáliz está formado por cinco sépalos blancos o ligeramente rosados; éstos miden de siete a 11 mm de longitud, son curvos y cóncavos y persisten en el fruto bastante tiempo.

La corola consta de cinco pétalos que alternan con los sépalos formando una envoltura característica. Se pueden distinguir en ellos dos partes: una basal, en forma de copa de color rosado o blanco; la otra es una prolongación más estrecha de la anterior, con curva en cuello de cisne, que se ensancha en forma de espátula en la parte terminal; la extremidad es amarilla o amarillo-verdosa.

La parte interior de la zona cóncava de los pétalos, está recorrida por dos salientes y en el tipo forastero existe otro saliente de forma particular en la zona estrangulada del pétalo.

– Androceo.

El androceo o parte masculina comprende cinco estambres alternados con los pétalos en una misma envoltura. Alternando con los estambres se encuentran cinco estaminodios, que forman un cilindro que rodea y protege al estilo.

Los estaminodios son filamentos muy rojizos, lanceolados, de bordes pelosos que terminan en tres aristas punteadas. Están fundidos en la base con los estambres, formando un verdadero tubo muy corto, que queda interrumpido porque el filamento de los estambres se curva de tal forma que las anteras de cada uno se cobijan en la concavidad de los pétalos.

Los estambres son blanquecinos. Las anteras, situadas en los extremos son de doble cámara y tienen cuatro sacos de polen; en realidad cada estambre consta de dos partes, cada una de ellas con dos anteras, las cuales en el curso de la evolución floral han llegado a unirse.

La dehiscencia de las anteras es longitudinal y ocurre casi tan pronto como la flor se abre; inmediatamente, el polen se torna funcional con un período máximo de viabilidad de 48 horas, bajo condiciones naturales.

– Gineceo.

El gineceo está formado por un ovario súpero de cinco carpelos fundidos con el estilo.

El estilo es tubular, mas bien corto, de dos a tres milímetros de largo. Está constituido por cinco partes o divisiones fusionales más o menos marcadas, menos en sus extremos en donde forman el estigma.

El ovario es simple, pentagonal, con cinco cámaras o compartimientos; tiene una placenta central a la cual se encuentran adheridos los óvulos; cada cámara contiene por lo menos 10 óvulos anátropos de placentación axilar y dispuestos en dos filas.

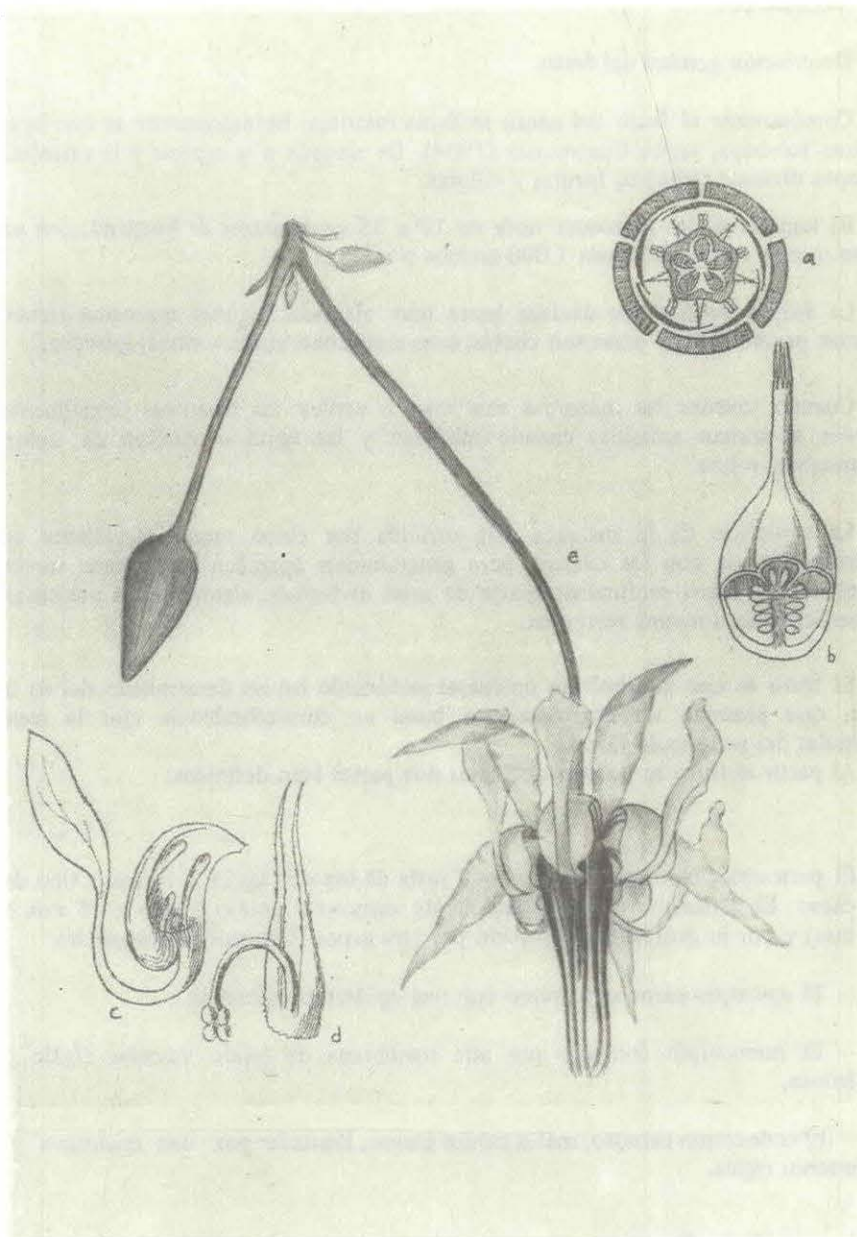


FIGURA 10. Flor del cacao

- a) Diagrama floral;
- b) Ovario seccionado con estilo y estigma;
- c) Pétalo;
- d) Estaminodios con estambre;
- e) Flor completa.

## 5. EL FRUTO.

### a. Descripción general del fruto.

Comúnmente el fruto del cacao se llama mazorca. Botánicamente es una baya o una sub-baya, según Cuatrecasas (1964). De acuerdo a la especie y la variedad, adopta diversos tamaños, formas y colores.

El tamaño de las mazorcas varía de 10 a 35 centímetros de longitud, con un peso que va desde 200 hasta 1.000 gramos o más.

La forma varía desde ovalada hasta muy alargada; algunas mazorcas tienen puntas prominentes y otras son chatas; unas tienen base ancha y otras, estrecha.

Cuando jóvenes las mazorcas son rojas o verdes; las mazorcas inicialmente verdes se tornan amarillas cuando maduran y las hojas se vuelven de color anaranjado rojizo.

La superficie de la mazorca está dividida por cinco surcos meridianos en correspondencia con los ovarios, pero generalmente aparecen otros cinco surcos intermedios menos profundos; aparte de estas divisiones, algunos tipos presentan superficie más o menos verrugosa.

El fruto se une al árbol por un fuerte pedúnculo leñoso desarrollado del de la flor, que presenta un engrosamiento basal en correspondencia con la zona estipular del pedúnculo floral.

Al partir el fruto se pueden distinguir dos partes bien definidas:

a. El pericarpio, cáscara o concha, que varía de espesor según la forma o tipo de cacao. El pericarpio es consistentemente carnoso y grueso (cinco a 15 mm o más) y por lo general está formado por tres capas fácilmente distinguibles:

- El epicarpio carnoso y grueso con una epidermis coloreada.
- El mesocarpio formado por una membrana de tejido vascular rígido y leñoso.
- El endocarpio carnoso, más o menos grueso, limitado por una epidermis interior rígida.

b. Las semillas, almendras o granos, rodeados de una pulpa blanca y cremosa, muy jugosa y azucarada; están dispuestas generalmente en cinco líneas o surcos y su número es normalmente de 25 a 40 por mazorca aunque puede contener entre 20 y 64 granos o almendras.

La Figura 11, muestra el fruto y sus cortes longitudinal y transversal en donde se pueden observar las diferentes partes de que consta.

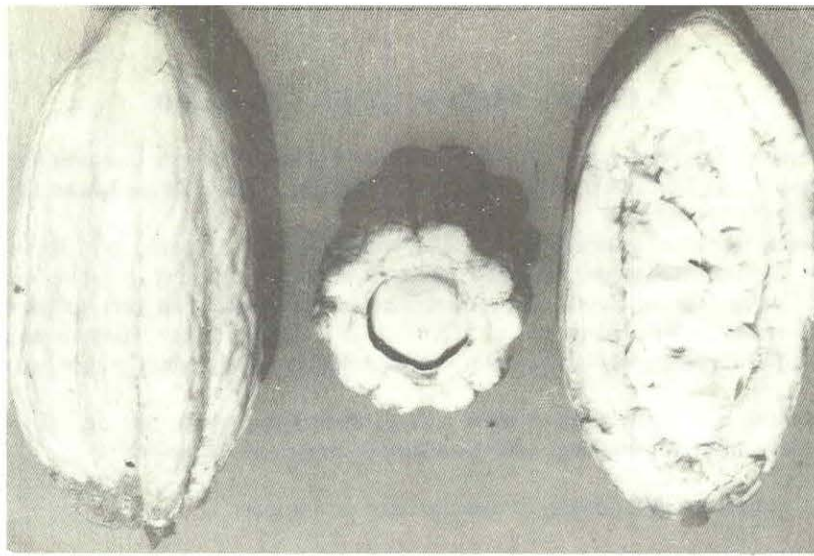


FIGURA 11. Fruto de cacao y corte longitudinal y transversal.

**b. La semilla o almendra.**

Las semillas o almendras son diversas en tamaño y forma de acuerdo con la variedad y aún con su posición dentro de la mazorca, pues las de los extremos son más pequeñas, aplastadas y deformes.

La mayor parte de la semilla está constituida por dos cotiledones que contienen grasa, sustancias alcaloides, taninos y otros compuestos que al alterarse dan origen al sabor y aroma del chocolate manufacturado.

Los cotiledones tienen la superficie interna sinuosa y la externa con surcos menos profundos; están envueltos por dos membranas.

La membrana exterior es rosada y rica en vasos bien visibles; va adherida al grano cuando está fresco, pero se vuelve quebradiza y fácilmente separable con un buen beneficio. La otra membrana aparece debajo de esta cubierta, está fuertemente adherida a los cotiledones y penetra tapizando todas las sinuosidades de los mismos.

En la parte más ancha de los cotiledones aparece el embrión (radícula y plúmula), en forma de un cilindro corto, blanquecino, que dará lugar al tallito y a la raicilla capaz de perforar con su crecimiento la base de la semilla. Los cotiledones le proporcionan alimento por algunos días después de la germinación de la semilla.

El endospermo es sumamente reducido y toma la forma de una membrana a la cual los fabricantes de chocolate llaman "alas de abeja". Esta membrana conocida también con el nombre de testa, es delgada y coriácea y tiene en su superficie células mucilaginosas de las que constituyen la pulpa; estas células son largas y de paredes delgadas.

Una característica importante de la semilla de cacao, es que no requiere período de reposo para germinar; muere al poco tiempo de cosechada, cuando sufre deshidratación, o cuando se fermenta o sufre temperaturas extremas.

## B. CLASIFICACION BOTANICA DEL CACAO

Botánicamente, el cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie que pertenece a la clase de las Dicotiledóneas, orden de los Malvales, familia de las Esterculiáceas y al género *Theobroma*.

Quizá la mejor clasificación del *Theobroma* ha sido la hecha por Bernouli, quien dividió este género en cinco secciones o grupos subgenéricos a los cuales José Cuatrecasas adicionó más recientemente una nueva. Los seis subgéneros resultantes: *Rhytidocarpus*, *Oreanthes*, *Theobroma*, *Telmatocarpus*, *Glossopetalum*, *Andropetalum*, están comprendidos en dos grandes grupos, así:

A. Plantas con cotiledones epigeos a la germinación; crecimiento de tallo por ramas sub-terminales-laterales, estaminoides erectos en floración:

1. Subgénero *Rhytidocarpus* que contiene dos grupos:

a. Plantas con estaminoides gruesos lineales, obtusos, pétalos en forma de quilla, uninervado; lámina del pétalo subsésil; estambres bianteríferos; pericarpio grueso, rígido y nervado, mesocarpio muy duro leñoso; ramas primarias ternadas, hojas tomentosas por el envés. Contiene una sola especie: *Theobroma bicolor*.

b. Plantas con estaminoides lineales-subulados o lanceolados, agudos; pétalos en forma de quilla trinervados.

2. Subgénero *Oreanthes*. Plantas cuya flor tiene la lámina de pétalo sésil; estambres tri o bianteríferos; pericarpio coriáceo; ramas primarias ternadas; hojas tomentosas por el envés. Contiene cinco especies.

3. Subgénero *Theobroma*. Las plantas tienen la lámina del pétalo estípite atenuada; estambres bianteríferos; pericarpio firmemente carnoso, ramas primarias pentámeras; hojas glabras o pilosas por el envés. Contiene una sola especie que es el cacao: *Theobroma cacao* L.

B. Plantas con cotiledones hipógeos a la germinación; el crecimiento del tallo es pseudoapical, las ramas primarias ternadas y los estambres trianteríferos.

1. Subgénero *Telmatocarpus*. Comprende dos grupos así:

a. Plantas con estaminoides flexuosos en botón, ovoide, subulado, caudado; pétalo en forma de quilla, pentanervado; lámina del pétalo ausente; pericarpio carnoso-coriáceo, de bordes leñosos y reticulados; hojas glabras o pubescentes.

b. Plantas con estaminoides doblados hacia atrás cuando la flor está en botón; oblongo-ovoides, ampliamente lanceolados u ovoides; doblados hacia atrás o erecto en anthesis; quilla del pétalo septinervada, pericarpio rígido epicarpio duro leñoso, hojas tomentosas por el envés.

2. **Subgénero Glossopetalum.** Plantas con estaminoides oblongo-ovoides o lanceolados, doblados hacia atrás o erectos en la antesis; lámina del pétalo ampliamente desarrollada, aplanada, estipitada; sépalos más o menos unidos y doblados hacia atrás.

3. **Subgénero Andropetalum.** Plantas con estaminoides claramente ovoides, de igual anchura y longitud; lámina de pétalo algo reducida, angosta y plegada; cáliz cupular, sépalos unidos hasta un tercio o a la mitad de su longitud. Contiene una sola especie: *Theobroma mammosum*.

Cuatrecasas, en su revisión taxonómica del género *Theobroma*, da la siguiente descripción botánica de la especie tipo *Theobroma cacao* L.

Las flores son hermafroditas, pentacíclicas "diplostemonas". Botones globosos, ovoides u oblongo-ovoides.

Tienen cinco sépalos, casi libres o más o menos unidos en la base, en forma de copa, u unidos en pares en uno o dos lóbulos dobles.

Los pétalos son cinco; cada uno está estrangulado hacia la mitad dando origen en la parte inferior a la uña que es rígida y con muchas nervaduras y en la parte superior a una lámina que se une a la corola.

Tiene el androceo en dos o cinco verticilos, unidos por un tubo en la base.

Una parte del androceo es externa con cinco petaloides lineales o estaminoides estériles opuestos a los sépalos; la otra parte es interna con cinco estambres fértiles opuestos a los pétalos; los filamentos cortos terminan en dos o tres pequeñísimas ramas, cada una con una antera.

Las anteras están escondidas en el interior de la quilla formada por los pétalos, son bilobuladas (bitecadas), con teca unilocular y dehiscente por una abertura longitudinal. Granos de polen con tres poros.

El gineceo es súpero, sincárpico, con cinco carpelos opuestos a los pétalos; ovario ovoide, pentagonal de cinco celdas, con numerosos óvulos dispuestos en dos líneas en cada celda y con placentación axilar. Tiene cinco estiloides filiformes, conniventes, libres o más o menos unidos. El estigma es apical corto, agudo. Óvulos anátropos con dos integumentos y rafe dorsal.

El fruto de la especie tipo es alargado, sub-baya o sub-drupáceo, indehiscente, ovoide, elipsoidal u oblongo, obtuso o agudo, liso o rugoso; el pericarpio carnoso o duro y parcialmente leñoso o coriáceo, los haces vasculares muy delgados y desvanecentes.

Las semillas generalmente están dispuestas en cinco surcos cada uno rodeado por un tejido pulposo grueso o fibroso, que llena la cavidad a la madurez; tienen formas ovoide, elipsoidal o amigdaloides y el epispermo es doble, grueso, sub-coriáceo; la capa externa con un epidermo tricómatóico y gelatinoso que se transforma en una envoltura gruesa y pulposa.

El embrión es recto, ínfero con radícula cilíndrica; los cotiledones son gruesos fuertemente corrugados; el endospermo generalmente se reduce a una membrana fina que cubre los cotiledones. Germinación epígea o hipógea.

La planta es un árbol perenne con crecimiento apical del tallo, limitado a la producción de un molinillo terminal de tres a cinco ramas laterales; hay crecimiento simpodial del tallo producido por ramas sub-terminales adventicias que crecen erectas o por ramas pseudo apicales que nacen de yemas axilares de la rama apical.

El tronco primario verticilado en tres a cinco ramas; las siguientes ramas crecen en forma alternada. Las hojas son simples, enteras, penninervadas, persistentes, coriáceas de pecíolo largo y variable en su filotaxia en el tallo primario y de pecíolos cortos y dísticos en las ramas.

Inflorescencia dicasial o monocasial (cincino), axilarmente dispuestas en el tronco y en las ramas gruesas. Pedúnculos bracteados, articulados o pedicelados.

Tricomas pluricelulados en todas las especies, generalmente en forma de estiletes pilosos, raramente simples. Glándulas estipiformes globosas presentes en algunas especies.

Número de cromosomas:  $2n = 20$

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CUATRECASAS, J. Cacao and its allies a taxonomic revision of the genus Theobroma. Bull. of the United States National Museum. 35(6):415-443, 449-458. 1964.
2. HARDY, F. Manual de cacao. Turrialba. Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1961. p. 329-357.
3. NOSTI, N., J. Cacao, Café y Té. Barcelona, Salvat, ed. 1963. p. 40-48.
4. PYKE, E.E. Micorrhiza in Cacao. *In* Fourth annual report on Cacao research, Trinidad, I.C.T.A. 1934. 1935. p. 41-48.
5. URQUHART D., H. Cacao. Turrialba. Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963. p. 7-19.
6. VAN HALL, C.J.J. Cacao. Londres, MacMillan. 1932. p. 48-75.